MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Capítulo 1
Datos Generales del Proyecto, del Promovente y del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental

CONTENIDO E ÍNDICES

1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 1-1
1.1.1 Nombre del Proyecto *1-1*
1.1.2 Ubicación (Dirección) del Proyecto *1-1*
1.1.3 Duración del Proyecto *1-3*
1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 1-3
1.2.1 Nombre o Razón Social *1-3*
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente *1-3*
1.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal. En su Caso, Anexar Copia del Poder Correspondiente *1-3*
1.2.4 Dirección del Promovente para Recibir u oír Notificaciones *1-3*
1.2.5 Nombre del Consultor que Elaboró el Estudio *1-4*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Ubicación del Área del Proyecto *1-2*

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 1
Datos Generales del Proyecto, del Promovente y del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.1 Nombre del Proyecto

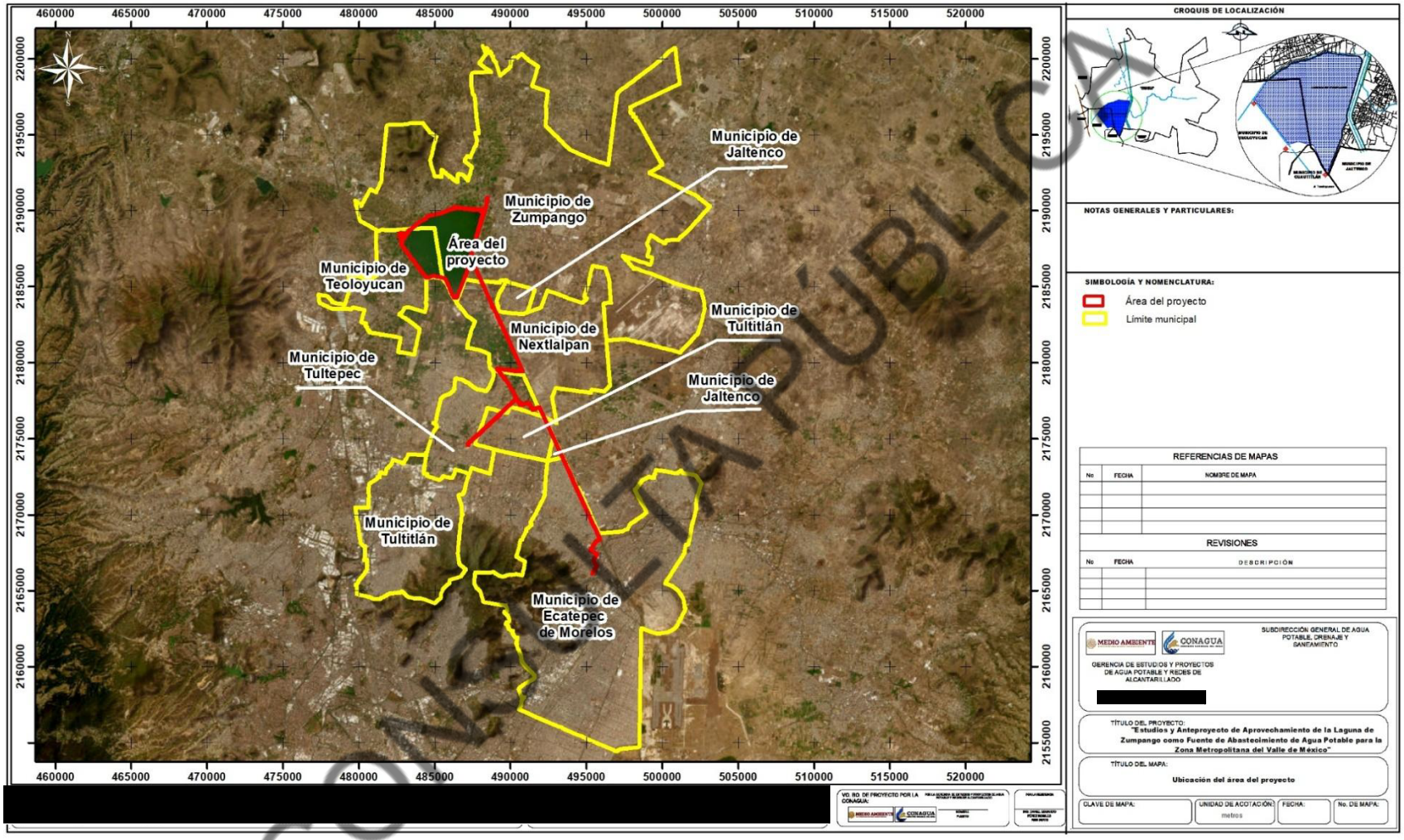
El nombre del presente proyecto es “Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango Como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México” (en adelante Proyecto).

1.1.2 Ubicación (Dirección) del Proyecto

El Proyecto se ubicará en los municipios de Ecatepec de Morelos, Jaltenco, Nextlalpan, Teoloyucan, Tultepec, Tultitlán y Zumpango, en el Estado de México, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-1 Ubicación del Área del Proyecto



COPIA PÚBLICA

1.1.3 Duración del Proyecto

El plazo solicitado para la ejecución del Proyecto es de 62 años, de los cuales se requieren 10 años para la etapa de preparación del sitio y construcción, 50 años para la etapa de operación y mantenimiento, y finalmente se consideran 2 años para el desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1 Nombre o Razón Social

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

1.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal. En su Caso, Anexar Copia del Poder Correspondiente

1.2.4 Dirección del Promovente para Recibir u oír Notificaciones

CONSULTA PÚBLICA

1.2.5 Nombre del Consultor que Elaboró el Estudio

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 2
Descripción del Proyecto

CONTENIDO E ÍNDICES

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 2-1
2.1.1 Naturaleza del Proyecto, Plan o Programa *2-2*
2.1.2 Justificación *2-6*
2.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto *2-8*
2.1.4 Inversión requerida *2-93*
2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 2-94
2.2.1 Programa de Trabajo *2-94*
2.2.2 Preparación del sitio y construcción *2-96*
2.2.3 Incidencias *2-132*
2.2.4 Operación y mantenimiento *2-149*
2.2.5 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones *2-168*
2.2.6 Residuos *2-168*
2.2.7 Generación de gases de efecto invernadero *2-182*

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Componentes del Proyecto por polígono general *2-12*
Tabla 2-2. Coordenadas del polígono 1 del área del Proyecto. *2-12*
Tabla 2-3. Coordenadas del polígono 2 del área del Proyecto. *2-13*
Tabla 2-4. Coordenadas del polígono del tanque regulador. *2-20*
Tabla 2-5. Componente del tanque regulador. *2-22*
Tabla 2-6 Coordenadas del bordo del tanque regulador *2-22*
Tabla 2-7. Coordenadas del polígono de la obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual *2-24*
Tabla 2-8. Componentes de la obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual. *2-26*
Tabla 2-9. Coordenadas de los ejes de las tuberías de la obra de toma de la PTAP-R *2-26*
Tabla 2-10. Coordenadas del polígono de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual. *2-28*
Tabla 2-11. Unidades de proceso de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual (época de lluvias) *2-29*
Tabla 2-12. Unidades de proceso de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual (época de estiaje). *2-29*
Tabla 2-13. Coordenadas del polígono del desfogue de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual. *2-32*
Tabla 2-14. Componentes de la obra de desfogue de la PTAP-R. *2-34*
Tabla 2-15. Coordenadas de los ejes de las tuberías del desfogue de la PTAP-R *2-34*
Tabla 2-16. Coordenadas del polígono del dique. *2-36*
Tabla 2-17 Componente del dique. *2-38*
Tabla 2-18. Coordenadas del polígono del humedal artificial. *2-40*
Tabla 2-19. Componentes del humedal artificial. *2-42*
Tabla 2-20. Coordenadas del polígono de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora. *2-44*
Tabla 2-21. Componentes de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora. *2-47*
Tabla 2-22. Coordenadas del polígono de la planta potabilizadora. *2-49*
Tabla 2-23. Unidades (componentes) de la planta potabilizadora. *2-51*
Tabla 2-24. Coordenadas del polígono de la línea de conducción norte. *2-55*
Tabla 2-25. Coordenadas del polígono de la línea de conducción sur. *2-55*

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2-26. Coordenadas del eje de la línea de conducción norte. *2-58*
Tabla 2-27. Coordenadas del eje de la línea de conducción sur tramo 1. ..... *2-58*
Tabla 2-28. Coordenadas del eje de la línea de conducción sur tramo 2. ..... *2-59*
Tabla 2-29. Coordenadas del eje de la línea de conducción sur tramo FFCC. *2-60*
Tabla 2-30. Coordenadas del eje de la línea de conducción sur tramo Chiconautla. *2-60*
Tabla 2-31. Componente de la línea de conducción norte. *2-64*
Tabla 2-32. Componente de la línea de conducción sur. *2-64*
Tabla 2-33 Coordenadas del área sin afectación *2-67*
Tabla 2-34 Superficie por polígono del área del Proyecto *2-71*
Tabla 2-35. Superficie de los componentes del área del proyecto. *2-71*
Tabla 2-36 Superficie permanente y temporal en el área del Proyecto *2-75*
Tabla 2-37. Superficie con sellamiento, sin sellamiento y sin afectación en el área del Proyecto. *2-83*
Tabla 2-38 Superficies por usos de suelo y vegetación de campo en el área del Proyecto *2-88*
Tabla 2-39 Superficie de uso de suelo y vegetación por tipo de afectación *2-88*
Tabla 2-40 Uso de suelo y vegetación en los componentes del Proyecto *2-89*
Tabla 2-41 Superficie por componente, sub componente, afectación, sellamiento y uso de suelo y vegetación de campo 2-90
Tabla 2-42 Monto de Inversión *2-93*
Tabla 2-43 Programa de trabajo del Proyecto. *2-94*
Tabla 2-44 Dimensiones del tanque de mezcla *2-100*
Tabla 2-45 Dimensiones del tanque clarificador primario *2-101*
Tabla 2-46 Dimensiones del tanque clarificador secundario *2-102*
Tabla 2-47 Dimensiones del tanque clarificador terciario *2-103*
Tabla 2-48 Dimensiones de los reactores de lodos activados y cantidades *2-104*
Tabla 2-49. Unidades de proceso que se construirán en la planta potabilizadora. *2-116*
Tabla 2-50 Caudales de Diseño. *2-126*
Tabla 2-51. Calidad de Agua Canal Santo Tomás, RENAMECA. *2-127*
Tabla 2-52. Datos básicos del humedal artificial. *2-128*
Tabla 2-53. Datos de proyecto de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora. *2-128*
Tabla 2-54. Valores de calidad de agua para diseño de la planta potabilizadora. *2-129*
Tabla 2-55. Datos de proyecto de la línea de conducción norte. *2-131*
Tabla 2-56. Datos de proyecto de la línea de conducción sur (tramo 1 y 2). *2-131*
Tabla 2-57. Datos de proyecto de la línea de conducción sur (tramo FFCC). *2-132*
Tabla 2-58. Datos de proyecto de la línea de conducción sur (tramo Chiconautla). *2-132*
Tabla 2-59 Coordenada del cruce con canal de la obra de toma de la PTAP-R *2-133*
Tabla 2-60. Coordenada del cruce con canla del desfogue de la PTAP-R. *2-135*
Tabla 2-61. Coordenadas de los cruces en la línea de conducción norte. *2-139*
Tabla 2-62. Cruces en la línea de conducción sur. *2-141*
Tabla 2-63. Valores de Diseño y Operativos de Clarificadores. *2-152*
Tabla 2-64 Tipos de residuos que se estima generar en preparación del sitio y construcción *2-170*
Tabla 2-65 Tipos de residuos que se estima generar en operación y mantenimiento *2-170*
Tabla 2-66 Residuos de manejo especial – Preparación del sitio y construcción *2-171*
Tabla 2-67 Residuos de manejo especial – Operación y mantenimiento *2-171*
Tabla 2-68 Residuos peligrosos – Preparación del sitio y construcción *2-172*
Tabla 2-69 Residuos peligrosos – Operación y mantenimiento *2-173*
Tabla 2-70 Tipos de residuos que se estima generar en preparación del sitio y construcción *2-176*
Tabla 2-71 Tipos de residuos que se estima generar en la operación y mantenimiento *2-177*
Tabla 2-72 Residuos de manejo especial – Preparación del sitio y construcción *2-178*
Tabla 2-73 Residuos de manejo especial – Operación y mantenimiento *2-178*

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2-74 Residuos peligrosos – Preparación del sitio y construcción 2-180
Tabla 2-75 Residuos peligrosos – Operación y mantenimiento 2-180
Tabla 2-76. Tipos de residuos que se estima generar en las diferentes etapas del proyecto. 2-185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Aporte Hídrico a la Laguna de Zumpango 2-2
Figura 2-2 Ubicación del área del Proyecto 2-9
Figura 2-3 Componentes del área del Proyecto (1 de 2) 2-10
Figura 2-4 Componentes del área del Proyecto (2 de 2) 2-11
Figura 2-5. Polígonos del área del Proyecto. 2-19
Figura 2-6. Ubicación del polígono del tanque regulador. 2-21
Figura 2-7. Componentes del tanque regulador. 2-23
Figura 2-8. Ubicación del polígono de la obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual. 2-25
Figura 2-9. Componentes de la obra de toma de la PTAP-R. 2-27
Figura 2-10. Unidades de proceso de la PTAP-R en época de estiaje y lluvias. 2-31
Figura 2-11. Ubicación del polígono de la obra de desfogue de la PTAP-R. 2-33
Figura 2-12. Componente de la obra de desfogue de la PTAP-R. 2-35
Figura 2-13. Ubicación del polígono del dique. 2-37
Figura 2-14 Componente del dique 2-39
Figura 2-15. Ubicación del polígono del humedal artificial. 2-41
Figura 2-16. Ubicación de componentes del humedal artificial. 2-43
Figura 2-17. Ubicación del polígono de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora. 2-46
Figura 2-18. Ubicación de componentes de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora. 2-48
Figura 2-19 Ubicación del polígono de la planta potabilizadora 2-50
Figura 2-20. Ubicación de componentes de la planta potabilizadora. 2-53
Figura 2-21. Ubicación de componentes de la planta potabilizadora (agrupados). 2-54
Figura 2-22. Ubicación del polígono de la línea de conducción norte. 2-62
Figura 2-23. Ubicación del polígono de la línea de conducción sur. 2-63
Figura 2-24 Componentes de la línea de conducción norte y línea de conducción sur (1 de 2) 2-65
Figura 2-25 Componentes de la línea de conducción norte y línea de conducción sur (2 de 2) 2-66
Figura 2-26 Coordenadas del área sin afectación 2-70
Figura 2-27 Componentes del área del Proyecto (1 de 2) 2-73
Figura 2-28. Componentes del área del Proyecto (2 de 2). 2-74
Figura 2-29 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (1 de 6) 2-77
Figura 2-30 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (2 de 6) 2-78
Figura 2-31 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (3 de 6) 2-79
Figura 2-32 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (4 de 6) 2-80
Figura 2-33 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (5 de 6) 2-81
Figura 2-34 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (6 de 6) 2-82
Figura 2-35 Áreas con sellamiento y sin sellamiento en el Proyecto (1 de 3) 2-85
Figura 2-36 Áreas con sellamiento y sin sellamiento en el Proyecto (2 de 3) 2-86
Figura 2-37 Áreas con sellamiento y sin sellamiento en el Proyecto (3 de 3) 2-87
Figura 2-38. Sección de tanque regulador. 2-98
Figura 2-39. Sección del canal de llamada de la obra de toma de la PTAP-R. 2-99

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-40 Unidad de pretratamiento *2-100*
Figura 2-41 Tanque de mezcla rápida *2-101*
Figura 2-42 Tanque clarificador primario *2-102*
Figura 2-43 Tanque clarificador secundario *2-103*
Figura 2-44 Tanque clarificador terciario *2-104*
Figura 2-45. Reactor de lodos activados. *2-105*
Figura 2-46. Caja de mezcla. *2-105*
Figura 2-47. Caja de válvulas de agua clarificada. *2-106*
Figura 2-48. Caseta de sopladores. *2-106*
Figura 2-49. Caseta de dosificación de sulfato de aluminio. *2-107*
Figura 2-50 Caseta de cloración *2-107*
Figura 2-51. Tanques de almacenamiento de sulfato de aluminio. *2-108*
Figura 2-52. Cárcamo de achique para los tanques de almacenamiento de sulfato de aluminio. *2-108*
Figura 2-53 Tanque de mezcla de lodo *2-109*
Figura 2-54. Sección de zanja para habilitado de tuberías de 84 y 120 pulgadas. *2-111*
Figura 2-55. Habilitación de la tubería en el tramo del bordo del tanque regulador. *2-111*
Figura 2-56. Sección de bordo del dique. *2-112*
Figura 2-57. Sección del cárcamo de bombeo. *2-112*
Figura 2-58. Sección de zanja para habilitado de tubería de 30 pulgadas. *2-113*
Figura 2-59 Sección de terraplenes estructurales y no estructurales, y canal. *2-113*
Figura 2-60. Arreglo mecánico de los equipos de bombeo. *2-114*
Figura 2-61. Sección de zanja para habilitado de tubería de 2,000 mm. *2-115*
Figura 2-62. Sección longitudinal de la estructura metálica. *2-115*
Figura 2-63. Caja distribuidora de agua cruda y caja de llegada. *2-117*
Figura 2-64. Unidad de pre-ozonación. *2-117*
Figura 2-65. Unidad de mezcla rápida *2-118*
Figura 2-66. Cámara de floculación. *2-119*
Figura 2-67. Unidad de flotación por aire disuelto *2-119*
Figura 2-68. Unidad de ozonación intermedia *2-120*
Figura 2-69. Unidad de filtros de carbón activado. *2-120*
Figura 2-70. Unidad de filtros de antracita. *2-121*
Figura 2-71. Tanque de agua recuperada. *2-121*
Figura 2-72. Tanque de agua filtrada. *2-122*
Figura 2-73. Unidad de celda de desinfección. *2-122*
Figura 2-74. Tanque de agua potable. *2-123*
Figura 2-75. Tanque de almacenamiento de lodos y tanque de lodos (pulmón). *2-123*
Figura 2-76. Sección de zanja para habilitado de tubería de 42 pulgadas. *2-124*
Figura 2-77. Secciones de zanjas para habilitado de tubería de 84,72, y 36 pulgadas. *2-125*
Figura 2-78 Cruce con canal de la obra de toma de la PTAP-R *2-134*
Figura 2-79. Incidencia en canal del desfogue de la PTAP-R. *2-136*
Figura 2-80. Ubicación de líneas de CFE en el polígono de la planta potabilizadora. *2-138*
Figura 2-81. Cruces en la línea de conducción norte. *2-140*
Figura 2-82. Cruces en la línea de conducción sur (1 de 3). *2-142*
Figura 2-83. Cruces en la línea de conducción sur (2 de 3). *2-143*
Figura 2-84. Cruces en la línea de conducción sur (3 de 3). *2-144*
Figura 2-85. Incidencia del área del Proyecto en la zona federal del Gran Canal. *2-146*
Figura 2-86. Incidencia de la línea de conducción en el DDV de FFCC. *2-148*
Figura 2-87 Proceso de la PTAP en época de lluvias *2-150*
Figura 2-88 Arreglo General de la PTAP en época de lluvias *2-151*

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-89 Diagrama de flujo de la PTAP-R en época de lluvias. *2-153*
Figura 2-90 Proceso de la PTAR en época de estiaje..... *2-155*
Figura 2-91 Arreglo General de la PTAP en época de estiaje *2-156*
Figura 2-92 Diagrama de flujo de la PTAP-R en época de estiaje *2-160*
Figura 2-93 Diagrama de flujo de proceso *2-165*

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 2
Descripción del Proyecto

Con la finalidad de incrementar significativamente la oferta de agua potable en las partes norte, oriente y sureste de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) desarrolló estudios y proyectos para el aprovechamiento del agua disponible en la Laguna de Zumpango. Lo anterior, de tal suerte que sea posible suministrar a la población beneficiada, de la Ciudad de México y municipios conurbados del Estado de México, un caudal de agua potable de 3,000 L/s en época de estiaje y de hasta 5,000 L/s en época de lluvias.

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La Laguna de Zumpango es el remanente del lago de Zumpango, uno de los cinco grandes cuerpos lagunares naturales de la cuenca del Valle de México. En distintas etapas desde la época colonial se ha intervenido este cuerpo de agua, sus influentes y efluentes, para modificar o incrementar su potencial de aprovechamiento como vaso regulador o almacén de agua para riego. A partir de 2003 fue decretada área natural protegida con la categoría parque estatal denominada “Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango” (DOF, 2003). Actualmente, la única función de este cuerpo de agua es la de regulación de inundaciones ya que la infraestructura de riego está inhabilitada.

La Laguna de Zumpango recibe agua por gravedad del río Cuautitlán por medio del canal de Santo Tomás que tiene capacidad de hasta 40 m^3/s. Cuenta con superficie aproximada de 1,853 hectáreas y capacidad teórica de almacenamiento de 100 Mm^3. Se estima que el nivel de almacenamiento máximo real es menor debido al azolvamiento y falta de refuerzo de los bordos perimetrales. El nivel de almacenamiento máximo alcanzado fue de 80 Mm^3 en 2024.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-1 Aporte Hídrico a la Laguna de Zumpango



El funcionamiento actual de la Laguna de Zumpango es la de vaso regulador de las avenidas pluviales del río Cuautitlán, con capacidad para fines de regulación de 5.0 Hm^3. Las grandes avenidas pluviales se derivan y regulan en la Laguna de Zumpango a efecto de evitar daños e inundaciones en la cuenca baja del río Cuautitlán y el estado de Hidalgo. Al concluir el evento de avenida pluvial en la cuenca, el volumen regulado se retorna de manera controlada al río Cuautitlán los días subsecuentes.

2.1.1 Naturaleza del Proyecto, Plan o Programa

El Proyecto Integral para el Saneamiento y Aprovechamiento Hidráulico de la Laguna de Zumpango constituye una obra estratégica de infraestructura hídrica orientada a atender de manera integral la problemática de disponibilidad, calidad y aprovechamiento sustentable del agua en la región norte del Valle de México. Su naturaleza responde a la necesidad de fortalecer la seguridad hídrica de una de las zonas con mayor presión sobre los recursos acuíferos del país, mediante acciones de saneamiento, regulación, conducción y tratamiento de agua pluvial y residual, promoviendo el reúso del recurso y reduciendo la dependencia de fuentes subterráneas sobreexplotadas. Asimismo, el Proyecto contempla acciones de restauración ambiental, que contribuirán al mejoramiento de la calidad del agua, la recuperación ecológica del sistema lagunar y la disminución de procesos de eutrofización y proliferación de lirio acuático. En este sentido, el Proyecto no solo representa una obra de infraestructura hidráulica de interés público, sino una intervención de alcance regional con beneficios sociales, ambientales y de resiliencia hídrica para el Estado de México y la Zona Metropolitana del Valle de México.

CONSULTA PÚBLICA

Dicho lo anterior, el Proyecto consiste en la construcción y operación de infraestructura hidráulica para el aprovechamiento y potabilización del agua de la Laguna de Zumpango, Estado de México, como fuente complementaria de abastecimiento para la Zona Metropolitana del Valle de México.

El agua que ingresa a la Laguna de Zumpango a través del Canal Santo Tomás, proveniente de los escurrimientos pluviales del Río Cuautitlán y Emisor Poniente, será sometida a un tratamiento previo mediante una planta de tratamiento de agua pluvial-residual, cuya descarga cumplirá con los Límites Permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Posteriormente, el agua almacenada será bombeada hacia una planta potabilizadora, donde se llevará a cabo un proceso integral de potabilización.

Finalmente, el agua potabilizada será conducida a través de un acueducto principal hacia los puntos de entrega definidos para el Estado de México y la Ciudad de México, consolidando un esquema operativo que combina seguridad hidráulica, eficiencia energética y aprovechamiento sustentable del recurso. Para lo anterior en la zona federal y predio aledaño de la Laguna de Zumpango se diseñarán las obras mencionadas para garantizar la conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución eficiente del recurso.

Por lo tanto, el Proyecto consiste en la preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento del siguiente conjunto de obras: tanque regulador, obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual, planta de tratamiento de agua pluvial-residual, obra de desfogue para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual, dique, humedal artificial, rehabilitación de una obra de toma y construcción de una línea de conducción hacia la planta potabilizadora, la planta potabilizadora y líneas de conducción de agua potable.

A continuación, se describe de forma particular la naturaleza de cada componente del proyecto.

2.1.1.1 Tanque Regulador

Las aportaciones de agua hacia la Laguna de Zumpango son conducidas a través del Río Cuautitlán y, en su último tramo, mediante el Canal Santo Tomás, el cual opera bajo una filosofía de desfogue controlado (24 a 48 horas antes de la apertura de compuertas), con el fin de incrementar la proporción de agua pluvial en la mezcla almacenada. Derivado de esta práctica, la aportación del agua en la laguna se estima en una proporción de 80% pluvial y 20% residual, alcanzando en años recientes valores de hasta 90% pluvial y 10% residual.

El Tanque Regulador o tanque de llegada actuará como volumen de compensación para amortiguar variaciones de gasto y asegurar un flujo constante y uniforme de agua hacia la planta de tratamiento de agua pluvial-residual, además de funcionar como un eficiente desarenador.

Para lo anterior se construirá un tanque regulador o tanque de llegada el cual estará conformado por un bordo a través de material producto de banco, el cual tendrá como objetivo almacenar y regular el caudal de entrada para posteriormente ser bombeado hacia planta de tratamiento de agua pluvial-residual.

2.1.1.2 Obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual

La obra de toma extraerá agua de la laguna mediante un canal de llamada y posteriormente se habilitarán dos tuberías de 72 pulgadas y una de 60 pulgadas, las 3 de acero al carbón. El agua extraída llegará a la unidad de cribado de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual mediante carga hidráulica.

CONSULTA PÚBLICA

2.1.1.3 Planta de tratamiento de agua pluvial-residual (PTAP-R)

El esquema de aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como fuente de abastecimiento de agua potable a la ZMVM requiere el adecuado tratamiento de los escurrimientos pluviales, mismos que se combinan y diluyen el agua residual que conducen el Río Cuautitlán y el Emisor del Poniente.

La corriente combinada de agua pluvial y residual que ingresa a la Laguna de Zumpango aporta materia orgánica, sólidos en suspensión y fósforo, entre otros contaminantes, los cuales se deben remover para evitar la contaminación del embalse, el crecimiento de algas y la eutroficación y, de manera especial, proteger la salud pública por el uso y aprovechamiento del agua potable que será suministrada a la ZMVM.

La planta de tratamiento de agua pluvial-residual estará concebida en un esquema operativo modular y flexible, que permitirá su funcionamiento diferenciado en función de las condiciones hidrológicas asociadas a la temporada de lluvias y al período de estiaje. Durante la época de lluvias, la instalación opera como una Planta de Tratamiento de Agua Pluvial (PTAP), atendiendo caudales elevados con predominio de agua de origen pluvial y utilizando principalmente procesos físicos y fisicoquímicos.

Durante el período de estiaje, la planta se configura como una Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), incorporando procesos biológicos para el tratamiento de agua de origen residual, con caudales más bajos y relativamente constantes. Esta modulación operativa se logrará mediante la reconversión funcional de unidades de tratamiento y la incorporación de infraestructura específica, optimizando el aprovechamiento de las instalaciones, asegurando el cumplimiento de los objetivos de calidad del efluente y garantizando la adaptabilidad del sistema a las variaciones estacionales.

La operación y funcionamiento de la PTAP en época de lluvias será alrededor de 5 meses del año, de junio a octubre (153 días), en los cuales podrá tratar de 7 a 9 m3/s (caudal máximo).

El sistema corresponde a un esquema convencional de clarificación físico-química, que promueve la coagulación y sedimentación de sólidos suspendidos y coloidales mediante la dosificación controlada de coagulantes.

El tren de agua está integrado por las siguientes unidades:

- Cribado grueso manual
- Cribado medio mecánico
- Dosificación de sulfato de aluminio para la precipitación adicional de fósforo
- Mezcla rápida
- Clarificación primaria con químicos
- Conducción de agua tratada a la 1ª sección de la Laguna de Zumpango

La PTAR durante el temporal de estiaje, operará alrededor de 212 días (7 meses) de noviembre a mayo, durante los cuales tendrá la capacidad de tratar un caudal de 0.3 a 1.3 m3/s.

El tren de agua de la PTAR está integrado por las siguientes unidades:

- Cribado grueso manual
- Cribado medio mecánico
- Sedimentación primaria convencional

CONSULTA PÚBLICA

- Reactor de lodos activados, con secciones anaerobia y anóxica para efectuar la remoción biológica de fósforo y nitrógeno.
- Clarificación secundaria
- Dosificación de sulfato de aluminio para la precipitación adicional de fósforo
- Mezcla rápida
- Clarificación terciaria
- Desinfección del agua tratada, mediante cloro – gas
- Conducción de agua tratada a la 1ª sección de la Laguna de Zumpango

2.1.1.4 Desfogue de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual

La obra de desfogue consistirá en bombear el agua tratada en la planta de tratamiento de agua pluvial-residual hacia la Laguna de Zumpango. Para lo anterior se habilitarán dos tuberías de acero al carbón de 84 pulgadas y 120 pulgadas.

2.1.1.5 Dique

El dique estará conformado por un bordo a través de material producto de banco, el cual tendrá como objetivo semi contener el caudal que llega a la Laguna de Zumpango.

2.1.1.6 Humedal artificial

El humedal artificial estará conformado por un cárcamo de bombeo, una tubería de conducción de acero, un canal, terraplenes estructurales y terraplenes no estructurales.

El humedal artificial tendrá el objetivo de la remoción complementaría de demanda biológica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, así como remoción moderada de nitrógeno y fósforo.

2.1.1.7 Obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora

La obra de toma es una estructura existente la cual será rehabilitada y esta extraerá agua de la Laguna de Zumpango, posteriormente se construirá una línea de conducción mediante una tubería de 2,000 mm de diámetro de material PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio) con una longitud de 1,800 metros, la cual se conectará con la planta potabilizadora.

2.1.1.8 Planta potabilizadora (PP)

La planta potabilizadora tendrá un caudal de diseño de 5 m^3/s. El tipo de proceso será de tipo convencional de flotación por aire disuelto. Esta estará compuesta por cinco módulos de agua, cada uno con capacidad de 1,000 l/s de agua potable. El proceso de potabilización y tratamiento de lodos estará compuesto de las siguientes unidades:

- Tren de agua: Pre-oxidación con ozono, ajuste de pH, mezcla rápida (coagulación), floculación, clarificación por flotación por aire disuelto, oxidación intermedia con ozono, filtración en medio granular con antracita y arena sílica, filtración en medio granular con carbón activado granular y arena sílica y desinfección con cloro gas.

CONSULTA PÚBLICA

- Línea de lodos: Espesado mecánico por mesa de espesado y deshidratado mecánico de lodo con centrífuga.

Para la desinfección se utilizará **cloro gas.**

2.1.1.9 Líneas de conducción de agua potable

Se construirán dos líneas de conducción de alta capacidad, diseñadas para priorizar la eficiencia hidráulica mediante tuberías de acero al carbón y PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio). Las líneas se denominan línea de conducción sur (principal) y línea de conducción norte. Estas líneas saldrán la planta potabilizadora.

2.1.1.9.1 Línea de conducción norte

La línea de conducción sur conducirá un gasto total de 0.95 m3/s. La conducción se alimentará tramos existentes para completar el enlace hidráulico hasta el tanque de rebombeo Coyotepec, asegurando la continuidad operativa del sistema regional. Esta será construida en un tramo de 998 metros con tubería de acero al carbón de 42 pulgadas.

La Línea de conducción norte funcionará como un sistema complementario que permitirá transferir caudales desde la planta potabilizadora hacia el acueducto Tizayuca–Pachuca, alimentando el rebombeo Coyotepec sin afectar la operación hidráulica de la línea de conducción sur. La conducción inicia en la planta de bombeo norte de la planta potabilizadora.

2.1.1.9.2 Línea de conducción sur

La línea de conducción sur conducirá un gasto total de 5.25 m3/s, la cual se conectará con la planta de bombeo denominada Ancón. Esta línea estará compuesta por 3 tramos. El primer tramo será construido en dos tramos, el primer tramo será de tubería de acero al carbón con un diámetro de 84” y longitud de 15,193 metros y el segundo tramo con un diámetro de 72” de acero al carbón y una longitud de 8,862 metros, para un total de 24,055 metros. El segundo tramo será construido mediante tubería de PFRV (poliéster reforzado con fibra de vidrio) de 36 pulgadas y tendrá una longitud de 4,517 metros. El tercer tramo será construido mediante tubería de acero helicoidal de 36 pulgadas y tendrá una longitud de 7,341 metros.

La conducción inicia en la planta de bombeo sur de la planta potabilizadora, incorporará la conexión Zumpango–Línea Metropolitana como parte de la propia línea principal y continuará su trazo hasta integrarse con la línea metropolitana y el macrocircuito, permitiendo la distribución de caudales a lo largo del sistema.

2.1.2 Justificación

Con la finalidad de incrementar significativamente la oferta de agua potable en las partes norte, oriente y sureste de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) desarrolló estudios y proyectos para el aprovechamiento del agua disponible en la Laguna de Zumpango. Lo anterior será posible suministrando a la población beneficiada, de la Ciudad de México y municipios conurbados del Estado de México, un caudal de agua potable de 3,000 L/s en época de estiaje y de hasta 5,000 L/s en época de lluvias.

Para lo anterior se construirán: un tanque regulador, una obra de toma para una planta de tratamiento de agua pluvial-residual, una planta de tratamiento de agua pluvial-residual, un desfogue para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual, un dique, un humedal artificial, la rehabilitación de una obra

CONSULTA PÚBLICA

de toma y construcción de una línea de conducción hacia una planta potabilizadora, una planta potabilizadora y líneas de conducción de agua potable.

A continuación, se describen las justificaciones técnicas, social y ambiental del proyecto:

2.1.2.1 Técnica

El Proyecto se diseñó y se justifica técnicamente en la necesidad de incorporar una fuente estratégica de abastecimiento que permita fortalecer la seguridad hídrica regional, mediante el aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como fuente superficial de suministro.

La Laguna de Zumpango constituye un cuerpo de agua susceptible de aprovechamiento para abastecimiento público, implementando procesos de tratamiento adecuados a sus características físicas, químicas y microbiológicas. Los estudios de calidad de agua realizados en diferentes periodos hidrológicos han permitido identificar la variabilidad propia de una fuente superficial, incluyendo presencia de materia orgánica, sólidos suspendidos, nutrientes y microorganismos.

2.1.2.2 Social

El acceso al agua potable es un derecho reconocido en el artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Asimismo, el Plan Nacional Hídrico 2024–2030 establece como eje prioritario garantizar el acceso al agua en cantidad y calidad suficientes, mediante el fortalecimiento de la infraestructura hidráulica y la gestión sostenible del recurso. En este contexto, el aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como fuente superficial de abastecimiento, mediante la implementación de procesos de potabilización adecuados a sus características de calidad, constituye una medida para incrementar la disponibilidad de agua potable y reforzar la seguridad hídrica de la población beneficiaria.

La ejecución del Proyecto permitirá:

- Incrementar la disponibilidad de agua potable para la población actual y futura.
- Reducir la dependencia de fuentes externas o sobreexplotadas.
- Mejorar la continuidad del servicio.
- Disminuir riesgos sanitarios asociados al suministro de agua con calidad variable.

Asimismo, el aprovechamiento de una fuente superficial regional favorece una gestión más equitativa y sostenible del recurso hídrico, en beneficio de la población.

Adicionalmente, desde el punto de vista social, el proyecto contribuye indirectamente al fortalecimiento del valor ambiental y recreativo de la Laguna de Zumpango, al promover su aprovechamiento bajo un esquema regulado y técnicamente controlado. La incorporación de infraestructura para su potabilización incentiva una gestión más ordenada del cuerpo de agua, favoreciendo su preservación como espacio de uso público y de interés social.

El adecuado manejo del recurso hídrico y la implementación de infraestructura asociada al proyecto contribuyen a mejorar las condiciones del entorno, lo que repercute positivamente en las actividades recreativas, turísticas y económicas desarrolladas en la zona.

CONSULTA PÚBLICA

2.1.2.3 Ambiental

Desde el punto de vista ambiental, el Proyecto promueve el aprovechamiento planificado y controlado de la Laguna de Zumpango, bajo criterios de sostenibilidad y gestión integral del recurso hídrico. La implementación de infraestructura para su potabilización permite regular su extracción dentro de parámetros definidos, favoreciendo la conservación del cuerpo de agua y de su ecosistema asociado.

El Proyecto contribuye a diversificar las fuentes de abastecimiento, lo que permitirá disminuir la presión sobre las fuentes actualmente explotadas y reducir el riesgo de sobreexplotación de aguas subterráneas en la región. Asimismo, al incorporar una fuente superficial estratégica, se fortalece la resiliencia del sistema ante escenarios de sequía y variabilidad climática, mitigando la vulnerabilidad hídrica.

De manera complementaria, el aprovechamiento sustentable de la Laguna de Zumpango coadyuva al fortalecimiento del Área Natural Protegida Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango, al vincular su conservación con un esquema de uso regulado y técnicamente supervisado. La consolidación de infraestructura asociada al manejo responsable del recurso favorece la preservación de sus funciones ecológicas, su biodiversidad y su valor ambiental regional.

El diseño y ejecución del Proyecto se apegará a la normatividad ambiental vigente, considerando medidas para la protección del entorno, el cumplimiento de las disposiciones en materia de prevención de riesgos, incluyendo la elaboración de los estudios correspondientes, la implementación de medidas de seguridad, planes de contingencia y sistemas de control que garanticen la protección de la población, del personal operativo y del entorno natural, el manejo adecuado de residuos y lodos generados, y la minimización de impactos durante las etapas de construcción y operación, asegurando la compatibilidad del proyecto con los objetivos de conservación del área.

2.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

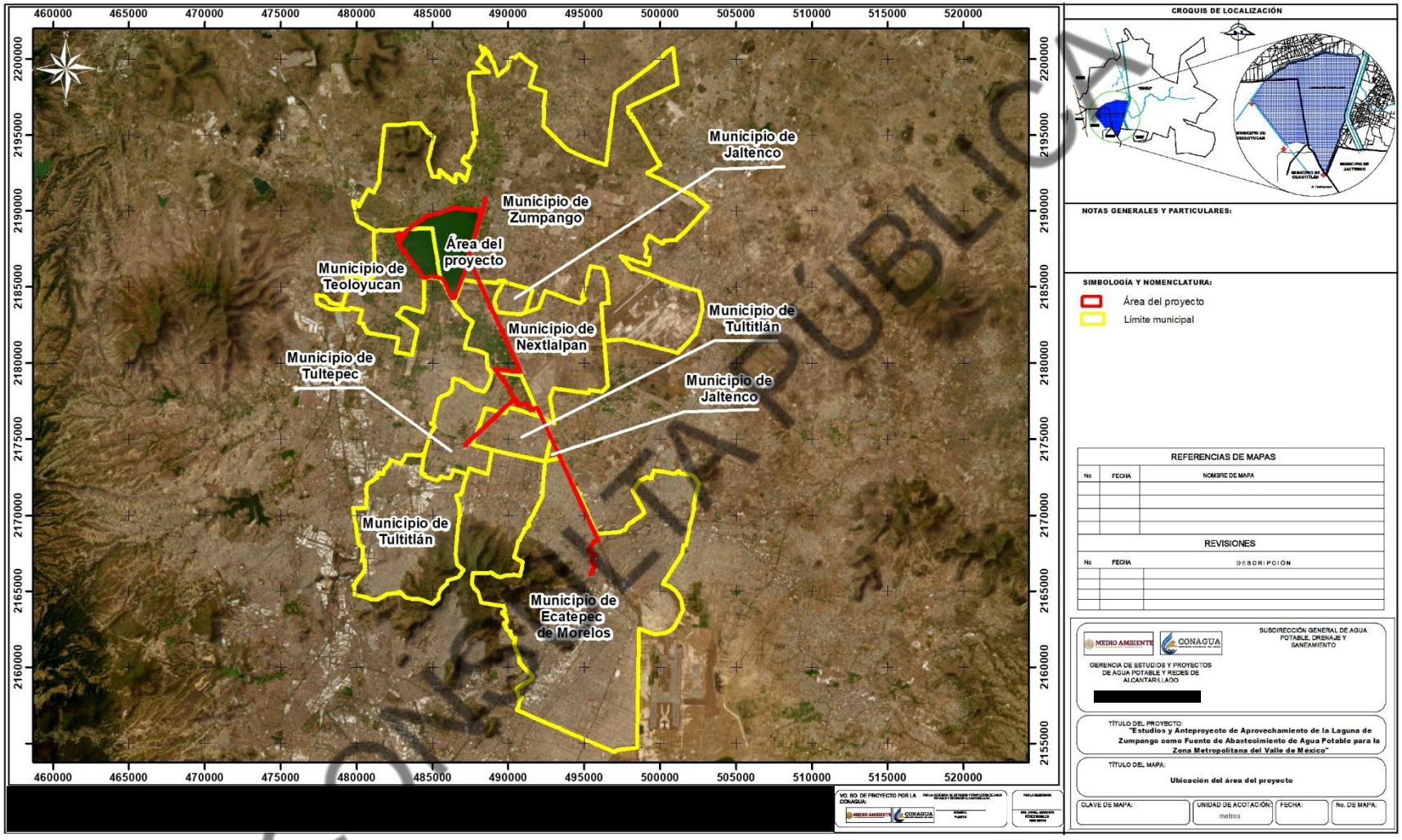
2.1.3.1 Ubicación del proyecto

El Proyecto se ubicará en los municipios de Ecatepec de Morelos, Jaltenco, Nextlalpan, Teoloyucan, Tultepec, Tultitlán y Zumpango, en el Estado de México, como se observa en la **Figura 2-2**.

Así mismo, en la **Figura 2-3** y **Figura 2-4** se muestra la ubicación georreferenciada del Proyecto general y los componentes que lo conforman.

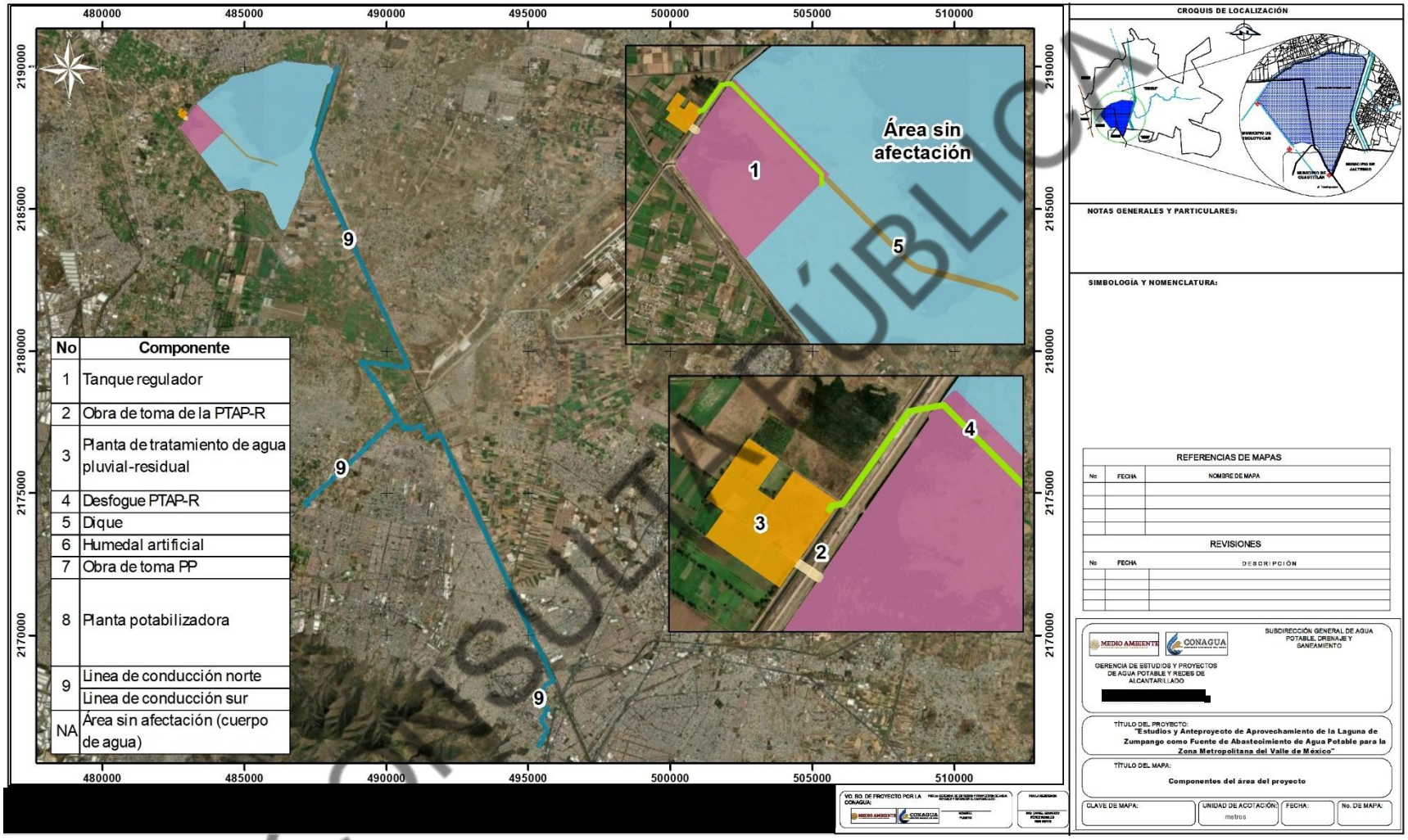
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-2 Ubicación del área del Proyecto



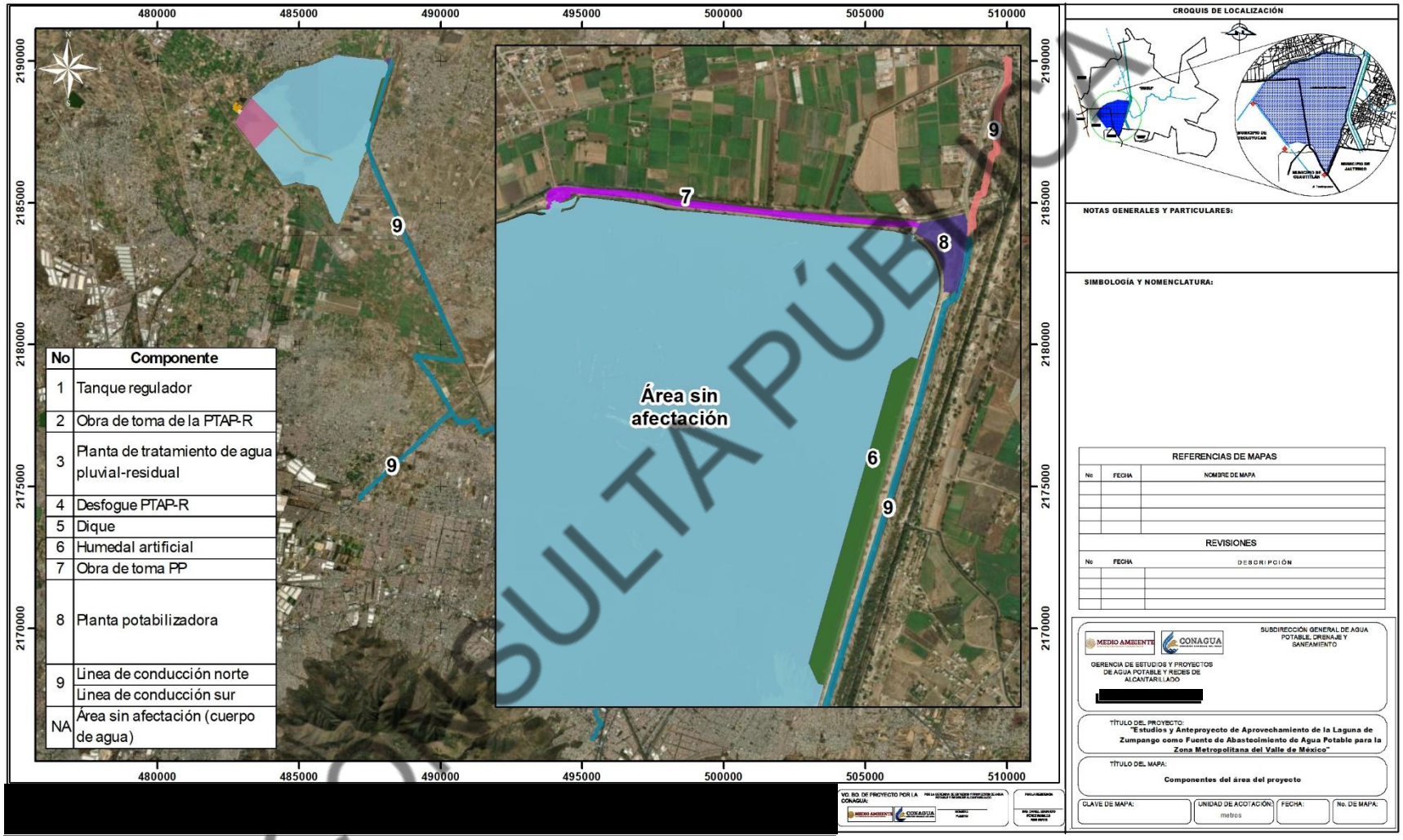
COPIA PÚBLICA

Figura 2-3 Componentes del área del Proyecto (1 de 2)



CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-4 Componentes del área del Proyecto (2 de 2)



CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.1.1 Polígonos del área del proyecto

Para obtener las coordenadas generales del área del Proyecto, este se dividió en 2 polígonos, cada polígono envuelve los siguientes componentes:

Tabla 2-1 Componentes del Proyecto por polígono general

Polígono	Componentes
Polígono 1	Obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual
	Planta de tratamiento de agua pluvial-residual
	Desfogue de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual (sección fuera de la Laguna de Zumpango)
Polígono 2	Desfogue de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual (sección dentro de la Laguna de Zumpango)
	Tanque regulador
	Dique
	Humedal artificial
	Obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora
	Planta potabilizadora
	Líneas de conducción de agua potable
	Área sin afectación

En las siguientes tablas se muestran las coordenadas UTM, WGS-84, Zona 14, de ambos polígonos.

Tabla 2-2. Coordenadas del polígono 1 del área del Proyecto.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	483,262.25	2,188,662.27		19	482,916.95	2,188,203.18
2	483,188.67	2,188,649.06		20	482,915.54	2,188,204.15
3	483,006.49	2,188,394.38		21	482,915.89	2,188,204.68
4	482,988.98	2,188,391.02		22	482,875.88	2,188,231.79
5	482,880.18	2,188,237.85		23	482,829.19	2,188,166.06
6	482,920.09	2,188,210.81		24	482,625.47	2,188,306.77
7	482,920.45	2,188,211.33		25	482,676.01	2,188,377.38
8	482,921.87	2,188,210.36		26	482,627.25	2,188,410.97

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
9	482,923.12	2,188,209.51		27	482,744.54	2,188,576.77
10	482,923.20	2,188,209.45		28	482,828.94	2,188,519.54
11	482,927.40	2,188,206.57		29	482,769.38	2,188,436.02
12	482,930.28	2,188,203.58		30	482,812.59	2,188,407.25
13	482,941.29	2,188,196.04		31	482,868.38	2,188,486.16
14	482,937.01	2,188,189.80		32	482,994.87	2,188,399.31
15	482,926.13	2,188,197.26		33	482,994.17	2,188,398.32
16	482,922.48	2,188,199.40		34	483,002.89	2,188,399.99
17	482,918.28	2,188,202.27		35	483,185.10	2,188,654.71
18	482,918.27	2,188,202.28		36	483,269.70	2,188,669.89

Tabla 2-3. Coordenadas del polígono 2 del área del Proyecto.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	482,937.01	2,188,189.80		245	490,175.97	2,179,485.16		489	488,892.48	2,183,521.52
2	482,941.29	2,188,196.04		246	489,966.96	2,179,510.98		490	488,851.03	2,183,637.01
3	483,100.73	2,188,428.58		247	489,757.97	2,179,536.80		491	488,785.12	2,183,649.94
4	483,241.99	2,188,630.32		248	489,487.55	2,179,568.76		492	488,738.65	2,183,744.72
5	483,241.80	2,188,630.65		249	489,103.51	2,179,618.56		493	488,764.00	2,183,833.61
6	483,241.09	2,188,632.62		250	489,092.50	2,179,615.25		494	488,759.45	2,183,848.22
7	483,240.73	2,188,634.68		251	489,090.78	2,179,606.14		495	488,701.31	2,183,906.85
8	483,240.73	2,188,636.77		252	489,278.11	2,179,372.22		496	488,590.72	2,184,159.00
9	483,241.09	2,188,638.83		253	489,548.20	2,179,025.41		497	488,466.09	2,184,446.24
10	483,241.80	2,188,640.79		254	489,678.45	2,178,860.40		498	488,429.83	2,184,504.73
11	483,242.85	2,188,642.61		255	489,731.41	2,178,775.17		499	488,193.20	2,185,034.43
12	483,244.19	2,188,644.21		256	490,235.35	2,177,921.82		500	487,563.54	2,186,415.81
13	483,262.25	2,188,662.27		257	490,237.35	2,177,905.02		501	487,580.48	2,186,503.45
14	483,269.70	2,188,669.89		258	490,291.81	2,177,811.32		502	487,533.48	2,186,608.44
15	483,307.77	2,188,724.26		259	490,530.55	2,177,402.51		503	487,450.61	2,186,821.78
16	483,334.23	2,188,758.65		260	490,607.45	2,177,268.30		504	487,416.21	2,186,993.81
17	483,376.56	2,188,789.08		261	490,752.98	2,177,359.40		505	487,415.55	2,187,034.29
18	483,803.86	2,189,133.04		262	490,815.35	2,177,259.24		506	487,421.38	2,187,077.03
19	483,945.59	2,189,254.13		263	490,977.36	2,177,312.63		507	487,364.86	2,187,084.86
20	484,007.50	2,189,295.41		264	491,035.79	2,177,320.44		508	487,373.03	2,187,143.82
21	484,120.22	2,189,355.73		265	491,189.48	2,177,402.54		509	487,417.22	2,187,292.88
22	484,179.48	2,189,380.07		266	491,428.65	2,176,918.41		510	487,441.65	2,187,369.35
23	484,230.81	2,189,400.71		267	491,868.71	2,177,109.69		511	487,491.59	2,187,543.34
24	484,276.32	2,189,419.23		268	491,915.52	2,177,006.68		512	487,566.27	2,187,762.40
25	484,315.49	2,189,436.64		269	491,917.32	2,176,993.84		513	487,713.53	2,188,241.53
26	484,319.18	2,189,438.28		270	491,943.73	2,176,936.78		514	487,864.14	2,188,720.22
27	484,330.50	2,189,445.10		271	492,585.67	2,175,556.41		515	487,996.88	2,189,152.58
28	484,353.24	2,189,458.81		272	494,092.92	2,172,263.17		516	488,140.90	2,189,686.85
29	484,355.17	2,189,459.98		273	494,103.90	2,172,239.18		517	488,195.16	2,189,728.43
30	484,391.15	2,189,492.26		274	495,134.88	2,169,986.56		518	488,197.76	2,189,737.79
31	484,398.94	2,189,501.31		275	495,145.53	2,169,963.28		519	488,184.67	2,189,739.20

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
32	484,417.08	2,189,522.42		276	495,140.76	2,169,935.95		520	488,177.55	2,189,739.97
33	484,440.36	2,189,560.52		277	495,142.77	2,169,930.87		521	488,138.71	2,189,744.18
34	484,476.35	2,189,613.43		278	495,140.20	2,169,929.64		522	488,140.81	2,189,818.28
35	484,502.80	2,189,635.66		279	495,156.95	2,169,887.27		523	488,133.97	2,189,860.77
36	484,529.26	2,189,652.06		280	495,159.71	2,169,888.03		524	488,119.93	2,189,904.46
37	484,557.31	2,189,662.12		281	495,161.18	2,169,884.32		525	488,092.49	2,189,957.17
38	484,588.00	2,189,670.58		282	495,185.44	2,169,851.18		526	488,064.25	2,189,988.98
39	484,644.62	2,189,679.58		283	495,268.59	2,169,682.94		527	488,033.66	2,190,010.41
40	484,694.89	2,189,685.40		284	495,379.24	2,169,483.09		528	487,999.99	2,190,027.57
41	484,744.10	2,189,692.81		285	495,388.09	2,169,431.84		529	488,017.52	2,190,059.82
42	484,803.90	2,189,702.33		286	495,535.07	2,169,155.15		530	487,988.08	2,190,071.07
43	484,843.06	2,189,710.27		287	495,573.83	2,169,072.68		531	487,985.43	2,190,066.00
44	484,902.33	2,189,728.26		288	495,696.82	2,168,798.45		532	487,983.39	2,190,066.77
45	484,942.54	2,189,745.20		289	495,699.73	2,168,781.32		533	487,968.69	2,190,067.17
46	485,013.45	2,189,768.48		290	495,720.29	2,168,736.58		534	487,944.94	2,190,065.48
47	485,066.37	2,189,779.59		291	495,731.11	2,168,721.93		535	487,900.33	2,190,066.71
48	485,144.68	2,189,795.47		292	495,881.78	2,168,392.38		536	487,686.99	2,190,085.89
49	485,205.01	2,189,806.05		293	495,601.88	2,168,266.20		537	487,663.82	2,190,087.47
50	485,303.69	2,189,821.54		294	495,584.95	2,168,253.93		538	487,562.50	2,190,094.65
51	485,330.25	2,189,825.03		295	495,569.94	2,168,230.35		539	487,344.50	2,190,114.54
52	485,383.06	2,189,834.93		296	495,227.39	2,167,653.87		540	487,227.64	2,190,127.85
53	485,420.54	2,189,847.05		297	495,434.55	2,167,539.88		541	487,170.75	2,190,135.72
54	485,490.41	2,189,879.17		298	495,672.23	2,167,412.49		542	487,086.96	2,190,143.72
55	485,519.07	2,189,891.74		299	495,546.86	2,167,205.67		543	486,838.83	2,190,168.66
56	485,532.35	2,189,898.03		300	495,458.70	2,167,062.48		544	486,720.73	2,190,193.45
57	485,568.00	2,189,912.69		301	495,453.02	2,167,048.31		545	486,686.09	2,190,199.86
58	485,588.27	2,189,918.97		302	495,463.70	2,166,974.73		546	486,575.68	2,190,213.12
59	485,608.84	2,189,929.67		303	495,467.95	2,166,961.44		547	486,421.39	2,190,223.90
60	485,657.77	2,189,949.92		304	495,484.39	2,166,927.26		548	486,310.70	2,190,232.18
61	485,704.53	2,189,967.49		305	495,523.40	2,166,868.63		549	486,316.93	2,190,230.62
62	485,762.48	2,190,000.03		306	495,546.33	2,166,823.01		550	486,317.10	2,190,208.33
63	485,822.80	2,190,027.02		307	495,574.73	2,166,781.08		551	486,273.95	2,190,189.10
64	485,854.55	2,190,038.93		308	495,641.87	2,166,695.83		552	486,272.93	2,190,188.70
65	485,875.19	2,190,046.86		309	495,682.64	2,166,662.18		553	486,277.65	2,190,177.79
66	485,892.65	2,190,048.45		310	495,489.50	2,166,389.24		554	486,275.93	2,190,177.06
67	485,902.18	2,190,052.42		311	495,506.08	2,166,347.26		555	486,274.11	2,190,176.62
68	485,923.61	2,190,061.95		312	495,480.25	2,166,306.71		556	486,272.24	2,190,176.48
69	485,961.71	2,190,073.85		313	495,340.33	2,166,117.01		557	486,270.38	2,190,176.64
70	486,002.19	2,190,083.38		314	495,333.71	2,166,102.91		558	486,268.57	2,190,177.10
71	486,049.02	2,190,100.84		315	495,327.61	2,166,105.78		559	486,275.79	2,190,175.05
72	486,086.33	2,190,116.71		316	495,334.51	2,166,120.47		560	486,281.92	2,190,176.18
73	486,120.89	2,190,125.45		317	495,474.69	2,166,310.52		561	486,292.48	2,190,179.05
74	486,131.81	2,190,124.09		318	495,498.55	2,166,347.98		562	486,300.72	2,190,181.78
75	486,145.46	2,190,124.09		319	495,481.89	2,166,390.15		563	486,319.52	2,190,190.90
76	486,168.67	2,190,117.27		320	495,673.53	2,166,660.97		564	486,336.68	2,190,197.73
77	486,189.15	2,190,115.90		321	495,637.02	2,166,691.09		565	486,337.08	2,190,198.17

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
78	486,190.51	2,190,115.81	322	495,569.29	2,166,777.10	566	486,344.31	2,190,204.87
79	486,192.85	2,190,116.97	323	495,540.51	2,166,819.60	567	486,344.73	2,190,205.33
80	486,193.10	2,190,117.10	324	495,517.56	2,166,865.23	568	486,353.13	2,190,209.03
81	486,196.52	2,190,118.54	325	495,478.52	2,166,923.92	569	486,354.51	2,190,206.01
82	486,201.10	2,190,120.53	326	495,461.68	2,166,958.94	570	486,352.54	2,190,197.06
83	486,203.69	2,190,124.21	327	495,457.11	2,166,973.20	571	486,349.03	2,190,186.95
84	486,198.95	2,190,127.29	328	495,446.09	2,167,049.13	572	486,346.02	2,190,178.81
85	486,184.70	2,190,129.73	329	495,452.66	2,167,065.52	573	486,341.47	2,190,170.18
86	486,172.89	2,190,130.90	330	495,541.11	2,167,209.18	574	486,333.55	2,190,163.06
87	486,166.81	2,190,133.13	331	495,662.78	2,167,409.90	575	486,326.50	2,190,158.46
88	486,164.08	2,190,134.43	332	495,431.33	2,167,533.96	576	486,312.57	2,190,152.87
89	486,166.22	2,190,137.56	333	495,218.03	2,167,651.32	577	486,301.60	2,190,150.16
90	486,171.56	2,190,139.03	334	495,564.20	2,168,233.88	578	486,300.62	2,190,150.16
91	486,177.08	2,190,140.90	335	495,579.95	2,168,258.64	579	486,291.16	2,190,148.60
92	486,183.71	2,190,142.29	336	495,598.48	2,168,272.06	580	486,290.74	2,190,148.60
93	486,192.77	2,190,142.15	337	495,873.52	2,168,396.05	581	486,283.06	2,190,147.36
94	486,201.39	2,190,142.40	338	495,859.96	2,168,425.75	582	486,282.64	2,190,147.21
95	486,201.73	2,190,142.40	339	495,853.71	2,168,439.23	583	486,280.03	2,190,144.15
96	486,207.79	2,190,142.91	340	495,843.34	2,168,461.82	584	486,278.84	2,190,140.42
97	486,212.25	2,190,144.06	341	495,832.43	2,168,485.62	585	486,278.71	2,190,140.13
98	486,219.55	2,190,146.15	342	495,825.95	2,168,500.41	586	486,278.13	2,190,134.25
99	486,223.54	2,190,149.23	343	495,816.17	2,168,522.40	587	486,278.14	2,190,133.83
100	486,225.65	2,190,154.33	344	495,810.06	2,168,535.74	588	486,279.37	2,190,130.89
101	486,226.54	2,190,161.43	345	495,801.24	2,168,554.95	589	486,295.88	2,190,137.35
102	486,225.28	2,190,165.02	346	495,795.97	2,168,566.70	590	486,315.72	2,190,142.91
103	486,225.57	2,190,163.19	347	495,788.97	2,168,582.30	591	486,331.60	2,190,147.67
104	486,225.57	2,190,161.35	348	495,780.94	2,168,599.56	592	486,343.50	2,190,155.61
105	486,225.27	2,190,159.52	349	495,775.65	2,168,610.41	593	486,350.65	2,190,166.72
106	486,224.69	2,190,157.77	350	495,766.92	2,168,629.67	594	486,357.00	2,190,181.80
107	486,223.83	2,190,156.13	351	495,761.32	2,168,641.87	595	486,368.90	2,190,202.44
108	486,222.72	2,190,154.65	352	495,750.03	2,168,666.13	596	486,390.34	2,190,204.82
109	486,221.40	2,190,153.36	353	495,742.90	2,168,681.01	597	486,459.39	2,190,196.09
110	486,219.88	2,190,152.31	354	495,734.58	2,168,698.88	598	486,576.07	2,190,183.39
111	486,218.21	2,190,151.50	355	495,726.42	2,168,716.93	599	486,707.34	2,190,163.03
112	486,212.63	2,190,164.91	356	495,714.46	2,168,733.13	600	486,750.20	2,190,151.91
113	486,229.22	2,190,172.45	357	495,693.24	2,168,779.32	601	486,768.83	2,190,146.92
114	486,224.08	2,190,183.75	358	495,690.24	2,168,796.92	602	486,782.75	2,190,143.18
115	486,219.21	2,190,181.57	359	495,687.98	2,168,802.15	603	486,857.55	2,190,138.57
116	486,215.44	2,190,190.18	360	495,679.74	2,168,821.30	604	487,201.51	2,190,107.34
117	486,217.82	2,190,191.26	361	495,674.20	2,168,833.95	605	487,598.72	2,190,061.82
118	486,215.43	2,190,196.51	362	495,666.85	2,168,850.85	606	487,785.24	2,190,049.53
119	486,206.16	2,190,192.30	363	495,655.92	2,168,875.44	607	487,899.35	2,190,036.63
120	486,205.94	2,190,192.78	364	495,650.42	2,168,888.13	608	487,964.50	2,190,018.78
121	486,215.76	2,190,197.24	365	495,636.00	2,168,919.93	609	487,965.89	2,190,022.25
122	486,217.29	2,190,197.65	366	495,627.95	2,168,937.64	610	487,967.99	2,190,029.95
123	486,211.29	2,190,210.96	367	495,612.43	2,168,972.29	611	487,985.14	2,190,021.78

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
124	486,214.11	2,190,218.51		368	495,597.86	2,169,004.11		612	487,999.08	2,190,015.14
125	486,216.27	2,190,224.27		369	495,584.37	2,169,034.86		613	487,993.79	2,190,000.87
126	486,229.77	2,190,235.77		370	495,569.70	2,169,067.29		614	488,010.30	2,189,989.08
127	486,232.65	2,190,237.59		371	495,563.11	2,169,081.80		615	488,059.51	2,189,947.80
128	486,236.02	2,190,238.05		372	495,553.81	2,169,101.59		616	488,093.91	2,189,897.53
129	486,248.02	2,190,243.82		373	495,547.43	2,169,115.32		617	488,111.90	2,189,846.20
130	486,248.69	2,190,241.84		374	495,539.13	2,169,132.95		618	488,119.31	2,189,810.22
131	486,253.44	2,190,243.75		375	495,529.04	2,169,153.10		619	488,116.13	2,189,739.31
132	486,254.02	2,190,243.84		376	495,524.63	2,169,161.35		620	488,098.67	2,189,674.22
133	486,287.75	2,190,249.27		377	495,517.43	2,169,175.56		621	488,045.62	2,189,517.90
134	486,422.50	2,190,239.19		378	495,506.92	2,169,195.68		622	488,011.58	2,189,417.75
135	486,577.12	2,190,228.39		379	495,493.56	2,169,219.59		623	488,023.08	2,189,414.45
136	486,688.40	2,190,215.02		380	495,478.23	2,169,247.45		624	487,995.02	2,189,341.40
137	486,723.70	2,190,208.49		381	495,466.81	2,169,268.80		625	487,590.92	2,187,933.21
138	486,774.39	2,190,197.85		382	495,450.54	2,169,299.41		626	487,561.69	2,187,831.35
139	486,781.42	2,190,194.04		383	495,435.26	2,169,327.57		627	487,557.22	2,187,832.63
140	486,800.40	2,190,189.94		384	495,419.14	2,169,356.24		628	487,346.84	2,187,090.00
141	486,817.44	2,190,186.42		385	495,398.83	2,169,394.18		629	487,346.53	2,187,088.91
142	486,822.69	2,190,185.34		386	495,370.46	2,169,445.76		630	487,345.71	2,187,087.88
143	486,833.42	2,190,183.01		387	495,364.89	2,169,478.04		631	487,344.40	2,187,087.73
144	486,841.04	2,190,183.86		388	495,363.73	2,169,480.13		632	487,342.94	2,187,088.15
145	486,841.18	2,190,183.83		389	495,355.96	2,169,500.37		633	487,340.15	2,187,078.44
146	487,088.46	2,190,158.98		390	495,285.88	2,169,624.55		634	487,330.56	2,187,081.19
147	487,172.53	2,190,150.95		391	495,235.58	2,169,715.90		635	487,324.73	2,187,051.32
148	487,229.56	2,190,143.06		392	495,172.57	2,169,843.37		636	487,320.76	2,187,026.72
149	487,346.07	2,190,129.79		393	495,172.32	2,169,843.72		637	487,326.32	2,187,005.29
150	487,563.73	2,190,109.93		394	495,154.71	2,169,883.39		638	487,362.03	2,186,864.79
151	487,664.88	2,190,102.76		395	495,128.41	2,169,952.46		639	487,363.62	2,186,830.66
152	487,688.19	2,190,101.18		396	495,129.95	2,169,961.28		640	487,342.19	2,186,775.10
153	487,901.23	2,190,082.02		397	495,121.24	2,169,980.31		641	487,335.05	2,186,772.72
154	487,944.60	2,190,080.83		398	494,090.26	2,172,232.94		642	487,320.76	2,186,769.54
155	487,968.21	2,190,082.51		399	494,079.28	2,172,256.93		643	487,289.01	2,186,689.37
156	487,986.36	2,190,082.02		400	492,572.05	2,175,550.13		644	487,281.07	2,186,662.39
157	487,991.47	2,190,080.11		401	491,930.13	2,176,930.47		645	487,276.31	2,186,636.19
158	487,991.12	2,190,079.18		402	491,902.77	2,176,989.56		646	487,269.17	2,186,609.20
159	488,021.84	2,190,067.77		403	491,900.97	2,177,002.45		647	487,181.06	2,186,427.44
160	488,028.45	2,190,079.93		404	491,861.15	2,177,090.05		648	487,127.08	2,186,304.40
161	488,239.14	2,190,120.58		405	491,421.52	2,176,898.96		649	487,120.73	2,186,304.40
162	488,256.85	2,190,081.73		406	491,182.89	2,177,382.01		650	487,112.80	2,186,295.67
163	488,256.76	2,190,072.05		407	491,040.47	2,177,305.93		651	487,109.62	2,186,283.77
164	488,271.56	2,190,072.90		408	490,980.73	2,177,297.95		652	487,112.00	2,186,271.07
165	488,268.57	2,190,099.51		409	490,808.85	2,177,241.30		653	487,115.97	2,186,264.72
166	488,265.54	2,190,113.82		410	490,748.19	2,177,338.71		654	487,112.00	2,186,225.03
167	488,301.55	2,190,225.33		411	490,602.19	2,177,247.31		655	487,114.38	2,186,148.83
168	488,324.53	2,190,231.14		412	490,517.57	2,177,395.00		656	487,115.18	2,186,102.00
169	488,339.02	2,190,293.64		413	490,368.70	2,177,649.91		657	487,110.42	2,186,086.92

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
170	488,365.00	2,190,417.63	414	489,367.28	2,176,730.10	658	487,104.06	2,186,077.39
171	488,387.72	2,190,430.47	415	489,187.77	2,176,513.15	659	487,104.86	2,186,068.66
172	488,393.20	2,190,635.28	416	488,984.73	2,176,327.57	660	487,114.38	2,186,063.10
173	488,404.72	2,190,676.25	417	488,929.12	2,176,277.03	661	487,117.56	2,186,059.93
174	488,441.84	2,190,757.36	418	488,839.62	2,176,195.79	662	487,118.35	2,186,050.40
175	488,444.74	2,190,861.04	419	488,718.35	2,176,087.06	663	487,116.77	2,186,043.26
176	488,432.79	2,190,867.95	420	488,392.16	2,175,791.20	664	487,112.00	2,186,038.50
177	488,442.81	2,190,885.26	421	488,237.17	2,175,655.25	665	487,107.24	2,186,035.32
178	488,465.07	2,190,872.38	422	488,189.19	2,175,603.92	666	487,106.45	2,186,028.97
179	488,461.72	2,190,752.74	423	487,836.07	2,175,273.79	667	487,113.59	2,186,019.45
180	488,423.55	2,190,669.34	424	487,826.34	2,175,267.51	668	487,118.35	2,186,015.48
181	488,413.13	2,190,632.26	425	487,797.20	2,175,245.26	669	487,115.97	2,185,999.60
182	488,407.41	2,190,418.62	426	487,759.43	2,175,210.78	670	487,104.07	2,185,971.03
183	488,382.72	2,190,404.67	427	487,612.02	2,175,075.59	671	487,064.38	2,185,873.40
184	488,358.56	2,190,289.33	428	487,464.72	2,174,940.26	672	486,946.90	2,185,584.47
185	488,341.26	2,190,214.74	429	487,389.11	2,174,866.68	673	486,862.88	2,185,382.09
186	488,317.18	2,190,208.65	430	487,357.25	2,174,838.72	674	486,707.44	2,184,992.49
187	488,286.21	2,190,112.74	431	487,287.17	2,174,779.61	675	486,565.88	2,184,658.46
188	488,288.33	2,190,102.70	432	487,189.85	2,174,691.07	676	486,483.29	2,184,431.95
189	488,293.80	2,190,054.13	433	487,137.47	2,174,641.99	677	486,452.07	2,184,341.47
190	488,263.89	2,190,052.43	434	487,187.88	2,174,588.49	678	486,421.38	2,184,296.49
191	488,262.01	2,190,020.91	435	487,180.61	2,174,581.63	679	486,398.10	2,184,280.61
192	488,256.27	2,190,021.25	436	487,123.31	2,174,642.43	680	486,378.52	2,184,272.15
193	488,256.10	2,190,003.15	437	487,183.06	2,174,698.41	681	486,346.77	2,184,268.44
194	488,265.81	2,190,000.14	438	487,280.58	2,174,787.14	682	486,323.48	2,184,269.50
195	488,270.77	2,189,995.98	439	487,350.73	2,174,846.30	683	486,298.61	2,184,280.08
196	488,267.91	2,189,951.71	440	487,382.32	2,174,874.03	684	486,277.98	2,184,294.37
197	488,259.07	2,189,902.45	441	487,457.85	2,174,947.53	685	486,258.93	2,184,315.54
198	488,208.27	2,189,719.58	442	487,605.26	2,175,082.95	686	486,229.29	2,184,357.87
199	488,154.06	2,189,678.03	443	487,752.68	2,175,218.16	687	486,153.09	2,184,479.58
200	488,011.29	2,189,148.43	444	487,790.78	2,175,252.94	688	486,112.35	2,184,549.43
201	487,878.47	2,188,715.77	445	487,820.59	2,175,275.70	689	486,071.07	2,184,634.63
202	487,727.85	2,188,237.08	446	487,829.89	2,175,281.70	690	486,039.32	2,184,715.06
203	487,580.54	2,187,757.77	447	488,182.11	2,175,611.00	691	485,971.59	2,184,881.75
204	487,505.90	2,187,538.85	448	488,230.21	2,175,662.44	692	485,886.39	2,185,088.12
205	487,456.01	2,187,365.00	449	488,385.50	2,175,798.66	693	485,827.65	2,185,217.24
206	487,431.56	2,187,288.46	450	488,711.65	2,176,094.49	694	485,767.99	2,185,353.37
207	487,387.73	2,187,140.65	451	488,832.92	2,176,203.21	695	485,738.22	2,185,430.10
208	487,381.77	2,187,097.66	452	488,922.40	2,176,284.44	696	485,707.14	2,185,487.64
209	487,438.26	2,187,089.83	453	488,978.00	2,176,334.96	697	485,687.29	2,185,515.43
210	487,430.56	2,187,033.39	454	489,180.51	2,176,520.06	698	485,650.25	2,185,544.53
211	487,431.19	2,186,995.42	455	489,360.01	2,176,737.00	699	485,599.32	2,185,572.97
212	487,465.06	2,186,826.00	456	490,363.54	2,177,658.75	700	485,473.64	2,185,617.95
213	487,547.32	2,186,614.22	457	490,278.85	2,177,803.77	701	485,425.35	2,185,626.55
214	487,596.10	2,186,505.26	458	490,222.82	2,177,900.16	702	485,355.24	2,185,631.18
215	487,579.17	2,186,417.67	459	490,220.83	2,177,916.91	703	485,271.90	2,185,637.13

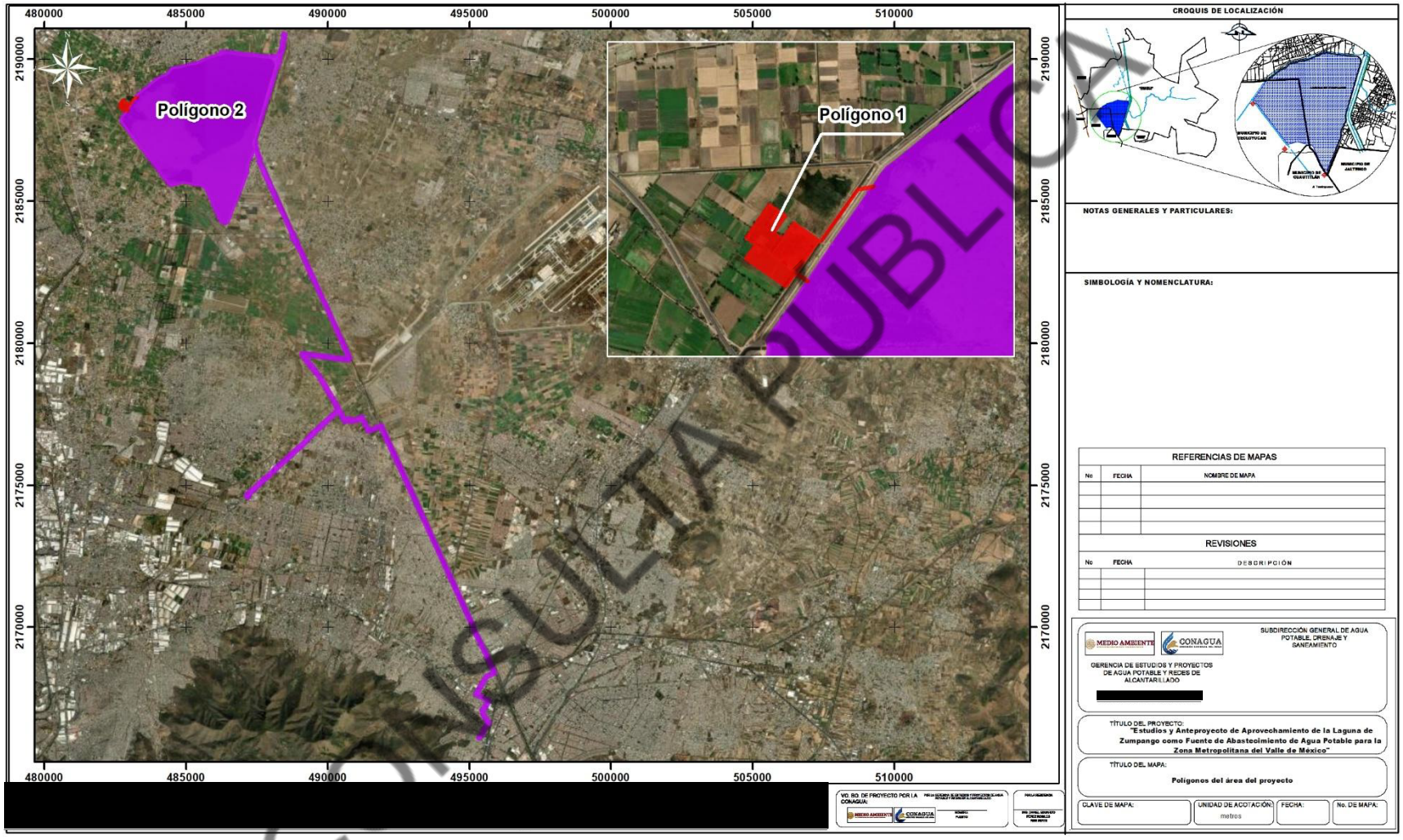
CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
216	488,206.87	2,185,040.60		460	489,718.58	2,178,767.39		704	485,168.05	2,185,658.96
217	488,443.11	2,184,511.77		461	489,666.15	2,178,851.77		705	485,015.25	2,185,697.99
218	488,479.42	2,184,453.22		462	489,536.39	2,179,016.16		706	484,949.10	2,185,713.20
219	488,604.47	2,184,165.00		463	489,266.34	2,179,362.92		707	484,912.72	2,185,719.82
220	488,713.92	2,183,915.43		464	489,074.77	2,179,602.14		708	484,887.59	2,185,720.48
221	488,772.68	2,183,856.18		465	489,079.45	2,179,626.99		709	484,843.27	2,185,709.89
222	488,779.65	2,183,833.80		466	489,102.27	2,179,633.85		710	484,711.64	2,185,669.55
223	488,754.65	2,183,746.15		467	489,489.40	2,179,583.65		711	484,644.17	2,185,652.35
224	488,795.31	2,183,663.23		468	489,759.77	2,179,551.69		712	484,478.81	2,185,618.61
225	488,862.28	2,183,650.10		469	489,968.79	2,179,525.86		713	484,441.76	2,185,618.61
226	488,906.46	2,183,526.98		470	490,177.77	2,179,500.05		714	484,415.31	2,185,626.55
227	488,949.15	2,183,425.90		471	490,507.01	2,179,460.90		715	484,389.51	2,185,653.01
228	488,999.04	2,183,335.49		472	490,694.48	2,179,437.93		716	484,292.94	2,185,782.66
229	489,130.99	2,183,053.22		473	490,716.65	2,179,445.57		717	484,171.89	2,185,940.74
230	489,178.15	2,182,948.47		474	490,747.00	2,179,475.16		718	483,971.65	2,186,214.57
231	489,277.36	2,182,732.94		475	490,637.97	2,179,715.79		719	483,737.71	2,186,507.22
232	489,292.49	2,182,697.84		476	490,525.69	2,179,962.36		720	483,444.68	2,186,895.49
233	489,296.75	2,182,675.78		477	489,950.99	2,181,242.72		721	483,430.22	2,186,914.34
234	489,356.10	2,182,552.90		478	489,647.07	2,181,892.37		722	483,422.60	2,186,906.72
235	489,369.88	2,182,534.83		479	489,475.89	2,182,269.27		723	483,358.98	2,186,991.63
236	489,489.53	2,182,275.52		480	489,356.96	2,182,527.04		724	483,365.73	2,186,998.39
237	489,660.69	2,181,898.65		481	489,343.25	2,182,545.01		725	483,093.44	2,187,353.22
238	489,964.62	2,181,248.97		482	489,282.40	2,182,671.02		726	482,844.07	2,187,687.26
239	490,539.36	2,179,968.54		483	489,278.07	2,182,693.39		727	482,752.13	2,187,804.34
240	490,651.63	2,179,721.99		484	489,263.65	2,182,726.83		728	482,739.56	2,187,828.15
241	490,765.01	2,179,471.76		485	489,164.50	2,182,942.25		729	482,742.48	2,187,864.36
242	490,724.71	2,179,432.48		486	489,117.36	2,183,046.96		730	482,736.93	2,187,900.87
243	490,696.09	2,179,422.62		487	488,985.67	2,183,328.68		731	482,775.03	2,187,954.85
244	490,505.22	2,179,446.00		488	488,935.64	2,183,419.34		732	482,848.85	2,188,061.21

En la siguiente figura se muestran los 2 polígonos del área del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-5. Polígonos del área del Proyecto.



CONSULTA PÚBLICA

Mientras que, en los siguientes apartados se mencionan las ubicaciones por componente que comprenderá el área del Proyecto, cabe señalar que las coordenadas consideran los traslapes entre componentes.

2.1.3.1.2 Tanque regulador

Las coordenadas particulares del polígono del tanque regulador se muestran en la siguiente tabla en UTM, WGS-84, Zona 14.

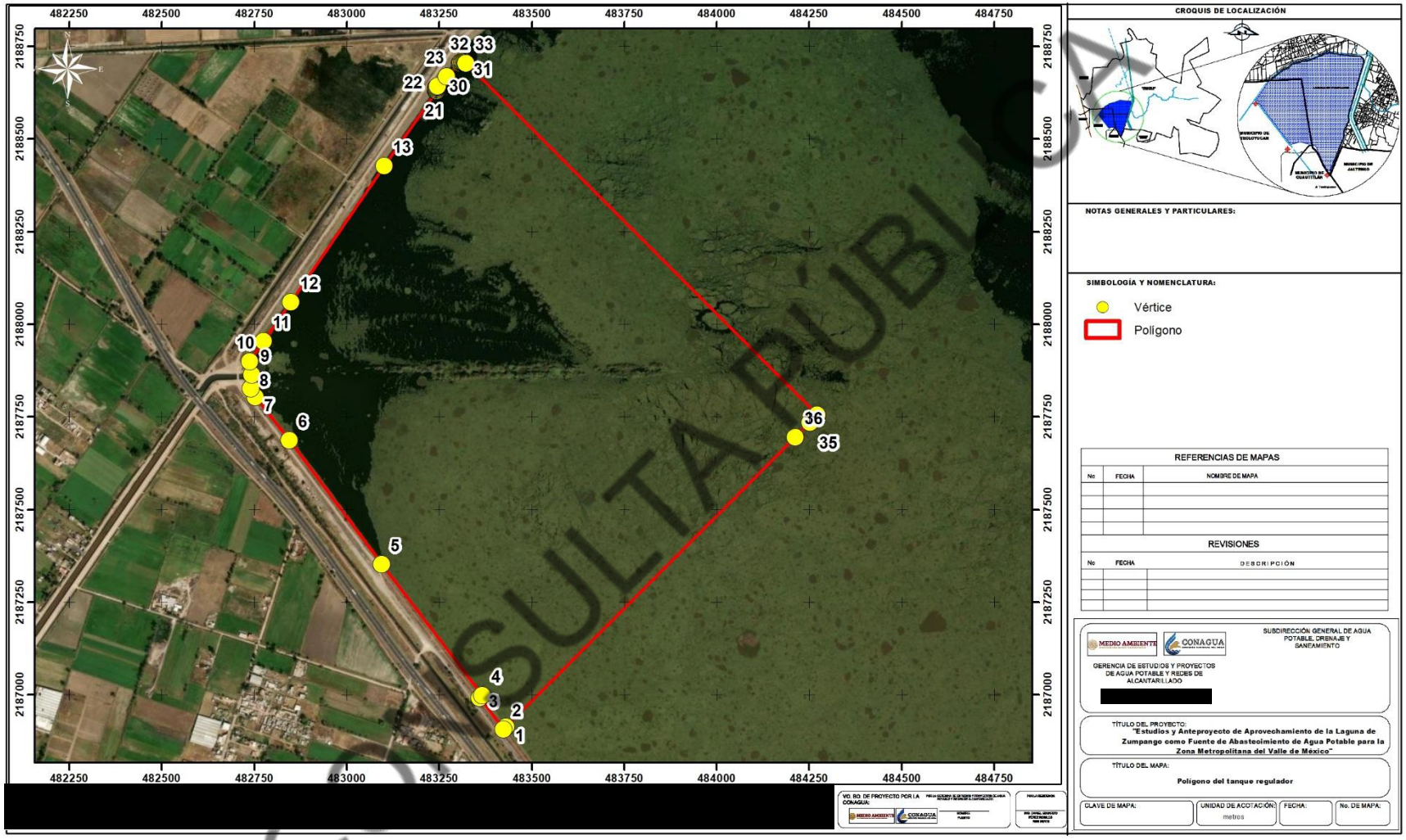
Tabla 2-4. Coordenadas del polígono del tanque regulador.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	483,430.22	2,186,914.34		19	483,241.09	2,188,638.83
2	483,422.60	2,186,906.72		20	483,241.80	2,188,640.79
3	483,358.98	2,186,991.63		21	483,242.85	2,188,642.61
4	483,365.73	2,186,998.39		22	483,244.19	2,188,644.21
5	483,093.44	2,187,353.22		23	483,269.28	2,188,669.30
6	482,844.07	2,187,687.26		24	483,305.01	2,188,705.02
7	482,752.13	2,187,804.34		25	483,306.61	2,188,706.36
8	482,739.56	2,187,828.15		26	483,308.42	2,188,707.41
9	482,742.48	2,187,864.36		27	483,310.39	2,188,708.13
10	482,736.93	2,187,900.87		28	483,312.45	2,188,708.49
11	482,775.03	2,187,954.85		29	483,314.54	2,188,708.49
12	482,848.85	2,188,061.21		30	483,316.60	2,188,708.13
13	483,100.73	2,188,428.58		31	483,318.56	2,188,707.41
14	483,241.99	2,188,630.32		32	483,320.37	2,188,706.36
15	483,241.80	2,188,630.65		33	483,321.98	2,188,705.02
16	483,241.09	2,188,632.62		34	484,271.17	2,187,755.82
17	483,240.73	2,188,634.68		35	484,251.58	2,187,736.20
18	483,240.73	2,188,636.77		36	484,212.17	2,187,696.29

En la siguiente figura se muestra la ubicación del polígono del tanque regulador.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-6. Ubicación del polígono del tanque regulador.



CONSULTA PÚBLICA

El tanque regulador a su vez está conformado por 2 componente los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2-5. Componente del tanque regulador.

No	Componente	Descripción
1	Bordo	Bordo conformado por material producto de banco.
2	Sin afectación	En esta área llegarán las aportaciones del río Cuautitlán; así como en su último tamo del canal Santo Tomas. En este se tendrá una proporción de agua pluvial y residual.

Las coordenadas del bordo el cual es con afectación se muestran en la siguiente tabla.

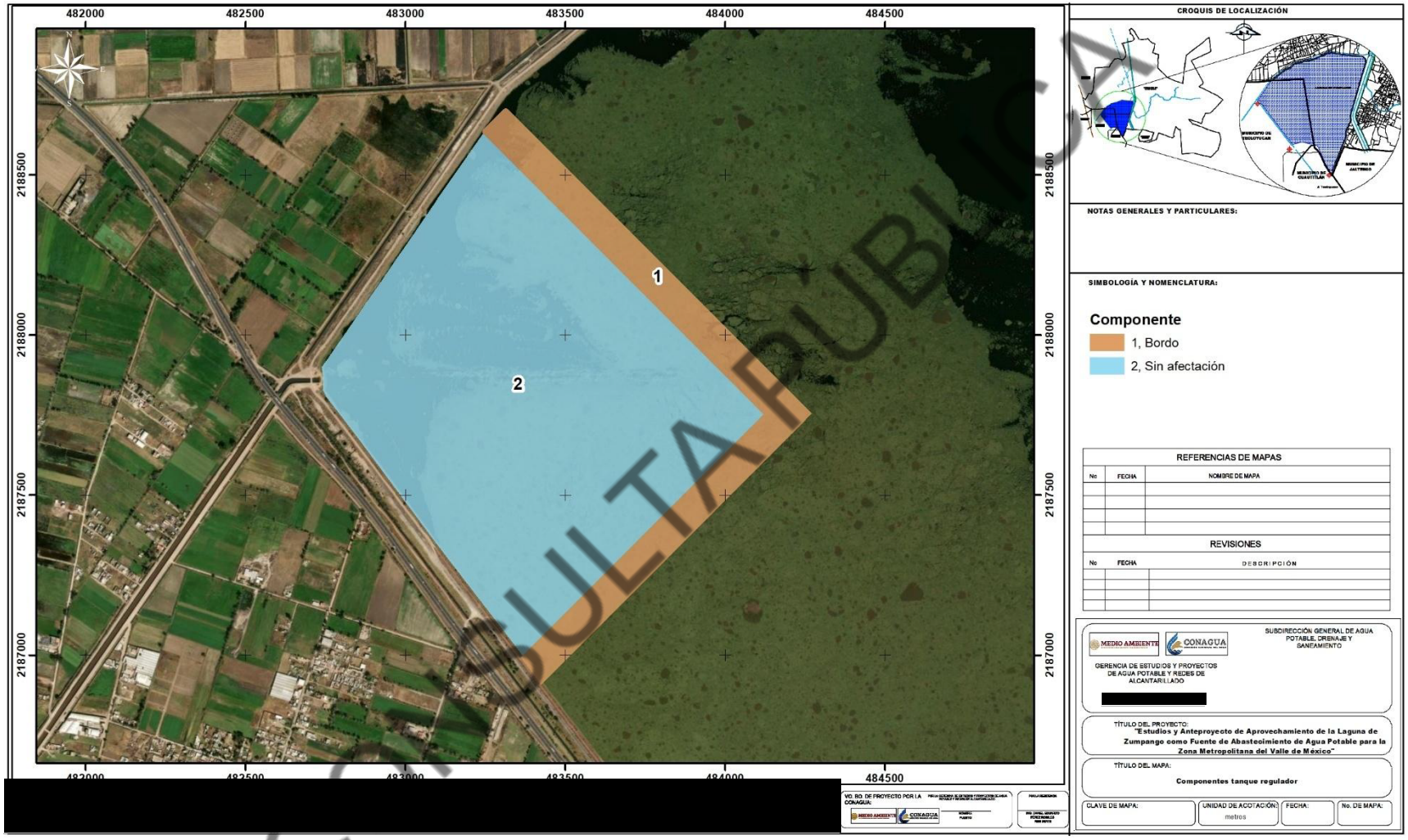
Tabla 2-6 Coordenadas del bordo del tanque regulador

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	483,430.22	2,186,914.34		20	483,240.78	2,188,636.94		39	483,308.42	2,188,707.41
2	483,422.60	2,186,906.72		21	483,240.79	2,188,637.15		40	483,310.39	2,188,708.13
3	483,358.98	2,186,991.63		22	483,241.00	2,188,638.30		41	483,312.45	2,188,708.49
4	483,365.73	2,186,998.39		23	483,241.19	2,188,639.11		42	483,314.54	2,188,708.49
5	484,119.39	2,187,752.04		24	483,241.60	2,188,640.24		43	483,316.60	2,188,708.13
6	483,244.19	2,188,627.24		25	483,241.90	2,188,640.97		44	483,318.56	2,188,707.41
7	483,242.96	2,188,628.68		26	483,242.57	2,188,642.12		45	483,320.37	2,188,706.36
8	483,242.91	2,188,628.77		27	483,242.91	2,188,642.68		46	483,321.98	2,188,705.02
9	483,242.85	2,188,628.84		28	483,244.19	2,188,644.21		47	484,271.17	2,187,755.82
10	483,242.55	2,188,629.35		29	483,247.46	2,188,647.48		48	484,251.58	2,187,736.20
11	483,241.98	2,188,630.30		30	483,262.25	2,188,662.27		49	484,212.17	2,187,696.29
12	483,241.99	2,188,630.32		31	483,263.58	2,188,663.59		50	484,195.90	2,187,680.02
13	483,241.90	2,188,630.49		32	483,264.90	2,188,664.92		51	484,194.38	2,187,678.50
14	483,241.60	2,188,631.22		33	483,266.14	2,188,666.16		52	484,192.85	2,187,676.97
15	483,241.19	2,188,632.35		34	483,268.03	2,188,668.04		53	484,190.37	2,187,674.48
16	483,240.99	2,188,633.16		35	483,269.28	2,188,669.30		54	484,189.30	2,187,673.41
17	483,240.79	2,188,634.31		36	483,269.92	2,188,669.93		55	484,188.23	2,187,672.34
18	483,240.73	2,188,635.15		37	483,305.01	2,188,705.02				
19	483,240.73	2,188,636.31		38	483,306.61	2,188,706.36				

CONSULTA PÚBLICA

En la siguiente figura se muestran los componentes del tanque regulador.

Figura 2-7. Componentes del tanque regulador.



CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.1.3 Obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual

Las coordenadas particulares del polígono de la obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual se muestran en la siguiente tabla en UTM, WGS-84, Zona 14.

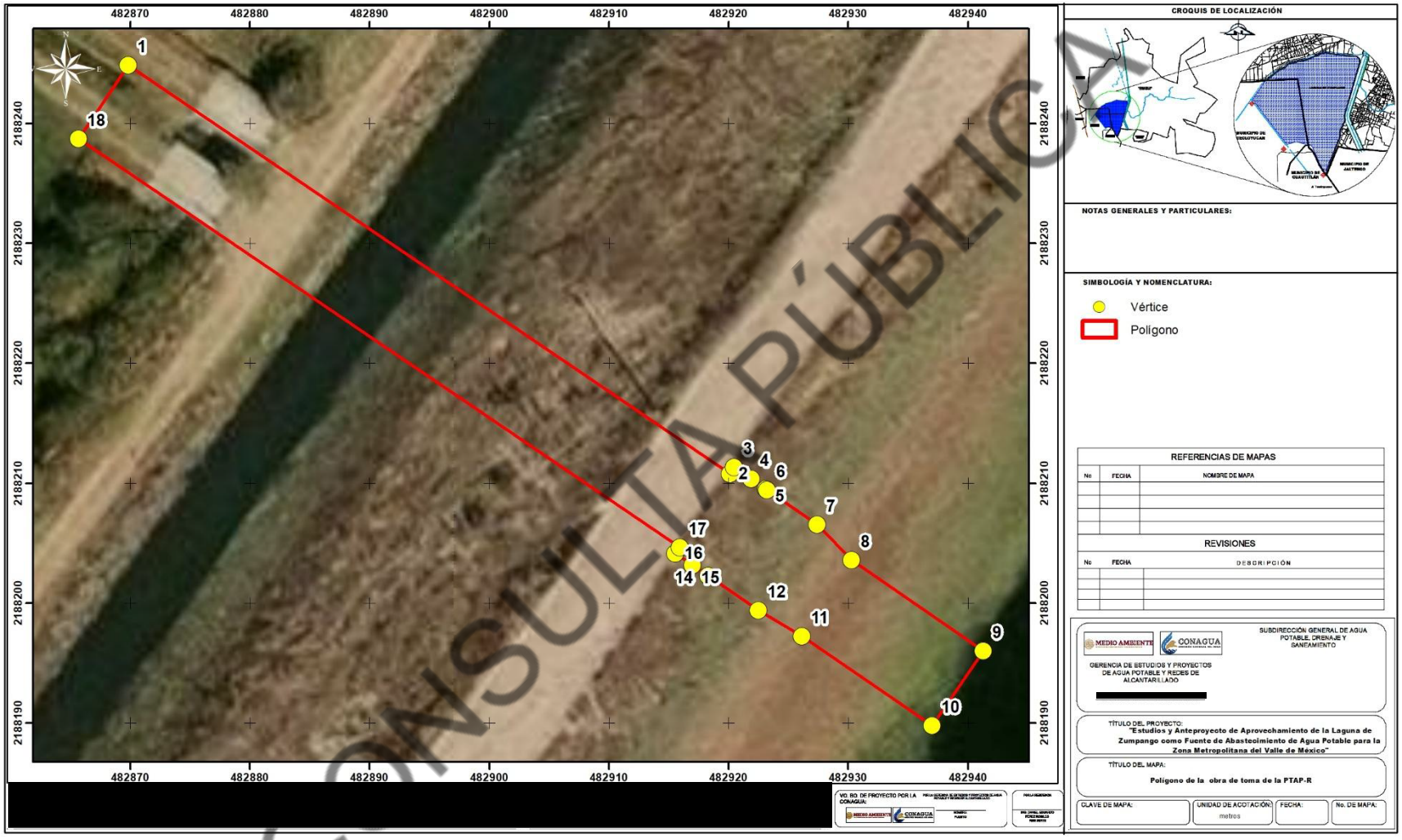
Tabla 2-7. Coordenadas del polígono de la obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	482,869.80	2,188,244.88		10	482,937.01	2,188,189.80
2	482,920.09	2,188,210.81		11	482,926.13	2,188,197.26
3	482,920.45	2,188,211.33		12	482,922.48	2,188,199.40
4	482,921.87	2,188,210.36		13	482,918.28	2,188,202.27
5	482,923.12	2,188,209.51		14	482,918.27	2,188,202.28
6	482,923.20	2,188,209.45		15	482,916.95	2,188,203.18
7	482,927.40	2,188,206.57		16	482,915.54	2,188,204.15
8	482,930.28	2,188,203.58		17	482,915.89	2,188,204.68
9	482,941.29	2,188,196.04		18	482,865.64	2,188,238.73

En la siguiente figura se muestra la ubicación del polígono de la obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-8. Ubicación del polígono de la obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual.



CONSULTA PÚBLICA

La obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual está conformada por 2 componente los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2-8. Componentes de la obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual.

No	Componente	Descripción
1	Canal de llamada	Mediante esta obra el agua de la laguna ingresará hacia el área de cribado grueso manual de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual mediante carga hidráulica.
2	Tubería de acero al carbón de 72" y 60"	Habilitación de dos tuberías de 72 pulgadas y una de 60 pulgadas, las 3 de acero al carbón. Estas tendrán una longitud aproximada de 61 metros.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los ejes de las 3 tuberías de la obra de toma de la PTAP-R.

Tabla 2-9. Coordenadas de los ejes de las tuberías de la obra de toma de la PTAP-R.

Tipo	Vértice	X	Y
Eje tubería de 72 pulgadas de acero al carbón (1)	1	482,919.82	2,188,209.88
Eje tubería de 72 pulgadas de acero al carbón (1)	2	482,869.30	2,188,244.11
Eje tubería de 72 pulgadas de acero al carbón (2)	1	482,916.66	2,188,205.26
Eje tubería de 72 pulgadas de acero al carbón (2)	2	482,866.17	2,188,239.47
Eje tubería de 60 pulgadas de acero al carbón	1	482,918.24	2,188,207.57
Eje tubería de 60 pulgadas de acero al carbón	2	482,867.72	2,188,241.80

En la siguiente figura se muestran los componentes de la obra de toma de la PTAP-R.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-9. Componentes de la obra de toma de la PTAP-R.



CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.1.4 Planta de tratamiento de agua pluvial-residual

Las coordenadas particulares del polígono de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual se muestran en la siguiente tabla en UTM, WGS-84, Zona 14.

Tabla 2-10. Coordenadas del polígono de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual.

Vértice	X	Y
1	482,828.94	2,188,519.54
2	482,769.38	2,188,436.02
3	482,812.59	2,188,407.25
4	482,868.38	2,188,486.16
5	482,994.87	2,188,399.31
6	482,829.19	2,188,166.06
7	482,625.47	2,188,306.77
8	482,676.01	2,188,377.38
9	482,627.25	2,188,410.97
10	482,744.54	2,188,576.77

En la siguiente figura se muestra la ubicación del polígono de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual.

CONSULTA PÚBLICA

La planta de tratamiento de agua pluvial-residual estará compuesta de las siguientes unidades de proceso en época de lluvias, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 2-11. Unidades de proceso de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual (época de lluvias).

No	Unidad	Descripción
1	Cárcamo de bombeo de agua pluvial	El agua pluvial que ingresará por el canal de llamada de la obra de toma de la PTAP-R será enviada a este cárcamo y enviará el caudal hacia el pretratamiento.
2	Cribado grueso manual	En esta el agua será cribada con la finalidad de retener los sólidos de mayor tamaño.
3	Cribado medio mecánico	En esta el agua tendrá un segundo cribado con un calibre menor de cribas.
4	Tornillos separadores de sólidos	En esta se compactarán y se separan los sólidos en contenedores.
5	Tanque de mezcla rápida	El agua cribada será conducida a tanques de mezcla rápida equipados con agitadores de mezcla rápida en los cuales se dosificará una solución de sulfato de aluminio como coagulante.
6	Caja distribuidora de agua floculada	En esta ingresará el agua proveniente de los tanques de mezcla rápida y será conducida por gravedad hacia clarificadores.
7	Clasificador primario con químicos	En esta se realizará la separación de sólidos suspendidos y coloidales mediante sedimentación. Esta unidad final se tendrá un porcentaje de 85% de remoción de los sólidos suspendidos totales, del 50% de la demanda biológica de oxigeno y del 95% aproximadamente del fósforo total. Lo anterior generará agua tratada la cual será conducida hacia la primera sección de la Laguna de Zumpango.
8	Cárcamo de natas	Este bombeará la nata primaria hacia el tanque de mezcla de lodos.
9	Cárcamo de lodo	Este bombeará el lodo primario químico hacia el tanque de mezcla de lodos.
10	Tanque de mezcla de lodos	Este recibirá la corriente de rechazo (mezcla de nata y lodo primario químico) de la PTAP. La corriente de rechazo será enviada hacia la lumbrera 12 del túnel emisor central (TEC), y esta conducción no forma parte de los alcances de la PTAP-R en esta etapa de evaluación de impacto ambiental.

La planta de tratamiento de agua pluvial-residual estará compuesta de las siguientes unidades de proceso en época de estiaje, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 2-12. Unidades de proceso de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual (época de estiaje).

No	Unidad	Descripción
1	Cárcamo de bombeo de agua residual	El agua residual que ingresará por el canal de llamada de la obra de toma de la PTAP-R será enviada a este cárcamo y enviará el caudal hacia el pretratamiento.
2	Cribado grueso manual	En esta el agua será cribada con la finalidad de retener los sólidos de mayor tamaño.

CONSULTA PÚBLICA

No	Unidad	Descripción
3	Cribado medio mecánico	En esta el agua tendrá un segundo cribado con un calibre menor de cribas.
4	Tornillos separadores de sólidos	En esta se compactarán y se separan los sólidos en contenedores.
5	Caja distribuidora de agua pretratada	A esta ingresará el agua pretratada y se distribuida por gravedad clarificadores primarios convencionales.
6	Clasificador primario convencional	En esta el agua será sometida a un proceso de sedimentación primaria orientada a la remoción de sólidos sedimentables y materia orgánica particulada. Lo anterior se realizará sin la adición de reactivos químicos. En esta se generará agua clarificada y será conducida a tratamiento biológico.
7	Reactor de lodos activados	A esta se conducirá el agua primaria. En este se realizará la remoción de carga orgánica, sólidos suspendidos remanentes y nutrientes principales como el nitrógeno y fosforo.
8	Clarificador secundario convencional	En este se realizará la sedimentación de la biomasa agrupada en el lodo biológico, lo cual permitirá agua clarificada.
9	Clarificador terciario con químicos	En este se realizará la remoción adicional de fósforo mediante un proceso de precipitación química, mediante sulfato de aluminio como agente precipitante. El agua clarificada será conducida hacia el proceso de desinfección.
10	Caja previa	En esta el agua tratada, posterior a la clarificación terciaria, será sometida a un proceso de desinfección mediante la dosificación de cloro gas, lo cual reducirá la concentración de microorganismos patógenos.
11	Cárcamo de bombeo de lodo	El lodo primario de tipo convencional, el lodo secundario y el lodo terciario será enviado a este cárcamo. Este bombeara los lodos hacia el tanque de mezcla de lodos.
12	Cárcamo de natas	Este bombeará la nata primaria hacia el tanque de mezcla de lodos.
13	Tanque de mezcla de lodo	Este recibirá la corriente de rechazo (mezcla de nata y lodo (primario, secundario y terciario) de la PTAP-R. La corriente de rechazo será enviada hacia la lumbrera 12 del túnel emisor central (TEC), y esta conducción no forma parte de los alcances de la PTAP-R en esta etapa de evaluación de impacto ambiental.

En la siguiente figura se muestran las unidades de proceso que conformarán la PTAP-R, cabe señalar que esta se muestran las unidades para la época de estiajes y lluvias. Por lo anterior la numeración no corresponde con las tablas anteriores de las unidades para la época de estiaje y lluvias.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-10. Unidades de proceso de la PTAP-R en época de estiaje y lluvias.



No	Unidad de proceso
1	Caja de bombeo de lodo
2	Caja de mezcla
3	Caja de válvulas de agua pretratada
4	Cárcamos de recirculación de licor mezclado
5	Caseta de Cloración
6	Caseta de químicos
7	Caseta de sopladores
8	Centro de control de motores
9	Clarificador primario químico/Clarificador primario
10	Clarificador primario químico/Clarificador secundario
11	Clarificador primario químico/Clarificador terciario
12	Tanque de almacenamiento de solución sulfato de aluminio
13	Tanque de mezcla de lodo
14	Tanque de mezcla rápida/caja de distribución de agua apretada
15	Tanque de mezcla rápida/caja de distribución de licor mezclado
16	Tanque de mezcla rápida/caja distribuidora de agua clarificada
17	Caja de válvulas de agua clarificada
18	Tanques aerobios anaerobios y anóxicos
19	Pretratamiento

No	Otros
20	Edificio administrativo
21	Edificio de operación y mantenimiento
22	Caseta de vigilancia
23	Patio de maniobras
24	Vialidades
25	Banquetas y accesos
26	Áreas verdes

CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.1.5 Desfogue de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual

Las coordenadas particulares del polígono del desfogue de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual se muestran en la siguiente tabla en UTM, WGS-84, Zona 14.

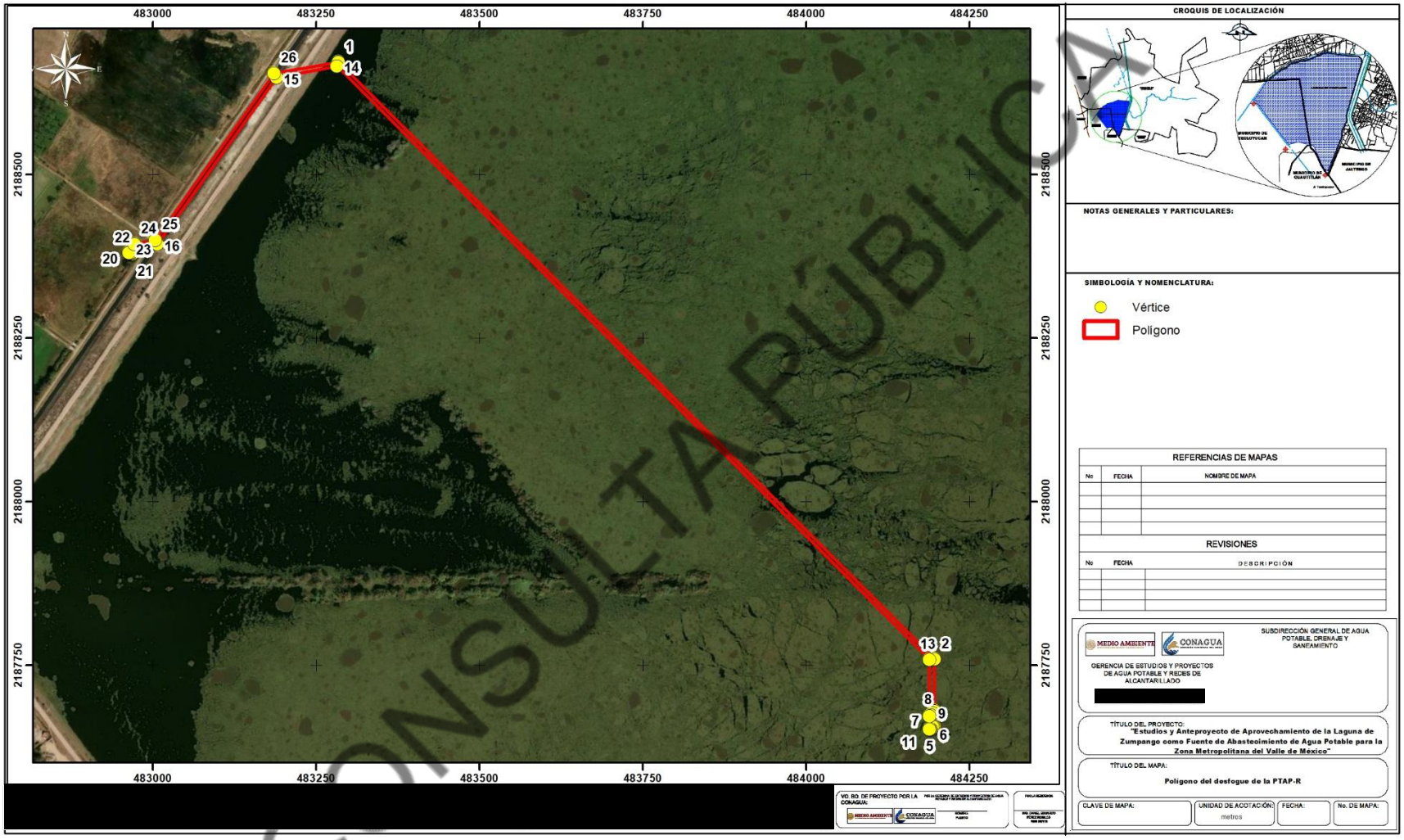
Tabla 2-13. Coordenadas del polígono del desfogue de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	483283.3959	2188672.349		14	483281.3065	2188665.687
2	484195.9023	2187759.843		15	483188.6731	2188649.064
3	484195.9023	2187680.021		16	483006.4895	2188394.385
4	484195.9023	2187657.204		17	482975.3133	2188388.391
5	484194.3783	2187657.204		18	482968.0405	2188377.657
6	484192.8543	2187657.204		19	482967.1547	2188378.257
7	484192.8543	2187676.973		20	482966.2689	2188378.857
8	484190.3655	2187674.484		21	482965.4409	2188379.418
9	484190.3655	2187652.121		22	482964.1793	2188380.273
10	484189.2955	2187652.121		23	482962.9175	2188381.128
11	484188.2255	2187652.121		24	482971.6279	2188393.984
12	484188.2255	2187672.344		25	483002.8945	2188399.995
13	484188.2255	2187758.768		26	483185.1039	2188654.71

En la siguiente figura se muestra la ubicación del polígono del desfogue de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-11. Ubicación del polígono de la obra de desfogue de la PTAP-R.



CONSULTA PÚBLICA

La obra de desfogue para la PTAP-R está conformada por 1 componente el cual se describe en la siguiente tabla:

Tabla 2-14. Componentes de la obra de desfogue de la PTAP-R.

No	Componente	Descripción
1	Tuberías de acero al carbón de 84 pulgadas y 120 pulgadas.	El agua tratada en la planta de tratamiento de agua pluvial y residual será bombeada hacia la Laguna de Zumpango mediante dos tuberías de acero al carbón con una longitud aproximada de 1,850 metros.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los ejes de las tuberías.

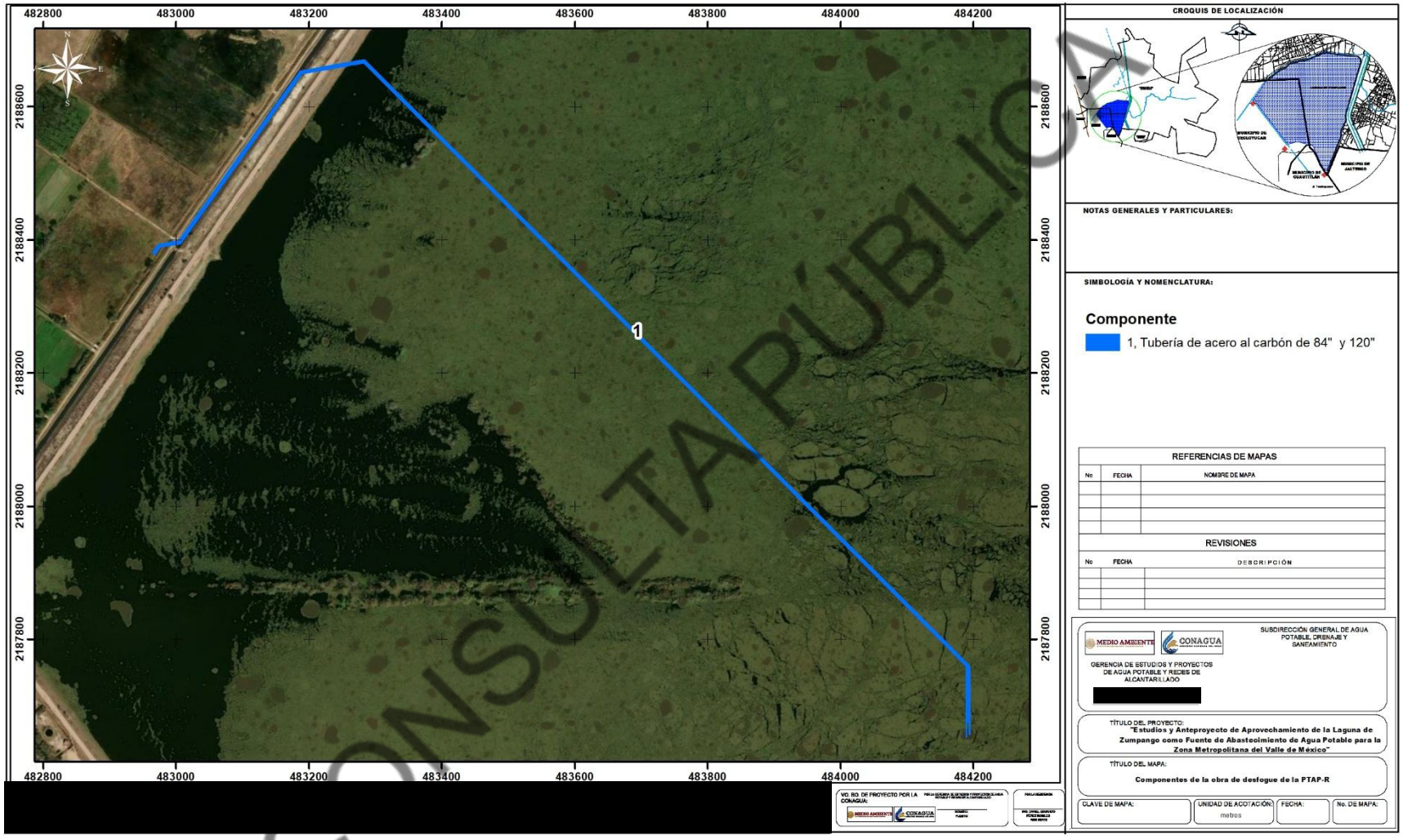
Tabla 2-15. Coordenadas de los ejes de las tuberías del desfogue de la PTAP-R.

Tipo	Vértice	X	Y
Eje tubería de 120 pulgadas	1	482,967.15	2,188,378.26
Eje tubería de 120 pulgadas	2	482,974.68	2,188,389.36
Eje tubería de 120 pulgadas	3	483,005.87	2,188,395.35
Eje tubería de 120 pulgadas	4	483,188.06	2,188,650.04
Eje tubería de 120 pulgadas	5	483,281.67	2,188,666.84
Eje tubería de 120 pulg	6	484,189.30	2,187,759.21
Eje tubería de 120 pulgadas	7	484,189.30	2,187,652.12
Eje tubería de 84 pulgadas	1	482,964.18	2,188,380.27
Eje tubería de 84 pulgadas	2	482,972.54	2,188,392.61
Eje tubería de 84 pulg	3	483,003.78	2,188,398.61
Eje tubería de 84 pulgadas	4	483,185.98	2,188,653.32
Eje tubería de 84 pulgadas	5	483,282.88	2,188,670.71
Eje tubería de 84 pulgadas	6	484,194.38	2,187,759.21
Eje tubería de 84 pulgadas	7	484,194.38	2,187,657.20

En la siguiente figura se muestran el componente de la obra de desfogue de la PTAP-R.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-12. Componente de la obra de desfogue de la PTAP-R.



CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.1.6 Dique

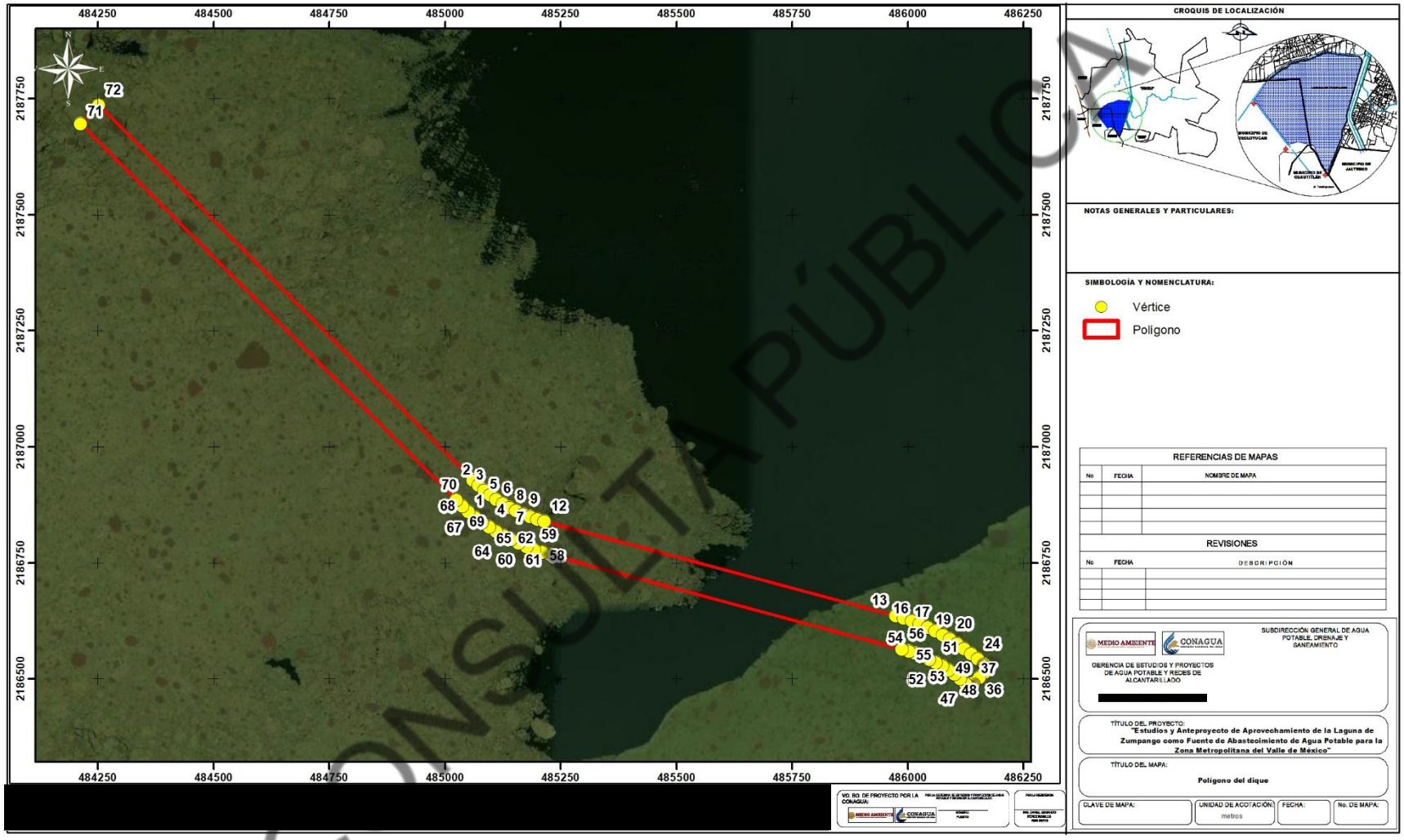
Las coordenadas particulares del polígono de dique se muestran en la siguiente tabla en UTM, WGS-84, Zona 14. En la siguiente figura se muestra la ubicación del polígono del dique.

Tabla 2-16. Coordenadas del polígono del dique.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	485059.6549	2186928.127		37	486141.9587	2186489.657
2	485071.5389	2186916.796		38	486140.3614	2186488.306
3	485083.9486	2186906.043		39	486138.5538	2186487.254
4	485096.8559	2186895.893		40	486136.5909	2186486.531
5	485110.2316	2186886.368		41	486134.5324	2186486.16
6	485124.0453	2186877.49		42	486132.4406	2186486.152
7	485138.2658	2186869.28		43	486130.3793	2186486.508
8	485152.8609	2186861.756		44	486128.4111	2186487.216
9	485167.7974	2186854.934		45	486126.5956	2186488.255
10	485183.0416	2186848.832		46	486124.9882	2186489.593
11	485198.5589	2186843.461		47	486112.8399	2186499.799
12	485214.3142	2186838.835		48	486100.2352	2186509.435
13	485973.1848	2186635.496		49	486087.2009	2186518.482
14	485990.7958	2186630.395		50	486073.7643	2186526.92
15	486008.187	2186624.588		51	486059.9541	2186534.731
16	486025.3301	2186618.085		52	486045.7994	2186541.899
17	486042.1973	2186610.897		53	486031.3301	2186548.409
18	486058.7613	2186603.036		54	486016.5768	2186554.247
19	486074.995	2186594.513		55	486001.5707	2186559.4
20	486090.8722	2186585.343		56	485986.3435	2186563.858
21	486106.3671	2186575.541		57	485227.4729	2186767.197
22	486121.4545	2186565.123		58	485209.8717	2186772.295
23	486136.1099	2186554.105		59	485192.4901	2186778.098
24	486150.3095	2186542.506		60	485175.3561	2186784.596
25	486164.0303	2186530.344		61	485158.4978	2186791.779
26	486165.3037	2186528.957		62	485141.9423	2186799.634
27	486166.3444	2186527.388		63	485125.7166	2186808.15
28	486167.1269	2186525.675		64	485109.8469	2186817.313
29	486167.6318	2186523.861		65	485094.359	2186827.107
30	486167.8466	2186521.99		66	485079.2781	2186837.516
31	486167.7662	2186520.109		67	485064.6285	2186848.525
32	486167.3925	2186518.263		68	485050.4341	2186860.114
33	486166.7347	2186516.499		69	485036.7179	2186872.266
34	486165.8089	2186514.859		70	485023.502	2186884.96
35	486164.6381	2186513.384		71	484212.1714	2187696.29
36	486154.1648	2186502.132		72	484251.5807	2187736.202

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-13. Ubicación del polígono del dique.



CONSULTA PÚBLICA

El dique está conformado por 1 componente el cual se describen en la siguiente tabla:

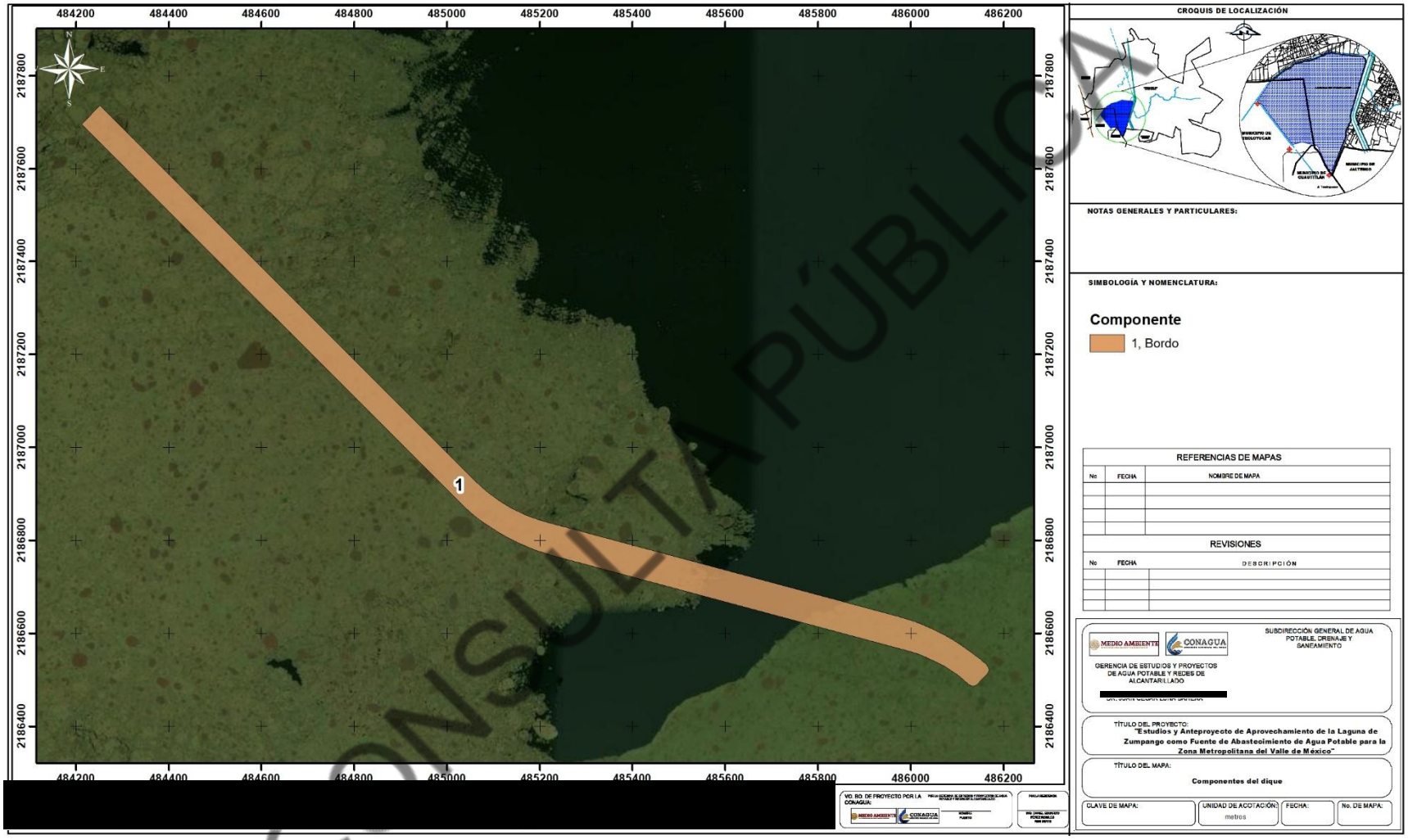
Tabla 2-17 Componente del dique.

No	Componente	Descripción
1	Dique	El dique será conformado por un bordo con material producto de banco.

En la siguiente figura se muestran el componente del dique.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-14 Componente del dique



CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.1.7 Humedal artificial

Las coordenadas particulares del polígono del humedal artificial se muestran en la siguiente tabla en UTM, WGS-84, Zona 14.

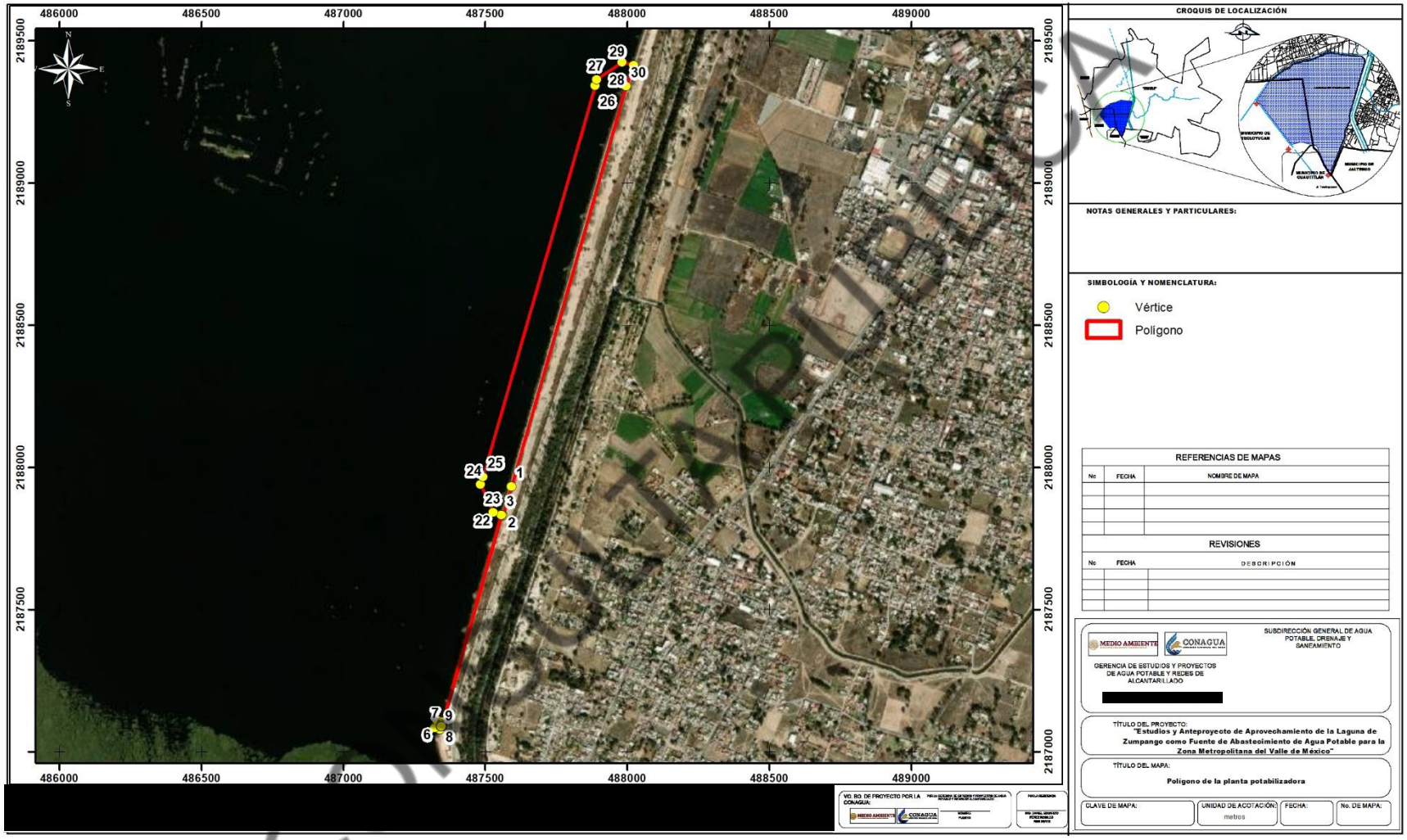
Tabla 2-18. Coordenadas del polígono del humedal artificial.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	487,590.92	2,187,933.21		16	487,343.54	2,187,090.26
2	487,561.69	2,187,831.35		17	487,343.34	2,187,089.54
3	487,557.22	2,187,832.63		18	487,344.52	2,187,089.20
4	487,346.84	2,187,090.00		19	487,344.95	2,187,089.25
5	487,346.53	2,187,088.91		20	487,345.22	2,187,089.58
6	487,345.71	2,187,087.88		21	487,345.45	2,187,090.39
7	487,344.40	2,187,087.73		22	487,555.83	2,187,833.03
8	487,342.94	2,187,088.15		23	487,526.99	2,187,841.31
9	487,340.15	2,187,078.44		24	487,482.91	2,187,940.37
10	487,320.93	2,187,083.95		25	487,490.88	2,187,968.16
11	487,328.65	2,187,110.87		26	487,885.60	2,189,343.65
12	487,347.87	2,187,105.35		27	487,891.92	2,189,365.67
13	487,345.42	2,187,096.80		28	487,981.82	2,189,426.29
14	487,344.32	2,187,092.95		29	488,023.08	2,189,414.45
15	487,344.23	2,187,092.66		30	487,995.02	2,189,341.40

En la siguiente figura se muestra la ubicación del polígono del humedal artificial.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-15. Ubicación del polígono del humedal artificial.



El humedal artificial está conformado por 5 componentes los cuales se describen en la siguiente tabla:

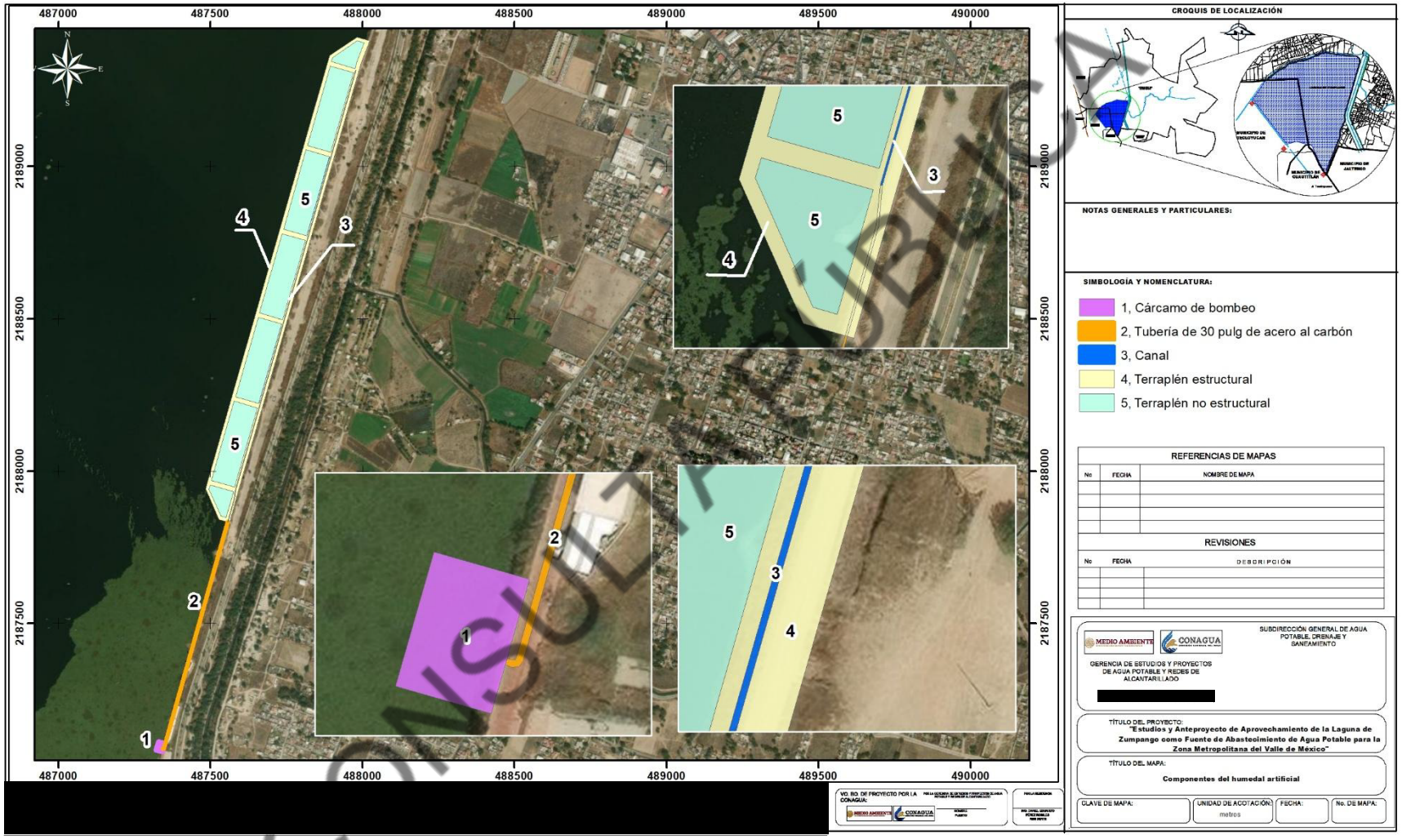
Tabla 2-19. Componentes del humedal artificial.

No	Componente	Descripción
1	Cárcamo de bombeo	Este servirá para bombear agua de la Laguna de Zumpango hasta el canal del humedal.
2	Tubería de 30 pulgadas de acero al carbón.	Esta tubería será utilizada para conducir el agua bombeada del cárcamo de bombeo.
3	Canal	El agua conducida llegará a este canal y servirá para alimentar los terraplenes no estructurales.
4	Terraplén estructural	Estos tendrán la función de contener agua. Sobre la base de estos se plantarán ejemplares arbóreos. Estos conformaran celdas.
5	Terraplenes no estructurales	Estos tendrán la función de favorecer el desarrollo de vegetación acuática; así como la remoción complementaría de demanda biológica de oxígeno y sólidos Suspendidos totales, así como remoción moderada de nitrógeno amoniacal y fósforo.

En la siguiente figura se muestran los componentes del humedal artificial.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-16. Ubicación de componentes del humedal artificial.



CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.1.8 Obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora

Las coordenadas particulares del polígono de la obra de toma y línea de conducción se muestran en la siguiente tabla en UTM, WGS-84, Zona 14.

Tabla 2-20. Coordenadas del polígono de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	486287.7463	2190249.271		46	488060.6769	2190048.293		91	486272.2445	2190176.475
2	486422.4977	2190239.188		47	488060.3025	2190047.322		92	486270.3819	2190176.639
3	486577.1247	2190228.386		48	488059.8381	2190046.119		93	486268.5705	2190177.103
4	486688.4019	2190215.024		49	488035.5783	2190055.478		94	486266.8587	2190177.855
5	486723.7001	2190208.489		50	488033.5471	2190056.236		95	486265.2917	2190178.875
6	486774.3917	2190197.847		51	488033.8373	2190057.014		96	486263.9113	2190180.137
7	486781.4179	2190194.038		52	488032.6495	2190057.457		97	486262.7541	2190181.606
8	486800.4029	2190189.942		53	488029.8879	2190058.487		98	486261.8511	2190183.243
9	486817.4365	2190186.418		54	488029.6213	2190058.587		99	486253.2273	2190179.153
10	486822.6891	2190185.338		55	488029.7969	2190059.058		100	486248.8193	2190188.861
11	486833.4181	2190183.012		56	488029.4795	2190059.176		101	486229.5759	2190180.596
12	486841.0385	2190183.856		57	488028.5469	2190059.524		102	486233.7677	2190170.836
13	486841.1771	2190183.827		58	488028.1575	2190059.67		103	486224.6957	2190166.775
14	487088.4589	2190158.978		59	488027.5813	2190058.143		104	486225.2763	2190165.02
15	487172.5293	2190150.946		60	488022.9035	2190059.909		105	486225.5695	2190163.195
16	487229.5597	2190143.064		61	488023.1757	2190060.63		106	486225.5677	2190161.346
17	487346.0683	2190129.786		62	488018.8485	2190062.264		107	486225.2711	2190159.521
18	487563.7345	2190109.933		63	488018.4855	2190061.596		108	486224.6873	2190157.767
19	487664.8803	2190102.759		64	488017.5219	2190059.823		109	486223.8311	2190156.129
20	487688.1943	2190101.178		65	487988.0773	2190071.068		110	486222.7245	2190154.648
21	487901.2305	2190082.019		66	487985.4331	2190066.003		111	486221.3959	2190153.362
22	487944.6035	2190080.828		67	487983.3867	2190066.766		112	486219.8793	2190152.305
23	487968.2053	2190082.506		68	487968.6859	2190067.171		113	486218.2135	2190151.504
24	487986.3561	2190082.02		69	487944.9373	2190065.483		114	486212.6349	2190164.911
25	487991.4687	2190080.113		70	487900.3327	2190066.708		115	486229.2217	2190172.449
26	487991.1161	2190079.177		71	487686.9891	2190085.895		116	486224.0803	2190183.753
27	488021.8411	2190067.77		72	487663.8195	2190087.466		117	486219.2141	2190181.57
28	488020.8763	2190065.995		73	487562.4959	2190094.653		118	486215.4385	2190190.18
29	488020.5167	2190065.334		74	487344.5039	2190114.535		119	486217.8179	2190191.261
30	488024.3983	2190063.868		75	487227.6419	2190127.853		120	486215.4341	2190196.51
31	488024.6697	2190064.587		76	487170.7501	2190135.717		121	486206.1587	2190192.297
32	488029.3475	2190062.821		77	487086.9635	2190143.721		122	486205.9403	2190192.778
33	488028.8623	2190061.536		78	486838.8293	2190168.655		123	486215.7557	2190197.236
34	488029.2441	2190061.393		79	486720.7295	2190193.449		124	486217.2851	2190197.648
35	488030.1769	2190061.045		80	486686.0905	2190199.861		125	486211.2903	2190210.964
36	488030.4943	2190060.927		81	486575.6757	2190213.12		126	486214.1103	2190218.506
37	488030.6701	2190061.398		82	486421.3917	2190223.898		127	486216.2665	2190224.272
38	488031.1433	2190061.221		83	486310.6973	2190232.181		128	486229.7703	2190235.771

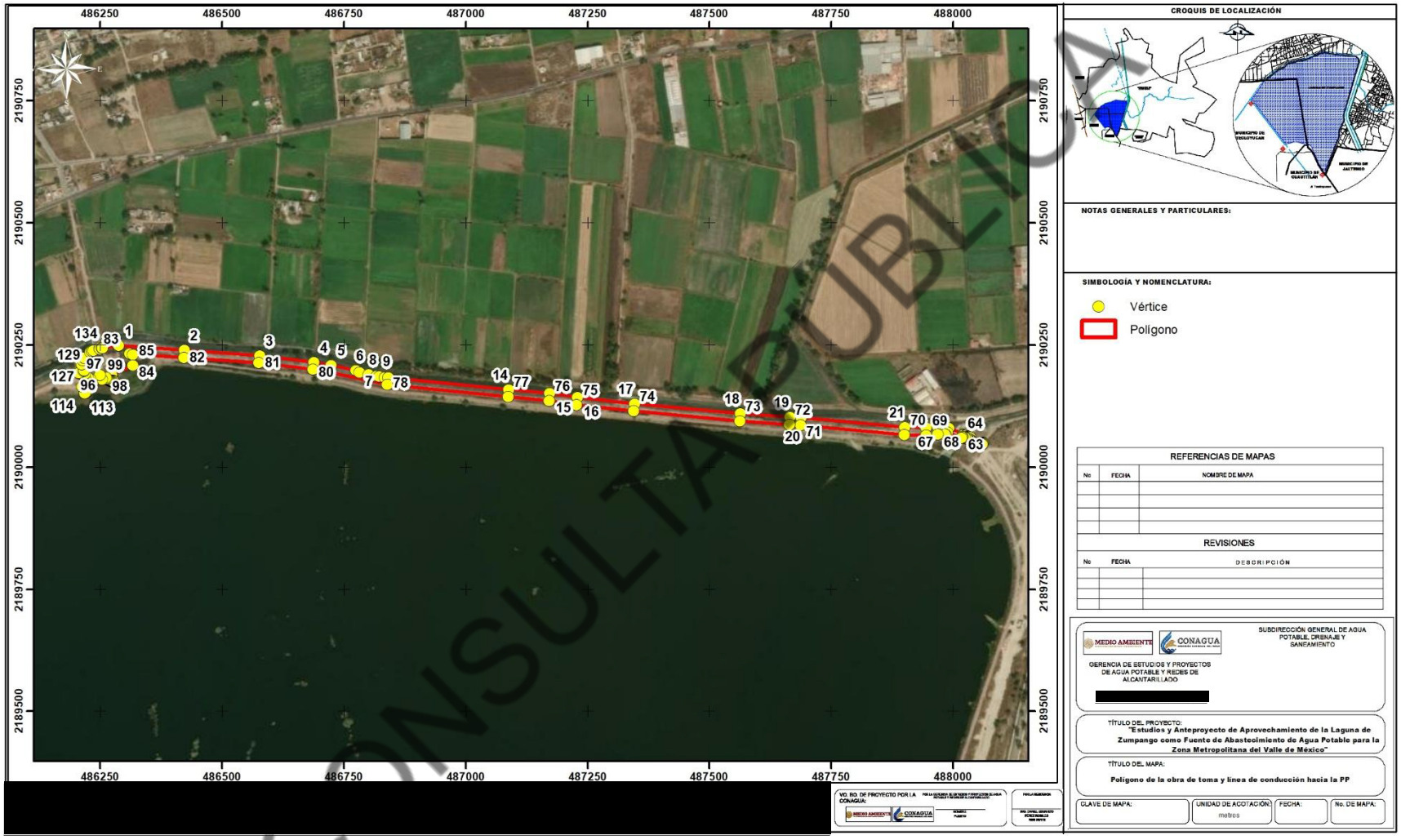
CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
39	488032.9087	2190060.562		84	486316.9269	2190230.621		129	486232.6509	2190237.587
40	488033.4705	2190060.353		85	486317.1025	2190208.335		130	486236.0245	2190238.054
41	488033.6355	2190060.291		86	486273.9529	2190189.1		131	486248.0199	2190243.822
42	488034.8861	2190059.825		87	486272.9295	2190188.702		132	486248.6897	2190241.844
43	488035.1847	2190060.625		88	486277.6467	2190177.79		133	486253.4359	2190243.75
44	488061.5155	2190050.466		89	486275.9259	2190177.058		134	486254.0229	2190243.844
45	488061.0511	2190049.263		90	486274.1091	2190176.616				

En la siguiente figura se muestra la ubicación del polígono de la obra de toma hacia la planta potabilizadora.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-17. Ubicación del polígono de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora.



CONSULTA PÚBLICA

La obra de toma y línea de conducción está conformada por 3 componentes, los cuales se describen a continuación en la siguiente tabla:

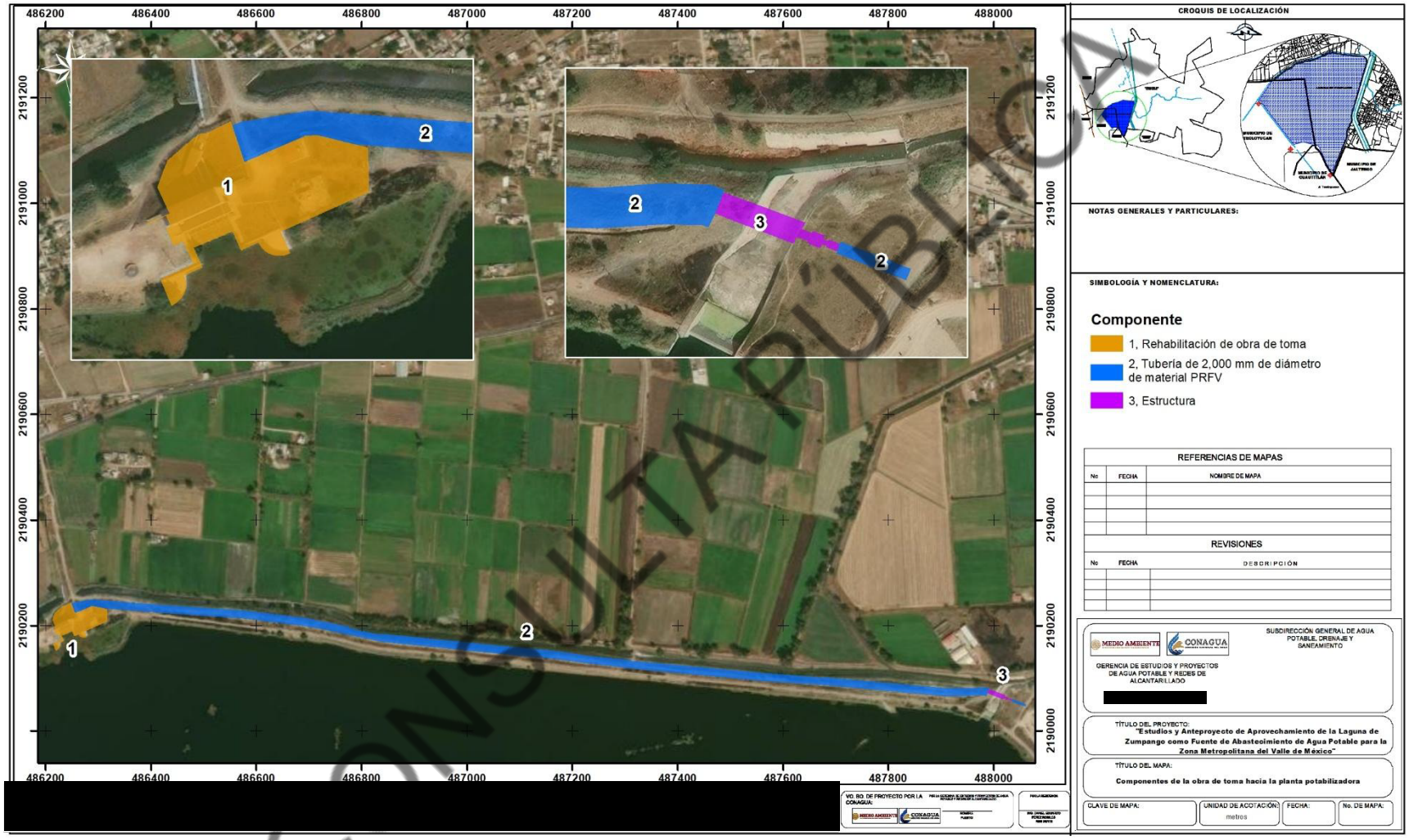
Tabla 2-21. Componentes de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora.

No	Componente	Descripción
1	Rehabilitación de obra de toma	Esta obra es existente y será rehabilitada. Esta extraerá agua de la Laguna de Zumpango hacia un cárcamo de bombeo y la bombeará hacia la planta potabilizadora.
2	Línea de conducción	Mediante una tubería de 2,000 mm de diámetro de material PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio) con una longitud de 1,800 metros, el agua será conducida mediante bombeo hacia la planta potabilizadora.
3	Estructura	En la zona poniente donde se construirá la planta potabilizadora existe un vertedor, por lo tanto, se construirá una estructura metálica para que la tubería de la línea de conducción cruce sobre el vertedor y este soportada sobre esta. En esta sección se realizará un cambio de material a tubo de acero de 82 pulgadas, posteriormente seguirá con el material de PRFV y diámetro de 2,000 mm.

En la siguiente figura se muestran los componentes de la obra de toma y línea de conducción.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-18. Ubicación de componentes de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora.



CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.1.9 Planta potabilizadora

Las coordenadas particulares del polígono de la planta potabilizadora se muestran en la siguiente tabla en UTM, WGS-84, Zona 14.

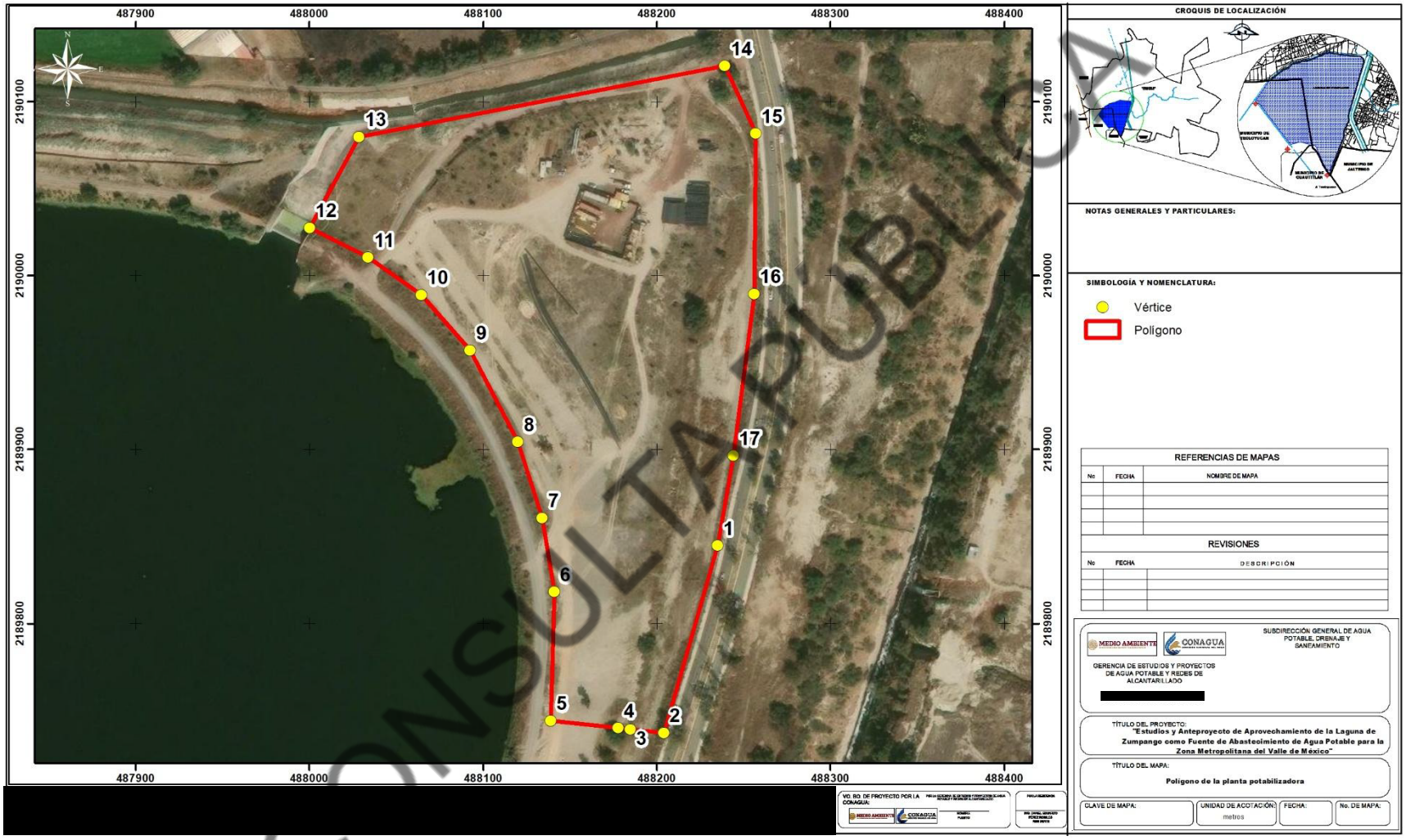
Tabla 2-22. Coordenadas del polígono de la planta potabilizadora.

Vértice	X	Y
1	488,234.90	2,189,844.75
2	488,203.86	2,189,737.13
3	488,184.67	2,189,739.20
4	488,177.55	2,189,739.97
5	488,138.71	2,189,744.18
6	488,140.81	2,189,818.28
7	488,133.97	2,189,860.77
8	488,119.93	2,189,904.46
9	488,092.49	2,189,957.17
10	488,064.25	2,189,988.98
11	488,033.66	2,190,010.41
12	487,999.99	2,190,027.57
13	488,028.45	2,190,079.93
14	488,239.14	2,190,120.58
15	488,256.85	2,190,081.73
16	488,255.97	2,189,989.55
17	488,243.93	2,189,896.49

En la siguiente figura se muestra la ubicación del polígono de la planta potabilizadora.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-19 Ubicación del polígono de la planta potabilizadora



CONSULTA PÚBLICA

La planta potabilizadora estará compuesta de 24 unidades (componentes), los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 2-23. Unidades (componentes) de la planta potabilizadora.

No	Unidad	Descripción
1	Caja distribuidora de agua cruda	Esta recibirá agua cruda proveniente de la obra de toma y será conducida a través de una línea de conducción. este tanque tiene la función de recibir y controlar el caudal influente, así como repartir de manera controlada el caudal influente a los trenes de proceso
2	Cámara de pre-ozonación	Esta recibirá el efluente de la caja distribuidora de agua cruda y estará diseñada para maximizar la interacción gas-liquido, y evitará el escape de gas no reaccionado. En esta unidad se oxida la materia orgánica presente en el agua y se lleva a cabo una desinfección parcial eliminando microorganismos, bacterias y virus.
3	Mezcla rápida	En esta se adicionará ácido sulfúrico, sosa (en caso necesario) y se realiza la dosificación de sulfato de aluminio, para iniciar el proceso de coagulación, esta tiene la función de distribuir uniformemente el coagulante en el menor tiempo posible Esta instalación también puede ser utilizada para ajustar el pH del agua en caso de ser necesario.
4	Cámara de floculación	En esta instalación se realizará la floculación de manera mecánica por medio de agitadores verticales. En esta se dosificará polímero catiónico como floculante para aglomerar las partículas suspendidas, aumentando el tamaño de los flóculos formados por el coagulante; lo que facilita su posterior sedimentación o flotación y su posterior separación de la fase liquida.
5	Flotación por aire disuelto	En esta se separarán las partículas sólidas de la fase líquida. Consiste en la creación de microburbujas de aire en el seno del agua; estas microburbujas se unen a las partículas de flóculos suspendidas, previamente desestabilizadas coloidalmente, logrando la disminución de su densidad haciéndolas capaces de flotar.
6	Cámara ozonación intermedia	En esta se realizará la oxidación de la materia orgánica que no logró removerse en la clarificación, contará con el mismo proceso que la pro-oxidación, sin embargo, tiene mayor eficiencia debido a que en esta fase el agua cuenta con menor cantidad de sólidos y compuestos suspendidos que consuman el ozono.
7	Filtración con arena-antracita	En esta se removerán los sólidos presentes que no lograron ser removidos en la clarificación o que se formaron a raíz de la oxidación de los compuestos orgánicos oxidados en la cámara de oxidación intermedia.
8	Filtración con arena-carbón activado	En esta se tendrá una segunda remoción de partículas sólidas, además de que reduce el color, olor y sabor. Además por las características porosas del carbón activado beneficia la proliferación de bacterias capaces de degradar materia orgánica, como remover nitrógeno amoniacal.
9	Tanque de agua filtrada	En este se almacenará agua para el proceso de retrolavado de filtros y lavado de equipos.
10	Celda de desinfección	En esta se realizará la dosificación de cloro. Su objetivo principal es asegurar que el cloro añadido tenga tiempo suficiente para reaccionar con los microorganismos presentes en el agua y eliminarlos.
11	Tanque de agua potable	En este se almacenará agua potable para su posterior bombeo al suministro de agua potable
12	Cárcamo de bombeo de agua potable	En este se recibirá, almacenará temporalmente y se bombeará agua hacia las líneas de conducción norte y sur. En esta se tendrán 2 plantas de bombeo denominadas norte y sur.
13	Tanque de agua recuperada de retrolavado	Este tendrá la capacidad de almacenar el volumen de agua utilizado para realizar dos retrolavados.

CONSULTA PÚBLICA

No	Unidad	Descripción
14	Tanque de lodos (tanque pulmón)	Este servirá para recibir, almacenar y regular los lodos generados en el proceso de tratamiento, funcionando como un volumen de amortiguamiento que permite homogeneizar su concentración y controlar el flujo hacia las unidades de deshidratación y almacenamiento.
15	Tanque de almacenamiento de lodos	Este recibirá los lodos generados por el tratamiento para su posterior canalización al proceso de desaguado mecánico.
16	Caseta de cloración	En será destinada para alojar de forma segura y controlada el equipo utilizado para la dosificación de cloro.
17	Caseta de desaguado de lodos	En esta se dosificará polímero para alcanzar concentraciones de sólidos de hasta el 20%.
18	Caseta de generación de ozono	Es la se alojará el equipo encargado de producir ozono para la desinfección o tratamiento avanzado del agua. Su función será proporcionar un espacio seguro, ventilado y controlado para los sistemas generadores de ozono, los compresores, secadores de aire, transformadores y tableros eléctricos, asegurando una operación estable y eficiente.
19	Almacenamiento de químicos	Esta estará destinada para recibir, contener y resguardar los productos químicos necesarios para el tratamiento del agua, como coagulantes, floculantes, hipoclorito, ácido, cal o carbón activado.
20	Caseta de dosificación de químicos	En esta se alojarán los equipos de dosificación, como bombas dosificadoras, tanques de preparación, paneles de control y líneas de inyección. Su función será garantizar la aplicación precisa y controlada de los químicos al proceso de potabilización bajo condiciones seguras y accesibles para operación y mantenimiento.
21	Caseta de sopladores	En esta se instalarán los sopladores o compresores de aire, utilizados para aireación, generación de ozono, limpieza de filtros o procesos neumáticos.
22	CCM principal (centro de control de motores)	Esta será una unidad eléctrica central que distribuirá, controlará y protegerá la energía para los motores y equipos críticos de la planta.
23	Ccms secundarios (centro de control de motores)	En esta se tendrán tableros eléctricos complementarios que distribuirán la energía desde el CCM principal hacia zonas o equipos específicos de la planta. Permitirán un control descentralizado, redundancia operativa y facilitarán el mantenimiento al sectorizar la alimentación de equipos.
24	Edificio administrativo	En esta se tendrán oficinas, salas de control, áreas de supervisión, capacitación y servicios del personal.

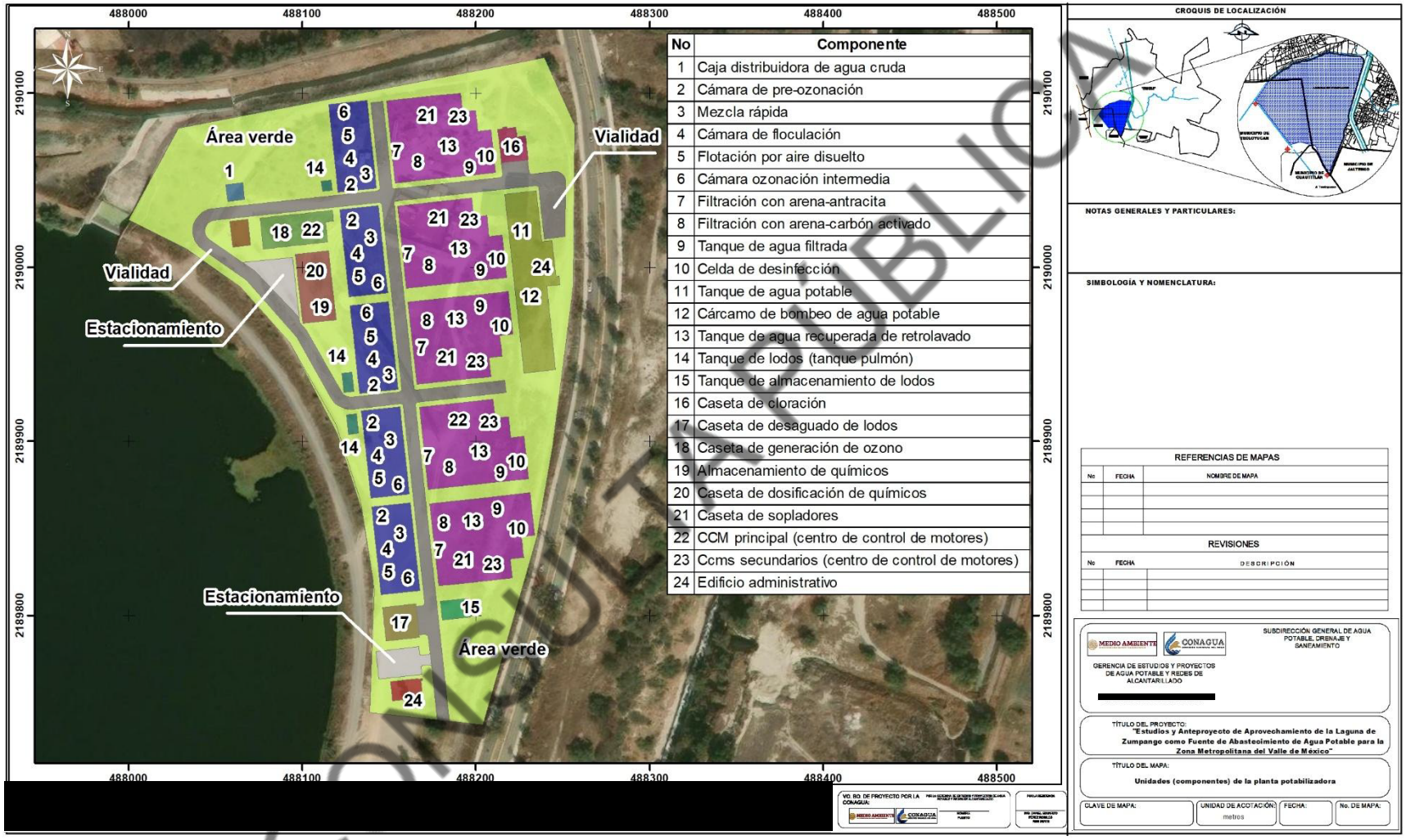
También se tendrán vialidades, áreas de estacionamiento y áreas verdes.

En las siguientes figuras se muestran los componentes de la planta potabilizadora; así como un detalle de los componentes que se muestran agrupados.

.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-20. Ubicación de componentes de la planta potabilizadora.



No	Componente
1	Caja distribuidora de agua cruda
2	Cámara de pre-ozonación
3	Mezcla rápida
4	Cámara de floculación
5	Flotación por aire disuelto
6	Cámara ozonación intermedia
7	Filtración con arena-antracita
8	Filtración con arena-carbón activado
9	Tanque de agua filtrada
10	Celda de desinfección
11	Tanque de agua potable
12	Cárcamo de bombeo de agua potable
13	Tanque de agua recuperada de retrolavado
14	Tanque de lodos (tanque pulmón)
15	Tanque de almacenamiento de lodos
16	Caseta de cloración
17	Caseta de desaguado de lodos
18	Caseta de generación de ozono
19	Almacenamiento de químicos
20	Caseta de dosificación de químicos
21	Caseta de sopladores
22	CCM principal (centro de control de motores)
23	Ccms secundarios (centro de control de motores)
24	Edificio administrativo

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-21. Ubicación de componentes de la planta potabilizadora (agrupados).



CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.1.10 Líneas de conducción de agua potable

Las coordenadas particulares de los polígonos de la línea de conducción norte y línea de conducción sur se muestran en las siguientes tablas en UTM, WGS-84, Zona 14.

Tabla 2-24. Coordenadas del polígono de la línea de conducción norte.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	488,263.89	2,190,052.43		21	488,444.74	2,190,861.04
2	488,262.01	2,190,020.91		22	488,432.79	2,190,867.95
3	488,253.16	2,190,021.43		23	488,437.24	2,190,875.63
4	488,252.56	2,190,021.47		24	488,437.54	2,190,876.15
5	488,252.03	2,190,021.50		25	488,437.80	2,190,876.61
6	488,251.50	2,190,021.53		26	488,438.07	2,190,877.07
7	488,250.90	2,190,021.57		27	488,438.37	2,190,877.59
8	488,242.05	2,190,022.10		28	488,442.81	2,190,885.26
9	488,244.98	2,190,071.38		29	488,465.07	2,190,872.38
10	488,271.56	2,190,072.90		30	488,461.72	2,190,752.74
11	488,268.57	2,190,099.51		31	488,423.55	2,190,669.34
12	488,265.54	2,190,113.82		32	488,413.13	2,190,632.26
13	488,301.55	2,190,225.33		33	488,407.41	2,190,418.62
14	488,324.53	2,190,231.14		34	488,382.72	2,190,404.67
15	488,339.02	2,190,293.64		35	488,358.56	2,190,289.33
16	488,365.00	2,190,417.63		36	488,341.26	2,190,214.74
17	488,387.72	2,190,430.47		37	488,317.18	2,190,208.65
18	488,393.20	2,190,635.28		38	488,286.21	2,190,112.74
19	488,404.72	2,190,676.25		39	488,288.33	2,190,102.70
20	488,441.84	2,190,757.36		40	488,293.80	2,190,054.13

Tabla 2-25. Coordenadas del polígono de la línea de conducción sur.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	490,765.01	2,179,471.76		116	495,761.32	2,168,641.87		231	489,666.15	2,178,851.77
2	490,724.71	2,179,432.48		117	495,750.03	2,168,666.13		232	489,536.39	2,179,016.16
3	490,696.09	2,179,422.62		118	495,742.90	2,168,681.01		233	489,266.34	2,179,362.92
4	490,505.22	2,179,446.00		119	495,734.58	2,168,698.88		234	489,074.77	2,179,602.14
5	490,175.97	2,179,485.16		120	495,726.42	2,168,716.93		235	489,079.45	2,179,626.99
6	489,966.96	2,179,510.98		121	495,714.46	2,168,733.13		236	489,102.27	2,179,633.85
7	489,757.97	2,179,536.80		122	495,693.24	2,168,779.32		237	489,489.40	2,179,583.65
8	489,487.55	2,179,568.76		123	495,690.24	2,168,796.92		238	489,759.77	2,179,551.69
9	489,103.51	2,179,618.56		124	495,687.98	2,168,802.15		239	489,968.79	2,179,525.86
10	489,092.50	2,179,615.25		125	495,679.74	2,168,821.30		240	490,177.77	2,179,500.05
11	489,090.78	2,179,606.14		126	495,674.20	2,168,833.95		241	490,507.01	2,179,460.90
12	489,278.11	2,179,372.22		127	495,666.85	2,168,850.85		242	490,694.48	2,179,437.93

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
13	489,548.20	2,179,025.41	128	495,655.92	2,168,875.44	243	490,716.65	2,179,445.57
14	489,678.45	2,178,860.40	129	495,650.42	2,168,888.13	244	490,747.00	2,179,475.16
15	489,731.41	2,178,775.17	130	495,636.00	2,168,919.93	245	490,637.97	2,179,715.79
16	490,235.35	2,177,921.82	131	495,627.95	2,168,937.64	246	490,525.69	2,179,962.36
17	490,237.35	2,177,905.02	132	495,612.43	2,168,972.29	247	489,950.99	2,181,242.72
18	490,291.81	2,177,811.32	133	495,597.86	2,169,004.11	248	489,647.07	2,181,892.37
19	490,530.55	2,177,402.51	134	495,584.37	2,169,034.86	249	489,475.89	2,182,269.27
20	490,607.45	2,177,268.30	135	495,569.70	2,169,067.29	250	489,356.96	2,182,527.04
21	490,752.98	2,177,359.40	136	495,563.11	2,169,081.80	251	489,343.25	2,182,545.01
22	490,815.35	2,177,259.24	137	495,553.81	2,169,101.59	252	489,282.40	2,182,671.02
23	490,977.36	2,177,312.63	138	495,547.43	2,169,115.32	253	489,278.07	2,182,693.39
24	491,035.79	2,177,320.44	139	495,539.13	2,169,132.95	254	489,263.65	2,182,726.83
25	491,189.48	2,177,402.54	140	495,529.04	2,169,153.10	255	489,164.50	2,182,942.25
26	491,428.65	2,176,918.41	141	495,524.63	2,169,161.35	256	489,117.36	2,183,046.96
27	491,868.71	2,177,109.69	142	495,517.43	2,169,175.56	257	488,985.67	2,183,328.68
28	491,915.52	2,177,006.68	143	495,506.92	2,169,195.68	258	488,935.64	2,183,419.34
29	491,917.32	2,176,993.84	144	495,493.56	2,169,219.59	259	488,892.48	2,183,521.52
30	491,943.73	2,176,936.78	145	495,478.23	2,169,247.45	260	488,851.03	2,183,637.01
31	492,585.67	2,175,556.41	146	495,466.81	2,169,268.80	261	488,785.12	2,183,649.94
32	494,092.92	2,172,263.17	147	495,450.54	2,169,299.41	262	488,738.65	2,183,744.72
33	494,103.90	2,172,239.18	148	495,435.26	2,169,327.57	263	488,764.00	2,183,833.61
34	495,134.88	2,169,986.56	149	495,419.14	2,169,356.24	264	488,759.45	2,183,848.22
35	495,145.53	2,169,963.28	150	495,398.83	2,169,394.18	265	488,701.31	2,183,906.85
36	495,140.76	2,169,935.95	151	495,370.46	2,169,445.76	266	488,590.72	2,184,159.00
37	495,142.77	2,169,930.87	152	495,364.89	2,169,478.04	267	488,466.09	2,184,446.24
38	495,140.20	2,169,929.64	153	495,363.73	2,169,480.13	268	488,429.83	2,184,504.73
39	495,156.95	2,169,887.27	154	495,355.96	2,169,500.37	269	488,193.20	2,185,034.43
40	495,159.71	2,169,888.03	155	495,285.88	2,169,624.55	270	487,563.54	2,186,415.81
41	495,161.18	2,169,884.32	156	495,235.58	2,169,715.90	271	487,580.48	2,186,503.45
42	495,185.44	2,169,851.18	157	495,172.57	2,169,843.37	272	487,533.48	2,186,608.44
43	495,268.59	2,169,682.94	158	495,172.32	2,169,843.72	273	487,450.61	2,186,821.78
44	495,379.24	2,169,483.09	159	495,154.71	2,169,883.39	274	487,416.21	2,186,993.81
45	495,388.09	2,169,431.84	160	495,128.41	2,169,952.46	275	487,415.55	2,187,034.29
46	495,535.07	2,169,155.15	161	495,129.95	2,169,961.28	276	487,421.38	2,187,077.03
47	495,573.83	2,169,072.68	162	495,121.24	2,169,980.31	277	487,364.86	2,187,084.86
48	495,696.82	2,168,798.45	163	494,090.26	2,172,232.94	278	487,373.03	2,187,143.82
49	495,699.73	2,168,781.32	164	494,079.28	2,172,256.93	279	487,417.22	2,187,292.88
50	495,720.29	2,168,736.58	165	492,572.05	2,175,550.13	280	487,441.65	2,187,369.35
51	495,731.11	2,168,721.93	166	491,930.13	2,176,930.47	281	487,491.59	2,187,543.34
52	495,881.78	2,168,392.38	167	491,902.77	2,176,989.56	282	487,566.27	2,187,762.40
53	495,601.88	2,168,266.20	168	491,900.97	2,177,002.45	283	487,713.53	2,188,241.53
54	495,584.95	2,168,253.93	169	491,861.15	2,177,090.05	284	487,864.14	2,188,720.22
55	495,569.94	2,168,230.35	170	491,421.52	2,176,898.96	285	487,996.88	2,189,152.58
56	495,227.39	2,167,653.87	171	491,182.89	2,177,382.01	286	488,140.90	2,189,686.85
57	495,434.55	2,167,539.88	172	491,040.47	2,177,305.93	287	488,195.16	2,189,728.43
58	495,672.23	2,167,412.49	173	490,980.73	2,177,297.95	288	488,244.42	2,189,905.79
59	495,546.86	2,167,205.67	174	490,808.85	2,177,241.30	289	488,252.99	2,189,953.52

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
60	495,458.70	2,167,062.48	175	490,748.19	2,177,338.71	290	488,255.20	2,189,987.73
61	495,453.02	2,167,048.31	176	490,602.19	2,177,247.31	291	488,243.17	2,189,991.46
62	495,463.70	2,166,974.73	177	490,517.57	2,177,395.00	292	488,246.02	2,190,000.64
63	495,467.95	2,166,961.44	178	490,368.70	2,177,649.91	293	488,246.17	2,190,001.15
64	495,484.39	2,166,927.26	179	489,367.28	2,176,730.10	294	488,246.49	2,190,002.16
65	495,523.40	2,166,868.63	180	489,187.77	2,176,513.15	295	488,246.81	2,190,003.18
66	495,546.33	2,166,823.01	181	488,984.73	2,176,327.57	296	488,246.96	2,190,003.69
67	495,574.73	2,166,781.08	182	488,929.12	2,176,277.03	297	488,247.61	2,190,005.78
68	495,641.87	2,166,695.83	183	488,839.62	2,176,195.79	298	488,265.81	2,190,000.14
69	495,682.64	2,166,662.18	184	488,718.35	2,176,087.07	299	488,270.77	2,189,995.98
70	495,489.50	2,166,389.24	185	488,392.16	2,175,791.20	300	488,267.91	2,189,951.71
71	495,506.08	2,166,347.26	186	488,237.17	2,175,655.25	301	488,259.07	2,189,902.45
72	495,480.25	2,166,306.71	187	488,189.19	2,175,603.92	302	488,208.27	2,189,719.58
73	495,340.33	2,166,117.01	188	487,836.07	2,175,273.79	303	488,154.06	2,189,678.03
74	495,333.71	2,166,102.91	189	487,826.34	2,175,267.51	304	488,011.29	2,189,148.43
75	495,331.14	2,166,104.12	190	487,797.20	2,175,245.26	305	487,878.47	2,188,715.77
76	495,330.69	2,166,104.33	191	487,759.43	2,175,210.78	306	487,727.85	2,188,237.08
77	495,330.28	2,166,104.53	192	487,612.02	2,175,075.59	307	487,580.54	2,187,757.77
78	495,329.87	2,166,104.72	193	487,464.72	2,174,940.26	308	487,505.90	2,187,538.85
79	495,329.42	2,166,104.93	194	487,389.11	2,174,866.68	309	487,456.01	2,187,365.00
80	495,327.61	2,166,105.78	195	487,357.25	2,174,838.72	310	487,431.56	2,187,288.46
81	495,334.51	2,166,120.47	196	487,287.17	2,174,779.61	311	487,387.73	2,187,140.65
82	495,474.69	2,166,310.52	197	487,189.85	2,174,691.07	312	487,381.77	2,187,097.66
83	495,498.55	2,166,347.98	198	487,137.47	2,174,641.99	313	487,438.26	2,187,089.83
84	495,481.89	2,166,390.15	199	487,187.88	2,174,588.49	314	487,430.56	2,187,033.39
85	495,673.53	2,166,660.97	200	487,183.48	2,174,584.34	315	487,431.19	2,186,995.42
86	495,637.02	2,166,691.09	201	487,183.12	2,174,584.00	316	487,465.06	2,186,826.00
87	495,569.29	2,166,777.10	202	487,182.79	2,174,583.69	317	487,547.32	2,186,614.22
88	495,540.51	2,166,819.60	203	487,182.46	2,174,583.37	318	487,596.10	2,186,505.26
89	495,517.56	2,166,865.23	204	487,182.10	2,174,583.03	319	487,579.17	2,186,417.67
90	495,478.52	2,166,923.92	205	487,180.61	2,174,581.63	320	488,206.87	2,185,040.60
91	495,461.68	2,166,958.94	206	487,123.31	2,174,642.43	321	488,443.11	2,184,511.77
92	495,457.11	2,166,973.20	207	487,183.06	2,174,698.41	322	488,479.42	2,184,453.22
93	495,446.09	2,167,049.14	208	487,280.58	2,174,787.14	323	488,604.47	2,184,165.00
94	495,452.66	2,167,065.52	209	487,350.73	2,174,846.30	324	488,713.92	2,183,915.43
95	495,541.11	2,167,209.18	210	487,382.32	2,174,874.03	325	488,772.68	2,183,856.18
96	495,662.78	2,167,409.90	211	487,457.85	2,174,947.53	326	488,779.65	2,183,833.80
97	495,431.33	2,167,533.96	212	487,605.26	2,175,082.95	327	488,754.65	2,183,746.15
98	495,218.03	2,167,651.32	213	487,752.68	2,175,218.16	328	488,795.31	2,183,663.23
99	495,564.20	2,168,233.88	214	487,790.78	2,175,252.94	329	488,862.28	2,183,650.10
100	495,579.95	2,168,258.64	215	487,820.59	2,175,275.70	330	488,906.46	2,183,526.98
101	495,598.48	2,168,272.06	216	487,829.89	2,175,281.70	331	488,949.15	2,183,425.90
102	495,873.52	2,168,396.05	217	488,182.11	2,175,611.00	332	488,999.04	2,183,335.49
103	495,859.96	2,168,425.75	218	488,230.21	2,175,662.44	333	489,130.99	2,183,053.22
104	495,853.71	2,168,439.23	219	488,385.50	2,175,798.66	334	489,178.15	2,182,948.47
105	495,843.34	2,168,461.82	220	488,711.65	2,176,094.49	335	489,277.36	2,182,732.94

CONSULTA PUBLICA

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
106	495,832.43	2,168,485.62		221	488,832.92	2,176,203.21		336	489,292.49	2,182,697.84
107	495,825.95	2,168,500.41		222	488,922.40	2,176,284.44		337	489,296.75	2,182,675.78
108	495,816.17	2,168,522.40		223	488,978.00	2,176,334.96		338	489,356.10	2,182,552.90
109	495,810.06	2,168,535.74		224	489,180.51	2,176,520.06		339	489,369.88	2,182,534.83
110	495,801.24	2,168,554.95		225	489,360.01	2,176,737.00		340	489,489.53	2,182,275.52
111	495,795.97	2,168,566.70		226	490,363.54	2,177,658.75		341	489,660.69	2,181,898.65
112	495,788.97	2,168,582.30		227	490,278.85	2,177,803.77		342	489,964.62	2,181,248.97
113	495,780.94	2,168,599.56		228	490,222.82	2,177,900.16		343	490,539.36	2,179,968.54
114	495,775.65	2,168,610.41		229	490,220.83	2,177,916.91		344	490,651.63	2,179,721.99
115	495,766.92	2,168,629.67		230	489,718.58	2,178,767.39		345	490,765.01	2,179,471.76

En las siguientes tablas se muestran las coordenadas de los ejes de las líneas de conducción norte y sur.

Tabla 2-26. Coordenadas del eje de la línea de conducción norte.

t	X	Y
1	488,252.03	2,190,021.50
2	488,254.43	2,190,061.90
3	488,282.68	2,190,063.52
4	488,278.45	2,190,101.11
5	488,275.87	2,190,113.28
6	488,309.37	2,190,216.99
7	488,332.89	2,190,222.94
8	488,348.79	2,190,291.49
9	488,373.86	2,190,411.15
10	488,397.57	2,190,424.54
11	488,403.17	2,190,633.77
12	488,414.14	2,190,672.80
13	488,451.78	2,190,755.05
14	488,454.90	2,190,866.71
15	488,437.80	2,190,876.61

Tabla 2-27. Coordenadas del eje de la línea de conducción sur tramo 1.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	488,246.49	2,190,002.16		33	488,901.80	2,183,525.16
2	488,264.69	2,189,996.52		34	488,944.65	2,183,423.71
3	488,262.94	2,189,952.31		35	488,994.58	2,183,333.22
4	488,254.19	2,189,903.57		36	489,126.45	2,183,051.13
5	488,203.90	2,189,722.53		37	489,173.60	2,182,946.39
6	488,149.67	2,189,680.97		38	489,272.79	2,182,730.90
7	488,006.49	2,189,149.82		39	489,287.68	2,182,696.36

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
8	487,873.69	2,188,717.25		40	489,291.97	2,182,674.19
9	487,723.08	2,188,238.56		41	489,351.82	2,182,550.27
10	487,575.79	2,187,759.32		42	489,365.58	2,182,532.23
11	487,501.13	2,187,540.35		43	489,484.98	2,182,273.44
12	487,451.22	2,187,366.45		44	489,656.15	2,181,896.56
13	487,426.78	2,187,289.93		45	489,960.08	2,181,246.88
14	487,382.83	2,187,141.70		46	490,534.80	2,179,966.48
15	487,376.13	2,187,093.40		47	490,647.08	2,179,719.92
16	487,432.63	2,187,085.57		48	490,759.01	2,179,472.89
17	487,425.56	2,187,033.69		49	490,722.03	2,179,436.85
18	487,426.19	2,186,994.88		50	490,695.55	2,179,427.73
19	487,460.24	2,186,824.60		51	490,505.82	2,179,450.97
20	487,542.71	2,186,612.29		52	490,176.57	2,179,490.12
21	487,590.89	2,186,504.65		53	489,967.57	2,179,515.94
22	487,573.96	2,186,417.05		54	489,758.57	2,179,541.76
23	488,202.32	2,185,038.55		55	489,488.17	2,179,573.72
24	488,438.68	2,184,509.43		56	489,103.10	2,179,623.66
25	488,474.98	2,184,450.89		57	489,088.15	2,179,619.16
26	488,599.89	2,184,163.00		58	489,085.44	2,179,604.81
27	488,709.72	2,183,912.57		59	489,274.19	2,179,369.12
28	488,767.24	2,183,852.96		60	489,544.26	2,179,022.33
29	488,773.33	2,183,832.35		61	489,674.35	2,178,857.53
30	488,748.52	2,183,745.92		62	489,727.13	2,178,772.58
31	488,791.92	2,183,658.80		63	490,165.81	2,178,029.74
32	488,858.53	2,183,645.73				

Tabla 2-28. Coordenadas del eje de la línea de conducción sur tramo 2.

Vértice	X	Y
1	490,165.81	2,178,029.74
2	490,230.51	2,177,920.18
3	490,232.51	2,177,903.40
4	490,287.49	2,177,808.80
5	490,372.63	2,177,663.02
6	490,526.22	2,177,400.00
7	490,605.69	2,177,261.30
8	490,751.38	2,177,352.50
9	490,813.19	2,177,253.26
10	490,978.48	2,177,307.74
11	491,037.35	2,177,315.60

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y
12	491,187.28	2,177,395.70
13	491,426.27	2,176,911.92
14	491,866.19	2,177,103.14
15	491,910.67	2,177,005.27
16	491,912.47	2,176,992.41
17	491,939.20	2,176,934.68
18	492,581.13	2,175,554.32
19	494,099.35	2,172,237.10

Tabla 2-29. Coordenadas del eje de la línea de conducción sur tramo FFCC.

Vértice	X	Y
1	490,372.63	2,177,663.02
2	489,362.19	2,176,734.93
3	489,182.69	2,176,517.99
4	488,980.02	2,176,332.74
5	488,924.42	2,176,282.22
6	488,834.93	2,176,200.98
7	488,713.66	2,176,092.26
8	488,387.50	2,175,796.42
9	488,232.30	2,175,660.28
10	488,184.24	2,175,608.87
11	487,831.75	2,175,279.33
12	487,822.32	2,175,273.24
13	487,792.70	2,175,250.64
14	487,754.70	2,175,215.95
15	487,607.29	2,175,080.74
16	487,459.91	2,174,945.35
17	487,384.36	2,174,871.82
18	487,352.69	2,174,844.02
19	487,282.56	2,174,784.88
20	487,185.10	2,174,696.21
21	487,127.56	2,174,642.30
22	487,182.79	2,174,583.69

Tabla 2-30. Coordenadas del eje de la línea de conducción sur tramo Chiconautla.

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	494,096.99	2,172,236.01		26	495,727.83	2,168,720.00
2	494,097.76	2,172,234.32		27	495,876.75	2,168,394.27
3	494,101.70	2,172,232.85		28	495,599.97	2,168,269.50

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
4	494,294.31	2,171,805.25		29	495,582.14	2,168,256.58
5	494,526.10	2,171,295.22		30	495,566.71	2,168,232.34
6	494,551.49	2,171,240.81		31	495,222.13	2,167,652.44
7	494,560.30	2,171,236.34		32	495,432.74	2,167,536.55
8	494,668.87	2,171,000.07		33	495,666.92	2,167,411.03
9	494,751.83	2,170,818.06		34	495,543.63	2,167,207.64
10	494,858.92	2,170,581.10		35	495,455.31	2,167,064.19
11	494,938.61	2,170,407.32		36	495,449.12	2,167,048.77
12	495,016.74	2,170,235.56		37	495,460.00	2,166,973.87
13	495,131.43	2,169,984.98		38	495,464.42	2,166,960.03
14	495,141.60	2,169,962.78		39	495,481.09	2,166,925.38
15	495,136.84	2,169,935.55		40	495,520.12	2,166,866.72
16	495,157.83	2,169,882.47		41	495,543.06	2,166,821.09
17	495,182.19	2,169,849.21		42	495,571.67	2,166,778.84
18	495,265.24	2,169,681.18		43	495,639.14	2,166,693.16
19	495,375.61	2,169,481.81		44	495,677.52	2,166,661.50
20	495,384.46	2,169,430.60		45	495,485.22	2,166,389.75
21	495,531.68	2,169,153.46		46	495,501.84	2,166,347.66
22	495,570.39	2,169,071.10		47	495,477.13	2,166,308.85
23	495,693.16	2,168,797.34		48	495,337.06	2,166,118.96
24	495,696.08	2,168,780.19		49	495,330.28	2,166,104.53
25	495,717.01	2,168,734.64				

En las siguientes figuras se muestran la ubicación de los polígonos de la línea de conducción norte y línea de conducción sur.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-22. Ubicación del polígono de la línea de conducción norte.

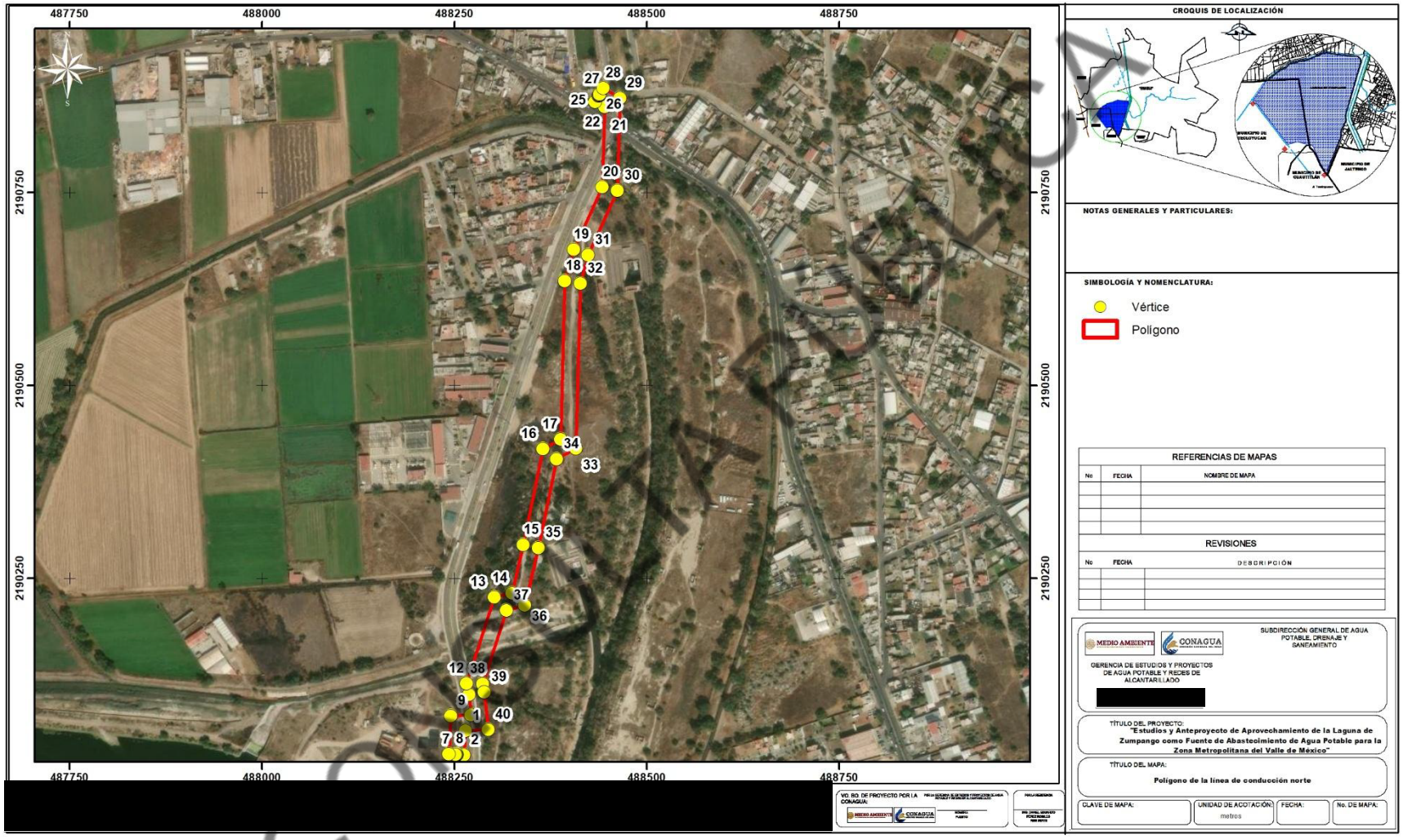
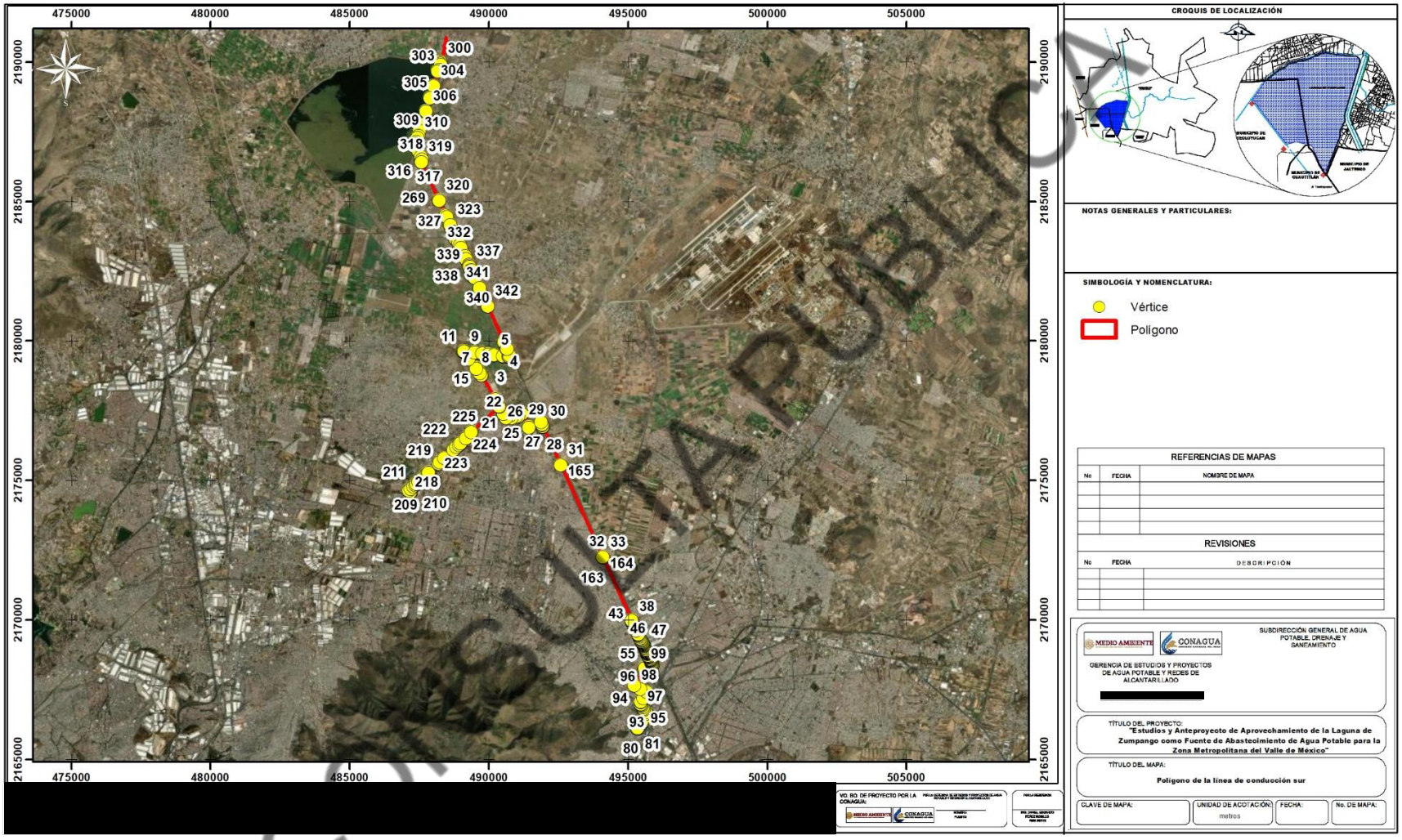


Figura 2-23. Ubicación del polígono de la línea de conducción sur.



COPIA PÚBLICA

La línea de conducción norte está conformada por 1 componente el cual se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2-31. Componente de la línea de conducción norte.

No	Componente	Descripción
1	Tubería de 42 pulgadas de acero al carbón	En la planta de tratamiento se construirá una planta de bombeo denominada norte (esta pertenecerá al componente cárcamo de bombeo de agua potable). Esta planta transferirá caudales desde la planta potabilizadora hacia el acueducto Tizayuca–Pachuca, alimentando el rebombeo Coyotepec. La tubería tendrá una longitud de 998 metros.

La línea de conducción sur está conformada por 3 componente el cual se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2-32. Componente de la línea de conducción sur.

No	Componente	Descripción
2.1	Tubería de acero al carón de 84 pulgadas.	En la planta de tratamiento se construirá una planta de bombeo denominada sur (esta pertenecerá al componente cárcamo de bombeo de agua potable). Este tramo denominado sur y tendrá una longitud de 15,193 metros.
2.2	Tubería de acero al carón de 72 pulgadas.	Este tramo también será parte del denominado sur y tendrá una longitud de 8,862 metros.
3	Tubería de PFRV de 36 pulgadas.	Este tramo será denominado FFCC y tendrá una longitud de 4,517 metros.
4	Tubería de acero helicoidal de 36 pulgadas.	Este tramo será denominado ramal Chiconautla y tendrá una longitud de 7,341 metros.

De la tabla anterior la conducción inicia en la planta de bombeo sur de la planta potabilizadora, incorporará la conexión Zumpango–Línea Metropolitana como parte de la propia línea principal y continuará su trazo hasta integrarse con la línea metropolitana y el macrocircuito, permitiendo la distribución de caudales a lo largo del sistema.

En las siguientes figuras se muestran los componentes de la línea de conducción norte y línea de conducción sur.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-24 Componentes de la línea de conducción norte y línea de conducción sur (1 de 2)

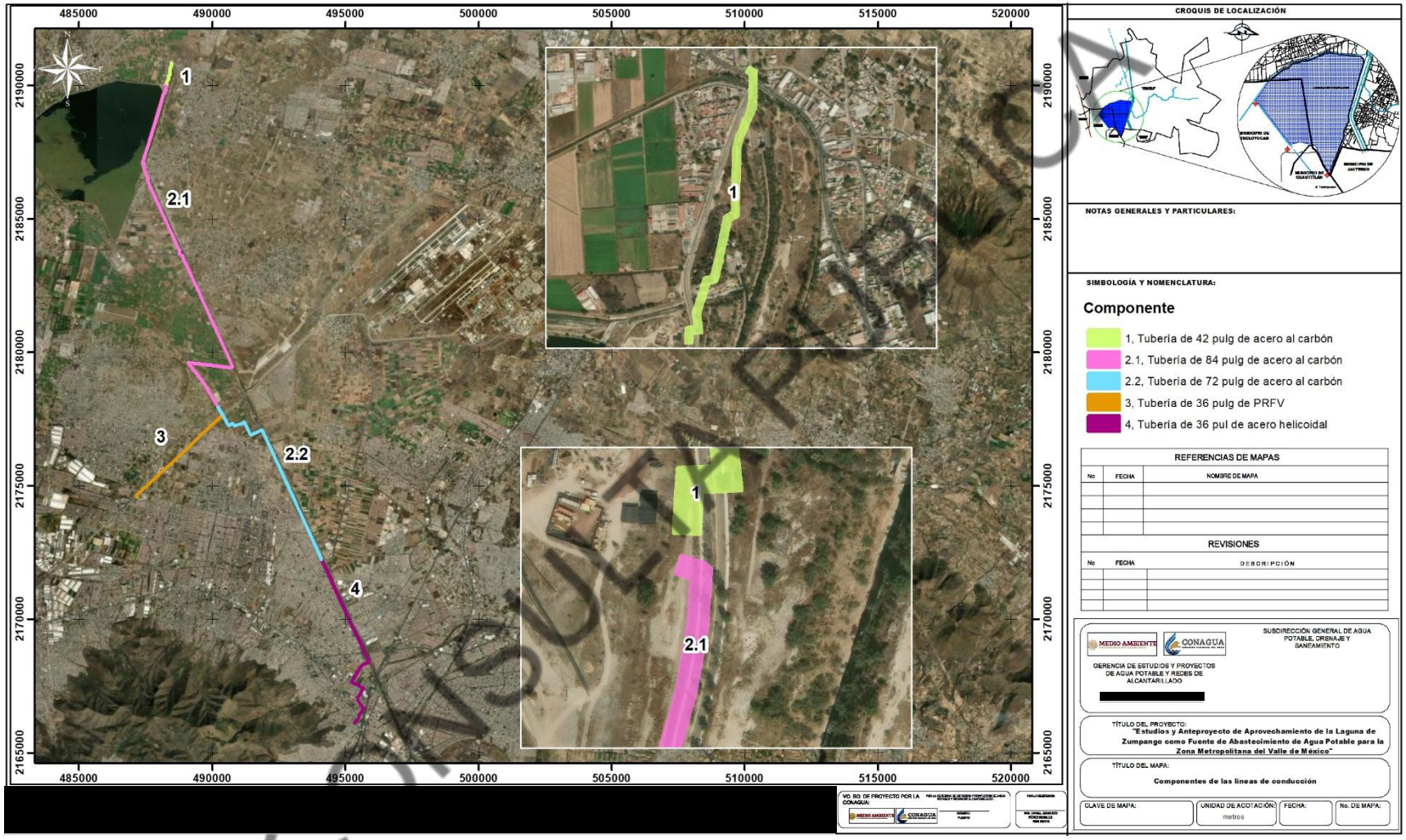
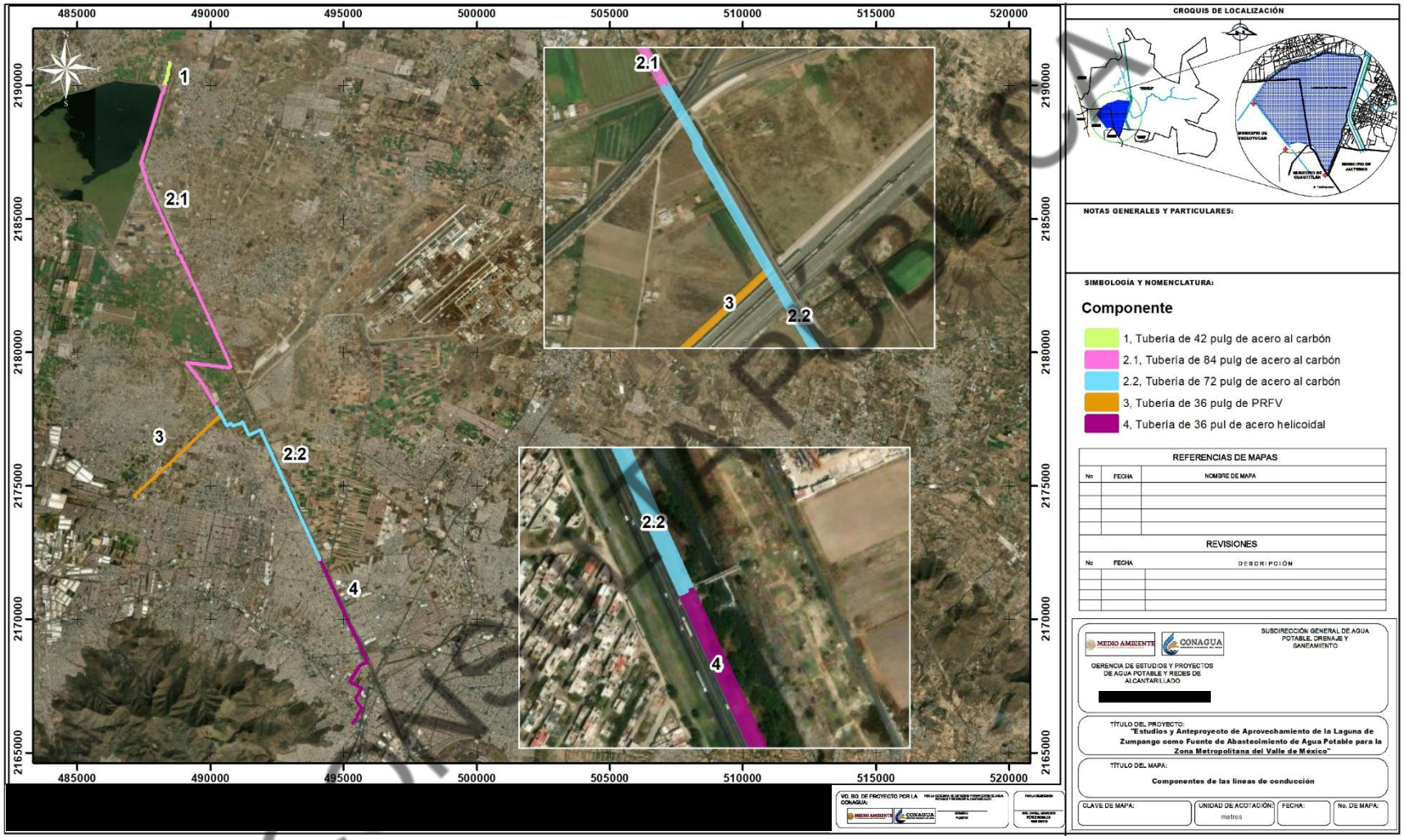


Figura 2-25 Componentes de la línea de conducción norte y línea de conducción sur (2 de 2)



En el anexo 02, 2_1 se integran los archivos shapefile, kml y coordenadas en excel del área del Proyecto y por componente, y en el anexo 2_3. Se integran los archivos shapefile, kml y coordenadas en Excel de los polígonos por componente del Proyecto.

2.1.3.1.11 Área sin afectación

Las coordenadas particulares del área sin afectación se muestran en la siguiente tabla en UTM, WGS-84, Zona 14.

Tabla 2-33 Coordenadas del área sin afectación

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
1	488,011.58	2,189,417.75		116	484,212.17	2,187,696.29		231	484,353.24	2,189,458.81
2	487,981.82	2,189,426.29		117	485,023.50	2,186,884.96		232	484,355.17	2,189,459.98
3	487,891.92	2,189,365.67		118	485,036.72	2,186,872.27		233	484,368.78	2,189,472.19
4	487,885.60	2,189,343.65		119	485,050.43	2,186,860.11		234	484,391.15	2,189,492.26
5	487,490.88	2,187,968.16		120	485,064.63	2,186,848.52		235	484,395.11	2,189,496.86
6	487,482.91	2,187,940.37		121	485,079.28	2,186,837.52		236	484,398.94	2,189,501.31
7	487,526.99	2,187,841.31		122	485,094.36	2,186,827.11		237	484,417.08	2,189,522.42
8	487,541.10	2,187,837.26		123	485,109.85	2,186,817.31		238	484,440.36	2,189,560.52
9	487,510.89	2,187,729.17		124	485,125.72	2,186,808.15		239	484,450.42	2,189,575.30
10	487,509.20	2,187,723.14		125	485,141.94	2,186,799.63		240	484,453.81	2,189,580.29
11	487,450.32	2,187,512.46		126	485,158.50	2,186,791.78		241	484,476.35	2,189,613.43
12	487,428.44	2,187,434.18		127	485,175.36	2,186,784.60		242	484,502.80	2,189,635.66
13	487,337.85	2,187,108.23		128	485,192.49	2,186,778.10		243	484,527.78	2,189,651.14
14	487,328.65	2,187,110.87		129	485,209.87	2,186,772.30		244	484,529.26	2,189,652.06
15	487,320.93	2,187,083.95		130	485,227.47	2,186,767.20		245	484,557.31	2,189,662.12
16	487,330.56	2,187,081.19		131	485,986.34	2,186,563.86		246	484,588.00	2,189,670.59
17	487,324.73	2,187,051.32		132	486,001.57	2,186,559.40		247	484,644.62	2,189,679.58
18	487,320.76	2,187,026.72		133	486,016.58	2,186,554.25		248	484,649.21	2,189,680.11
19	487,326.32	2,187,005.29		134	486,031.33	2,186,548.41		249	484,655.17	2,189,680.80
20	487,362.03	2,186,864.79		135	486,045.80	2,186,541.90		250	484,694.89	2,189,685.40
21	487,363.62	2,186,830.66		136	486,059.95	2,186,534.73		251	484,744.10	2,189,692.81
22	487,349.67	2,186,794.48		137	486,073.76	2,186,526.92		252	484,802.15	2,189,702.06
23	487,342.19	2,186,775.10		138	486,087.20	2,186,518.48		253	484,803.90	2,189,702.34
24	487,335.05	2,186,772.72		139	486,100.24	2,186,509.44		254	484,805.31	2,189,702.62
25	487,320.76	2,186,769.54		140	486,112.84	2,186,499.80		255	484,819.99	2,189,705.60
26	487,289.01	2,186,689.37		141	486,124.99	2,186,489.59		256	484,830.85	2,189,707.80
27	487,281.07	2,186,662.39		142	486,126.60	2,186,488.25		257	484,836.73	2,189,708.99
28	487,276.31	2,186,636.19		143	486,128.41	2,186,487.22		258	484,843.06	2,189,710.27
29	487,275.62	2,186,633.60		144	486,130.38	2,186,486.51		259	484,902.33	2,189,728.26
30	487,269.17	2,186,609.20		145	486,132.44	2,186,486.15		260	484,942.54	2,189,745.20
31	487,181.06	2,186,427.44		146	486,134.53	2,186,486.16		261	485,006.44	2,189,766.18
32	487,127.08	2,186,304.40		147	486,136.59	2,186,486.53		262	485,012.15	2,189,768.05
33	487,120.73	2,186,304.40		148	486,138.55	2,186,487.25		263	485,013.45	2,189,768.48
34	487,112.80	2,186,295.67		149	486,140.36	2,186,488.31		264	485,066.37	2,189,779.59
35	487,109.62	2,186,283.77		150	486,141.96	2,186,489.66		265	485,095.16	2,189,785.43
36	487,112.00	2,186,271.07		151	486,154.16	2,186,502.13		266	485,110.43	2,189,788.53

CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
37	487,115.97	2,186,264.72	152	486,164.64	2,186,513.38	267	485,124.56	2,189,791.39
38	487,112.00	2,186,225.03	153	486,165.81	2,186,514.86	268	485,144.68	2,189,795.47
39	487,114.38	2,186,148.83	154	486,166.73	2,186,516.50	269	485,174.83	2,189,800.76
40	487,115.18	2,186,102.00	155	486,167.39	2,186,518.26	270	485,177.44	2,189,801.22
41	487,110.42	2,186,086.92	156	486,167.77	2,186,520.11	271	485,183.35	2,189,802.25
42	487,104.06	2,186,077.39	157	486,167.85	2,186,521.99	272	485,200.86	2,189,805.32
43	487,104.86	2,186,068.66	158	486,167.63	2,186,523.86	273	485,205.01	2,189,806.05
44	487,114.38	2,186,063.10	159	486,167.13	2,186,525.67	274	485,209.49	2,189,806.75
45	487,117.56	2,186,059.93	160	486,166.34	2,186,527.39	275	485,211.34	2,189,807.05
46	487,118.35	2,186,050.40	161	486,165.30	2,186,528.96	276	485,303.69	2,189,821.54
47	487,116.77	2,186,043.26	162	486,164.03	2,186,530.34	277	485,330.25	2,189,825.03
48	487,112.00	2,186,038.50	163	486,150.31	2,186,542.51	278	485,383.06	2,189,834.93
49	487,107.24	2,186,035.32	164	486,136.11	2,186,554.11	279	485,383.27	2,189,835.00
50	487,106.45	2,186,028.97	165	486,121.45	2,186,565.12	280	485,420.54	2,189,847.05
51	487,113.59	2,186,019.45	166	486,106.37	2,186,575.54	281	485,490.41	2,189,879.17
52	487,118.35	2,186,015.48	167	486,090.87	2,186,585.34	282	485,519.07	2,189,891.74
53	487,115.97	2,185,999.60	168	486,075.00	2,186,594.51	283	485,532.35	2,189,898.03
54	487,104.07	2,185,971.03	169	486,058.76	2,186,603.04	284	485,568.00	2,189,912.69
55	487,064.38	2,185,873.40	170	486,042.20	2,186,610.90	285	485,588.27	2,189,918.97
56	486,946.90	2,185,584.47	171	486,025.33	2,186,618.09	286	485,608.84	2,189,929.67
57	486,862.88	2,185,382.09	172	486,008.19	2,186,624.59	287	485,657.77	2,189,949.92
58	486,707.44	2,184,992.49	173	485,990.80	2,186,630.39	288	485,704.53	2,189,967.49
59	486,565.88	2,184,658.46	174	485,973.18	2,186,635.50	289	485,762.48	2,190,000.03
60	486,483.29	2,184,431.95	175	485,214.31	2,186,838.83	290	485,822.80	2,190,027.02
61	486,452.07	2,184,341.47	176	485,198.56	2,186,843.46	291	485,854.55	2,190,038.93
62	486,421.38	2,184,296.49	177	485,183.04	2,186,848.83	292	485,875.19	2,190,046.86
63	486,398.10	2,184,280.61	178	485,167.80	2,186,854.93	293	485,892.65	2,190,048.45
64	486,378.52	2,184,272.15	179	485,152.86	2,186,861.76	294	485,902.18	2,190,052.42
65	486,346.77	2,184,268.44	180	485,138.27	2,186,869.28	295	485,923.61	2,190,061.95
66	486,323.48	2,184,269.50	181	485,124.05	2,186,877.49	296	485,961.71	2,190,073.85
67	486,298.61	2,184,280.08	182	485,110.23	2,186,886.37	297	486,002.19	2,190,083.38
68	486,277.98	2,184,294.37	183	485,096.86	2,186,895.89	298	486,049.02	2,190,100.84
69	486,258.93	2,184,315.54	184	485,083.95	2,186,906.04	299	486,086.33	2,190,116.71
70	486,229.29	2,184,357.87	185	485,071.54	2,186,916.80	300	486,120.89	2,190,125.45
71	486,153.09	2,184,479.58	186	485,059.65	2,186,928.13	301	486,131.81	2,190,124.09
72	486,112.35	2,184,549.43	187	484,251.58	2,187,736.20	302	486,145.46	2,190,124.09
73	486,071.07	2,184,634.63	188	484,271.17	2,187,755.82	303	486,168.67	2,190,117.27
74	486,039.32	2,184,715.06	189	483,321.98	2,188,705.02	304	486,189.15	2,190,115.90
75	485,971.59	2,184,881.75	190	483,320.37	2,188,706.36	305	486,190.51	2,190,115.81
76	485,886.39	2,185,088.12	191	483,318.56	2,188,707.41	306	486,208.27	2,190,114.54
77	485,827.65	2,185,217.24	192	483,316.60	2,188,708.13	307	486,249.23	2,190,118.63
78	485,767.99	2,185,353.37	193	483,314.54	2,188,708.49	308	486,260.15	2,190,126.81
79	485,738.22	2,185,430.10	194	483,312.45	2,188,708.49	309	486,272.44	2,190,128.18
80	485,707.14	2,185,487.64	195	483,310.39	2,188,708.13	310	486,279.37	2,190,130.89
81	485,687.29	2,185,515.43	196	483,308.42	2,188,707.41	311	486,295.88	2,190,137.35
82	485,650.25	2,185,544.53	197	483,306.61	2,188,706.36	312	486,315.72	2,190,142.91
83	485,599.32	2,185,572.97	198	483,305.01	2,188,705.02	313	486,331.60	2,190,147.67

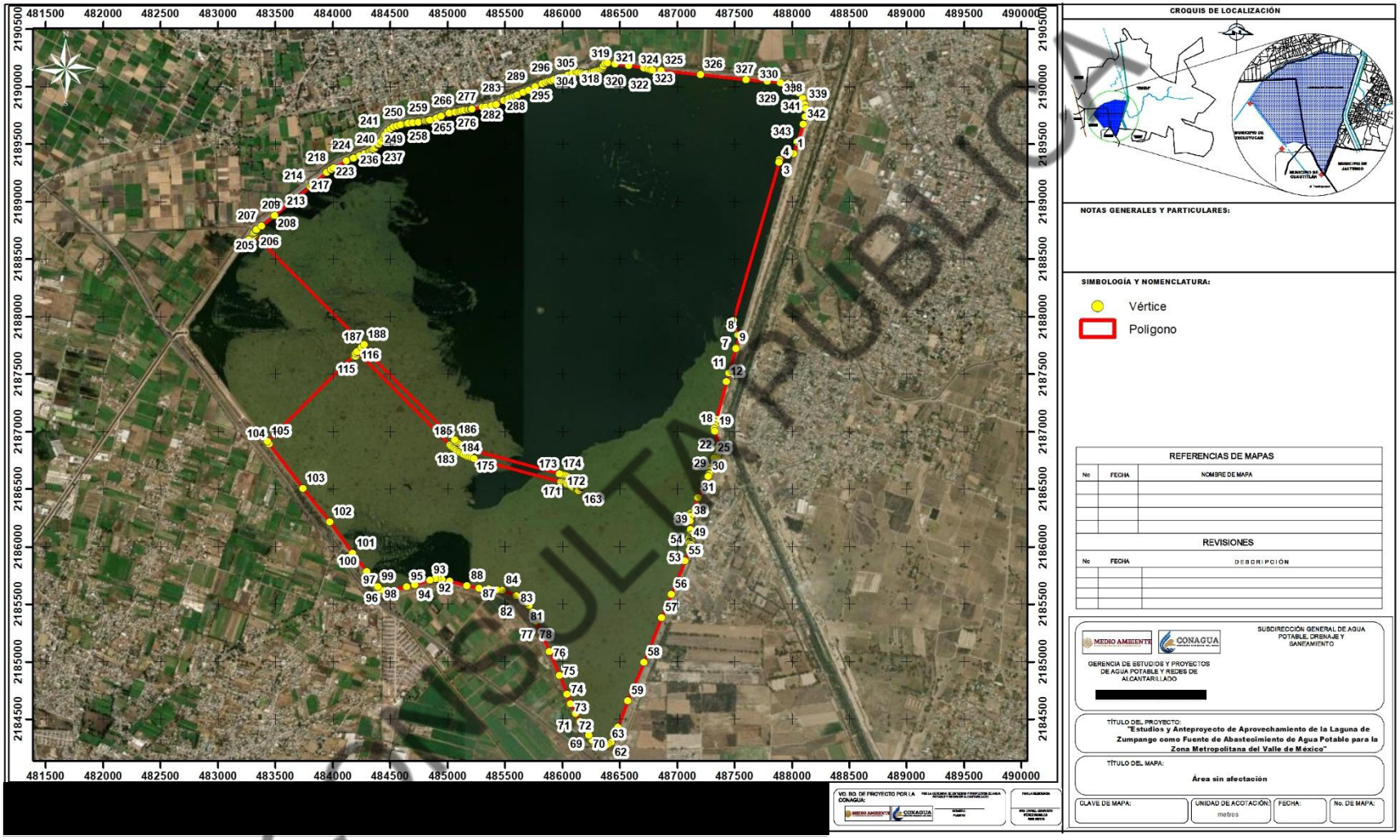
CONSULTA PÚBLICA

Vértice	X	Y		Vértice	X	Y		Vértice	X	Y
84	485,473.64	2,185,617.95		199	483,269.92	2,188,669.93		314	486,343.50	2,190,155.61
85	485,425.35	2,185,626.55		200	483,269.70	2,188,669.89		315	486,350.65	2,190,166.72
86	485,355.24	2,185,631.18		201	483,307.77	2,188,724.26		316	486,357.00	2,190,181.80
87	485,271.90	2,185,637.13		202	483,317.15	2,188,736.45		317	486,368.90	2,190,202.44
88	485,168.05	2,185,658.96		203	483,328.84	2,188,751.65		318	486,390.34	2,190,204.82
89	485,015.25	2,185,697.99		204	483,329.40	2,188,752.38		319	486,459.39	2,190,196.09
90	484,949.10	2,185,713.20		205	483,333.09	2,188,757.18		320	486,576.07	2,190,183.39
91	484,912.72	2,185,719.82		206	483,334.23	2,188,758.65		321	486,707.34	2,190,163.03
92	484,887.59	2,185,720.48		207	483,376.56	2,188,789.08		322	486,750.20	2,190,151.91
93	484,843.27	2,185,709.89		208	483,486.11	2,188,877.27		323	486,768.83	2,190,146.92
94	484,711.64	2,185,669.55		209	483,490.79	2,188,881.03		324	486,782.75	2,190,143.18
95	484,644.17	2,185,652.35		210	483,653.29	2,189,011.84		325	486,857.55	2,190,138.57
96	484,478.81	2,185,618.61		211	483,657.97	2,189,015.60		326	487,201.51	2,190,107.34
97	484,441.76	2,185,618.61		212	483,803.86	2,189,133.04		327	487,598.72	2,190,061.82
98	484,415.31	2,185,626.55		213	483,816.41	2,189,143.76		328	487,785.24	2,190,049.53
99	484,389.51	2,185,653.01		214	483,820.97	2,189,147.66		329	487,899.35	2,190,036.63
100	484,292.94	2,185,782.66		215	483,945.59	2,189,254.13		330	487,964.50	2,190,018.78
101	484,171.89	2,185,940.74		216	483,982.50	2,189,278.73		331	487,965.89	2,190,022.25
102	483,971.65	2,186,214.57		217	483,987.49	2,189,282.06		332	487,967.99	2,190,029.95
103	483,737.71	2,186,507.22		218	484,007.50	2,189,295.41		333	487,985.14	2,190,021.78
104	483,444.68	2,186,895.49		219	484,120.22	2,189,355.73		334	487,999.08	2,190,015.14
105	483,430.22	2,186,914.34		220	484,170.66	2,189,376.45		335	487,993.79	2,190,000.87
106	484,188.23	2,187,672.34		221	484,176.21	2,189,378.73		336	488,010.30	2,189,989.08
107	484,188.23	2,187,652.12		222	484,179.48	2,189,380.07		337	488,059.51	2,189,947.80
108	484,189.30	2,187,652.12		223	484,230.81	2,189,400.71		338	488,093.91	2,189,897.53
109	484,190.37	2,187,652.12		224	484,231.47	2,189,400.98		339	488,111.90	2,189,846.20
110	484,190.37	2,187,674.48		225	484,276.32	2,189,419.23		340	488,119.31	2,189,810.22
111	484,192.85	2,187,676.97		226	484,315.49	2,189,436.64		341	488,116.13	2,189,739.31
112	484,192.85	2,187,657.20		227	484,319.18	2,189,438.28		342	488,098.67	2,189,674.22
113	484,194.38	2,187,657.20		228	484,330.50	2,189,445.10		343	488,045.62	2,189,517.90
114	484,195.90	2,187,657.20		229	484,337.37	2,189,449.25				
115	484,195.90	2,187,680.02		230	484,342.52	2,189,452.35				

En la siguiente figura se muestran las coordenadas del área sin afectación.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-26 Coordenadas del área sin afectación



CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.2 Dimensiones del proyecto

2.1.3.2.1 Dimensiones del área del proyecto

De acuerdo con las coordenadas que conforman la superficie de los 2 polígonos del área del Proyecto, esta corresponde a 1,895.8304 ha. En la siguiente tabla se desglosa la superficie por polígono.

Tabla 2-34 Superficie por polígono del área del Proyecto

Polígono	Superficie en ha
P1	8.1030
P2	1,887.7274
Suma	1,895.8304

2.1.3.2.2 Dimensiones del área del proyecto por componente

En la siguiente tabla se muestran las superficies por componente que conforman el área de proyecto, cabe señalar que esta considera los traslapes entre estas.

Tabla 2-35. Superficie de los componentes del área del proyecto.

No	Componente	Sub componente	Superficie en ha
1	Tanque regulador	-	25.3978
		Desfogue PTAP-R	0.8701
		Área sin afectación (cuerpo de agua)	114.2489
2	Obra de toma de la PTAP-R	-	0.0566
3	Planta de tratamiento de agua pluvial-residual	-	7.7652
		Desfogue PTAP-R	0.0202
		Obra de toma de la PTAP-R	0.0092
4	Desfogue PTAP-R	-	0.2629
5	Dique	-	14.0450
6	Humedal artificial	-	17.0621
7	Obra de toma PP	-	3.1652
8	Planta potabilizadora	-	5.2010
		Linea de conducción norte	0.0651
		Linea de conducción sur	0.1169
		Obra de toma PP	0.0189
9	Línea de conducción norte	-	1.8227
	Línea de conducción sur	-	46.3413
10	Área sin afectación	-	1,659.3613
		Suma	**1,895.8304**

CONSULTA PÚBLICA

En la tabla anterior la superficie que se menciona como área sin afectación es la restante en donde no se desarrollaran obras en la Laguna de Zumpango y en una porción del bordo de la misma laguna. Las obras que se desarrollarán en la Laguna de Zumpango son: tanque regulador, dique y desfogue de la PTAP-R.

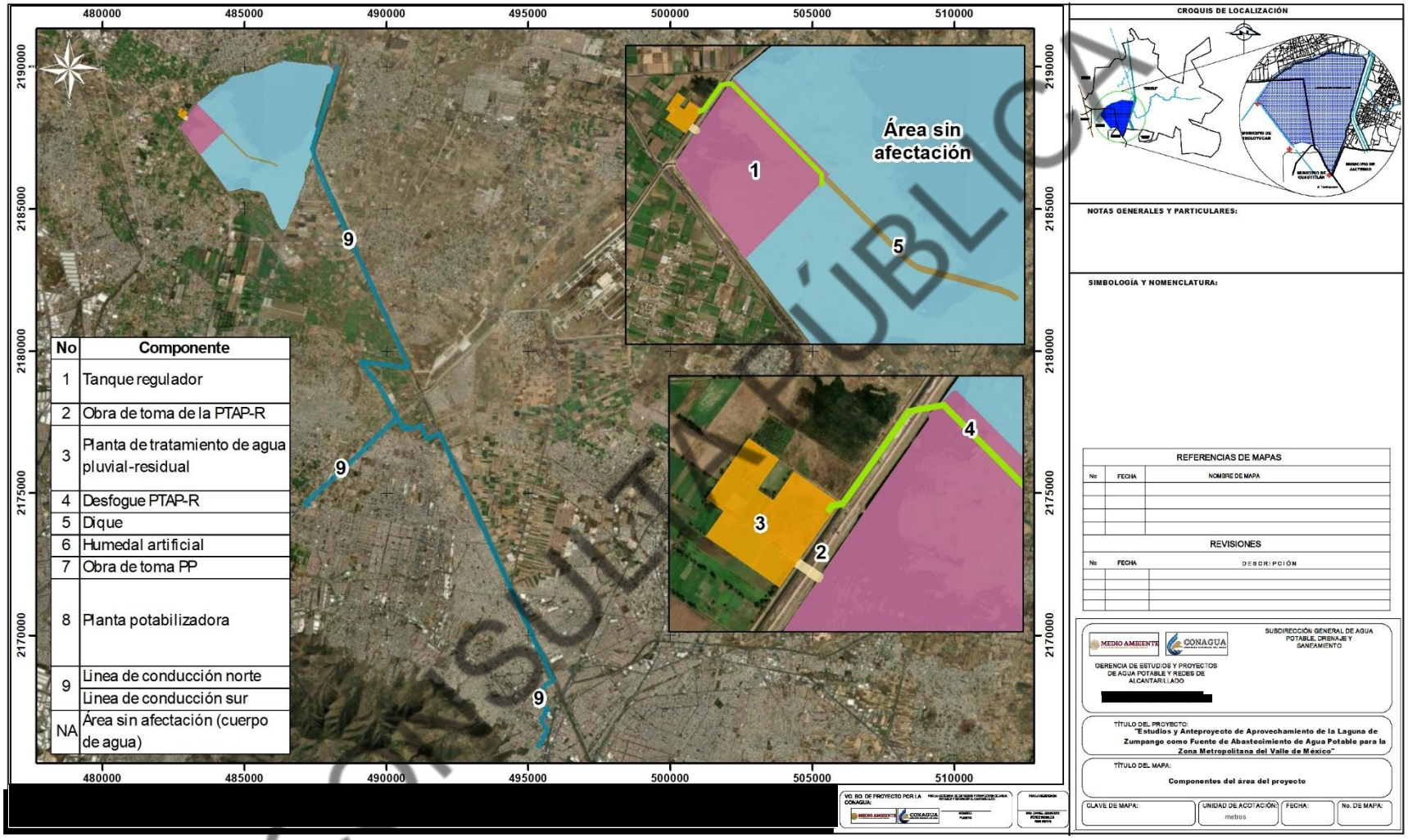
La mayor parte del cuerpo lagunar permanecerá sin intervención directa, limitándose las obras a estructuras hidráulicas puntuales.

En el anexo 02, 2_2 se integran los shapfiles y kml de los componentes del área del Proyecto.

En las siguientes figuras se muestran los componentes del área del Proyecto.

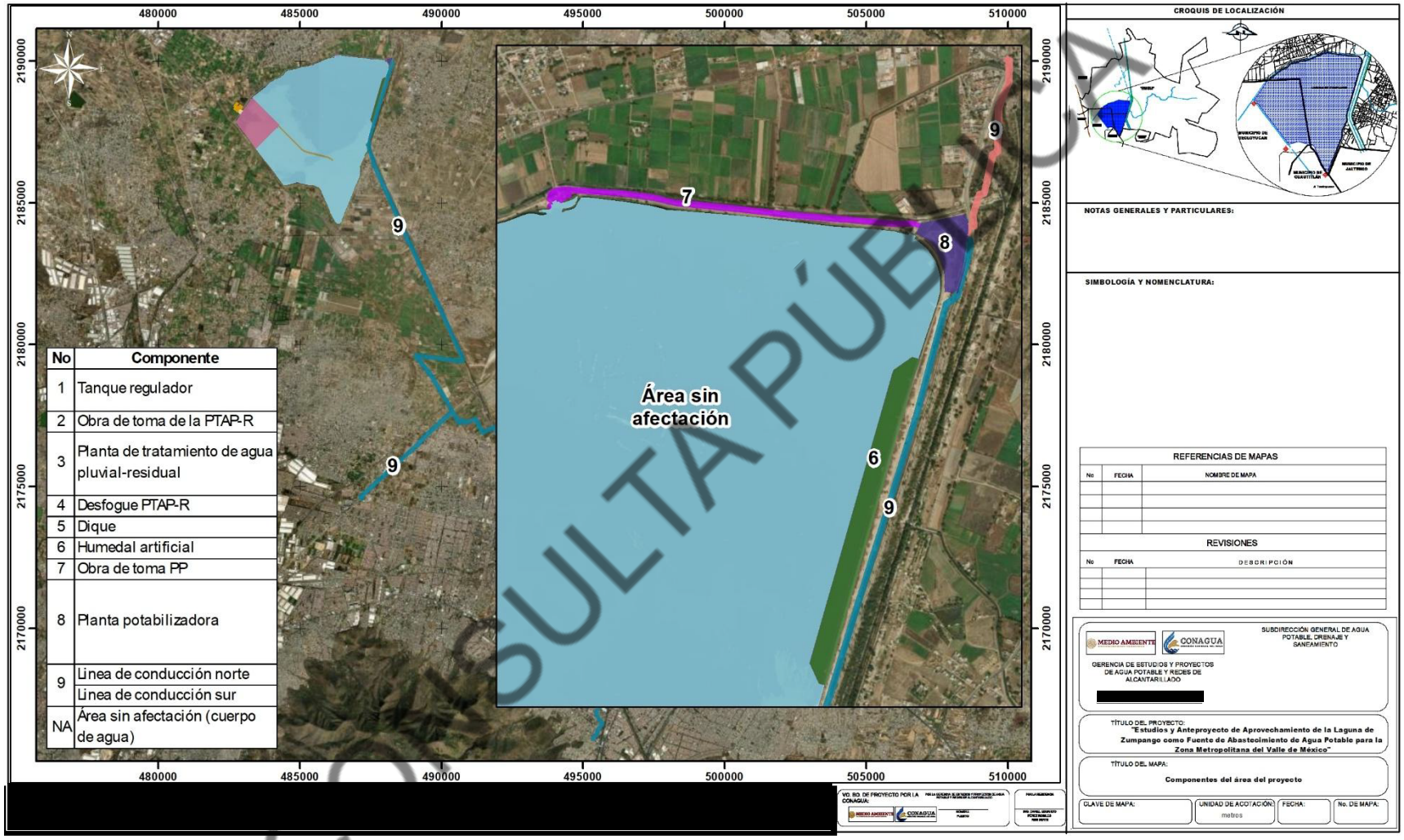
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-27 Componentes del área del Proyecto (1 de 2)



CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-28. Componentes del área del Proyecto (2 de 2).



No	Componente
1	Tanque regulador
2	Obra de toma de la PTAP-R
3	Planta de tratamiento de agua pluvial-residual
4	Desfogue PTAP-R
5	Dique
6	Humedal artificial
7	Obra de toma PP
8	Planta potabilizadora
9	Línea de conducción norte
	Línea de conducción sur
NA	Área sin afectación (cuerpo de agua)

CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.2.3 Áreas permanentes y temporales en el área del proyecto

Como se mencionó anteriormente la superficie del área del Proyecto corresponde a 1,895.8304 ha, de la cual la superficie de afectación total será de 122.2202 ha, de las cuales el Proyecto ocupara de forma permanente 81.7167 ha (4.31%), es decir en esta área se desplantarán los componentes definitivos del Proyecto; mientras que las áreas de uso temporal será de 40.5035 ha (2.14%), es decir, comprende áreas que fungen como apoyo o son de maniobras para la construcción de los componentes que se indican en la siguiente tabla.

Cabe señalar que una superficie de 1,773.6102 ha (93.55%) de las 1,895.8304 ha permanecerá sin afectación, dado que comprenden el cuerpo de agua de la Laguna de Zumpango, área que si bien se incluye como parte del Proyecto debido a su relación con el agua que será potabilizada, permanecerá sin afectación, dado que no se realizará obra alguna en esta área.

En la siguiente tabla se muestran la superficie que ocupará el proyecto de forma permanente, temporal y sin afectación, cabe señalar que esta considera los traslapes entre estas.

Tabla 2-36 Superficie permanente y temporal en el área del Proyecto

Afectación	Componente	Sub componente	Superficie en ha	Porcentaje %
Permanente	Desfogue PTAP-R	-	0.2629	
	Dique	-	14.0450	
	Humedal artificial	-	17.0621	
	Línea de conducción norte	-	0.2046	
	Línea de conducción sur	-	9.3255	
	Obra de toma de la PTAP-R	-	0.0478	
	Obra de toma PP	-	1.3045	
	Planta de tratamiento de agua pluvial-residual	-	7.7652	
	-	Desfogue PTAP-R	0.0202	
	-	Obra de toma de la PTAP-R	0.0092	
	Planta potabilizadora	-	5.2010	
		Línea de conducción norte	0.0651	
		Línea de conducción sur	0.1169	
		Obra de toma PP	0.0189	
	Tanque regulador	-	25.3978	
		Desfogue PTAP-R	0.8701	
		Sub total	**81.7167**	**4.31**
Temporal	Linea de conducción norte	-	1.6182	
	Linea de conducción sur	-	37.0157	
	Obra de toma de la PTAP-R	-	0.0088	
	Obra de toma PP	-	1.8608	
		Sub total	**40.5035**	**2.14**
Sin afectación	Sin afectación	-	1,659.3613	
	Tanque regulador	-	0.0000	
		Sin afectación	114.2489	

CONSULTA PÚBLICA

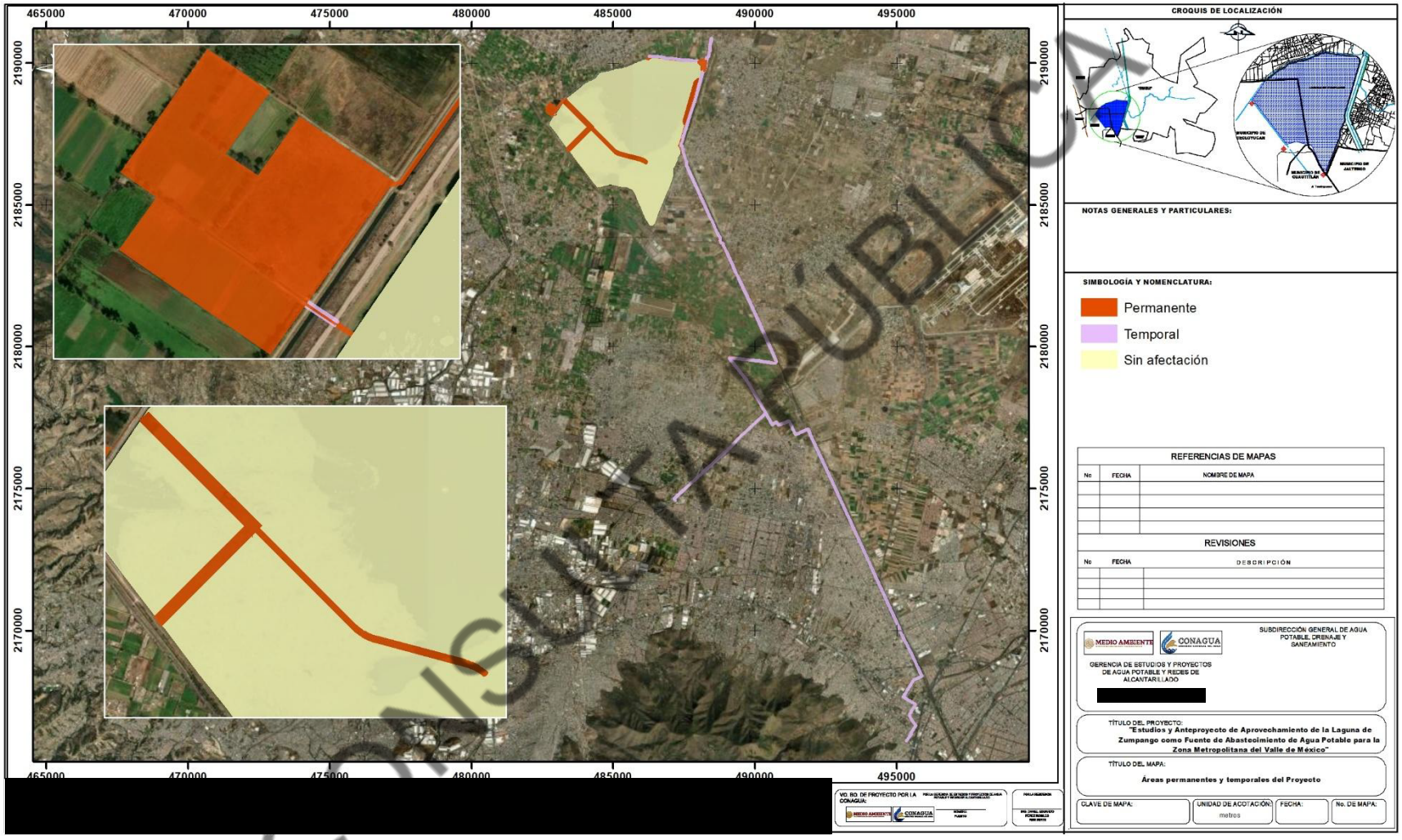
Afectación	Componente	Sub componente	Superficie en ha	Porcentaje %
		Sub total	**1,773.6102**	**93.55**
		Suma	**1,895.8304**	**100.00**

En la tabla anterior el área temporal en los componentes de línea de conducción norte, línea de conducción sur, obra de toma de la PTAP-R y obra de toma de la PP, corresponde a la superficie para maniobras que ocupara la maquinaria en la etapa de preparación y construcción del sitio.

También en la tabla anterior como se mencionó anteriormente la superficie área sin afectación es la restante en donde no se desarrollarán obras en la Laguna de Zumpango. En las siguientes figuras se muestran las áreas de uso permanente y uso temporal en el área del Proyecto.

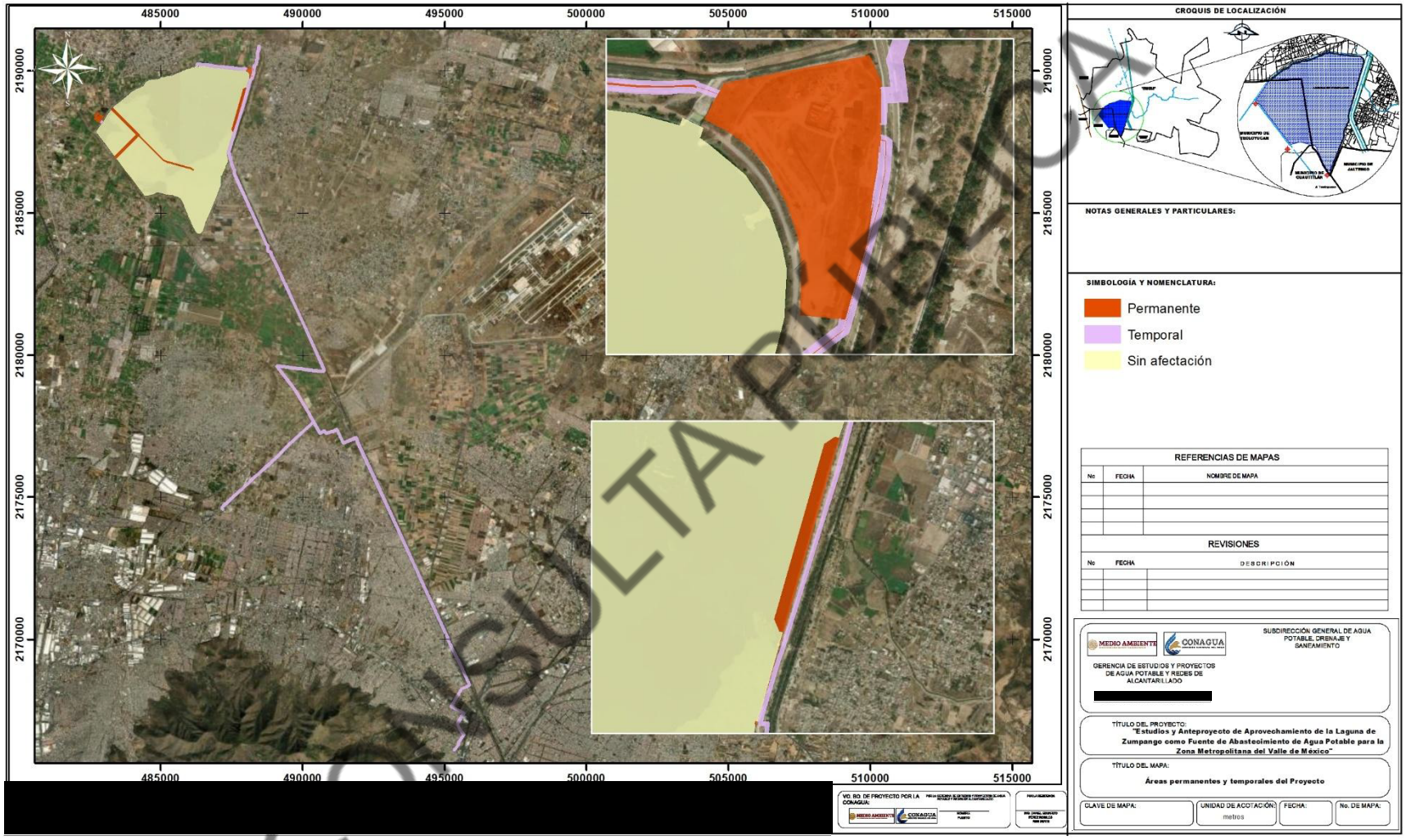
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-29 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (1 de 6)



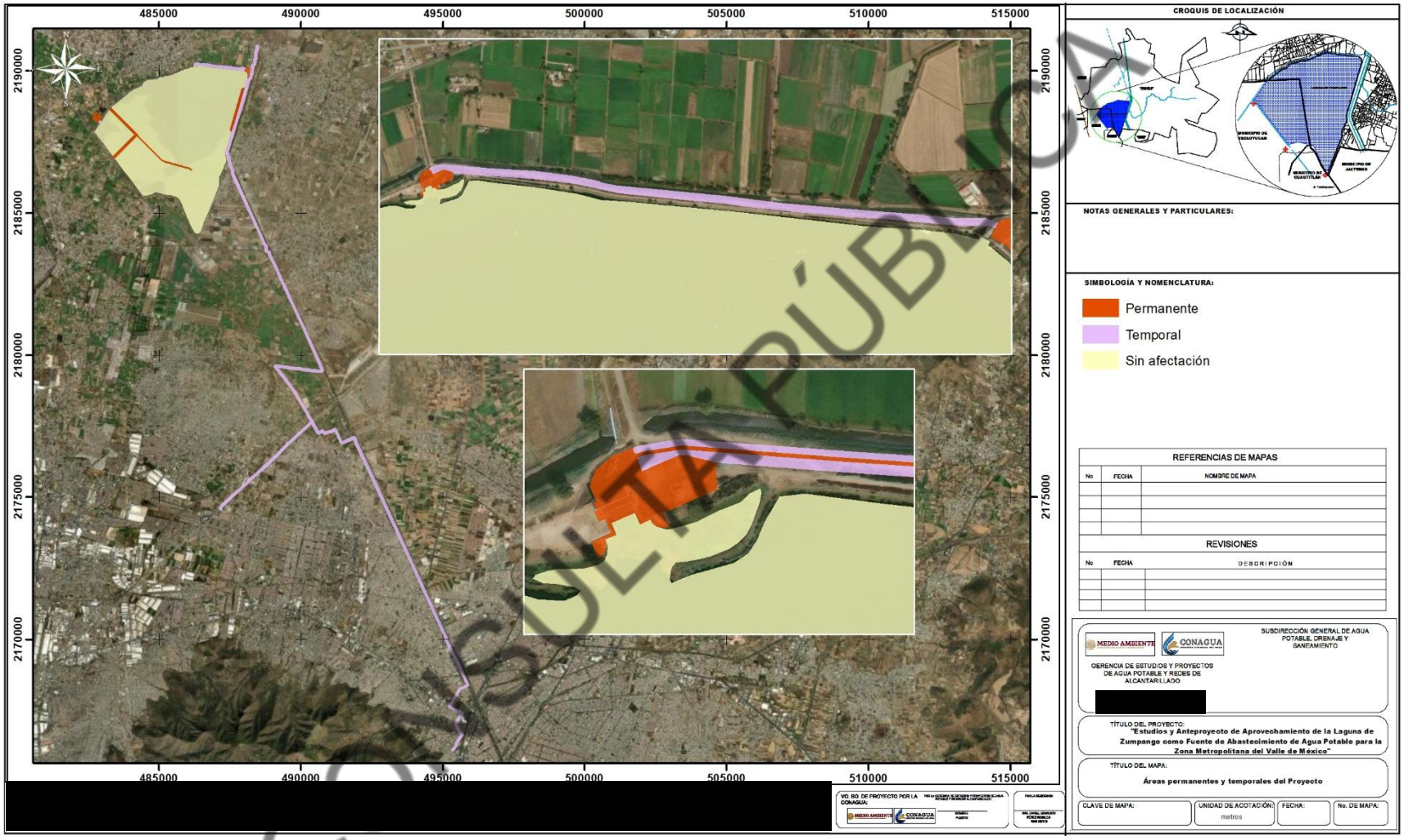
COPIA PÚBLICA

Figura 2-30 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (2 de 6)



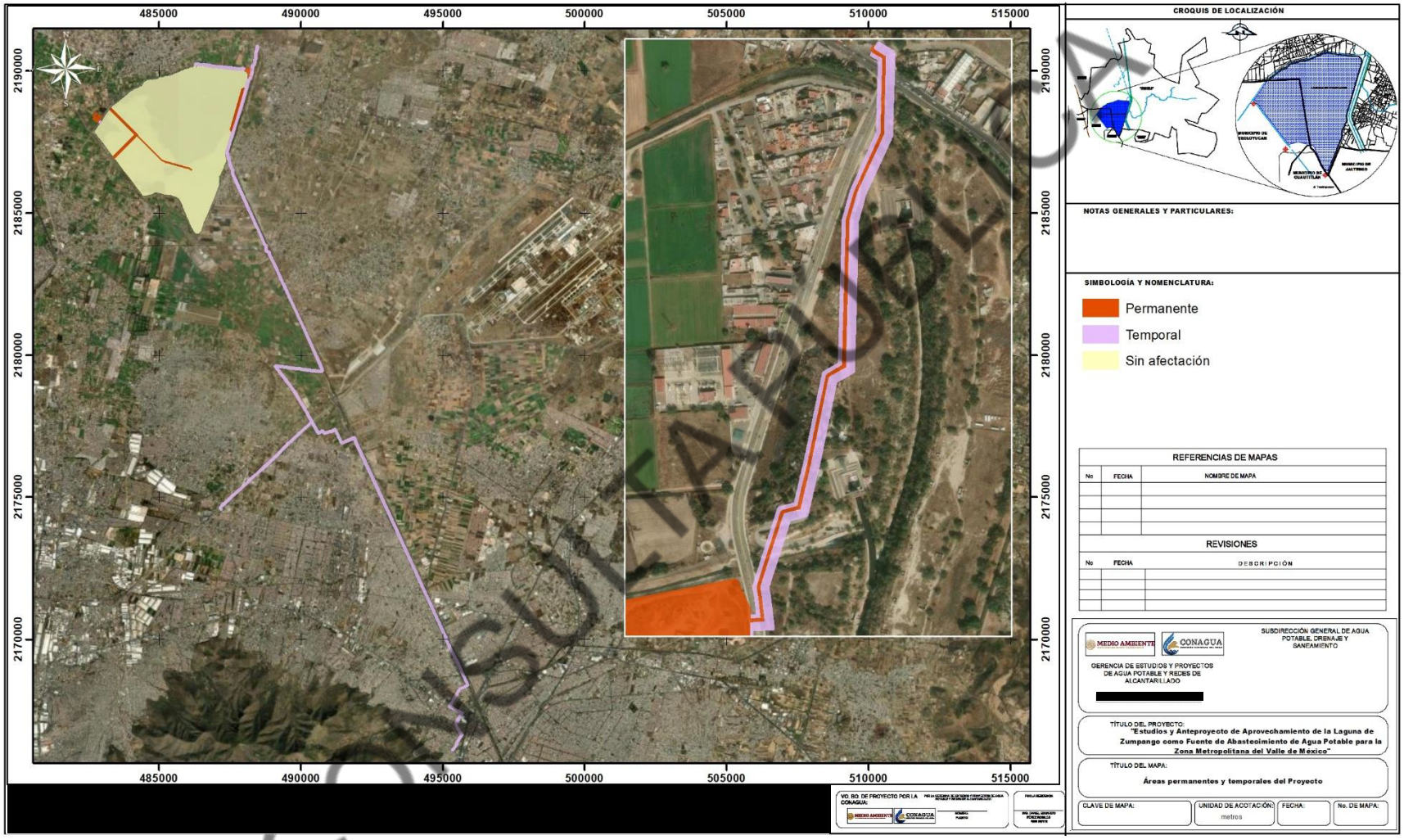
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-31 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (3 de 6)



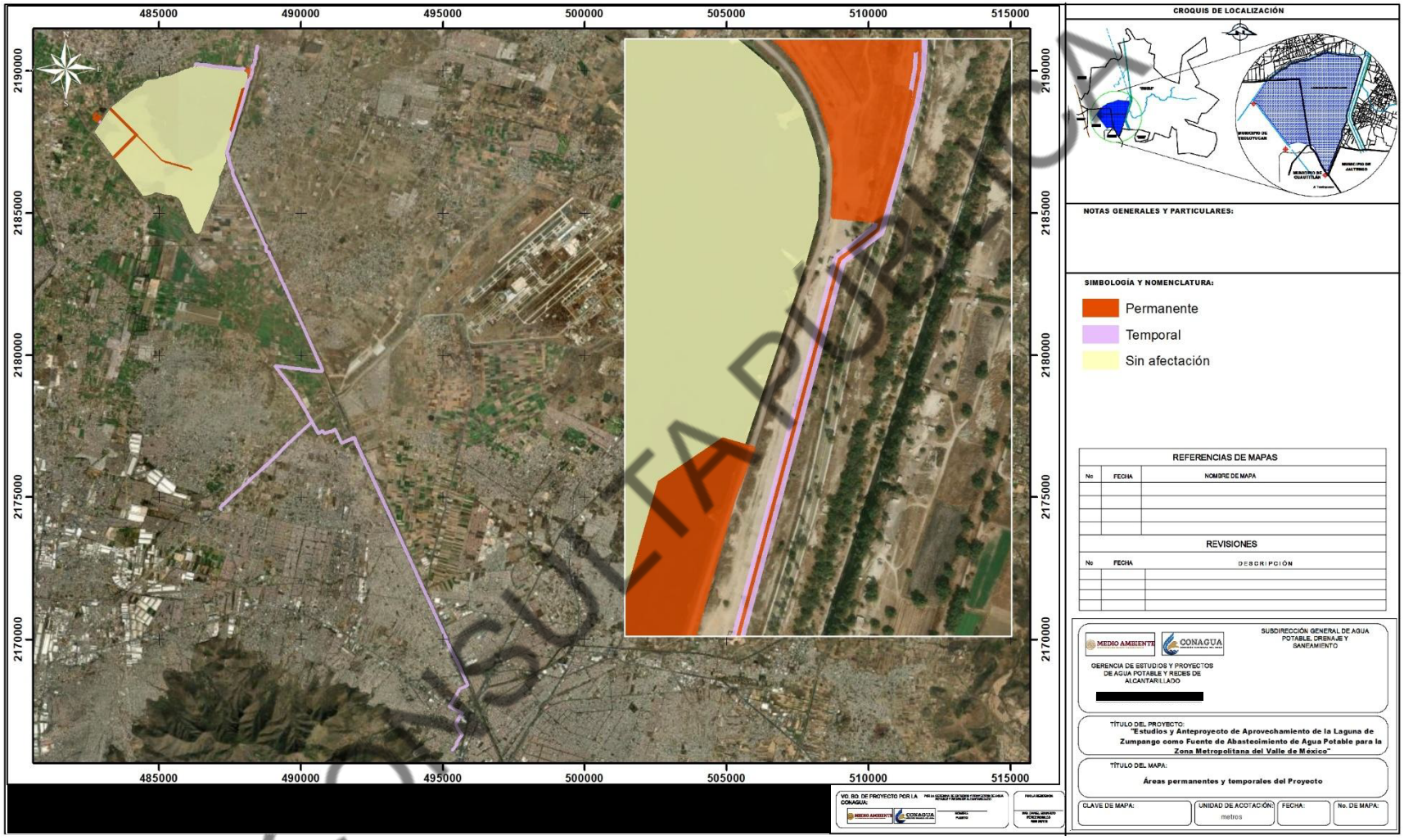
COPIA PÚBLICA

Figura 2-32 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (4 de 6)



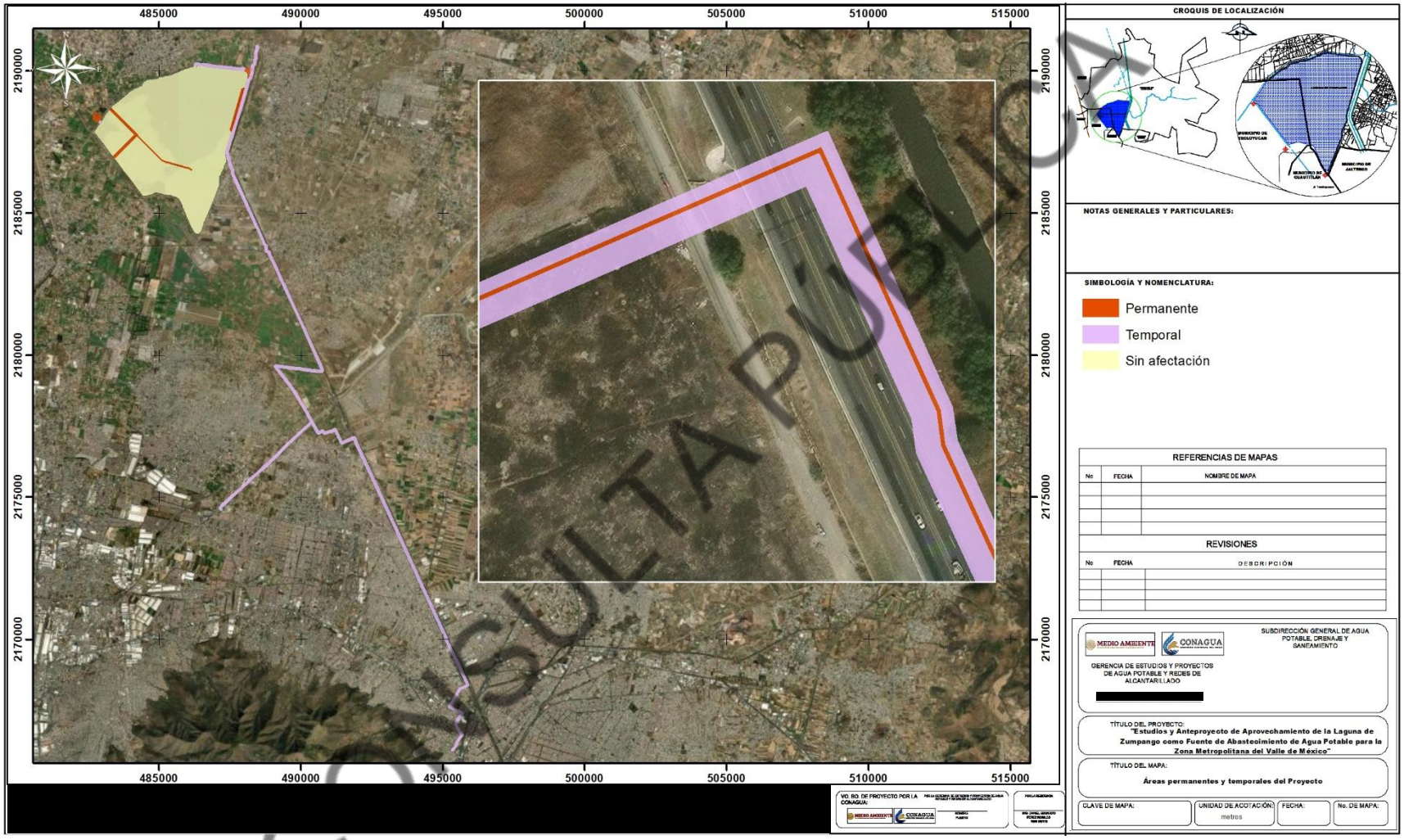
COPIA CONTROLADA

Figura 2-33 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (5 de 6)



COPIA PÚBLICA

Figura 2-34 Áreas de uso permanente y temporal en el área del Proyecto (6 de 6)



COPIA CONSULTA PÚBLICA

2.1.3.2.4 Obras provisionales

Para la construcción de las obras del proyecto se requerirá el montaje de dos bodegas de materiales y herramienta menor, las cuales serán construidas a partir de polines de madera, muros de triplay y techo de lámina metálica, estos materiales son de reúso, ya que es usual que el constructor cuente con ellos y que siga utilizándolos para los mismos fines en obras posteriores. También se requerirá de patios para maquinaria. En las áreas temporales se instalarán sanitarios portátiles los cuales serán responsabilidad de un autorizado.

Las bodegas y patios de maquinaria estarán en áreas temporales del Proyecto principalmente en áreas que estarán destinadas como áreas verdes.

II.1.1.1.1. Área con sellamiento y sin sellamiento

La superficie del área del proyecto que será sellada mediante algún tipo de material de concreto o asfalto será de 8.1752 ha (0.43%), la superficie cuyo suelo no será sellado es de 114.0449 ha (6.02%) y la superficie sin afectación es de 1,773.6102 ha (93.55%). En la siguiente tabla se muestran las superficies con sellamiento, sin sellamiento y sin afectación por componente que comprenderá el área del Proyecto, cabe señalar que esta considera los traslapes entre estas.

Tabla 2-37. Superficie con sellamiento, sin sellamiento y sin afectación en el área del Proyecto.

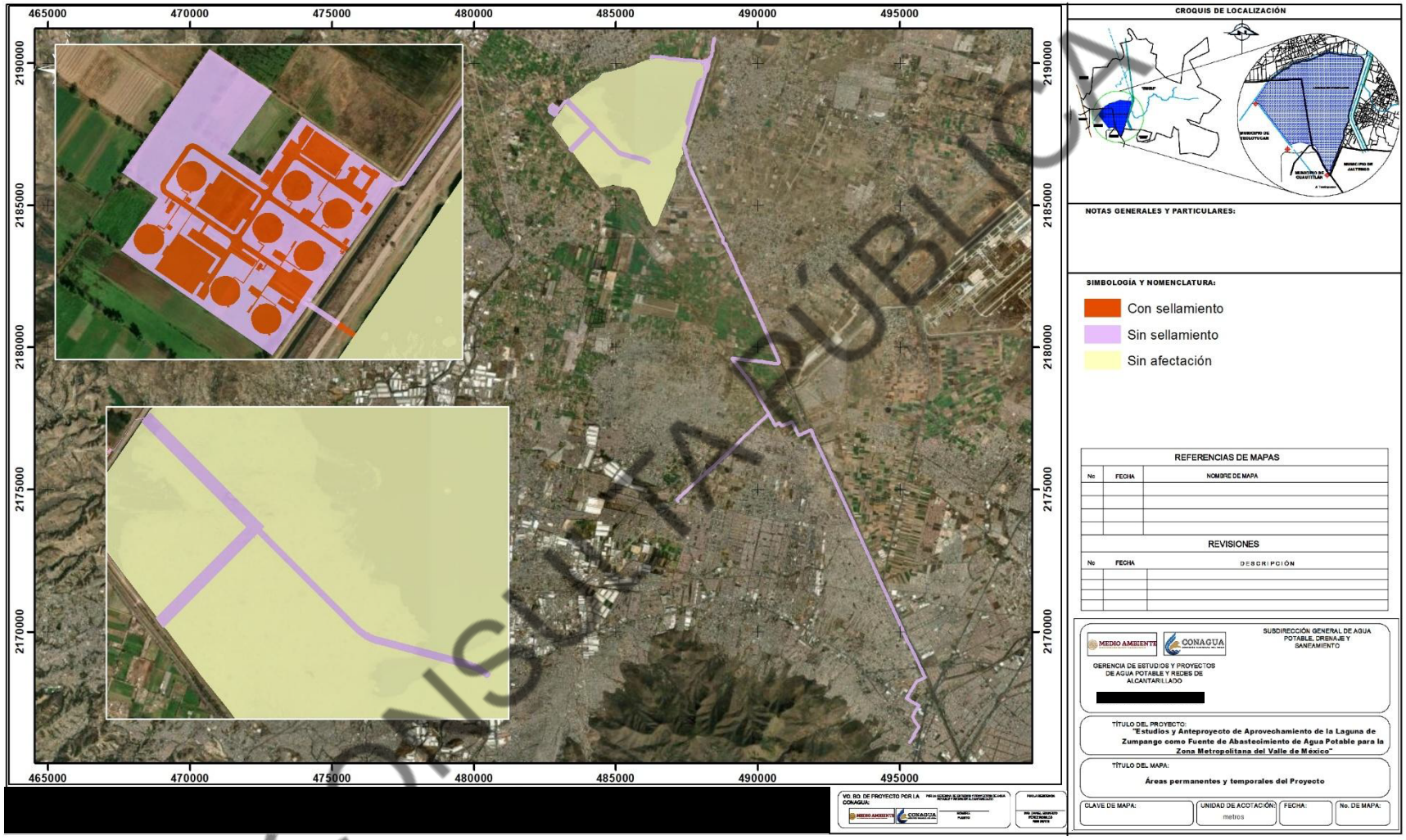
Sellamiento	Componente	Sub componente	Superficie en ha	Porcentaje %
Con sellamiento	Humedal artificial		0.1685	
	Línea de conducción norte		0.0268	
	Línea de conducción sur		1.3378	
	Obra de toma de la PTAP-R		0.0207	
	Obra de toma PP		0.2713	
	Planta de tratamiento de agua pluvial-residual		3.3182	
		Obra de toma de la PTAP-R	0.0005	
	Planta potabilizadora		2.9901	
		Linea de conducción norte	0.0273	
		Linea de conducción sur	0.0079	
		Obra de toma PP	0.0062	
		Sub total	**8.1753**	**0.43**
Sin sellamiento	Desfogue PTAP-R		0.2629	
	Dique		14.0450	
	Humedal artificial		16.8935	
	Linea de conducción norte		1.7959	
	Linea de conducción sur		45.0035	
	Obra de toma de la PTAP-R		0.0359	
	Obra de toma PP		2.8939	
			4.4470	

CONSULTA PÚBLICA

Sellamiento	Componente	Sub componente	Superficie en ha	Porcentaje %
	Planta de tratamiento de agua pluvial-residual	Desfogue PTAP-R	0.0202	
		Obra de toma de la PTAP-R	0.0087	
	Planta potabilizadora		2.2109	
		Línea de conducción norte	0.0378	
		Línea de conducción sur	0.1091	
		Obra de toma PP	0.0126	
	Tanque regulador		25.3978	
		Desfogue PTAP-R	0.8701	
		Sin afectación	0.0000	
		Sub total	**114.0449**	**6.02**
Sin afectación	Sin afectación		1,659.3613	
	Tanque regulador		0.0000	
		Sin afectación	114.2489	
		Sub total	**1,773.6102**	**93.55**
		Suma	**1,895.8304**	**100.00**

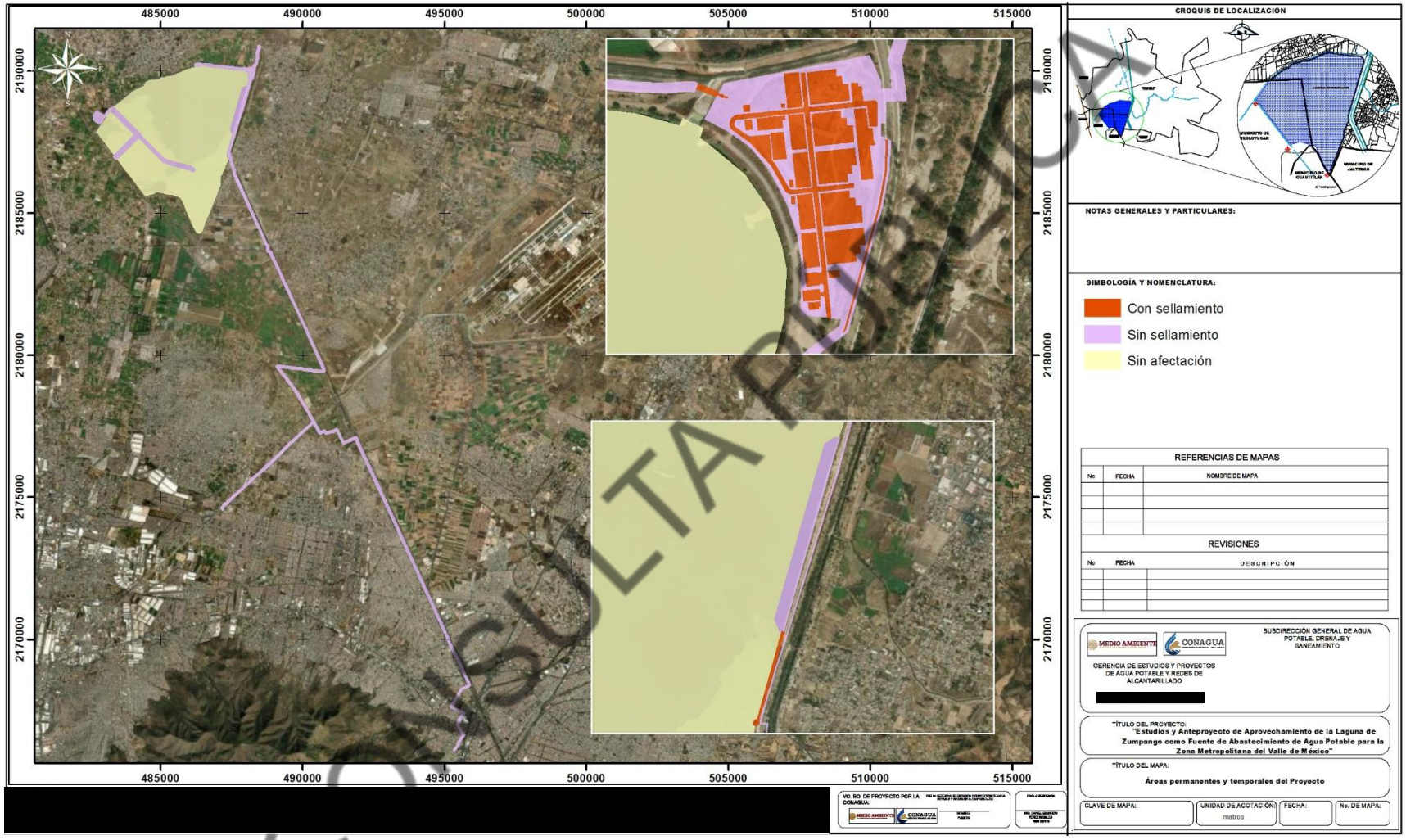
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-35 Áreas con sellamiento y sin sellamiento en el Proyecto (1 de 3)



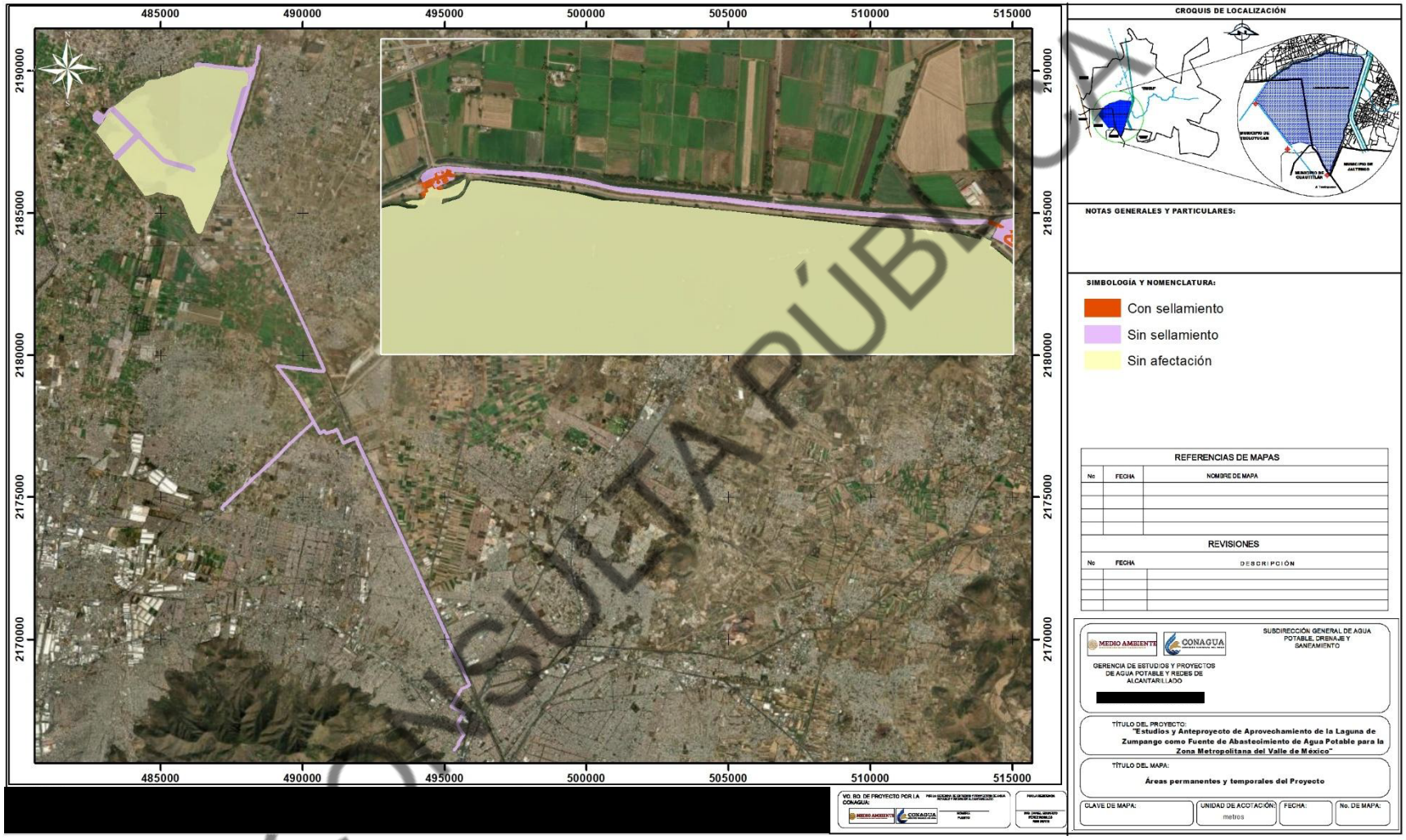
COPIA PÚBLICA

Figura 2-36 Áreas con sellamiento y sin sellamiento en el Proyecto (2 de 3)



CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-37 Áreas con sellamiento y sin sellamiento en el Proyecto (3 de 3)



COPIA PÚBLICA

En los siguientes apartados se mencionan las superficies por componente que comprenderá el área del Proyecto, cabe mencionar que en estas no se considera el traslape entre estas.

2.1.3.3 Superficie de uso de suelo y vegetación

La presencia de uso de suelo y vegetación se llevó a cabo con base en los puntos visitados, imágenes satelitales de Google Earth e imágenes aéreas obtenidas con dron, a partir de lo cual se digitalizó una capa en formato shapefile y kmz en el sofware QGIS, mismo que se incluye como anexo 07 de la MIA-R, con los usos de suelo identificados. La información detallada de los usos de suelo y vegetación identificados se presenta en el Estudio de caracterización de vegetación (anexo 08).

La superficie del Proyecto es de 1,895.8304 ha, de la cual de manera resumida se obtiene que 2.9123 ha corresponden agricultura, 14.9641 ha a áreas desprovistas de vegetación, 0.5685 ha a asentamientos humanos, 0.0365 ha a canales, 1,828.0572 ha a cuerpo de agua, 0.6050 ha a hileras de arbolado, 4.5417 ha a pastizal cultivado, 2.6479 ha a pastizal halófilo y 41.4972 ha a pastizal inducido.

Las coberturas vegetales presentes corresponden predominantemente a vegetación secundaria asociada a ambientes antropizados, hidráulicamente intervenidos y cuerpos de agua artificialmente modificados.

Tabla 2-38 Superficies por usos de suelo y vegetación de campo en el área del Proyecto

Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha	Porcentaje %
Agricultura	2.9123	0.15
Área desprovista de vegetación	14.9641	0.79
Asentamientos humanos	0.5685	0.03
Canal	0.0365	0.00
Cuerpo de agua	1,828.0572	96.43
Hileras de arbolado	0.6050	0.03
Pastizal cultivado	4.5417	0.24
Pastizal halófilo	2.6479	0.14
Pastizal inducido	41.4972	2.19
Suma	**1,895.8304**	**100.00**

En la siguiente tabla se muestra el uso de suelo y vegetación con el tipo de afectación.

Tabla 2-39 Superficie de uso de suelo y vegetación por tipo de afectación

	Afectación			
Uso de suelo y vegetación de campo	Permanente (ha)	Temporal (ha)	Sin afectación (ha)	Superficie en ha
Agricultura	0.2888	2.6235		2.9123
Área desprovista de vegetación	6.1011	8.7785	0.0845	14.9641
Asentamientos humanos	0.0769	0.4917		0.5685
Canal	0.0083	0.0282		0.0365
Cuerpo de agua	54.9454		1,773.1118	1,828.0572

CONSULTA PÚBLICA

	Afectación			
Uso de suelo y vegetación de campo	Permanente (ha)	Temporal (ha)	Sin afectación (ha)	Superficie en ha
Hileras de arbolado	0.6050			0.6050
Pastizal cultivado	4.5417			4.5417
Pastizal halófilo	2.6479			2.6479
Pastizal inducido	12.5016	28.5817	0.4139	41.4972
Suma	**81.7168**	**40.5035**	**1,773.6102**	**1,895.8304**

En la siguiente tabla se muestran los componentes del Proyecto por uso de suelo y vegetación de campo.

Tabla 2-40 Uso de suelo y vegetación en los componentes del Proyecto

No	Componente	Sub componente	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
1	Tanque regulador		Cuerpo de agua	25.2750
			Pastizal inducido	0.1228
		Desfogue PTAP-R	Cuerpo de agua	0.8694
			Pastizal inducido	0.0007
		Sin afectación	Cuerpo de agua	114.2489
2	Obra de toma de la PTAP-R		Área desprovista de vegetación	0.0051
			Canal	0.0017
			Pastizal inducido	0.0498
3	Planta de tratamiento de agua pluvial-residual		Hileras de arbolado	0.6013
			Pastizal cultivado	4.5325
			Pastizal halófilo	2.6314
		Desfogue PTAP-R	Hileras de arbolado	0.0037
			Pastizal halófilo	0.0165
		Obra de toma de la PTAP-R	Pastizal cultivado	0.0092
4	Desfogue PTAP-R		Área desprovista de vegetación	0.0078
			Canal	0.0030
			Cuerpo de agua	0.0111
			Pastizal inducido	0.2410
5	Dique		Cuerpo de agua	14.0450
6	Humedal artificial		Área desprovista de vegetación	1.0661
			Cuerpo de agua	14.7448
			Pastizal inducido	1.2511
7	Obra de toma PP		Área desprovista de vegetación	0.5272
			Pastizal inducido	2.6380
8	Planta potabilizadora		Área desprovista de vegetación	1.5220
			Pastizal inducido	3.6790

CONSULTA PÚBLICA

No	Componente	Sub componente	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
		Línea de conducción norte	Área desprovista de vegetación	0.0162
			Pastizal inducido	0.0488
		Línea de conducción sur	Área desprovista de vegetación	0.0143
			Pastizal inducido	0.1026
		Obra de toma PP	Área desprovista de vegetación	0.0011
			Pastizal inducido	0.0178
9	Línea de conducción norte		Área desprovista de vegetación	0.5369
			Canal	0.0098
			Pastizal inducido	1.2761
	Línea de conducción sur		Agricultura	2.9123
			Área desprovista de vegetación	11.1830
			Asentamientos humanos	0.5685
			Canal	0.0220
			Pastizal inducido	31.6555
10	Sin afectación		Área desprovista de vegetación	0.0845
			Cuerpo de agua	1,658.8629
			Pastizal inducido	0.4139
			Suma	**1,895.8304**

En la siguiente tabla se muestra la superficie por componente, sub componente, afectación, sellamiento y uso de suelo y vegetación de campo.

Tabla 2-41 Superficie por componente, sub componente, afectación, sellamiento y uso de suelo y vegetación de campo

No	Componente	Sub componente	Afectación	Sellamiento	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
1	Tanque regulador		Permanente	Sin sellamiento	Cuerpo de agua	25.2750
					Pastizal inducido	0.1228
			Sin afectación	Sin afectación	Cuerpo de agua	0.0000
		Desfogue PTAP-R	Permanente	Sin sellamiento	Cuerpo de agua	0.8694
					Pastizal inducido	0.0007
		Sin afectación	Sin afectación	Sin afectación	Cuerpo de agua	114.2489
				Sin sellamiento	Cuerpo de agua	0.0000
2	Obra de toma de la PTAP-R		Permanente	Con sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0008
					Pastizal inducido	0.0199
				Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0032

CONSULTA PÚBLICA

No	Componente	Sub componente	Afectación	Sellamiento	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
					Canal	0.0013
					Pastizal inducido	0.0225
			Temporal	Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0010
					Canal	0.0004
					Pastizal inducido	0.0073
3	Planta de tratamiento de agua pluvial-residual		Permanente	Con sellamiento	Hileras de arbolado	0.1182
					Pastizal cultivado	1.7987
					Pastizal halófilo	1.4013
				Sin sellamiento	Hileras de arbolado	0.4831
					Pastizal cultivado	2.7338
					Pastizal halófilo	1.2301
		Desfogue PTAP-R	Permanente	Sin sellamiento	Hileras de arbolado	0.0037
					Pastizal halófilo	0.0165
		Obra de toma de la PTAP-R	Permanente	Con sellamiento	Pastizal cultivado	0.0005
				Sin sellamiento	Pastizal cultivado	0.0087
4	Desfogue PTAP-R		Permanente	Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0078
					Canal	0.0030
					Cuerpo de agua	0.0111
					Pastizal inducido	0.2410
5	Dique		Permanente	Sin sellamiento	Cuerpo de agua	14.0450
6	Humedal artificial		Permanente	Con sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.1086
					Cuerpo de agua	0.0474
					Pastizal inducido	0.0125
				Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.9574
					Cuerpo de agua	14.6974
					Pastizal inducido	1.2387
7	Obra de toma PP		Permanente	Con sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.2520
					Pastizal inducido	0.0065
				Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.2409
					Pastizal inducido	0.8050
			Temporal	Con sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0074
					Pastizal inducido	0.0053
				Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0269
					Pastizal inducido	1.8211
8	Planta potabilizadora		Permanente	Con sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.9375

CONSULTA PÚBLICA

No	Componente	Sub componente	Afectación	Sellamiento	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
					Pastizal inducido	2.0525
				Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.5845
					Pastizal inducido	1.6264
		Línea de conducción norte	Permanente	Con sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0001
					Pastizal inducido	0.0273
				Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0162
					Pastizal inducido	0.0216
		Línea de conducción sur	Permanente	Con sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0021
					Pastizal inducido	0.0058
				Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0122
					Pastizal inducido	0.0969
		Obra de toma PP	Permanente	Con sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0004
					Pastizal inducido	0.0058
				Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0006
					Pastizal inducido	0.0120
9	Línea de conducción norte		Permanente	Con sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0233
					Pastizal inducido	0.0035
				Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.0765
					Canal	0.0011
					Pastizal inducido	0.1002
			Temporal	Sin sellamiento	Área desprovista de vegetación	0.4371
					Canal	0.0087
					Pastizal inducido	1.1724
	Línea de conducción sur		Permanente	Con sellamiento	Área desprovista de vegetación	1.2477
					Pastizal inducido	0.0901
				Sin sellamiento	Agricultura	0.2888
					Área desprovista de vegetación	1.6293
					Asentamientos humanos	0.0769
					Canal	0.0029
					Pastizal inducido	5.9899
			Temporal	Sin sellamiento	Agricultura	2.6235

CONSULTA PÚBLICA

No	Componente	Sub componente	Afectación	Sellamiento	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
					Área desprovista de vegetación	8.3060
					Asentamientos humanos	0.4917
					Canal	0.0191
					Pastizal inducido	25.5755
10	Sin afectación		Sin afectación	Sin afectación	Área desprovista de vegetación	0.0845
					Cuerpo de agua	1,658.8629
					Pastizal inducido	0.4139
					Suma	1,895.8304

2.1.4 Inversión requerida

Tabla 2-42 Monto de Inversión

CONSULTA PÚBLICA

2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

2.2.1 Programa de Trabajo

En el siguiente cronograma se indica el plazo de duración de cada etapa del Proyecto, siendo para la etapa de preparación del sitio y construcción de 10 años, operación y mantenimiento 50 años y desmantelamiento y abandono 2 años.

Tabla 2-43 Programa de trabajo del Proyecto.

Etapa	Actividad	Años										Años 11 a 60	Año 61 y 62
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Preparación del sitio y construcción	Retiro de vegetación arbórea y arbustiva	X	X	X									
	Despalme	X	X	X									
	Nivelación y compactación	X	X	X									
	Excavaciones para cimentaciones	X	X	X									
	Excavaciones para zanjas				X	X	X	X					
	Conformación de bordos con material de banco				X	X	X	X					
	Rellenos de zanjas				X	X	X	X					
	Construcción de cimentaciones				X	X	X	X					
	Establecimiento de vegetación en humedal artificial				X	X	X	X					
	Construcción de pavimento asfáltico en vialidades y estacionamientos				X	X	X	X					
	Reconstrucción de concreto asfáltico				X	X	X	X					
	Construcción de unidades de proceso y edificaciones				X	X	X	X	X	X	X		
	Rehabilitación de equipo mecánico				X	X	X						
	Instalación de tuberías							X	X	X	X		
	Ensamblado de tanques de acero al carbón							X	X	X	X		
	Instalación de equipos de proceso							X	X	X	X		

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	Actividad	Años										Años 11 a 60	Año 61 y 62
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Operación y mantenimiento	Almacenamiento y regulación de caudal de entrada											X	
	Contención de caudal tratado hacia la Laguna de Zumpango											X	
	Tratamiento biológico de agua											X	
	Preoxidación con ozono											X	
	Tratamiento físico											X	
	Ozonación intermedia											X	
	Desinfección final con cloro gas											X	
	Bombeo de agua											X	
	Conducción de agua											X	
	Desfogue de agua tratada											X	
	Pretratamiento mediante cribado y mezcla rápida											X	
	Clarificación primaria con químicos											X	
	Tratamiento con reactor de lodos activados											X	
	Clarificación primaria convencional											X	
	Clarificación secundaria convencional											X	
	Clarificación terciaria con químicos											X	
	Desinfección con cloro gas											X	
	Mantenimiento, poda y manejo de biomasa de humedal artificial											X	
	Mantenimiento preventivo, correctivo y extraordinario											X	

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	Actividad	Años										Años 11 a 60	Año 61 y 62
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Desmantelamiento y abandono	Excavaciones para demolición de cimentaciones												X
	Retiro de bordos												X
	Demolición de unidades de proceso												X
	Demolición de cimentaciones												X
	Desmantelamiento de tuberías												X
	Desmantelamiento de equipos de proceso												X
	Demolición de concreto asfáltico												X
	Desmantelamiento de tanques												X
	Desmantelamiento de obras de bombeo												X

CONSULTA PÚBLICA

2.2.2 Preparación del sitio y construcción

2.2.2.1 Trazo y nivelación

Se localizará, alineara, se ubicará y se marcará en el terreno la superficie de construcción del área del proyecto, considerando los ejes principales, paralelos y perpendiculares señalados en el plano del proyecto, así como los linderos de este, que permitan, en cualquier momento, reponer las líneas de proyecto, particularmente durante la construcción.

Para este efecto se determinará el trazo replanteando los puntos de interés en campo, de tal manera que sea visible en cada momento, por lo cual se utilizarán tubos de P.V.C. de 1” de diámetro, colocados en los límites, según marca el proyecto.

Lo anterior se realizará en todos los componentes del Proyecto.

2.2.2.2 Retiro de arbolado

En el área del proyecto existen ejemplares arbóreos, para lo cual se realizará el derribo de estos. Para esta actividad se utilizará motosierra y herramientas menores, tales como: machetes y ocasionalmente hachas.

Para el derribo se realizarán las siguientes actividades:

- Se deberá elegir cuidadosamente la dirección de caída del árbol la cual dependerá de la inclinación del árbol, viento, obstáculo en la dirección de la caída y en el suelo de la vegetación que permanecerá en pie, de la existencia de nidos, madrigueras o presencia de fauna.

- El derribo se iniciará haciendo una muesca, la que debe de penetrar hasta un quinto o un cuarto de diámetro del árbol, después se hace el corte de caída, el cual debe ser horizontal y su posición debe ser de 2.5 a 5 cm.
- En el caso de árboles inclinados, el derribo deberá hacerse en un ángulo cercano a 30 grados de la inclinación, en este caso, la mueca debe ser orientada en la dirección de la caída. La bisagra deberá hacerse más angosta en el lado de la inclinación y más ancha en el lado hacia donde se desea girar el árbol o la caída. Además de lo anterior, una cuña introducida en el lado de la inclinación ayudará a dirigir la caída del árbol, si el árbol es pequeño, el corte de caída se hace en tres secciones, procurando formar un triángulo y después se corta la punta del eje del triángulo por el sentido opuesto de la muesca.
- Desrame: Esta actividad se hará con apoyo de motosierras, inmediatamente después del derribo para no dejar árboles encimados sin desramar, se realizará de la siguiente manera:
- Se adoptará una secuencia de trabajo metódico siguiendo los anillos de las ramas.
- Cuando el árbol descanse en el suelo, se deberá dar vuelta una vez que el operador llega a la copa. Las ramas que aún permanezcan en el tronco se cortarán mientras que el operador llega a la base.
- Cuando el árbol sea grande, primero se eliminarán las ramas que obstaculizan el trabajo cortando las ramas en dos partes o más, cuando exista el peligro de rajaduras en la base o cuando éste facilite el trabajo de eliminación de ramas.
- Trozado: el trozado de árboles se realizará con motosierra, este puede ser difícil sobre todo cuando el diámetro es mayor que la longitud de la espada, en tal caso, el trozado se realizará de los dos lados y se cambiará la posición de la sierra varias veces.

Posteriormente, se hará el derribo, desrame y trozado de los ejemplares arbóreos.

El material producto del derribo, desrame y trozado que se genere se triturará y será esparcido en áreas verdes y temporales.

Posteriormente se realizará el retiro de la capa orgánica del suelo, con una profundidad aproximada de 10 cm, para lo cual se utilizará maquinaria pesada.

Una vez realizadas las actividades anteriores se localizará, alineara, se ubicará y se marcará en el terreno la superficie de construcción del área del Proyecto, considerando los ejes principales, paralelos y perpendiculares señalados en el plano del proyecto, así como los linderos de este, que permitan, en cualquier momento, reponer las líneas de proyecto, particularmente durante la construcción.

Para este efecto se determinará el trazo replanteando los puntos de interés en campo, de tal manera que sea visible en cada momento, por lo cual se utilizarán tubos de P.V.C. de 1” de diámetro, colocados en los límites, según marca el proyecto.

2.2.2.3 Despalme

Consistirá en el retiro de la capa orgánica del suelo, con una profundidad aproximada de 10 cm. Esta se realizará en las áreas de afectación permanente.

La recuperación y almacenamiento temporal de suelo orgánico se realizará en las áreas verdes, así

aledañas de los taludes que conforman la Laguna, estas áreas reunirán además los siguientes criterios:

- no deben obstruir accesos de agua pluvial a la laguna, se ubicarán a una distancia mayor a 100 m,

CONSULTA PÚBLICA

- ubicarse donde no exista probabilidad de deslizamientos
- no debe obstruir áreas de operación de la maquinaria y personal
- áreas con pendiente menor a 5%.

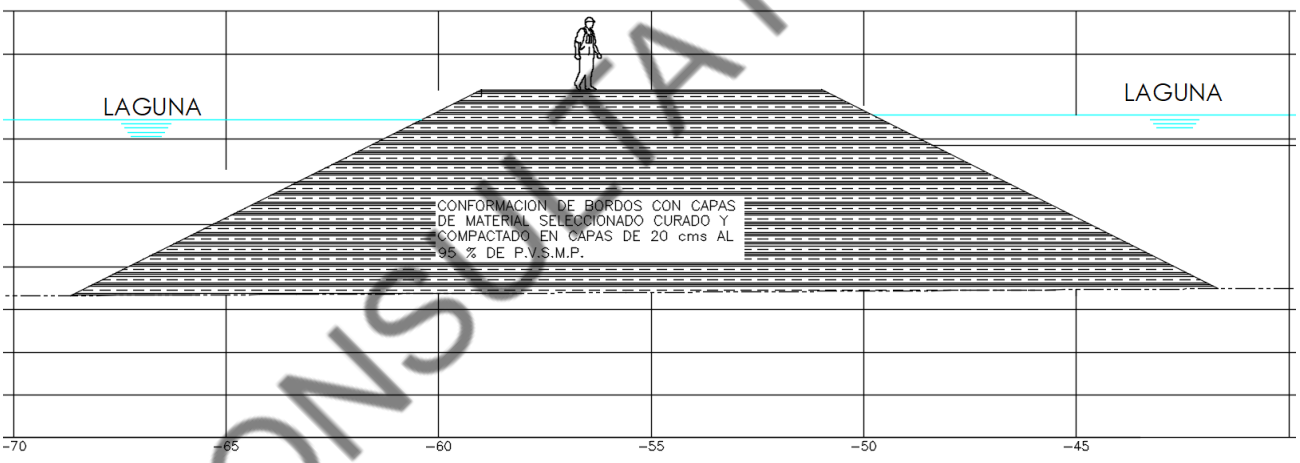
En estas áreas se colocará el material orgánico removido en montículos no mayores a 1.5 m de altura y sin compactarse. En caso de existir algún riesgo de arrastre de suelo, se aplicarán técnicas de retención de suelo, privilegiando el uso de materiales fáciles de adquirir, tales como piedra acomodada, residuos provenientes del desmonte, barreras de geocostales. Estas barreras actúan como una trinchera o muro que, al ser colocada en contra de la pendiente, ayuda a retener sedimentos y disminuir la velocidad de la corriente de agua.

2.2.2.4 Construcción

2.2.2.4.1 Tanque regulador

El tanque regulador consistirá en un bordo construido a base de material producto de banco, el cual será conformado con capas de material seleccionado curado y compactado en capas de 20 centímetros al 95% de pesos volumétrico seco máximo, con apoyo de maquinaria. Lo anterior se realizará con apoyo de maquinaria. En la siguiente figura se muestra una sección del tanque regulador.

Figura 2-38. Sección de tanque regulador.



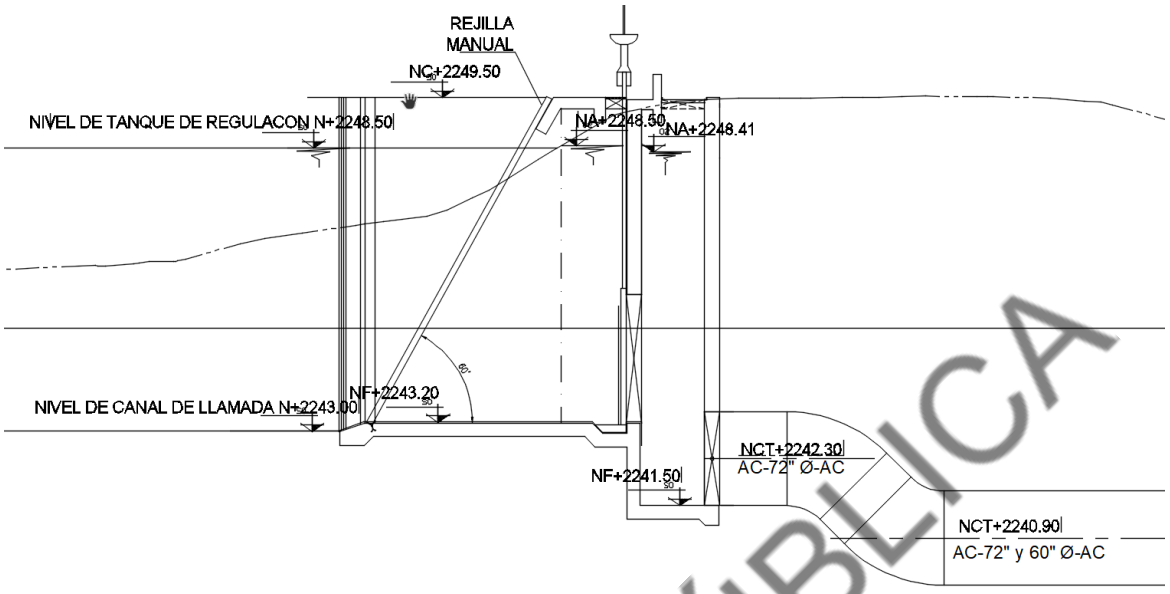
Para la construcción del bordo se realizarán achiques lo cual consiste en colocar costales rellenos de arena en ambos lados hasta formar muros y posteriormente bombear el agua contenida con la finalidad de tener un área libre para conformación del bordo.

2.2.2.4.2 Obra de toma para la planta de tratamiento de agua pluvia-residual

Para obra de toma de la PTAP-R se construir un canal de llamada a base concreto armado. En la siguiente figura se muestra la sección del canal de llamada.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-39. Sección del canal de llamada de la obra de toma de la PTAP-R.



Posteriormente se habilitarán 2 tuberías de acero al carbón de 60 pulgadas y 72 pulgadas. Estas serán instaladas mediante el método de hincado de tuberías debido a que estas deberán estar por debajo del nivel de agua de la Laguna de Zumpango. Para lo anterior se construirá una plataforma de concreto armado en el área de la PTAP-R en donde se colocará equipo de hincado.

2.2.2.4.3 Planta de tratamiento de agua pluvial-residual

2.2.2.4.3.1 Unidades de proceso

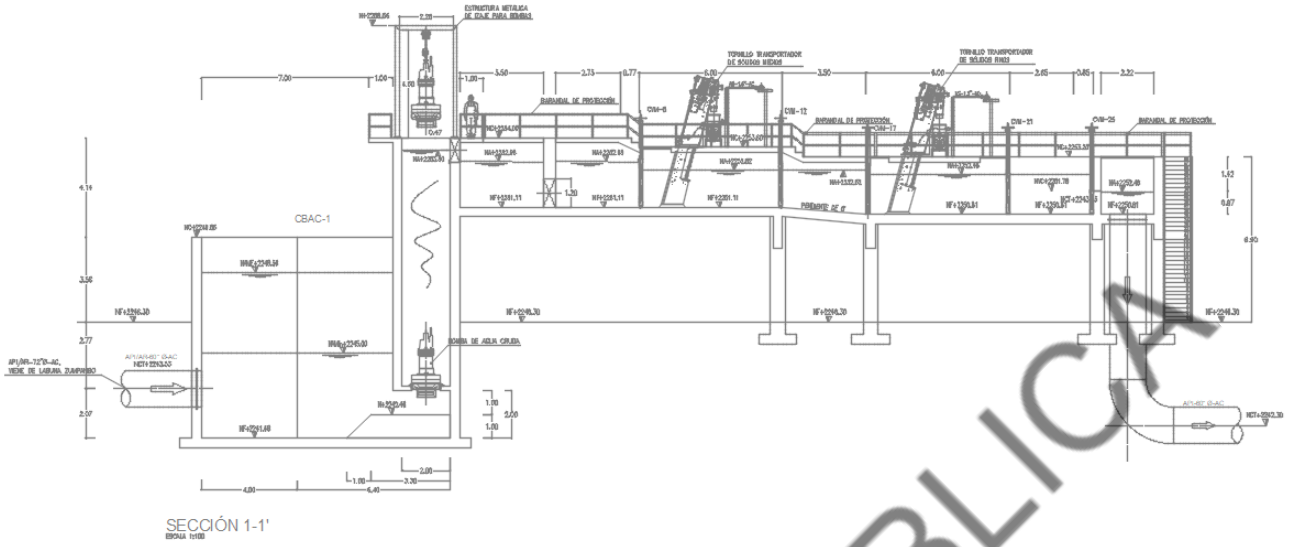
Para la construcción de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual se requerirá de las siguientes obras y equipos.

Para la construcción de estas unidades se realizarán excavaciones en las cuales se construirán bases de concreto armado que funcionarán como cimentación para las unidades de proceso. A continuación de describen la construcción de las unidades de proceso.

La unida de pretratamiento será construida a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra la unidad de pretratamiento.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-40 Unidad de pretratamiento



El tanque de mezcla rápida será construido a base de concreto armado. El tanque de mezcla rápida tendrá las siguientes dimensiones.

Tabla 2-44 Dimensiones del tanque de mezcla

Largo	5	m
Ancho	5	m
Tirante hidráulico	4.8	m
Altura total	5.65	m
Volumen unitario	120	m3

En la siguiente figura se muestra el tanque de mezcla rápida.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-41 Tanque de mezcla rápida



Tanque de clarificador primario será construido a base de concreto armado. Para lo anterior se construirán 8 unidades. El tanque de clarificador tendrá las siguientes dimensiones.

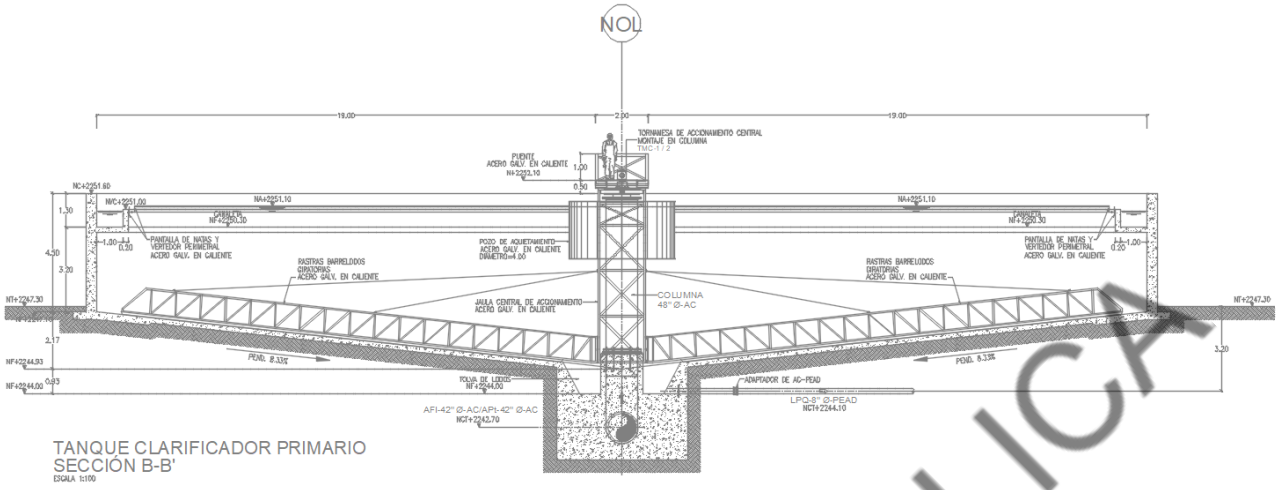
Tabla 2-45 Dimensiones del tanque clarificador primario

Diámetro	40		40		m
Altura de pared recta	4		4		m
Tirante hidráulico	4		4		m
Área	1256.6		1256.6		m2
Carga hidráulica superficial Qmedio	60.2		44.7		m3/m2-d
Carga hidráulica superficial Q máximo	77.3		44.7		m3/m2-d

En la siguiente figura se muestra el tanque clarificador primario.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-42 Tanque clarificador primario



El tanque de clarificador secundario será construido a base de concreto armado. Para lo anterior se construirán 4 unidades. El tanque de clarificador tendrá las siguientes dimensiones.

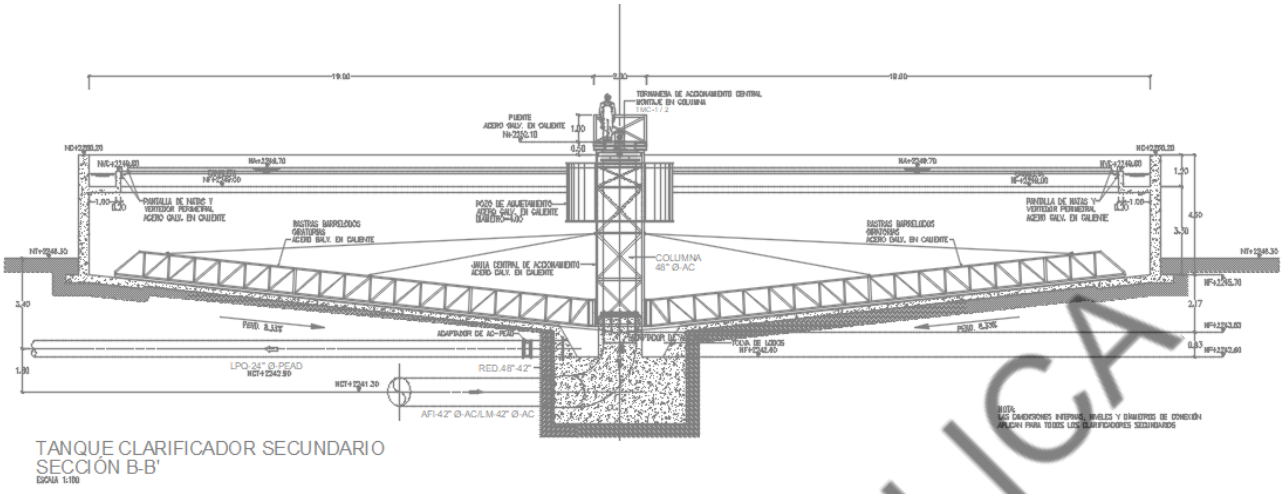
Tabla 2-46 Dimensiones del tanque clarificador secundario

Diámetro	40		40		m
Altura de pared recta	4		4		m
Tirante hidráulico	4		4		m
Área	1256.6		1256.6		m2
Carga hidráulica superficial Qmedio	60.2		22.3		m3/m2-d
Carga hidráulica superficial Qmáximo	77.3		22.3		m3/m2-d

En la siguiente figura se muestra el tanque clarificador secundario.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-43 Tanque clarificador secundario



El tanque de clarificador terciario será construido a base de concreto armado. Para lo anterior se construirán 2 unidades. El tanque de clarificador tendrá las siguientes dimensiones.

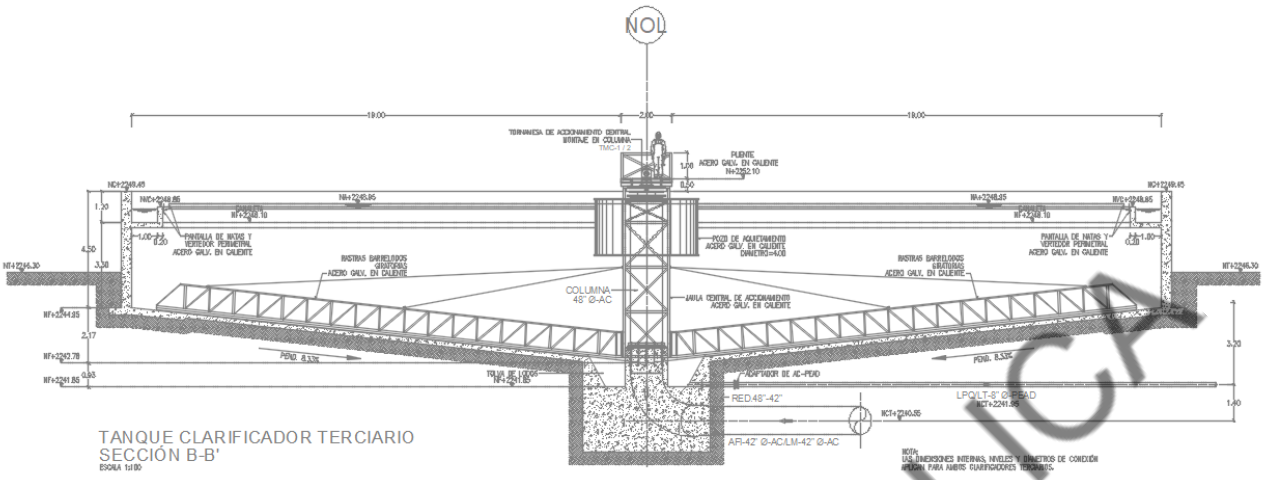
Tabla 2-47 Dimensiones del tanque clarificador terciario

Diámetro	40		40		m
Altura de pared recta	4		4		m
Tirante hidráulico	4		4		m
Área	1256.6		1256.6		m2
Carga hidráulica superficial Qmedio	60.2		44.7		m3/m2-d
Carga hidráulica superficial Qmáximo	77.3		44.7		m3/m2-d

En la siguiente figura se muestra el tanque clarificador terciario.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-44 Tanque clarificador terciario



El reactor de lodos activados será construido a base de concreto armado. Los reactores de lodos activados tendrán las siguientes dimensiones y cantidades.

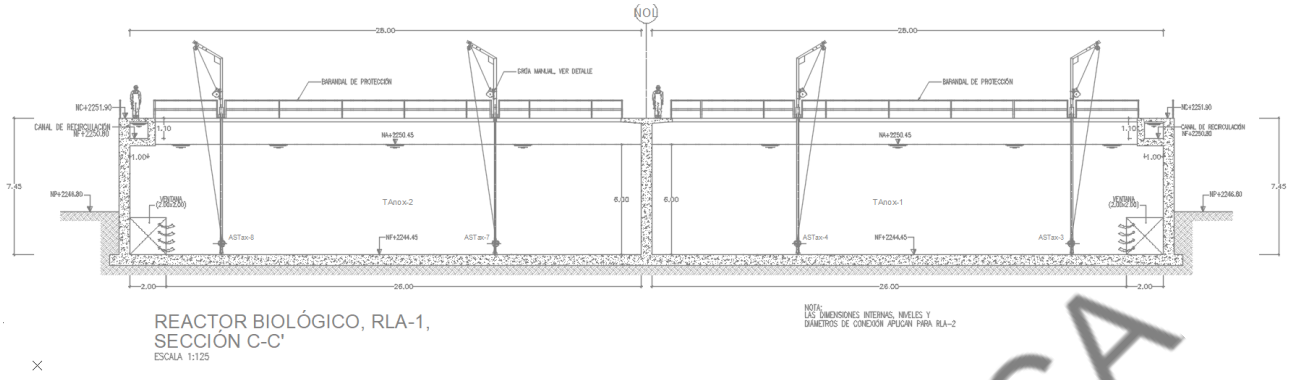
Tabla 2-48 Dimensiones de los reactores de lodos activados y cantidades

	Tanque anaerobio	Tanque Anóxico	Tanque Aerobio	
No. de tanques	4	4	4	
Cámaras por tanque	1	2	3	
Ancho	10	8.3	10.3	m
Largo	28	28	28	m
Ancho total	10	16.6	30.9	m
Tirante hidráulico	6	6	6	m

En la siguiente figura se muestra el reactor de lodos activados.

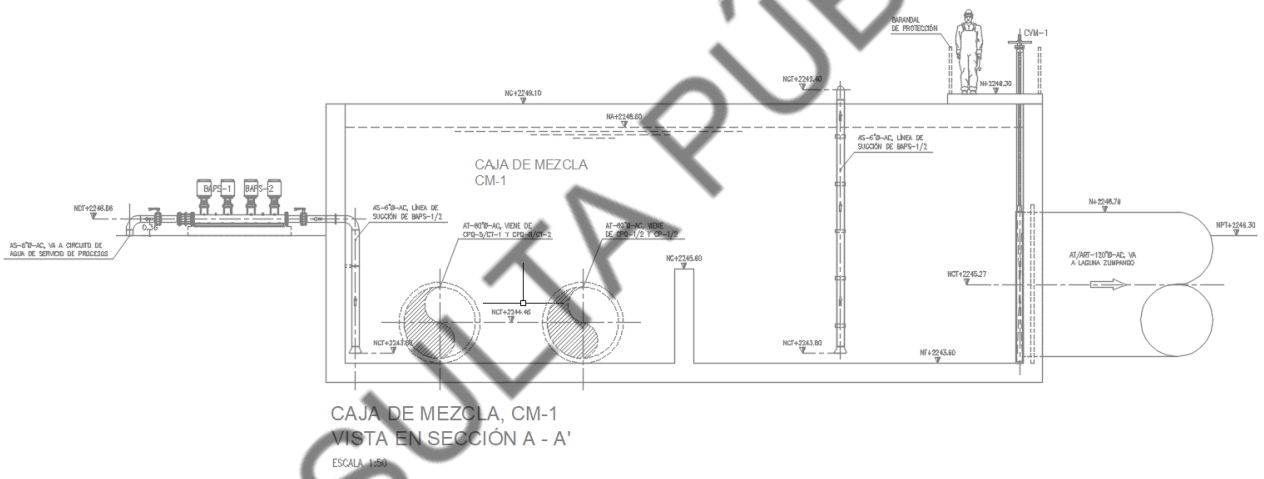
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-45. Reactor de lodos activados.



La caja de mezcla será construida a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra la caja de mezcla.

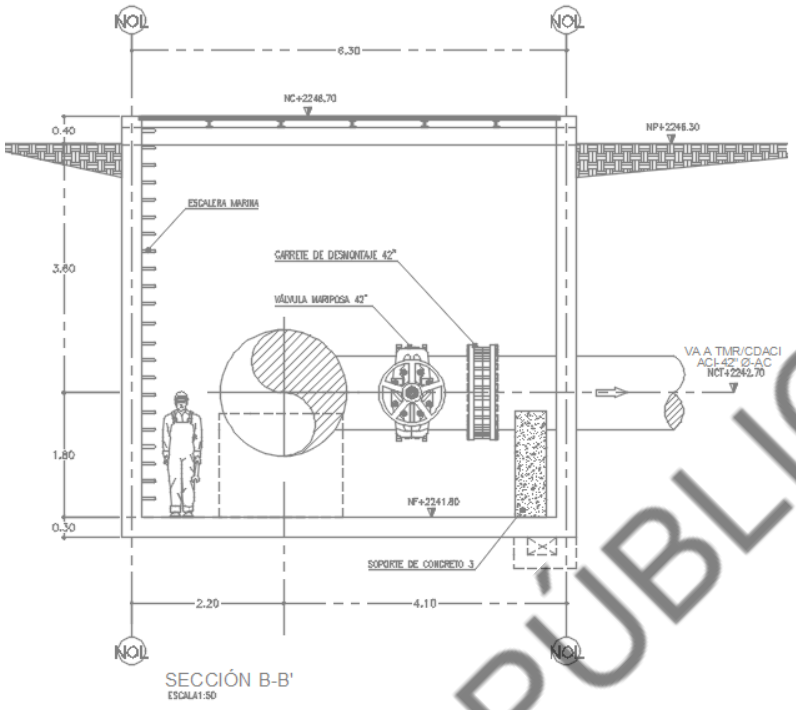
Figura 2-46. Caja de mezcla.



La caja de válvulas de agua clarificada será construida a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra la caja de válvulas.

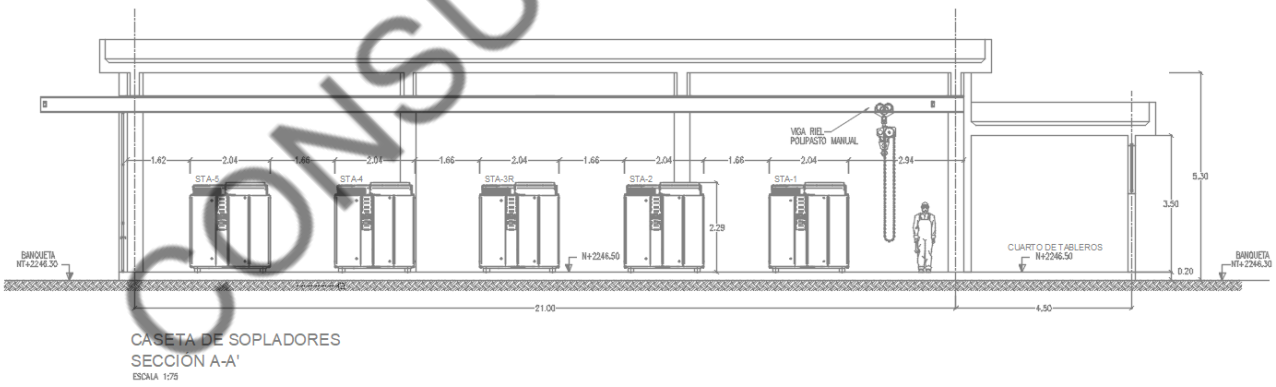
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-47. Caja de válvulas de agua clarificada.



La caseta de sopladores será una edificación. Para la estructura será base de concreto armado y ladrillos principalmente. En la siguiente figura se muestra la caseta de sopladores.

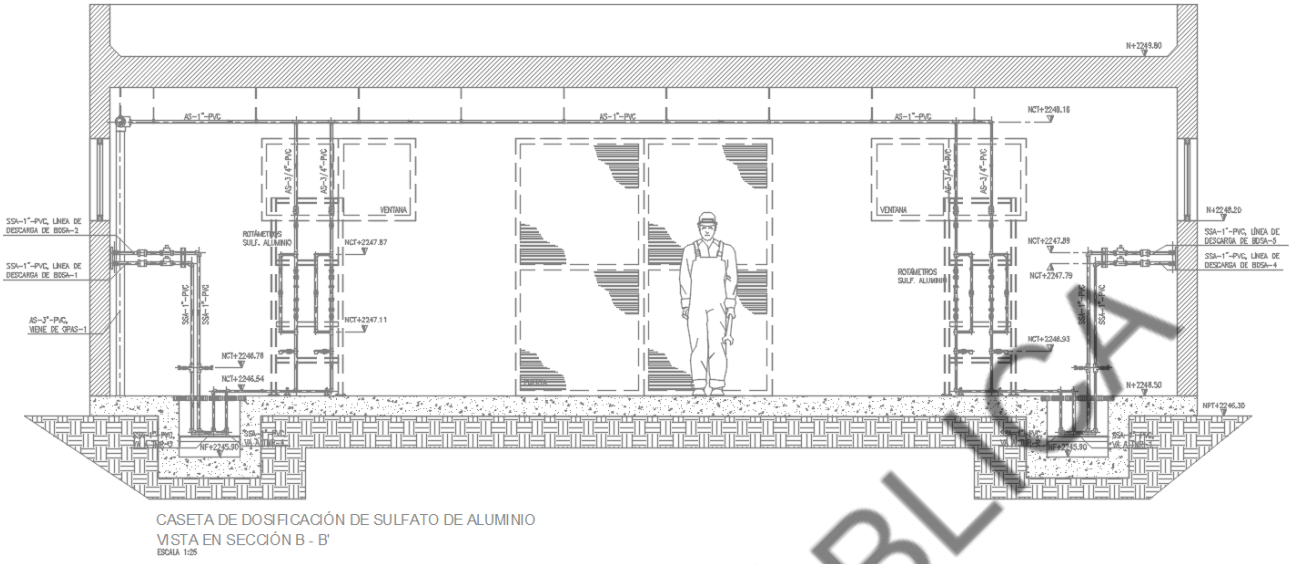
Figura 2-48. Caseta de sopladores.



La caseta de dosificación de sulfato de aluminio será una edificación. Para la estructura será base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra la caseta de dosificación.

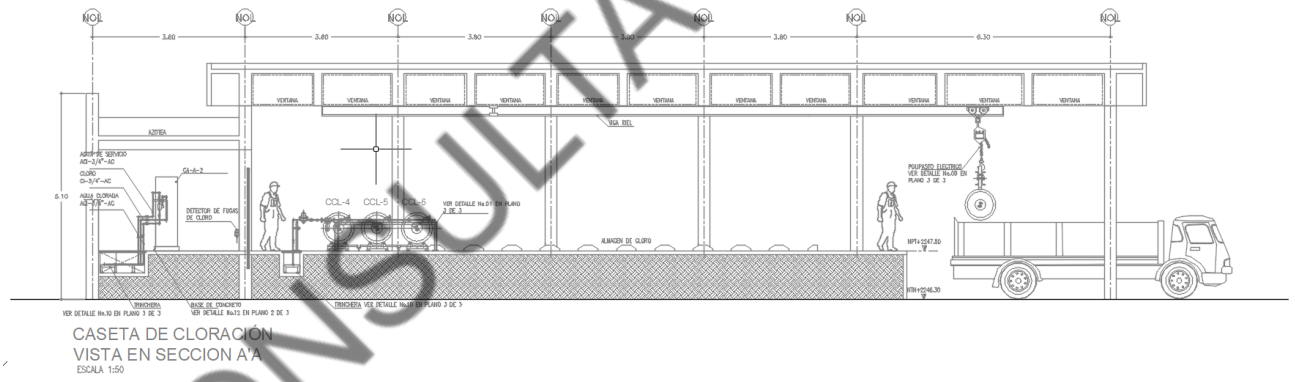
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-49. Caseta de dosificación de sulfato de aluminio.



La caseta de cloración será una edificación. Para la estructura metálica. En la siguiente figura se muestra la caseta de cloración.

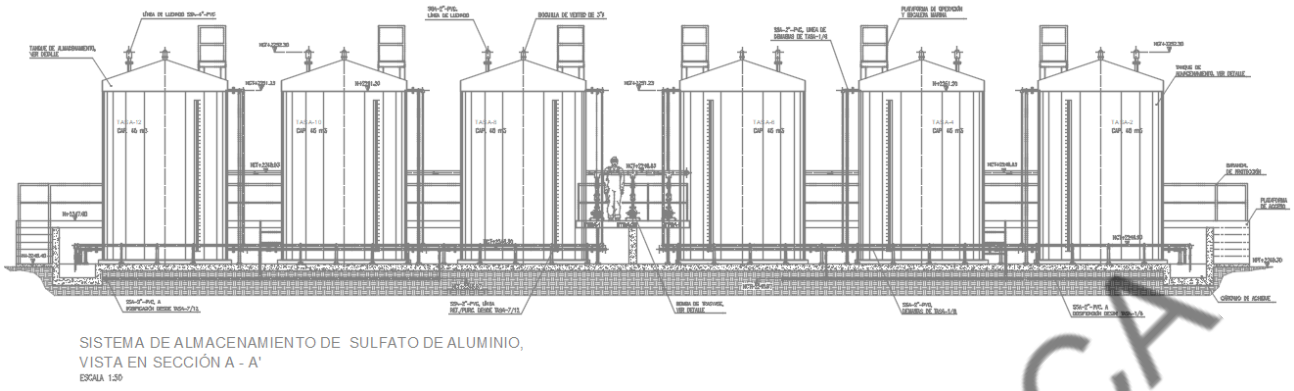
Figura 2-50 Caseta de cloración



Los tanques de almacenamiento de sulfato de aluminio serán de acero al carbón y serán ensamblados en sitio. En la siguiente figura se muestran los tanques de almacenamiento de sulfato de aluminio.

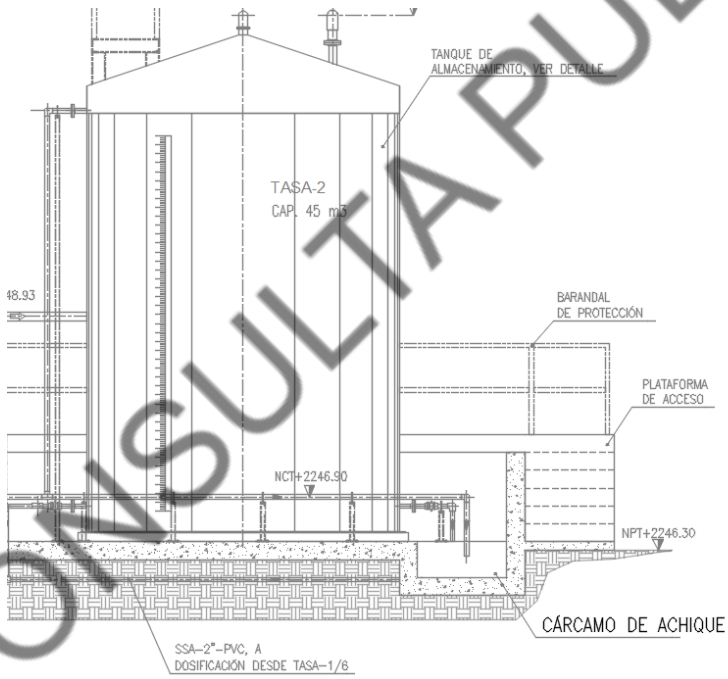
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-51. Tanques de almacenamiento de sulfato de aluminio.



Para la contención en caso de derrame de sulfato de aluminio se construirá un cárcamo de achique. En la siguiente figura se muestra el cárcamo de achique.

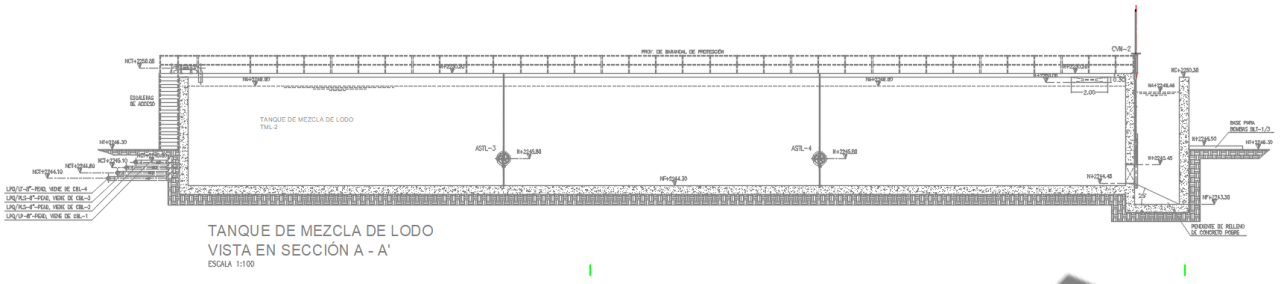
Figura 2-52. Cárcamo de achique para los tanques de almacenamiento de sulfato de aluminio.



El tanque de mezcla de lodos será construido a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra el tanque de mezcla de lodos.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-53 Tanque de mezcla de lodo



En estas unidades de proceso se instalarán los siguientes equipos de proceso.

- Agitador de Mezcla Rápida
- Agitador Sumergible de Tanque Anaerobio
- Agitador Sumergible de Tanque Anóxico
- Agitador Sumergible de Tanque de Lodo
- Bomba de Agua Cruda
- Bomba de Alta Presión Para Cribado
- Bomba de Alta Presión Para Cribado
- Bomba de Alta Presión Para Cloración
- Bomba de Alta Presión de Agua de Servicio
- Báscula de Contenedores de Cloro
- Bomba Dosificadora de Solución de Sulfato de Aluminio
- Bomba de Lodo Primario
- Bomba de Lodo Primario/Secundario
- Bomba de Lodo Primario/Terciario
- Bomba de Lodos al TEC
- Bomba de Natas
- Bomba de Recirculación de Lodo Secundario
- Bomba de Recirculación de Licor Mezclado
- Bomba de Trasvase de Solución de Sulfato de Aluminio
- Bomba de Alta Presión para Cribado
- Contenedor de Cloro
- Ciba Fina Mecánica
- Clorador Automático
- Criba Media Mecánica

CONSULTA PÚBLICA

- Polipasto para Contenedores de Cloro
- Scrubber para Control de Fugas
- Soplador de Tanque Aerobio
- Tanque de Almacenamiento de Solución de Sulfato de Aluminio
- Tornamesa de Clarificador
- Tornillo Transportador de Sólidos

2.2.2.4.3.2 Edificaciones y vialidades

En la PTAP-R también se construirán: edificio administrativo, edificio de operación y mantenimiento, caseta de vigilancia, vialidades, banquetas y accesos, áreas verdes.

Para la construcción del edificio administrativo y de operación y mantenimiento se realizarán excavaciones, posteriormente una cimentación a base de concreto armado. Para las estructuras de los edificios serán base de concreto armado y ladrillos principalmente. La caseta de vigilancia será una estructura metálica prefabricada.

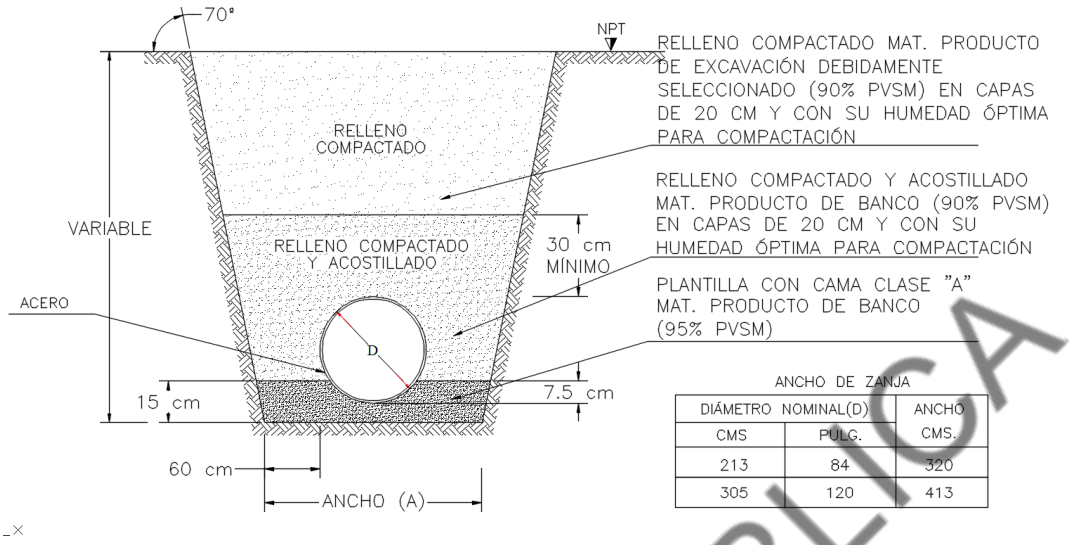
Las vialidades y estacionamientos serán construidos a base de concreto asfáltico los cuales estarán cimentados sobre una base y subbase de capas granulares. El concreto asfaltico será suministrado mediante una planta autorizada. Las banquetas y accesos serán construidos a base de concreto.

2.2.2.4.4 Desfogue de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual

Para la construcción del desfogue de la PTAP-R se habilitarán dos tuberías de acero al carbón de 84 pulgadas y 120 pulgadas. Esta será construida en 2 tramos, en el primer tramo será mediante la excavación de una zanja con apoyo de maquinaria y para el segundo tramo esta será colocada sobre una capa del bordo del tanque regulador y será cubierto con capas compactadas de 20 centímetros al 95% de su peso volumétrico seco máximo. En la siguiente figura se muestra la sección de la zanja y habilitado de la tubería.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-54. Sección de zanja para habilitado de tuberías de 84 y 120 pulgadas.



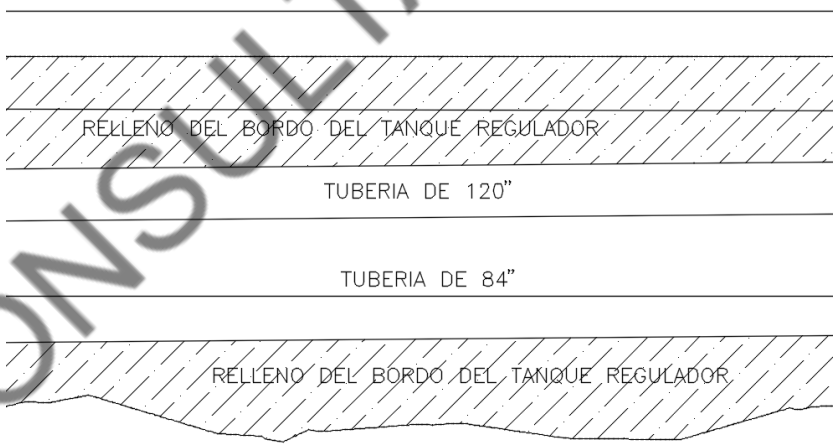
ANCHO DE ZANJA

DIÁMETRO NOMINAL(D)		ANCHO
CMS	PULG.	CMS.
213	84	320
305	120	413

Una vez habilita la tubería se colocará una con una plantilla de material producto de banco y la zanja será rellenada con material producto de la excavación.

En la siguiente figura se muestra la habilitación de la tubería en el tramo del bordo del tanque regulador.

Figura 2-55. Habilitación de la tubería en el tramo del bordo del tanque regulador.

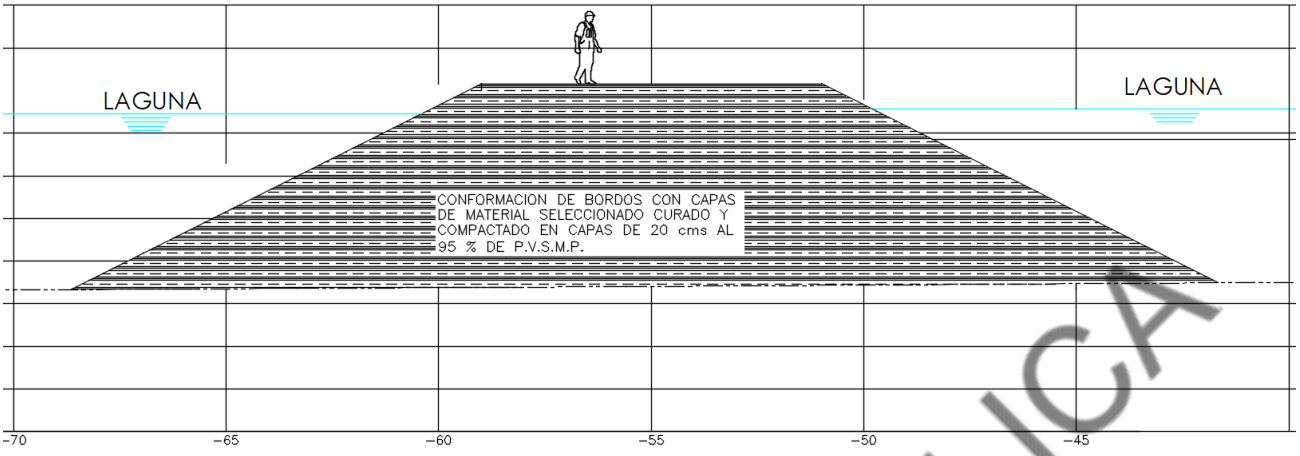


CONSULTA PÚBLICA

2.2.2.4.5 Dique

Se construirá un dique a base de material producto de banco, el cual será conformado con capas de material seleccionado curado y compactado en capas de 20 centímetros al 95% de pesos volumétrico seco máximo, con apoyo de maquinaria. En la siguiente figura se muestra una sección del dique.

Figura 2-56. Sección de bordo del dique.

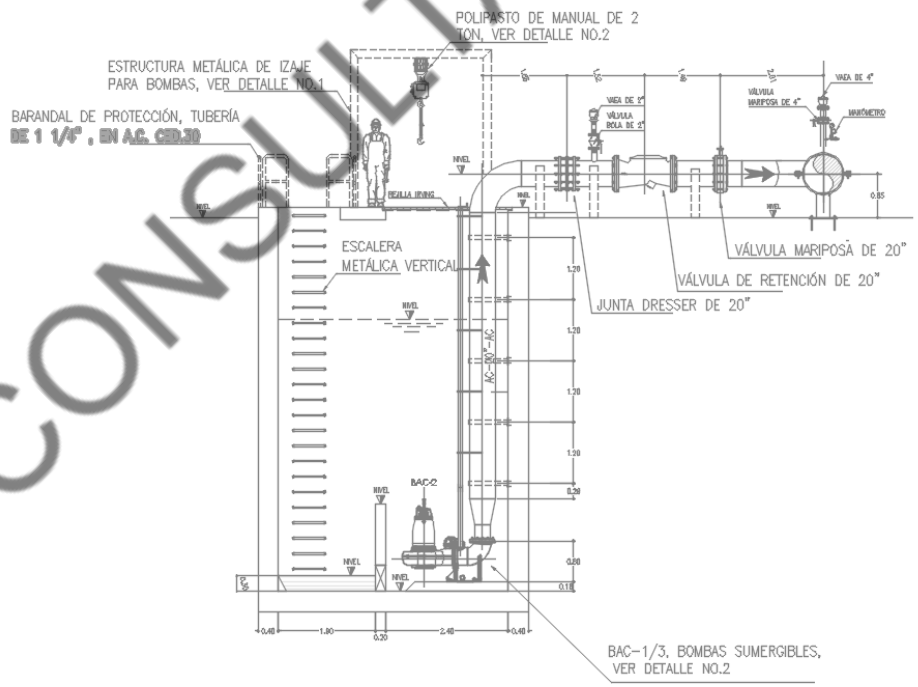


Para la construcción del dique se realizarán achiques lo cual consiste en colocar costales rellenos de arena en ambos lados hasta formar muros y posteriormente bombear el agua contenida con la finalidad de tener un área libre para conformación del bordo.

2.2.2.4.6 Humedal artificial

El humedal artificial iniciara con la construcción de un cárcamo de bombeo mediante concreto armado. En la siguiente figura se muestra la sección del cárcamo.

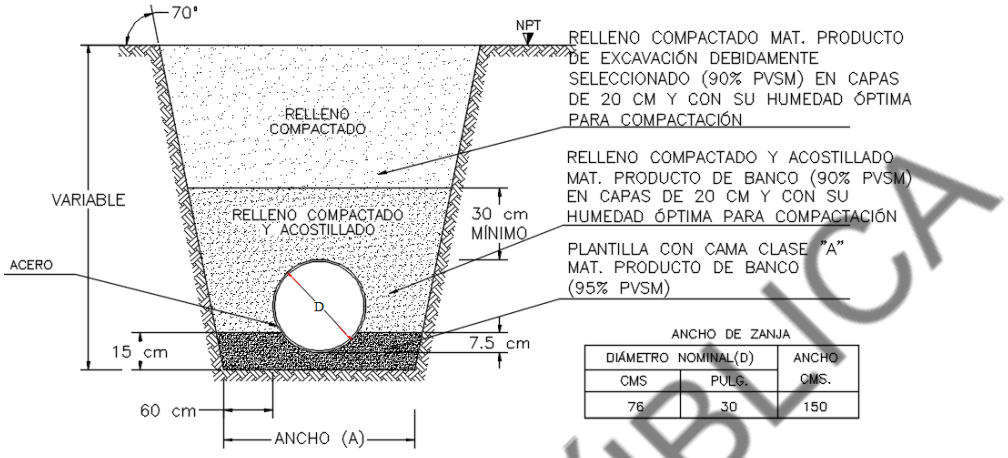
Figura 2-57. Sección del cárcamo de bombeo.



CONSULTA PÚBLICA

Posteriormente se construirá una zanja con apoyo de maquinaria en la cual se habilitará una tubería de 30 pulgadas de acero al carbón. En la siguiente figura se muestra la sección de la zanja y habilitado de la tubería.

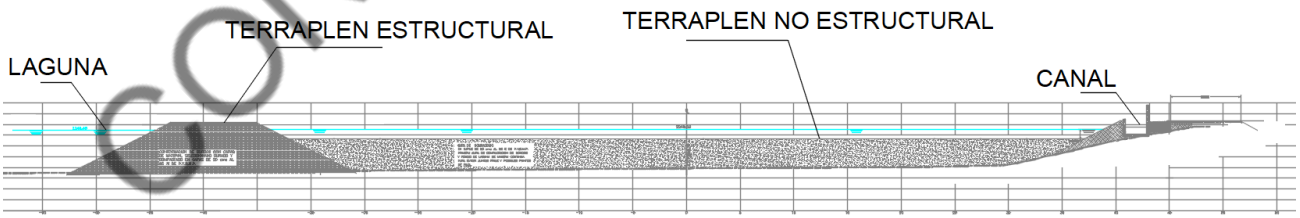
Figura 2-58. Sección de zanja para habilitado de tubería de 30 pulgadas.



Una vez habilitada la tubería se colocará una con una plantilla de material producto de banco y la zanja será rellenada con material producto de la excavación.

Posteriormente se construirán terraplenes estructurales a base de material producto de banco, los cuales serán conformados con capas de material seleccionado curado y compactado en capas de 20 centímetros al 95% de pesos volumétrico seco máximo, con apoyo de maquinaria. Al interior de los terraplenes estructurales se construirán terraplenes no estructurales lo cuales estarán compactados en capas de 20 centímetros al 95% de su peso volumétrico seco máximo, los cuales evitarán posibles puntos de fuga. En el interior de las celdas contendrán el agua bombeada de la laguna las cual será conducida por un canal. El canal será construido de concreto armado. En la siguiente figura se muestra la sección de los terraplenes y el canal.

Figura 2-59 Sección de terraplenes estructurales y no estructurales, y canal.



Para la construcción de los terraplenes estructurales y no estructurales se realizarán achiques lo cual consiste en colocar costales rellenos de arena en ambos lados hasta formar muros y posteriormente bombear el agua contenida con la finalidad de tener un área libre para conformación de los terraplenes.

2.2.2.4.7 Obra de toma y línea de conducción

CONSULTA PÚBLICA

2.2.2.4.7.1 Rehabilitación de obra de toma

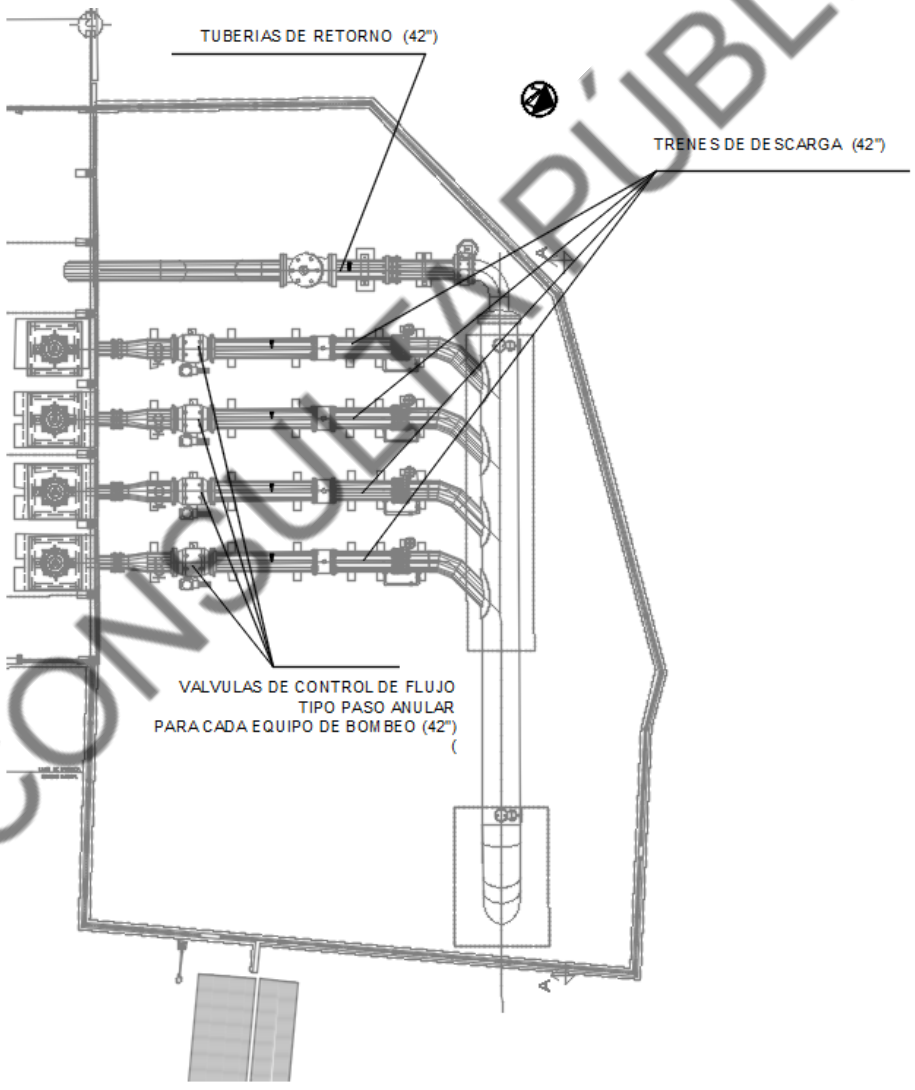
La obra de toma es una infraestructura existente la cual será rehabilitada y se realizarán las siguientes actividades descritas.

En esta se construirá una grúa permanente a base de una estructura metálica tipo viajera, la cual servirá para montaje y desmontaje de los equipos de bombeo y motores eléctricos con fines de reparaciones o mantenimientos mayores.

Posteriormente se realizará el retiro de los equipos de bombeo existentes, los cuales son: motores, bombas, columnas y paneles de control.

El arreglo mecánico existente será sustituido por un arreglo será 3+1, es decir tres equipos de bombeo que entraran en funcionamiento en la etapa de operación y un equipo en reserva. Los equipos de bombeo tendrán una potencia de 700 HP. En la siguiente figura se muestra el nuevo arreglo mecánico de los equipos de bombeo.

Figura 2-60. Arreglo mecánico de los equipos de bombeo.



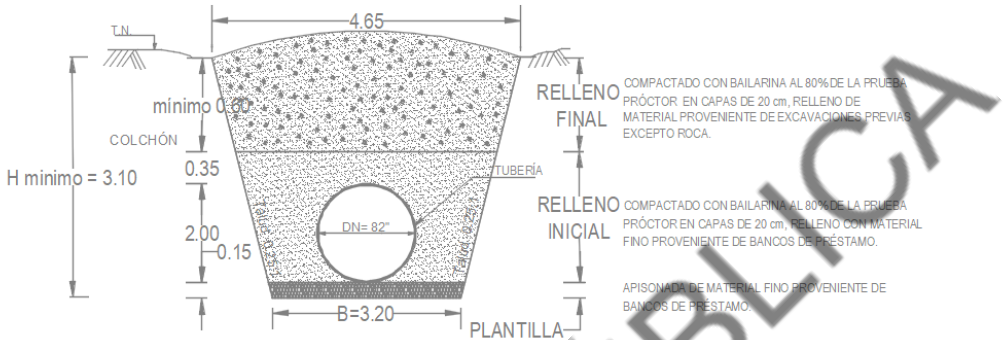
ARREGLO GENERAL DE EQUIPAMIENTO MECANICO DE PLANTA DE BOMBEO, OBRA DE TOMA - VISTA EN PLANTA

CONSULTA PÚBLICA

2.2.2.4.7.2 Construcción de línea de conducción

Se construirá una línea de conducción mediante la habilitación de una tubería de 2,000 mm de diámetro de material PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio) con una longitud de 1,800 metros. Para lo anterior se construirá una zanja con apoyo de maquinaria en la cual se habilitará la tubería. En la siguiente figura se muestra la sección de la zanja y habilitado de la tubería.

Figura 2-61. Sección de zanja para habilitado de tubería de 2,000 mm.

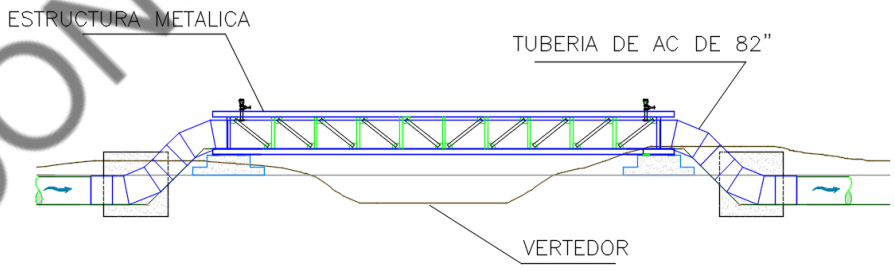


DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (DN)		ANCHO DEL FONDO B	PROFUNDIDAD MÍNIMA (H)
(pulg)	(mm)	(m)	(m)
82	2,086	3.2	3.10

Una vez habilitada la tubería se colocará una con una plantilla de material producto de banco y la zanja será rellenada con material producto de la excavación.

En lado poniente donde será construida la planta potabilizadora existe un vertedero. Para lo anterior se construirá una estructura metálica con una longitud de 30.26 metros, en este tramo la línea de conducción será habilitada mediante tubería de acero al carbón de 82 pulgadas y estará soportada sobre la estructura metálica. En la siguiente figura se muestra la sección longitudinal de la estructura metálica,

Figura 2-62. Sección longitudinal de la estructura metálica.



2.2.2.4.8 Planta potabilizadora

2.2.2.4.8.1 Unidades de proceso

Para la planta potabilizadora se construirán las siguientes unidades de proceso, las cuales tendrán las siguientes medidas y volúmenes que se muestran en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2-49. Unidades de proceso que se construirán en la planta potabilizadora.

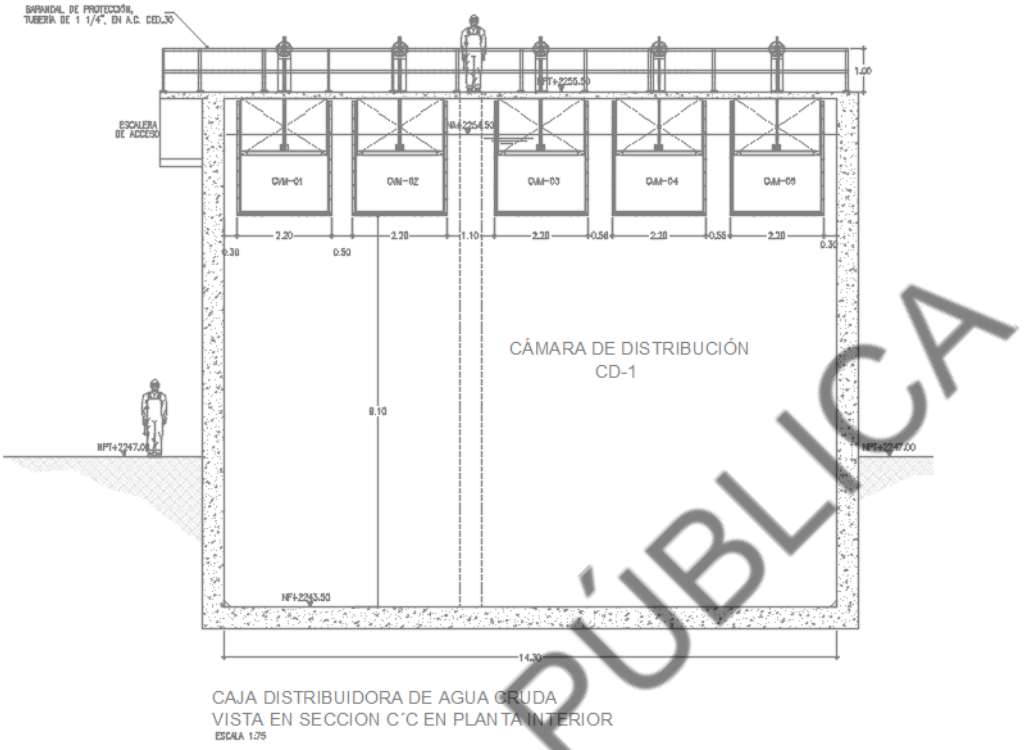
Unidades de Proceso	Largo (m)	Ancho (m)	Alto total (m)	Bordo Libre (m)	Volumen Total (m3)	Volumen Útil (m3)
Caja distribuidora de agua cruda	9.0	9.0	12.0	1.00	972.0	891.0
Caja de llegada (deriva a unidades de pre-ozonación)	10.0	2.0	7.0	0.97	140.0	120.6
Pre-ozonación	5.5	4.3	7.0	1.0	165.6	141.9
Mezcla rápida	2.0	2.0	2.6	0.5	10.4	8.4
Cámara de floculación	5.0	5.0	6.0	0.5	150.0	137.5
Flotación por aire disuelto	10.5	6.5	6.1	1.2	416.3	334.4
Cámara de ozonación intermedia	7.1	5.0	6.5	1.0	230.8	195.3
Filtros de carbón activado	9.8	3.5	4.3	0.5	146.8	129.7
Filtros de antracita	9.8	3.5	4.9	0.5	169.1	151.9
Tanque de agua recuperada	23.0	4.5	6.5	0.5	672.8	621.0
Tanque de agua filtrada	17.3	7.0	5.5	1.0	666.1	545.0
Celda de desinfección	23.8	7.0	7.3	2.5	1216.2	801.3
Tanque de agua potable	34.0	17.5	7.3	0.8	4343.5	3867.5
Tanque de lodos (tanque pulmón)	5.0	5.0	4.0	0.5	100.0	87.5
Tanque de almacenamiento de lodos (15)	10.0	7.5	5.0	0.5	375.0	337.5

Para la construcción de estas unidades se realizarán excavaciones en las cuales se construirán bases de concreto armado que funcionarán como cimentación para las unidades de proceso. A continuación de describen la construcción de las unidades de proceso.

La caja distribuida de agua cruda la caja de llegada será construida a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra una sección de la caja de agua cruda y caja de llegada.

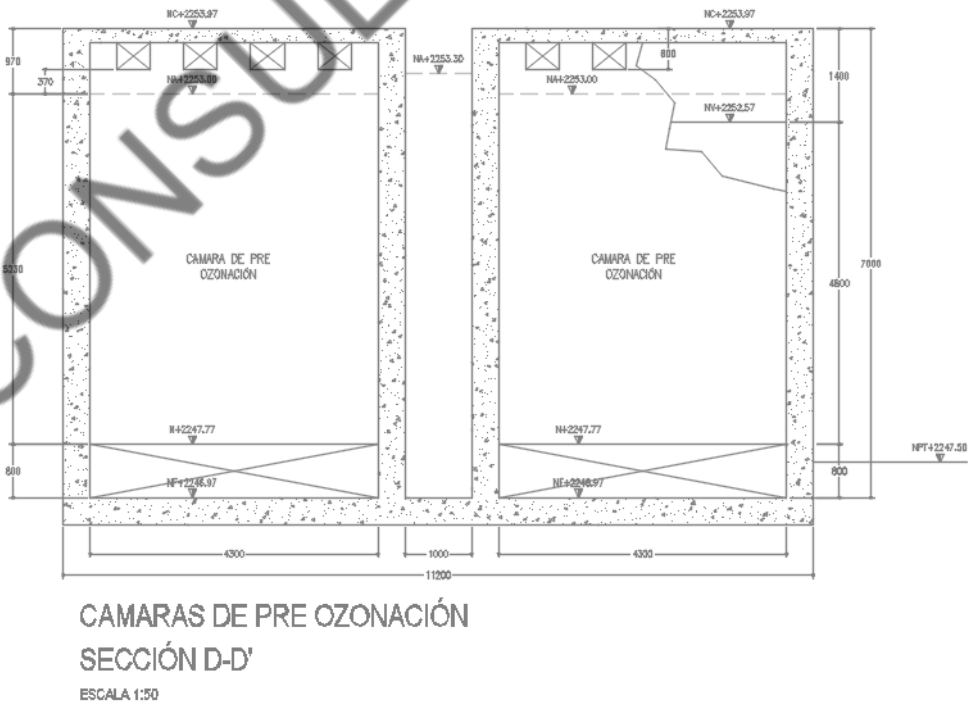
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-63. Caja distribuidora de agua cruda y caja de llegada.



La unidad de pre-ozonación será construida a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra una sección de la unidad de pre-ozonación.

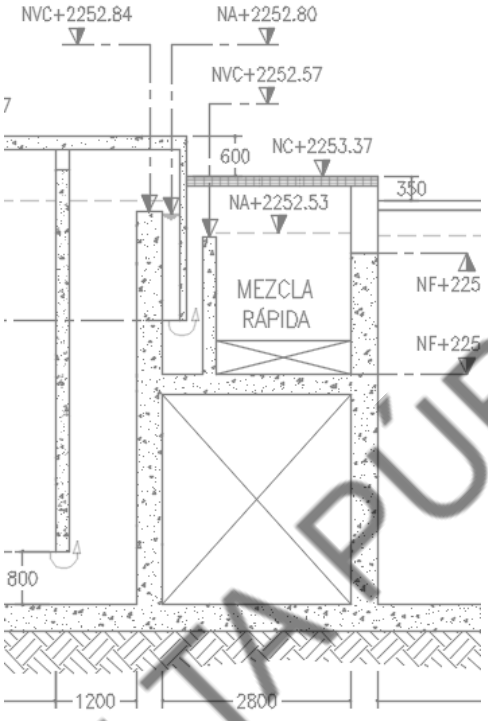
Figura 2-64. Unidad de pre-ozonación.



CONSULTA PÚBLICA

La unidas de mezcla rápida será construida a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra una sección de la unidad de mezcla rápida.

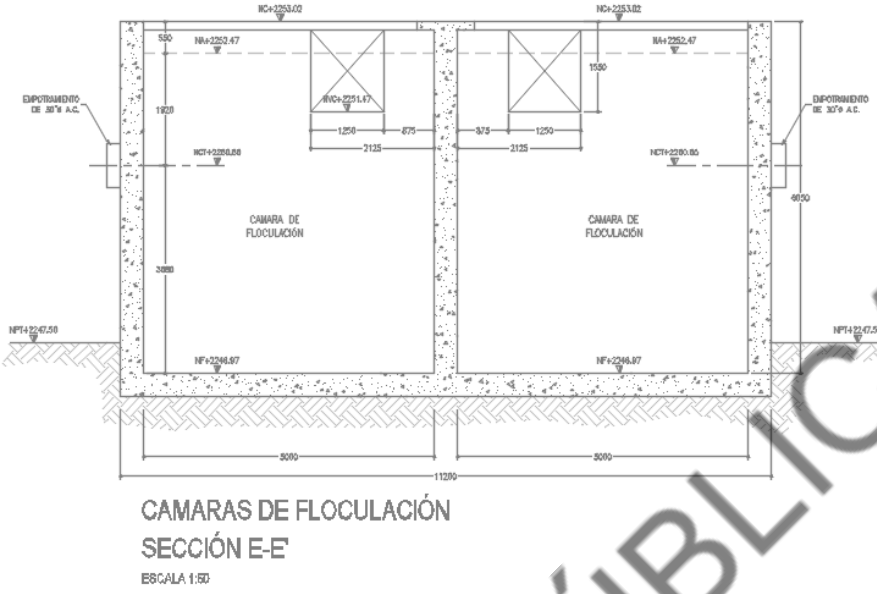
Figura 2-65. Unidad de mezcla rápida.



La cámara de floculación será construida a base de concreto armado. En la siguiente se muestra una sección de la cámara de floculación.

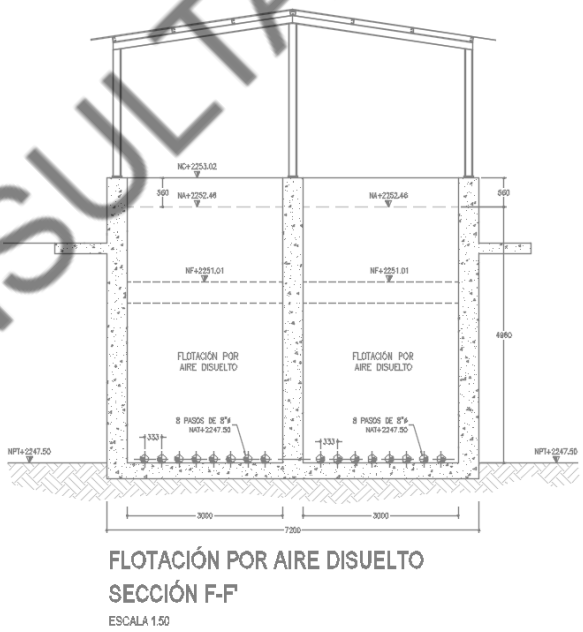
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-66. Cámara de floculación.



La unidad de flotación por aire disuelto será construida a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra la unidad de flotación por aire disuelto.

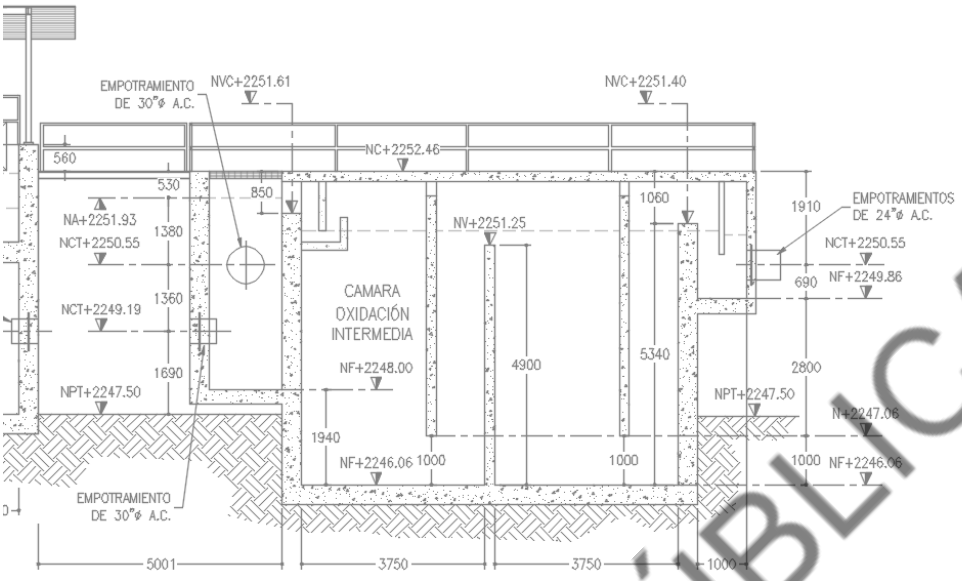
Figura 2-67. Unidad de flotación por aire disuelto.



La unidad de ozonación intermedia será construida a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra una sección de la unidad ozonación intermedia.

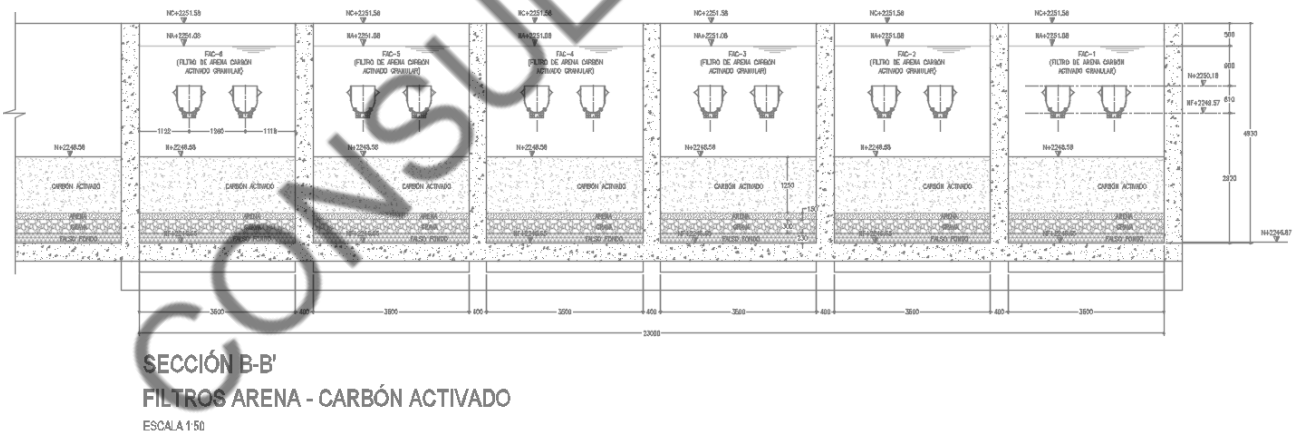
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-68. Unidad de ozonación intermedia.



La unidad de filtros de carbón activado será construida a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra una sección de la unidad de filtros de carbón activado.

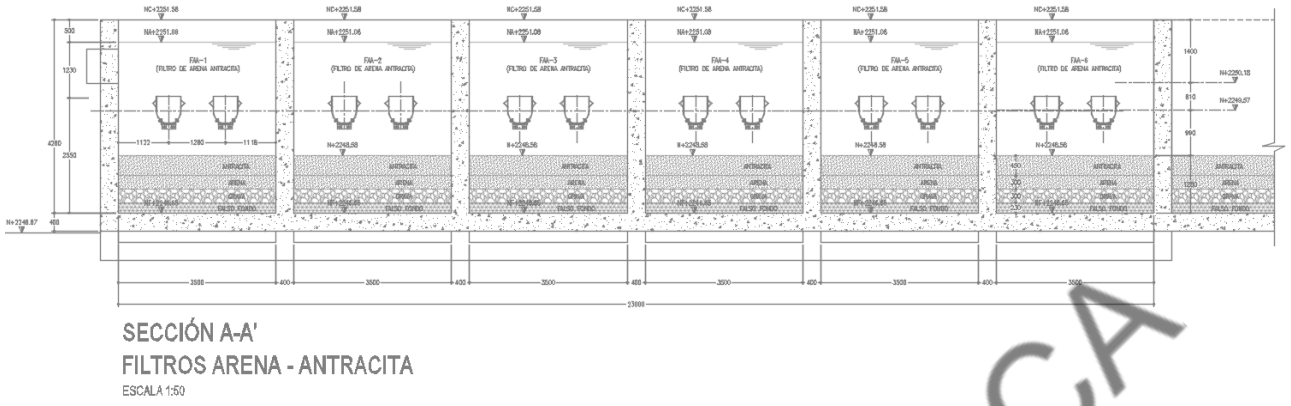
Figura 2-69. Unidad de filtros de carbón activado.



La unidad de filtros de antracita será construida a base de concreto armando. En la siguiente figura se muestra una sección de la unidad de filtros de antracita.

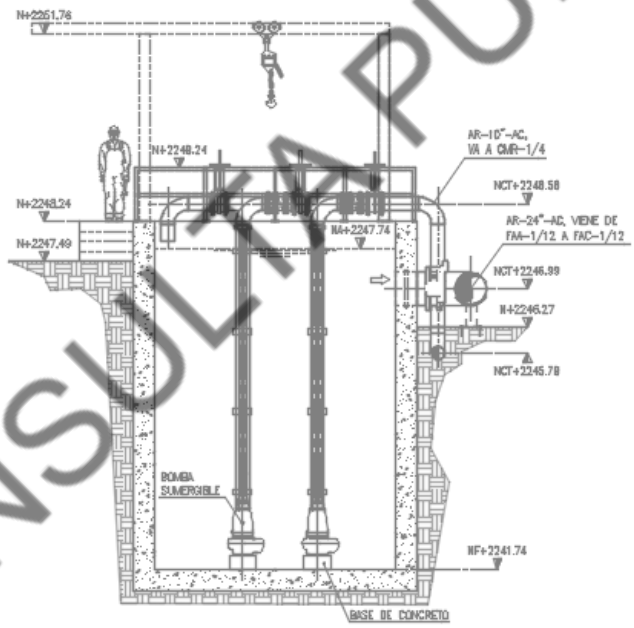
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-70. Unidad de filtros de antracita.



El tanque de agua recuperada será construido a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra una sección del tanque de agua recuperada.

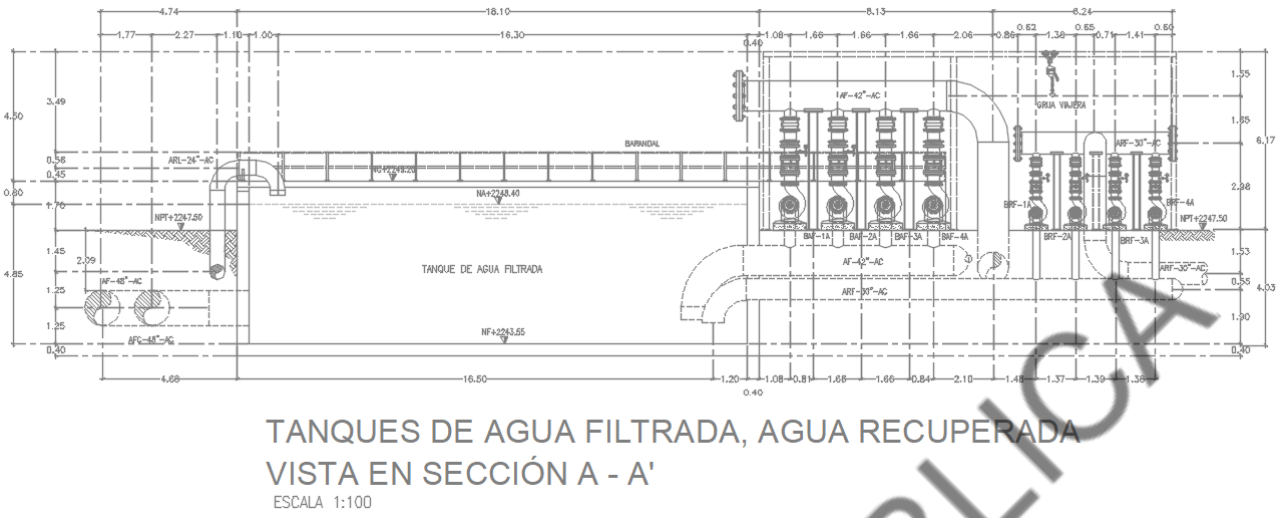
Figura 2-71. Tanque de agua recuperada.



El tanque de agua filtrada será construido a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra una sección del tanque de agua filtrada.

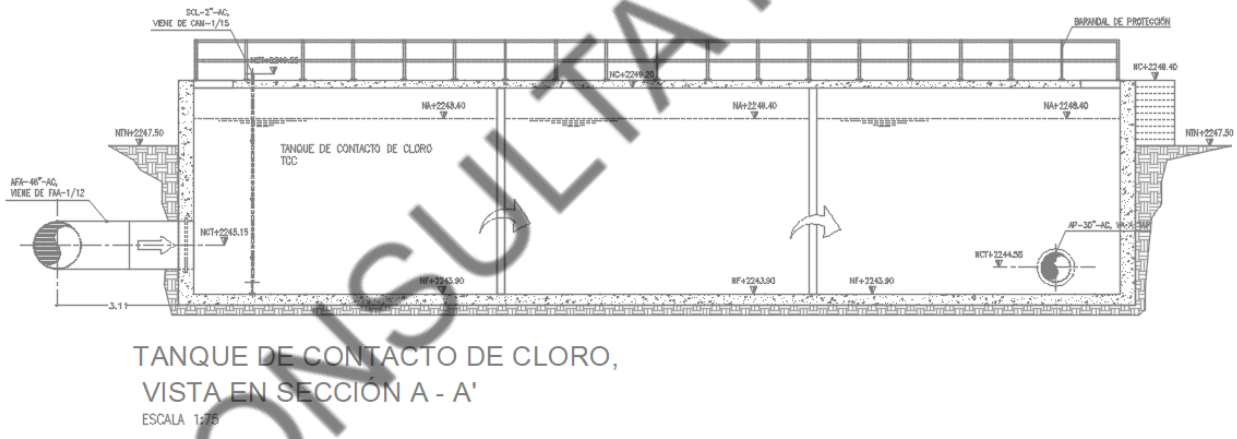
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-72. Tanque de agua filtrada.



La unidad de celda de desinfección será un tanque construido a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra una sección de la unidad de la celda de desinfección.

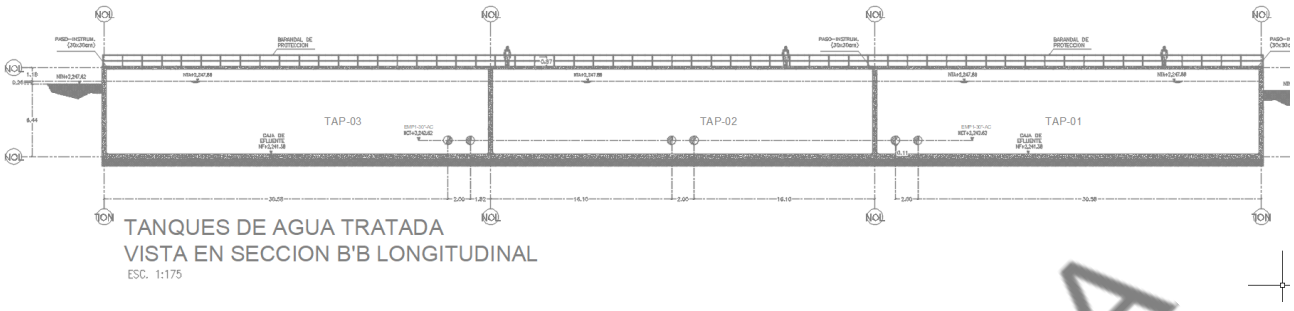
Figura 2-73. Unidad de celda de desinfección.



El tanque de agua potable será construido a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra una sección del tanque de agua potable.

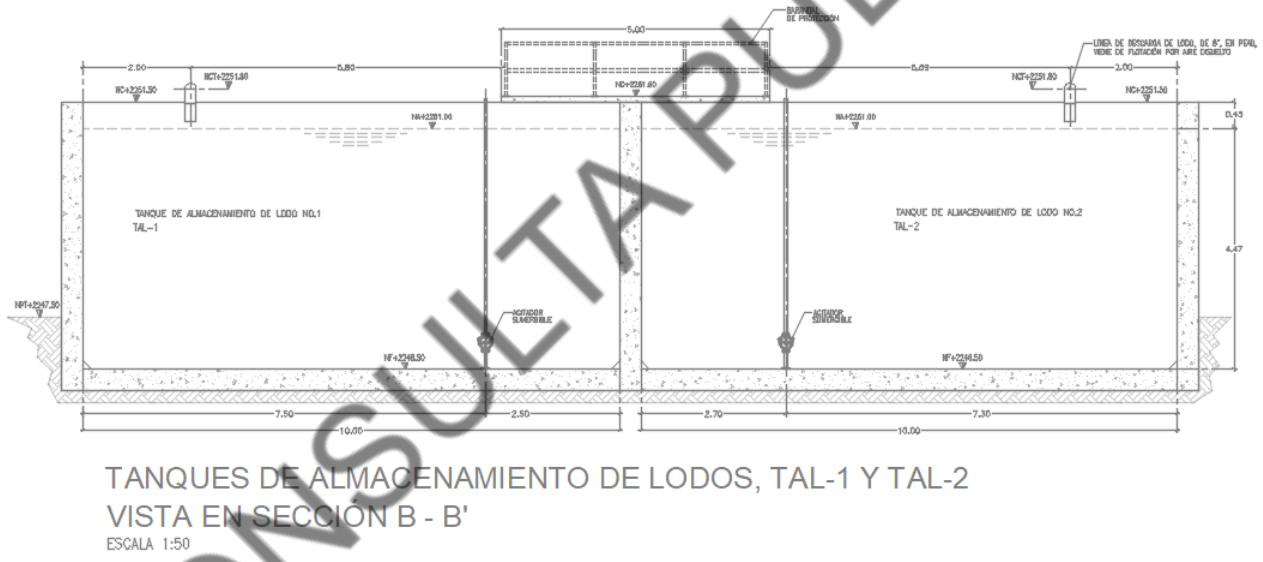
CONSULTA PUBLICA

Figura 2-74. Tanque de agua potable.



El tanque de almacenamiento de lodos y el tanque de lodos (pulmón) serán construidos a base de concreto armado. En la siguiente figura se muestra una sección del tanque de almacenamiento de lodos y tanque de lodos (pulmón).

Figura 2-75. Tanque de almacenamiento de lodos y tanque de lodos (pulmón).



CONSULTA PÚBLICA

2.2.2.4.8.2 Edificaciones y vialidades

En la planta potabilizadora también se construirá un edificio administrativo, estacionamientos, vialidades y áreas verdes.

Para la construcción del edificio administrativo se realizarán excavaciones, posteriormente una cimentación a base de concreto armado. Para la estructura del edificio será base de concreto armado y ladrillos principalmente.

Las vialidades y estacionamientos serán construidos a base de concreto asfáltico los cuales estarán cimentados sobre una base y subbase de capas granulares. El concreto asfaltico será suministrado mediante una planta autorizada.

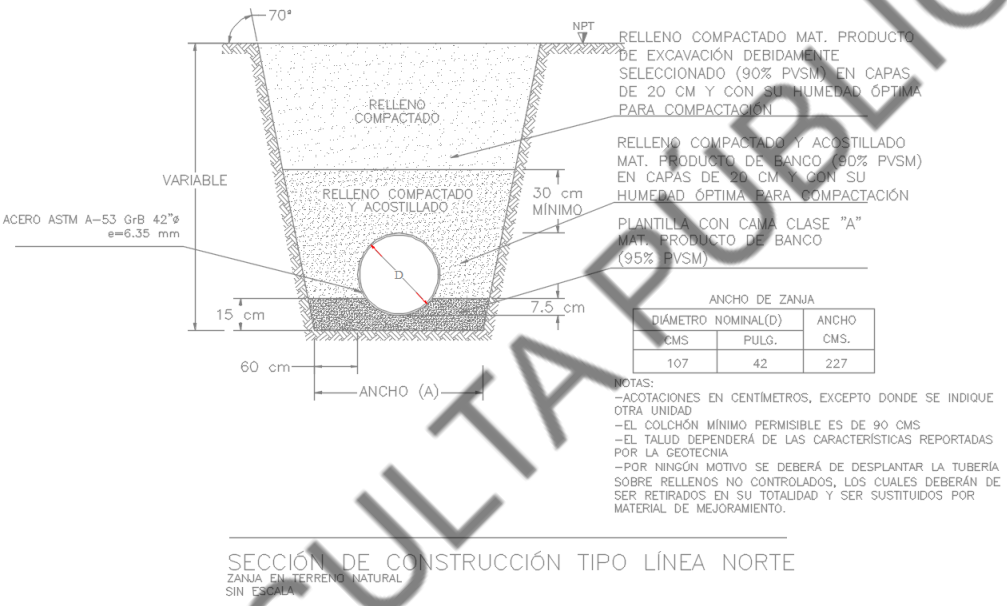
2.2.2.4.9 Líneas de conducción

A partir de la planta potabilizadora en el proyecto se construirán dos líneas de conducción de agua potable, la primera se denominará línea de conducción norte y la segunda línea de conducción sur. A continuación, se describe las dos líneas.

2.2.2.4.9.1 Línea de conducción norte

Como parte de las unidades de la planta potabilizadora se bombeará agua potable mediante la planta de bombeo denominada norte. Par conducir el agua potable se construirá una línea de conducción mediante la habilitación de una tubería de 42 pulgadas de acero al carbón. Para lo anterior se construirá una zanja con apoyo de maquinaria en la cual se habilitará la tubería. En la siguiente figura se muestra la sección de la zanja y habilitado de la tubería.

Figura 2-76. Sección de zanja para habilitado de tubería de 42 pulgadas.



Una vez habilitada la tubería se colocará una con una plantilla de material producto de banco y la zanja será rellenada con material producto de la excavación.

En esta línea de conducción se realizará en un tramo el habilitado de la tubería mediante el método de hincado de tuberías. Para lo anterior se construirá una plataforma de concreto armado en el área en el área de uso temporal de esta línea en donde se colocará equipo de hincado. En el tramo final de la línea se reconstruirá el concreto asfáltico derivado de la demolición para la construcción de la zanja.

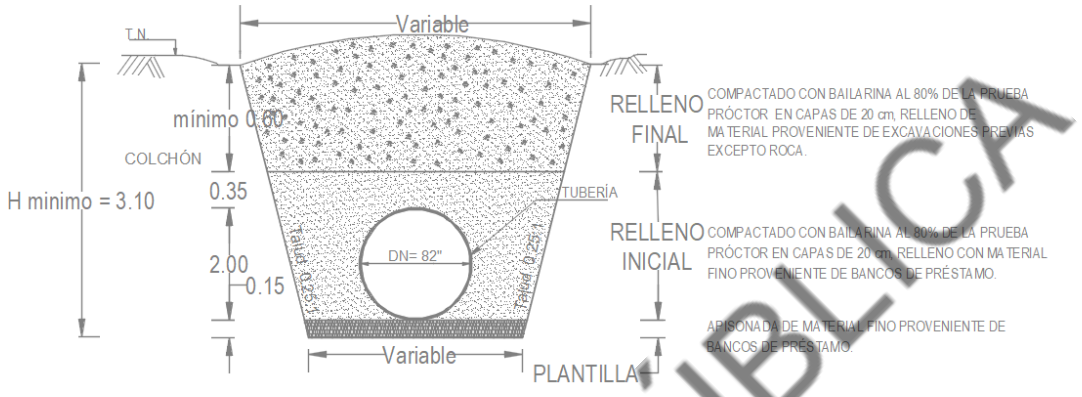
2.2.2.4.9.2 Línea de conducción sur

Como parte de las unidades de la planta potabilizadora se bombeará agua potable mediante la planta de bombeo denominada sur. Par conducir el agua potable se construirá una línea de conducción mediante la habilitación de tuberías de 84, 72 y pulgadas de acero al carbón, de36 pulgadas de PFRV (poliéster reforzado con fibra de vidrio) y 36 de pulgadas de acero helicoidal. Estas estarán construidas en 3 tramos, el primer tramo será con tubería de 84 y 72 pulgadas de acero al carbón, el segundo tramo

CONSULTA PÚBLICA

con tubería de 36 pulgadas de PFRV y el tercer tramo con tubería de 36 de acero helicoidal. Para lo anterior se construirán zanjas con apoyo de maquinaria en la cual se habilitarán las tuberías. En las siguientes figuras se muestran las secciones de las zanjas y habilitado de las tuberías.

Figura 2-77. Secciones de zanjas para habilitado de tubería de 84,72, y 36 pulgadas.



DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (DN)		ANCHO DEL FONDO B	PROFUNDIDAD MÍNIMA (H)
(pulg)	cm	(m)	(m)
84	213	3.20	2.10
72	183	2.80	2.80
36	91	1.70	3.20

Una vez habilitada la tubería se colocará una con una plantilla de material producto de banco y la zanja será rellenada con material producto de la excavación.

En esta línea de conducción se realizarán en algunos tramos el habilitado de la tubería mediante el método de hincado de tuberías. Para lo anterior se construirán plataformas de concreto armado en el área en el área de uso temporal de esta línea en donde se colocará equipo de hincado, así como también en algunos tramos se reconstruirá el concreto asfáltico e hidráulico derivado de la demolición para la construcción de las zanjas.

El material pétreo que se utilizará en los componentes procederá exclusivamente de bancos autorizados ambientalmente.

2.2.2.5 Datos técnicos

En los siguientes apartados se indican los datos de diseño de los componentes del Proyecto.

2.2.2.5.1 Tanque regulador

La estructura de almacenamiento temporal, identificada como Tanque Regulador (o tanque de llegada), estará situada en el extremo Noroeste de la Laguna, en el sitio donde el canal Santo Tomás descarga sus aportaciones pluviales.

El Tanque tendrá una superficie aproximada de 150 hectáreas, con tirante hidráulico máximo de operación de 4.20 metros y volumen máximo de almacenamiento de ≈ 6.0 Mm3.

CONSULTA PÚBLICA

El Tanque, para almacenamiento temporal de excedentes de agua pluvial, estará conformada por dos elementos principales:

a) Un dique longitudinal que lo delimita por la parte interior de la Laguna, y

b) Un dique transversal que muro vertedor que la delimite por al lado angosto en el interior de la Laguna.

Los otros dos lados del Tanque de Llegada, uno largo y uno angosto, estarán conformados por el bordo perimetral de la Laguna de Zumpango, mismo que actualmente está siendo rehabilitado en su corona y taludes, además de recuperar su altura de proyecto.

2.2.2.5.2 Obra de toma para la PTAP-R

El agua pluvial recibida y almacenada en el Tanque Regulador o Tanque de Llegada se transfiere al cárcamo de bombeo de la PTAP, que la eleva para ingresarla al proceso de tratamiento físico – químico. Para tal efecto se cuenta con la Obra de Toma, la cual está adosada al talud interior del bordo perimetral del lado norte de la Laguna de Zumpango, frente al predio de la PTAP.

La Obra de Toma está integrada por dos líneas de acero al carbón de 72 pulgadas de diámetro, con capacidad hidráulica para conducir hasta 9.0 m^3/s entre ambas líneas. Las tuberías están hincadas en el terreno y en su recorrido de 70 metros hacia el cárcamo de bombeo atraviesan el terraplén del bordo perimetral de la Laguna, luego pasarán por debajo de un dren agrícola y después abajo de un camino de servicio que corre a lo largo del límite sur del predio de la PTAP.

La obra de toma de lluvias consiste en una caja de ingreso que aloja en su parte frontal una criba de desbaste con claro entre barras de 50 a 75 mm, con el objetivo de retener la materia flotante y sólidos de gran tamaño que pudieran obstruir las líneas de conducción. Posterior al cribado se cuenta con una compuerta mural de control de accionamiento manual, para la apertura y cierre de cada línea.

Aguas debajo de la compuerta de control la caja de ingreso tiene un desnivel, en dicho cajón inferior inicia la línea de conducción hacia el cárcamo de bombeo en el predio de la PTAP. El cárcamo de bombeo será diseñado y construido en su totalidad por el contratista responsable de la PTAP, las líneas de conducción de 72” serán conectadas a un par de empotramientos habilitados e instalados en el muro perimetral del cárcamo.

2.2.2.5.3 Planta de tratamiento de agua pluvial-residual

El dimensionamiento de las unidades de proceso se realiza con base en los siguientes caudales de diseño:

Tabla 2-50 Caudales de Diseño.

	PTAR, Estiaje	PTAP, Lluvias
Qmed	0.3 m^3/s	7.0 m^3/s
Qmax	1.3 m^3/s	9.0 m^3/s

El caudal máximo de 9.0 m^3/s constituye la base de diseño y de la infraestructura principal.

CONSULTA PÚBLICA

En la evaluación de la información de la RENAMECA (red nacional de medición de calidad del agua) referente a la calidad del agua del Río Cuautitlán, en el sitio de derivación a la Laguna, se establecieron las concentraciones de diseño que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 2-51. Calidad de Agua Canal Santo Tomás, RENAMECA.

Parámetro, mg/L	Concentración promedio	Concentración percentil 75	Concentración promedio	Concentración percentil 75
	Temporal de Lluvias		Temporal de Estiaje	
DBO	81	132	226	274
DQO	231	327	469	555
SST	174	255	122	168
Nitrógeno Total	20.4	26.2	47.4	62.2
Fósforo Total	5.5	7.0	8.1	12.0

CONSULTA PÚBLICA

2.2.2.5.4 Desfogue de la PTAP-R

Las líneas de conducción de agua tratada efluente de la PTAP la cual se debe descargar en la Laguna de Zumpango. A continuación se indican las características principales de las líneas.

Línea de agua tratada de la PTAP a la 2ª sección de la Laguna de Zumpango. Con capacidad para 2.0 m3/s, de acero al carbón de 60“ de diámetro, de 500 metros de longitud.

Esta línea funcionará sólo en temporada de lluvias y se utilizará para descargar en la 2ª sección los caudales de agua tratada de origen pluvial por arriba de 7.0 m3/s. La línea inicia en la Caja de Mezcla de la PTAP y corre a lo largo del camino agrícola con dirección noreste para después virar hacia el este y cruzar el bordo perimetral de la laguna y una pequeña sección del dique longitudinal (tramo1) para descargar en el extremo noroeste de la 2ª sección de la Laguna de Zumpango.

Línea de agua tratada de la PTAP a la 1ª sección de la Laguna de Zumpango. Con capacidad para 7.0 m3/s, de acero al carbón de 120“ de diámetro, de 1,900 metros de longitud.

Esta línea funcionará en lluvias y entregará en la 1ª sección entre 0.5 y 7.0 m3/s de agua tratada. Asimismo, en temporal de estiaje esta línea descargará toda el agua tratada efluente de la planta, teniendo previsto un caudal de hasta 1.3 m3/s.

2.2.2.5.5 Dique

El dique longitudinal tiene las siguientes características: ancho de corona de 6 metros, de 21 a 28 metros de ancho en la base del talud; altura mínima de 5 metros y máxima de 7 metros, pendiente de talud de 1.7 : 1.

En el primer tramo del dique longitudinal estarán instaladas las obras de interconexión hidráulica entre la 2ª sección de la Laguna y el Tanque de Llegada, dichas obras consisten en dos líneas de 54“ de diámetro instaladas en la parte baja del talud del dique. La operación de las líneas será mediante compuertas de control de accionamiento manual.

La función de la interconexión hidráulica es tener posibilidad de transferir agua de la 2ª sección de la Laguna de Zumpango hacia el Tanque de Llegada. Esta operación se realizará cuando la calidad del agua en la 2ª sección de la Laguna no sea adecuada y se requiera dar tratamiento adicional al agua, ingresando a la PTAP el agua transferida al Tanque.

2.2.2.5.6 Humedal artificial

En la siguiente tabla se indican los datos básicos de diseño del humedal artificial.

Tabla 2-52. Datos básicos del humedal artificial.

Parámetro	Unidad	Valor
Caudal medio	L/s	500
Caudal máximo	L/s	500
Factor de pico hidráulico	Adim.	1
Caudal medio por celda	L/s	50

2.2.2.5.7 Obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora

En la siguiente tabla se muestran los datos de proyecto de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora.

Tabla 2-53. Datos de proyecto de la obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora.

Gasto de diseño (lps)	5,250
Equipos en operación	3
Equipos en reserva	1
Gasto por equipo	1,750
Horas de bombeo (h)	24
Carga dinámica total (mca)	21.44
Eficiencia de equipo de bombeo	0.85
Potencia de motor (HP)	700
Alimentación (V)	4,160
Tipo de captación	superficial
Conducción	línea presurizada
Calidad de agua	con sedimentos

CONSULTA PÚBLICA

2.2.2.5.8 Planta potabilizadora

El caudal de diseño con el cual se dimensionaron las instalaciones de la planta potabilizadora es de 5 trenes de 1,000 L/s cada uno y cumple con las siguientes premisas adicionales.

- Tanto las obras civiles correspondientes, como el almacenamiento y dosificación de reactivos, se dimensionarán para cubrir las necesidades de proceso a caudal nominal.
- El tanque de agua potable y el tanque de almacenamiento de lodo son estructuras diseñadas para caudal total de 5,000 L/s.

Características de agua cruda

El equipo de diseño determinó que, para el diseño de la planta potabilizadora, se toman como base de diseño los parámetros de calidad del agua cruda presentados en la siguiente tabla.

Tabla 2-54. Valores de calidad de agua para diseño de la planta potabilizadora.

Parámetro de Diseño	Unidades	Valor de Diseño Promedio	Valor de Diseño Percentil 80
CARACTERISTICAS BACTERIOLÓGICAS			
E. *coli* o coliformes fecales u organismos termotolerantes	NMP/100 mL	26	40
Coliformes totales	UFC/100 mL	22	40
CARACTERISTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS			
Color verdadero	U Pt/Co	61	94
Olor	No. UMBRAL	NE	NE
Sabor	No. UMBRAL	NE	NE
Turbiedad	UTN	78	132
METALES			
Aluminio	mg/l	0.06085	0.1048
Arsénico	mg/l	0.0015	0.0015
Bario	mg/l	0.0576	0.0608
Cadmio	mg/l	0.0013	0.0013
Cobre	mg/l	NE	NE
Cromo total	mg/l	0.0012	0.0012
Fierro	mg/l	0.09325	0.1268
Manganeso	mg/l	0.0185	0.021
Mercurio	mg/l	0.0002	0.0002
Plomo	mg/l	0.00154	0.00154
Sodio	mg/l	NE	NE

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro de Diseño	Unidades	Valor de Diseño Promedio	Valor de Diseño Percentil 80
Zinc	mg/l	0.0555	0.11
COMPUESTOS ORGÁNICOS			
Fenoles o compuestos fenólicos	mg/l	NE	NE
Trihalometanos totales	mg/l	NE	NE
Benceno	µg/l	ND	ND
Etilbenceno	µg/l	ND	ND
Tolueno	µg/l	ND	ND
Xileno (tres isómeros)	µg/l	ND	ND
PLAGUICIDAS Y HERBICIDAS			
Aldrín	µg/l	ND	ND
Dieldrín	µg/l	ND	ND
Clordano (total de isómeros)	µg/l	ND	ND
DDT (total de isómeros)	µg/l	ND	ND
Gamma-HCH (lindano)	µg/l	ND	ND
Hexaclorobenceno	µg/l	ND	ND
Heptacloro y epóxido de heptacloro	µg/l	ND	ND
Metoxicloro	µg/l	ND	ND
2,4 D	µg/l	ND	ND
FISICOQUÍMICOS			
Cianuros (como CN^-)	mg/l	0.0021	0.0022
Cloro residual libre	mg/l	<0.1	<0.1
Cloruros (como Cl^-)	mg/l	NE	NE
Dureza total (como $CaCO_3$)	mg/l	155	175
Fluoruros (como F^-)	mg/l	0.3949	0.4356
Nitratos (como N)	mg/l	0.175	0.25
Nitritos (como N)	mg/l	0.026	0.028
Nitrógeno amoniacal (como N)	mg/l	1.024	1.99
Nitrógeno total (como N)	mg/l	4.14	5.75
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	U pH	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
Sólidos disueltos totales	mg/l	339	370
Sulfatos (como SO^{4-})	mg/l	27.315	33.86
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/l	0.199	0.199

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro de Diseño	Unidades	Valor de Diseño Promedio	Valor de Diseño Percentil 80
Yodo residual libre	mg/l	NE	NE
CARACTERÍSTICAS RADIOACTIVAS			
Radiactividad alfa global	Bq/l	<0.5	<0.9
Radiactividad beta global	Bq/l	<0.325	<0.33

ND: No detectado, NE: No especificado

2.2.2.5.9 Líneas de conducción de agua potable

En las siguientes tablas se muestran los datos de proyecto de la línea de conducción norte y sur.

Tabla 2-55. Datos de proyecto de la línea de conducción norte.

Gasto de diseño	1,350.00 l/s
Velocidad de diseño	1.55 m/seg
Tipo de tubería	Acero al carbón
Fórmulas	Darcy-weisbach-continuidad
Rugosidad	0.070 mm
Coeficiente de fricción	0.0150
Carga dinámica total de diseño	18.48 m

Tabla 2-56. Datos de proyecto de la línea de conducción sur (tramo 1 y 2).

Gasto de diseño	5,425.00 l/s
Velocidad de diseño	1.42 m/seg
Tipo de tubería	Acero al carbón
Fórmulas	Darcy-weisbach-continuidad
Rugosidad	0.029 mm
Coeficiente de fricción	0.0150
Carga dinámica total de diseño	79.43 m

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2-57. Datos de proyecto de la línea de conducción sur (tramo FFCC).

Gasto de diseño	1,000.00 l/s
Velocidad de diseño	1.56 m/seg
Tipo de tubería	FRFV
Fórmulas	Darcy-weisbach-continuidad
Rugosidad	0.029 mm
Coeficiente de fricción	0.0150
Carga dinámica total de diseño	72.01 m

Tabla 2-58. Datos de proyecto de la línea de conducción sur (tramo Chiconautla).

Gasto de diseño	1,125.00 l/s
Velocidad de diseño	1.76 m/seg
Tipo de tubería	Acero helicoidal
Fórmulas	Darcy-weisbach-continuidad
Rugosidad	0.070 mm
Coeficiente de fricción	0.0150
Carga dinámica total de diseño	87.03 m

CONSULTA PÚBLICA

2.2.2.6 Consumo de energía

El consumo de energía en la etapa de preparación y construcción será a partir de generadores portátiles y para la etapa de operación y mantenimiento tanto en la PTAP-R y planta potabilizadora se tendrán los componentes denominados CCM (centro principal de motores) los cuales distribuirán y controlarán la energía eléctrica. Los CCM estarán conectados a la red existe de la CFE. Cabe mencionar que la conexión con la red existente no forma parte de los alcances del Proyecto.

2.2.2.7 Consumo de agua

El consumo de agua para la etapa de preparación y construcción será suministrado mediante pipas.

2.2.3 Incidencias

En los siguientes apartados se muestran las incidencias de los componentes del área del proyecto. Para lo anterior se realizarán los trámites o convenios correspondiente con las autoridades locales, estatales o federales. En la ingeniería de detalle se definirán las acciones para estas incidencias. Las autorizaciones sectoriales correspondientes serán tramitadas ante las autoridades competentes previo al inicio de obras en cada punto de incidencia.

2.2.3.1 Obra de toma de la PTAP-R

El polígono de la obra de toma tendrá un cruce con un canal. La coordenada se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2-59 Coordenada del cruce con canal de la obra de toma de la PTAP-R

Tipo	X	Y
Cruce con canal	482,890.00	2,188,226.00

En la siguiente figura se muestra la zona de cruce.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-78 Cruce con canal de la obra de toma de la PTAP-R



CONSULTA PÚBLICA

2.2.3.2 Desfogue de la PTAP-R

El polígono del desfogue de la PTAP-R tiene un cruce con un canal. La coordenada se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2-60. Coordenada del cruce con canla del desfogue de la PTAP-R.

Tipo	X	Y
Cruce con canal	48,318.00	2,188,651.00

En la siguiente figura se muestra la zona de cruce.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-79. Incidencia en canal del desfogue de la PTAP-R.



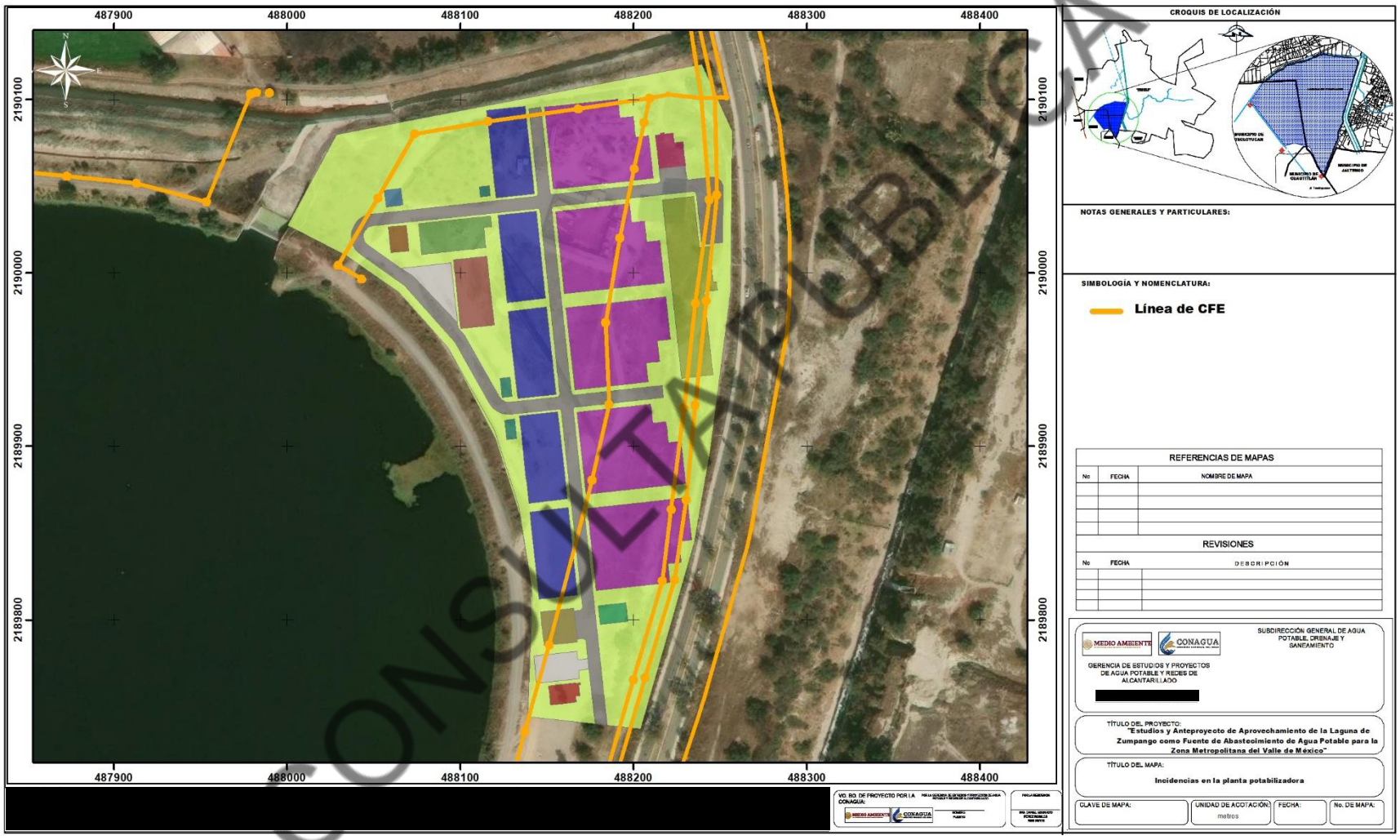
CONSULTA PÚBLICA

2.2.3.3 Planta potabilizadora

En el polígono de la planta potabilizadora se tiene incidencia con líneas existente de la CFE. En la siguiente figura se muestran las líneas de la CFE existentes.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-80. Ubicación de líneas de CFE en el polígono de la planta potabilizadora.



CONSULTA PÚBLICA

2.2.3.4 Líneas de conducción de agua potable

2.2.3.4.1 Línea de conducción norte

La línea de conducción norte tendrá 2 cruces con canal y 1 cruce con carretera. En la siguiente tabla de muestran las coordenadas de los cruces.

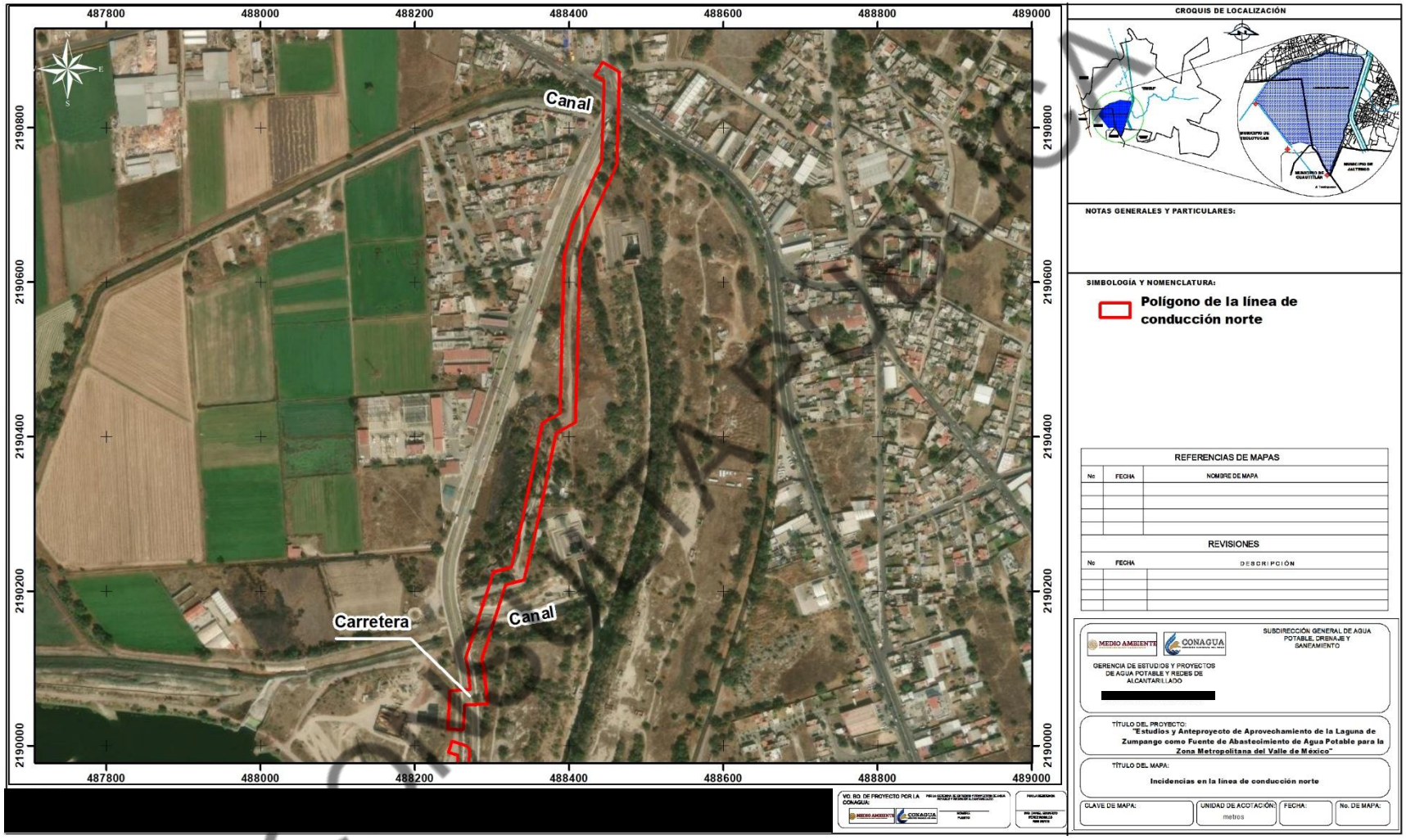
Tabla 2-61. Coordenadas de los cruces en la línea de conducción norte.

Tipo	X	Y
Cruce con canal	488,453.00	2,190,810.00
Cruce con canal	488,287.00	2,190,150.00
Cruce con carretera	488,270.00	2,190,062.00

En la siguiente figura se muestra las zonas de cruces en la línea de conducción norte.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-81. Cruces en la línea de conducción norte.



2.2.3.4.2 Línea de conducción sur

La línea de conducción sur tendrá 9 cruces con carretera, 1 cruce con vías de ferrocarril, 1 cruce con canal y 1 cruce con un ducto. En la siguiente tabla de muestran las coordenadas de los cruces.

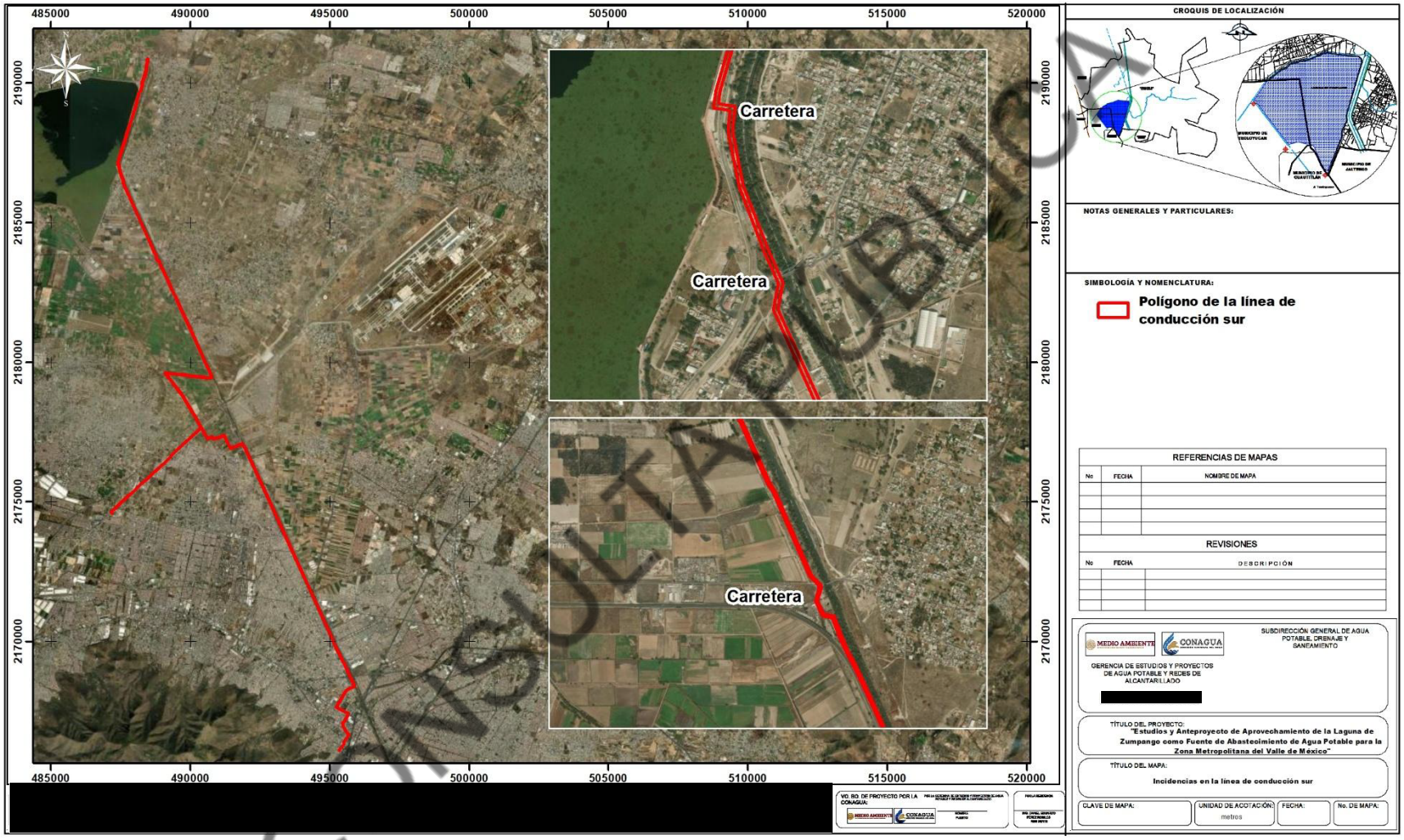
Tabla 2-62. Cruces en la línea de conducción sur.

Tipo	X	Y
Cruce con carretera	487,394.00	2,187,090.00
Cruce con carretera	487,584.00	2,186,519.00
Cruce con carretera	488,770.00	2,183,843.00
Cruce con carretera	490,744.00	2,179,458.00
Cruce con carretera	490,168.00	2,178,026.00
Cruce con carretera	490,409.00	2,177,592.00
Cruce con carretera	491,845.00	2,177,093.00
Cruce con carretera	495,381.00	2,169,453.00
Cruce con carretera	495,869.00	2,168,390.00
Cruce con FFCC	490,390.00	2,177,633.00
Cruce con canal	489,089.00	2,179,617.00
Cruce con ducto	490,381.00	2,179,466.00

En la siguiente figura se muestra las zonas de cruces en la línea de conducción sur.

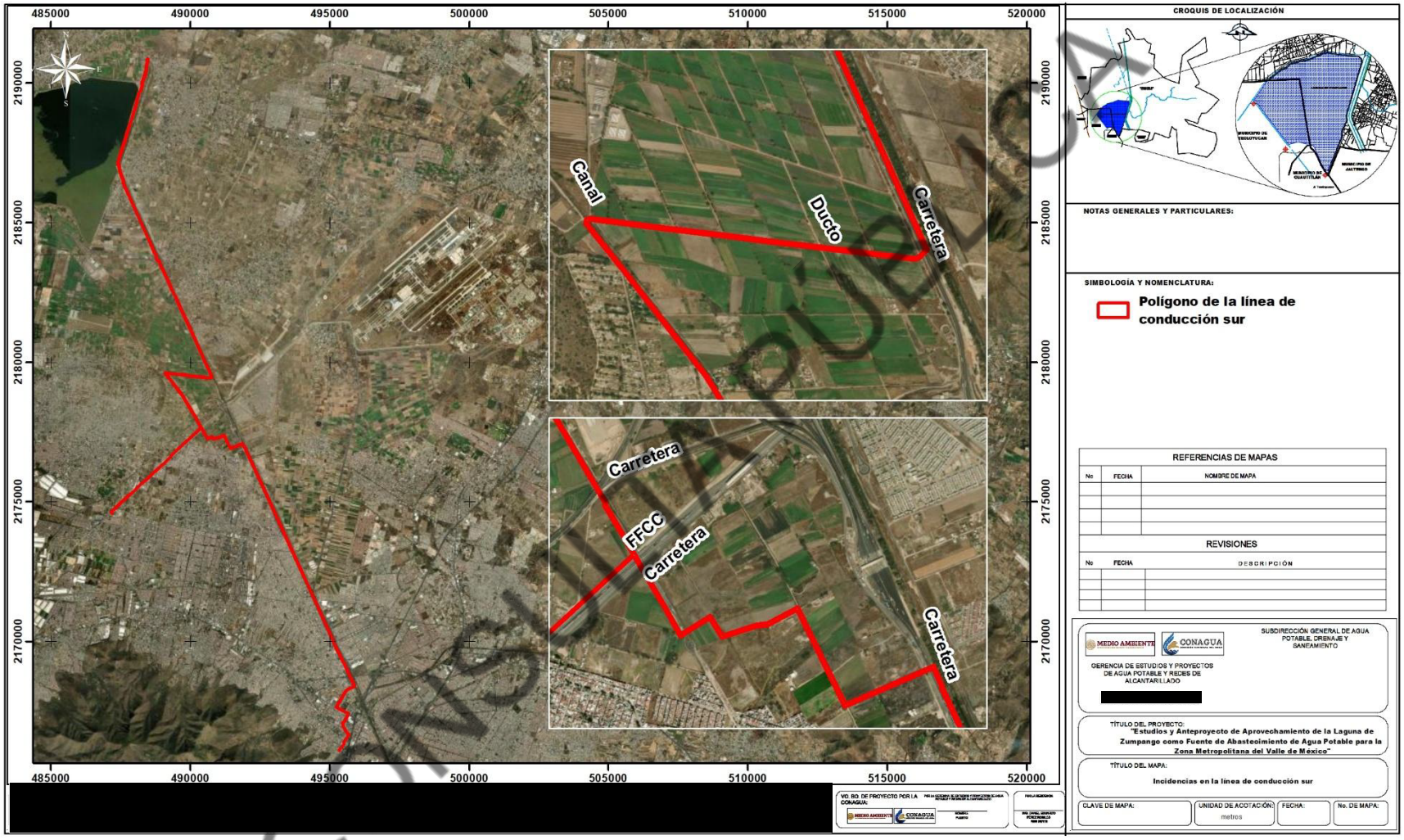
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-82. Cruces en la línea de conducción sur (1 de 3).



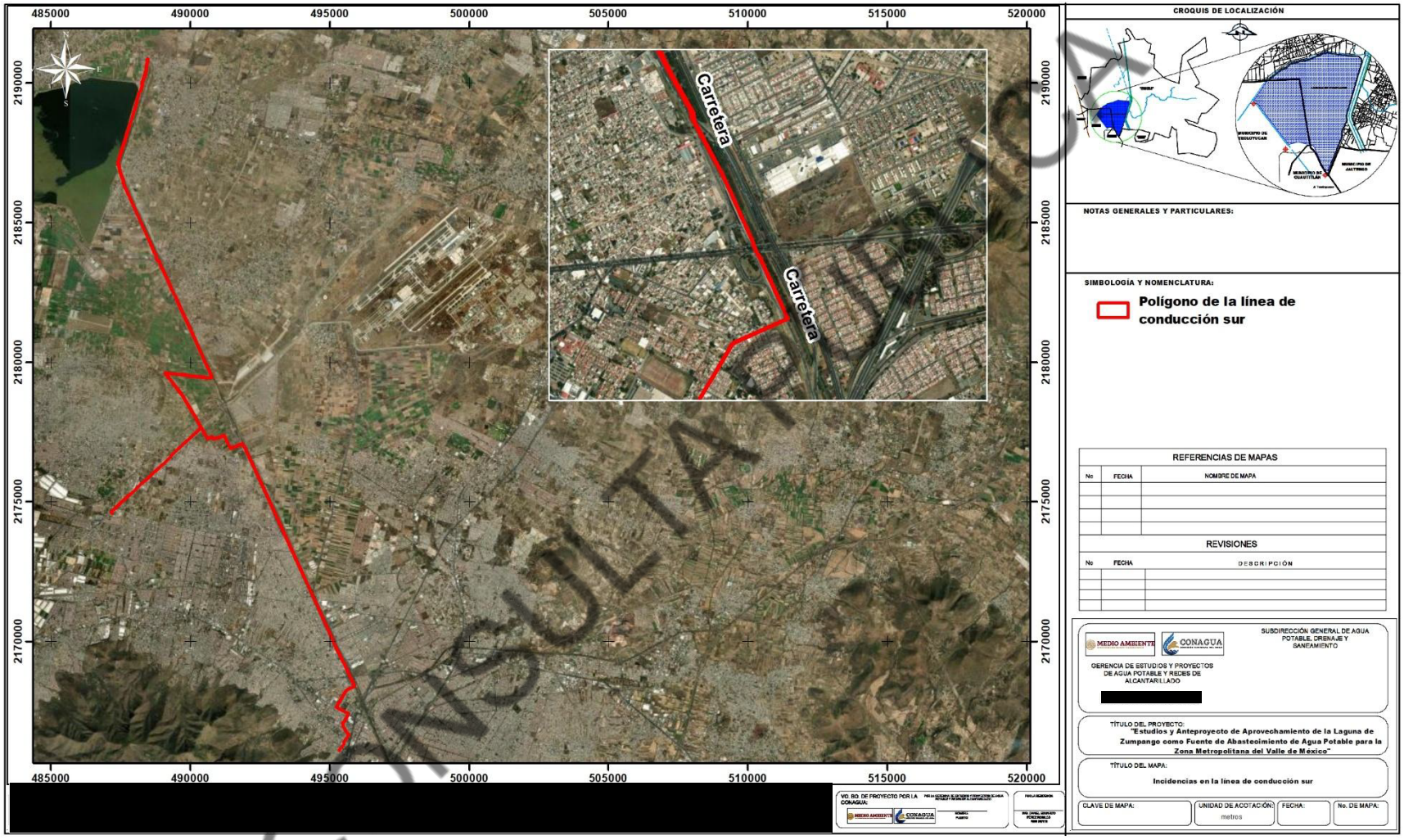
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-83. Cruces en la línea de conducción sur (2 de 3).



CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-84. Cruces en la línea de conducción sur (3 de 3).



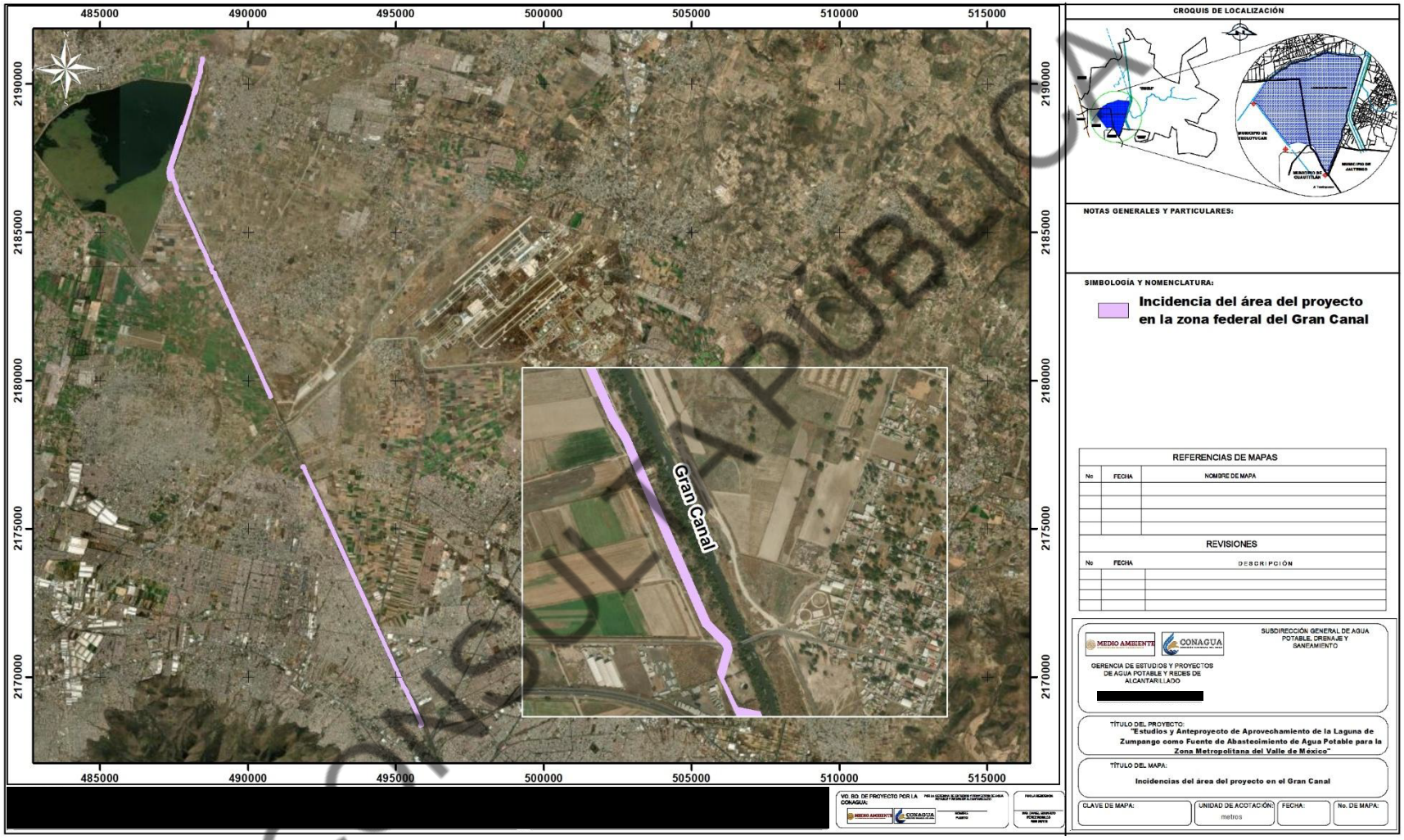
CONSULTA PÚBLICA

2.2.3.4.3 Incidencia con zona federal del gran canal

El área del proyecto incide en la zona federal del Gran Canal. La superficie que incide es de 37.5505 ha. En la siguiente figura se muestra la superficie de incidencia.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-85. Incidencia del área del Proyecto en la zona federal del Gran Canal.



CONSULTA PÚBLICA

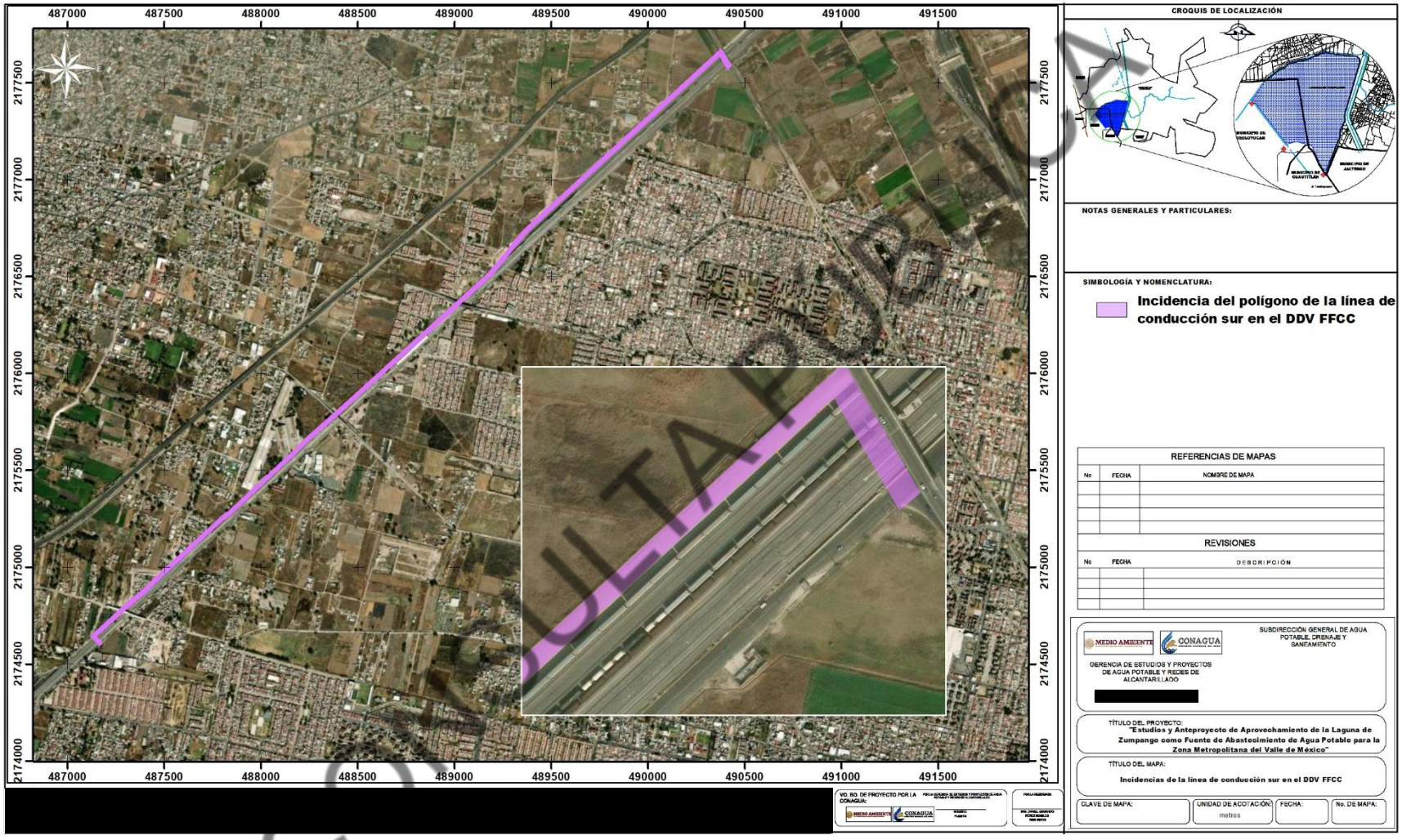
2.2.3.4.4 Incidencia en DDV de FFCC

El polígono de la línea de conducción sur incide en el derecho de vías de ferrocarril. La superficie que incide es de 4.6143 ha. En la siguiente figura se muestra la superficie de incidencia.

En el anexo 02, 2_5 se integran los shapefile y kml de las incidencias en el área del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-86. Incidencia de la línea de conducción en el DDV de FFCC.



CONSULTA PÚBLICA

2.2.4 Operación y mantenimiento

2.2.4.1 Operación

2.2.4.1.1 Tanque regulador

La operación del tanque regular consistirá en recibir las aportaciones de agua hacia la Laguna de Zumpango que son conducidas a través del Río Cuautitlán y, en su último tramo, mediante el Canal Santo Tomás. Las aportaciones serán de agua pluvial y residual.

2.2.4.1.2 Obra de toma de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual

La operación de la obra de toma de la PTAP-R consistirá en la extracción de agua de la laguna mediante carga hidráulica.

2.2.4.1.3 Planta de tratamiento de agua pluvial-residual

2.2.4.1.3.1 Planta de tratamiento de agua pluvial (PTAP) en época de lluvias

Como se mencionó anteriormente la PTAP tendrá a un esquema convencional de clarificación físico-química, que promoverá la coagulación y la sedimentación de sólidos suspendidos y coloidales mediante la dosificación controlada de coagulantes.

El tren de agua estará integrado por las siguientes unidades:

- Cribado grueso manual
- Cribado medio mecánico
- Dosificación de sulfato de aluminio para la precipitación adicional de fósforo
- Mezcla rápida
- Clarificación primaria con químicos
- Conducción de agua tratada a la 1ª sección de la Laguna de Zumpango

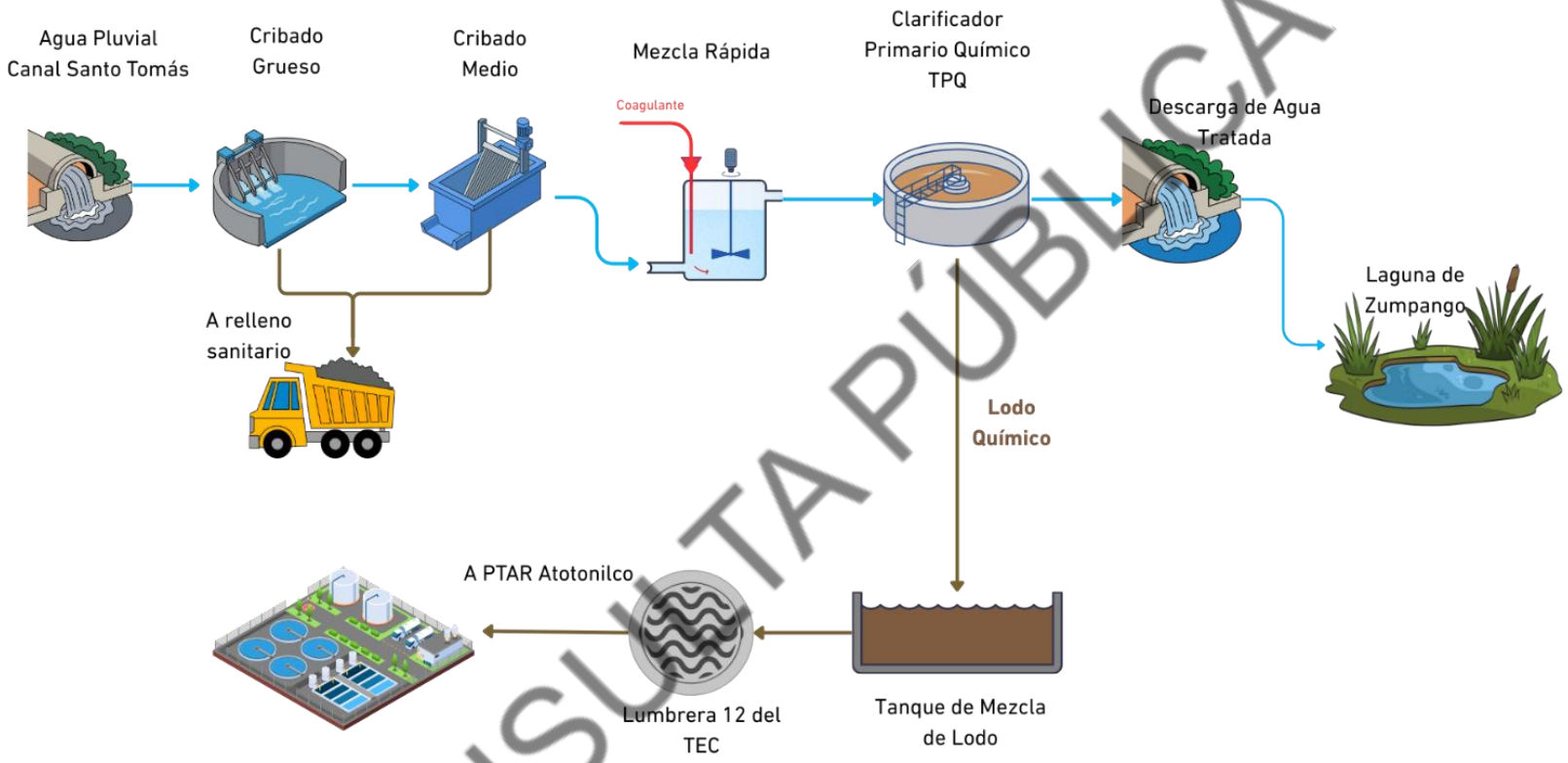
Este esquema buscara remover los sólidos suspendidos, arenas finas, materia orgánica sedimentable y, en especial, el fósforo, mediante procesos físico-químicos convencionales, optimizando la clarificación del agua antes de su envío hacia la laguna de Zumpango. Su configuración combinará unidades de pretratamiento mecánico con procesos de coagulación y sedimentación asistida químicamente, garantizando una operación estable y eficiente incluso durante los periodos de alta carga hidráulica.

El agua pluvial influente a la PTAP durante los meses de lluvias se tomará del Río Cuautitlán (a través del canal Santo Tomás). La operación y funcionamiento de la PTAP en época de lluvias será alrededor de 5 meses del año, de junio a octubre (153 días), en los cuales podrá tratar de 7 a 9 m^3/s (caudal máximo).

En las siguientes figuras se muestra el esquema de funcionamiento de la PTAP en época de lluvia y el arreglo general de la PTAP indicando las unidades operativas durante la temporada de lluvias.

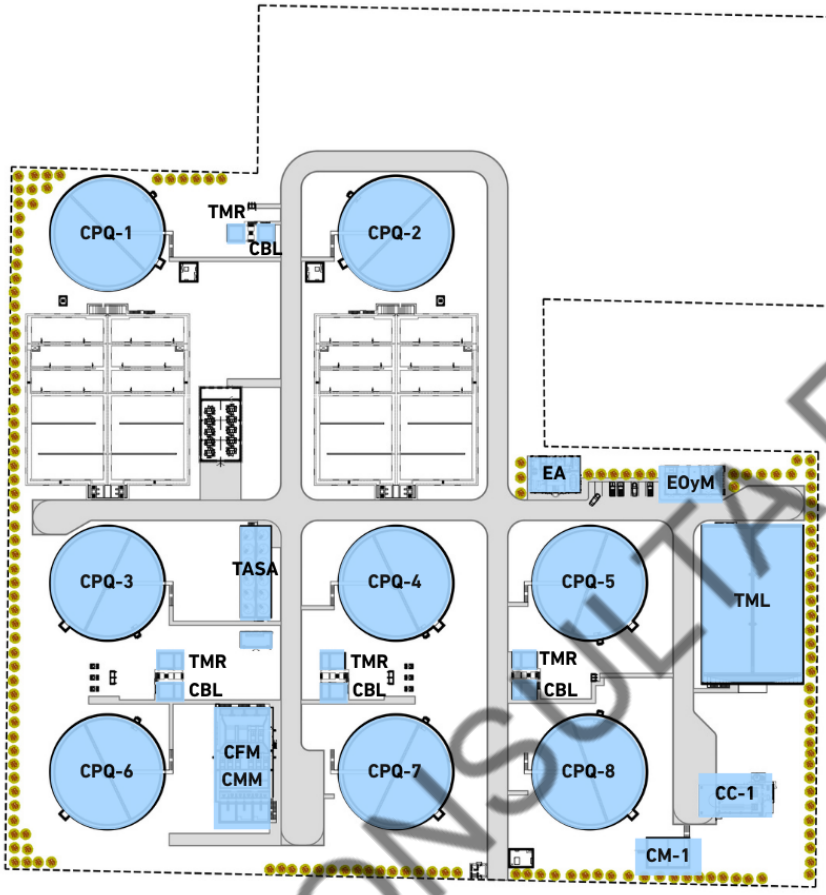
CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-87 Proceso de la PTAP en época de lluvias



CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-88 Arreglo General de la PTAP en época de lluvias



TAG	Unidad
CPQ	Clarificador Primario Químico
TML	Tanque de Mezcla de Lodo
CC	Caseta de Cloración
CFM	Criba Fina Mecánica
CMM	Criba Media Mecánica
CM	Cámara de Mezcla
TMR	Tanque de Mezcla Rápida
CQ	Caseta de Químicos
CM	Caja de Mezcla
CBL	Caja de Bombeo de Lodo
EA	Edificio Administrativo
EOyM	Edificio Operación y Mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Tren de agua de la planta de tratamiento de agua pluvial

El agua pluvial (APl) conducida por el Canal Santo Tomás ingresara al Tanque Regulador (TR) dentro de la Laguna de Zumpango y será enviada al Cárcamo de Bombeo de Agua Pluvial (CBAPl) el cual será ubicado dentro del predio de la planta, este estará equipado con un total de 6 bombas de agua pluvial (BAP) y enviarán el caudal de APl hacia el Pretratamiento.

Pretratamiento

El agua pluvial ingresará a la unidad de pretratamiento, el cual consistirá en un cribado grueso manual (CGM) consistente de 3 cribas de 50 mm de claro libre con la finalidad de retener los sólidos de mayor tamaño. La corriente cribada avanzará hacia un cribado medio mecánico (CMM) consistente de 6 cribas de 10 mm de claro libre, equipadas con 2 tornillos transportadores de sólidos (TTS) para la compactación y separación de los sólidos en contenedores previo a su disposición.

El agua pretratada (APt) efluente del cribado será conducida por gravedad hacia 4 Tanques de Mezcla Rápida (TMR) los cuales serán equipados con 4 agitadores de mezcla rápida (AMR) en donde se dosificará una solución de sulfato de aluminio como coagulante.

Clarificación Primaria con Químicos

El agua floculada (AFl) efluente del TMR ingresará a la Caja Distribuidora de Agua Floculada (CDAFl), 4 (cuatro) unidades, y se conducirá por gravedad hacia 8 (ocho) Clarificadores Primarios con Químicos (CPQ) circulares de 40 m de diámetro, diseñados para manejar el flujo máximo de 9.0 m3/s. El objetivo de esta etapa será la separación mediante procesos de sedimentación de los sólidos suspendidos y coloidales previamente desestabilizados durante la etapa de mezcla rápida y floculación. En esta unidad se favorecerá la remoción de materia orgánica particulada y otros contaminantes asociados a los sólidos sedimentables, teniendo un porcentaje de remoción de SST de alrededor de 85%, del 50 % de la DBO total, y del ≈ 95 % del fósforo total, generando un efluente clarificado (agua tratada) que es conducido a la primera sección de la Laguna de Zumpango.

Debido a que el agua que recibe tratamiento en la temporada de lluvias es fundamentalmente agua de origen pluvial, y a que no existe una Norma aplicable al tratamiento del agua pluvial para descarga a cuerpo receptor nacional, no se efectuara la desinfección del agua tratada-

Los CPQ en su diseño serán circulares a gravedad, del tipo convencional y con rastras de tracción central. Las principales características de diseño y condiciones operativas de los CPQ se muestran en la siguiente tabla.

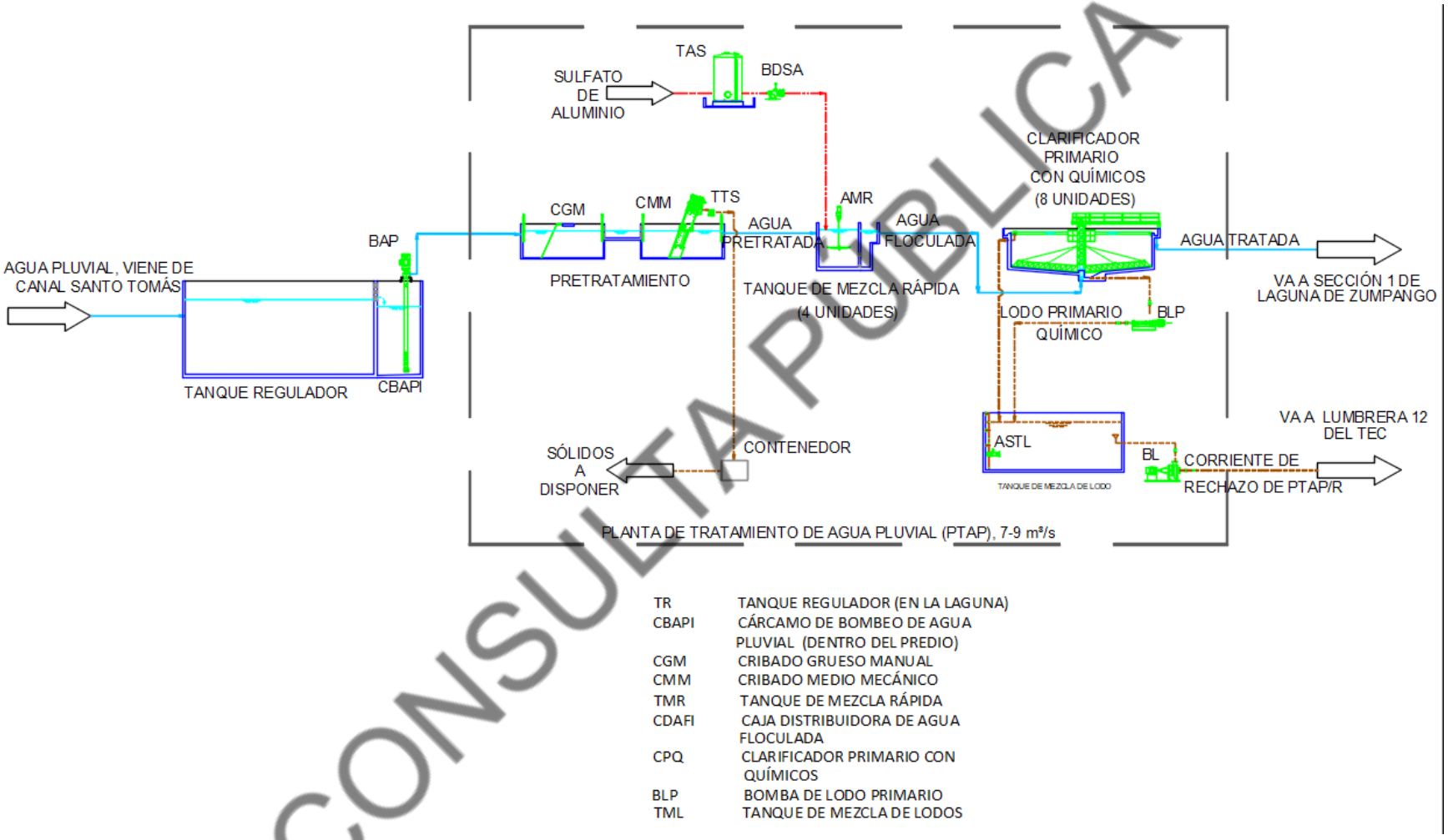
Tabla 2-63. Valores de Diseño y Operativos de Clarificadores.

Concepto	Unidad	Valor Típico	Diseño
Caudal medio	m^3/s	-	7.0
Caudal máximo	m^3/s	-	9.0
Número de clarificadores	-	-	8
Diámetro	m	-	40
Carga hidráulica superficial, caudal medio	m^3/m^2-d	30-50	60
Carga hidráulica superficial, caudal máximo	m^3/m^2-d	80-120	77.5

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la PTAP-R en época de lluvias.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-89 Diagrama de flujo de la PTAP-R en época de lluvias.



CONSULTA PÚBLICA

2.2.4.1.3.2 Planta de tratamiento de agua residual (PTAR) en estiaje

Como se mencionó anteriormente el esquema de tratamiento de la PTAR durante la temporada de estiaje, operará alrededor de 212 días (7 meses) de noviembre a mayo, durante los cuales tendrá la capacidad de tratar un caudal de 0.3 a 1.3 m^3/s.

El tren de agua de la PTAR estará integrado por las siguientes unidades:

- Cribado grueso manual
- Cribado medio mecánico
- Sedimentación primaria convencional
- Reactor de lodos activados, con secciones anaerobia y anóxica para efectuar la remoción biológica de fósforo y nitrógeno.
- Clarificación secundaria
- Dosificación de sulfato de aluminio para la precipitación adicional de fósforo
- Mezcla rápida
- Clarificación terciaria
- Desinfección del agua tratada, mediante cloro – gas
- Conducción de agua tratada a la 1ª sección de la Laguna de Zumpango

Durante la temporada de estiaje, el tratamiento del agua que ingresará a la PTAR se llevará a cabo mediante un tren de proceso diseñado para asegurar la remoción de sólidos, materia orgánica y nutrientes, en cumplimiento de los criterios de desempeño requeridos para su descarga a la Laguna de Zumpango. El proceso iniciará con sedimentación primaria, en la cual se llevará a cabo la separación de los sólidos suspendidos de mayor tamaño, reduciendo la carga orgánica y sólidos que pasan al proceso biológico.

Posteriormente, el agua clarificada ingresará al sistema de lodos activados, que será configurado para realizar la remoción biológica de fósforo y nitrógeno mediante etapas secuenciales anaerobia, anóxica y aerobia. Este esquema permitirá la eliminación simultánea de nutrientes a través de la actividad de microorganismos especializados, promoviendo la descomposición de la fracción orgánica biodegradable.

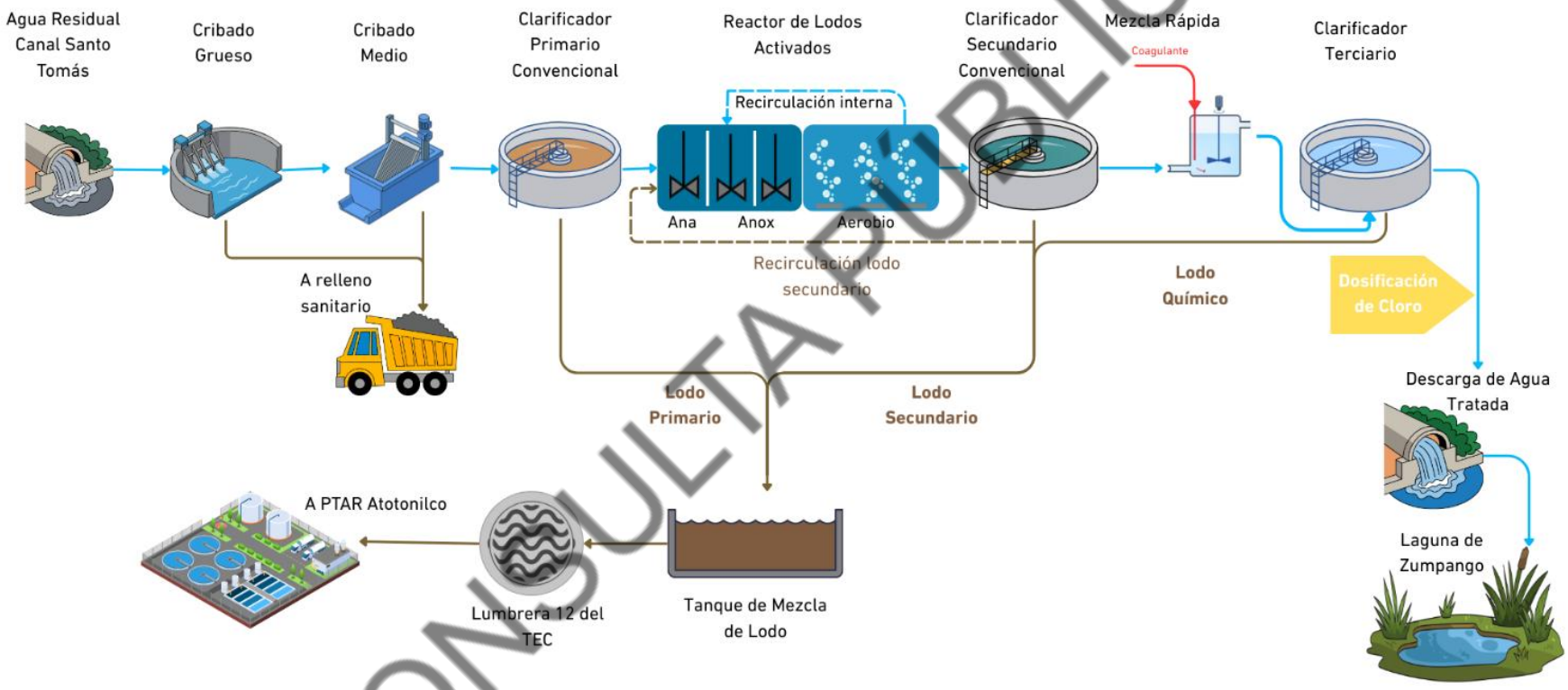
Como complemento del proceso biológico, y con el fin de garantizar una remoción adecuada de fósforo, el sistema incorporará una etapa de precipitación química, en la cual se adicionarán coagulantes que facilitarán la formación de compuestos insolubles que serán retirados posteriormente en la clarificación terciaria. Esta combinación de procesos biológicos y químicos permitirá alcanzar eficiencias altas y estables.

En conjunto, el tren de tratamiento en estiaje integrará operaciones físicas, biológicas y químicas que asegurarán un efluente con baja carga de nutrientes y sólidos, al tiempo que optimizará la generación y manejo de lodos para su posterior manejo.

CONSULTA PÚBLICA

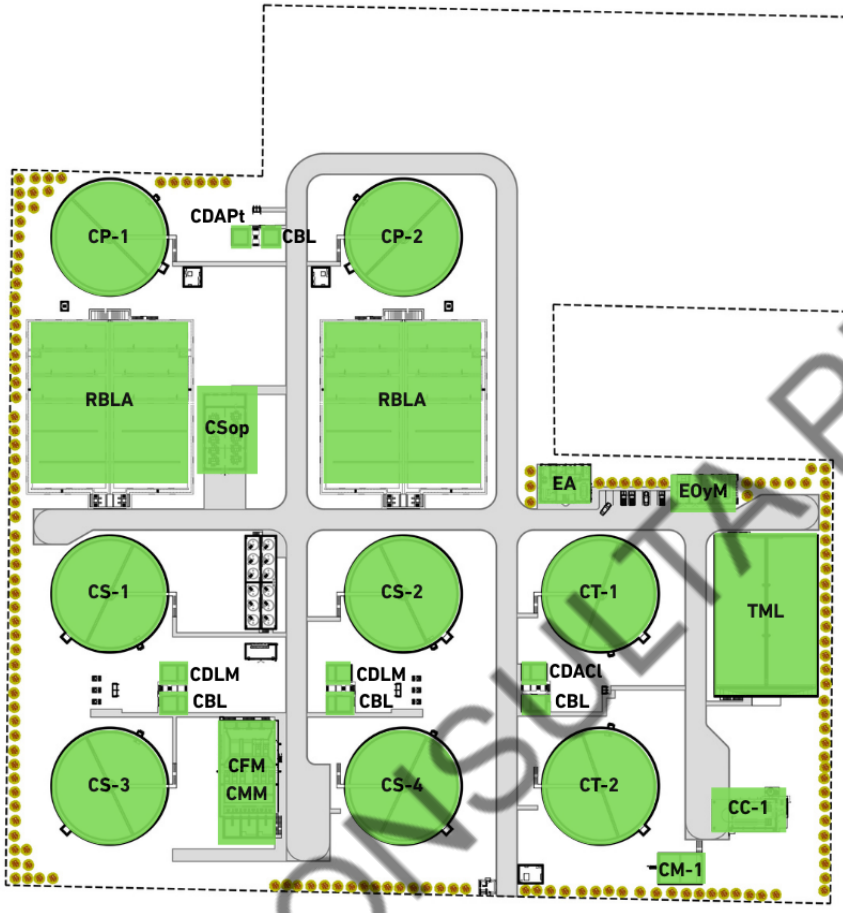
En las siguientes figuras se muestra el esquema de funcionamiento de la PTAR en época de estiaje y el arreglo general de este esquema.

Figura 2-90 Proceso de la PTAR en época de estiaje



CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-91 Arreglo General de la PTAP en época de estiaje



TAG	Unidad
CP	Clarificador Primario
RBLA	Reactor Biológico de Lodos Activados
CSop	Caseta de Sopladores
CS	Clarificador Secundario
CT	Clarificador Terciario
CFM	Criba Fina Mecánica
CMM	Criba Media Mecánica
TML	Tanque de Mezcla de Lodos
CC	Caseta de Cloración
CM	Cámara de Mezcla
CDAPt	Caja de Distribución de Agua Pre Tratada
CBL	Caja de Bomeo de Lodo
CDLM	Caja de Distribución de Licor Mezclado

CONSULTA PÚBLICA

Tren de Agua PTAR

El agua residual (AR) será conducida a través del Canal Santo Tomás e ingresa al Tanque Regulador (TR) dentro de la Laguna de Zumpango y será envía al Cárcamo de Bombeo de Agua Residual (CBAR) ubicado dentro del predio, en donde mediante 1 bomba de agua residual (BAR) se enviará hacia el Pretratamiento.

Pretratamiento

El agua residual ingresará a la unidad de pretratamiento, el cual consistirá en un cribado grueso manual (CGM) consistente de 3 cribas de 50 mm de claro libre con la finalidad de retener los sólidos de mayor tamaño. La corriente cribada avanzará hacia un cribado medio mecánico (CMM) consistente de 6 cribas de 10 mm de claro libre, equipadas con 2 tornillos transportadores de sólidos (TTS) para la compactación y separación de los sólidos en contenedores previo a su disposición.

Clarificación Primaria Convencional

Durante el período de estiaje, la planta operará bajo un esquema de Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), en el cual el agua influente, de origen predominantemente residual municipal, será conducida a las etapas de tratamiento primario y secundario con incorporación de procesos biológicos. En este régimen operativo, de los ocho (8) clarificadores primarios con químicos previstos para la operación de la PTAP en temporada de lluvias, dos (2) unidades son reconfiguradas para operar como clarificadores primarios convencionales (CPC). La corriente de agua pretratada pasará a la Caja Distribuidora de Agua Pretratada (CDAPt), en donde se distribuirá por gravedad a dos Clarificadores Primarios Convencionales (CPC)

En estas unidades, el agua residual influente será sometida a un proceso de sedimentación primaria, orientado a la remoción de sólidos sedimentables y materia orgánica particulada, sin la adición de reactivos químicos, generando un efluente clarificado que es conducido a las etapas posteriores de tratamiento biológico. Los lodos primarios generados en esta etapa serán extraídos y enviados al Tanque de Mezcla de Lodo.

Reactor de Lodos Activados

La corriente de agua primaria será conducida hacia el reactor biológico de lodos activados tipo A2O (Anaerobic - Anoxi - Oxic por su acrónimo en inglés), diseñados para cumplir con los objetivos de tratamiento asociados a la remoción de carga orgánica, sólidos suspendidos remanentes y nutrientes principales nitrógeno y fosforo.

Los reactores biológicos tipo A2O estará orientados a la eliminación biológica de nutrientes mediante la implementación de procesos secuenciales, que combinan dos zonas con y sin aporte de oxígeno, optimizando el desarrollo y la actividad de los distintos tipos de microorganismos involucrados en el tratamiento.

Para la operación en período de estiaje, el sistema contemplará la construcción de cuatro (4) reactores de lodos activados, los cuales operarán de manera exclusiva durante el régimen de estiaje, sin requerirse su operación como parte de la PTAP en temporada de lluvias.

El sistema se compone de tres etapas principales:

- Zona anaerobia, en la cual no se presenta oxígeno disuelto ni nitratos. A esta zona se conducirá el agua residual influente junto con la recirculación de lodos secundarios provenientes de los clarificadores secundarios, estableciendo las condiciones necesarias para el desarrollo de

CONSULTA PÚBLICA

microorganismos acumuladores de fósforo, los cuales liberan fósforo al medio y almacenan compuestos orgánicos fácilmente biodegradables, condición necesaria para que, en etapas posteriores del proceso, se lleve a cabo la remoción biológica neta de fósforo mediante su incorporación a la biomasa.

- Zona anóxica, en la cual no se suministrará oxigeno molecular disuelto. En esta etapa, los microorganismos heterótrofos facultativos utilizan el nitrato recirculado desde la zona aerobia para la degradación de la materia orgánica, mediante el proceso de desnitrificación, con la conversión de nitratos (NO_3^-) en nitrógeno gaseoso (N_2), el cual se libera a la atmósfera.
- Zona aerobia, en la cual se suministrará oxígeno disuelto para favorecer la oxidación de la materia orgánica carbonácea, así como a la nitrificación del nitrógeno amoniacal, transformándolo en nitratos, que posteriormente son recirculados a la zona anóxica para su eliminación.

En la zona aerobia de los reactores de lodos activados se dispondrá de un sistema de aireación mediante difusores de burbuja fina, cuyo objetivo es suministrar el oxígeno disuelto requerido para la oxidación de la materia orgánica carbonácea y para el desarrollo del proceso de nitrificación. El sistema de aireación será diseñado para cubrir un requerimiento total de aire de 55,018 m3/h, distribuido uniformemente en los cuatro reactores biológicos, a fin de asegurar condiciones hidráulicas y biológicas homogéneas.

La aireación se realizará mediante ≈10,794 difusores en total, con un flujo unitario de diseño de 3.0 cfm por difusor, lo que permite una adecuada transferencia de oxígeno y un control eficiente de las concentraciones de oxígeno disuelto en la masa líquida. El suministro de aire es proporcionado por un conjunto de sopladores, de los cuales cuatro (4) operan de manera simultánea bajo condiciones de diseño, permitiendo modular la tasa de aireación en función de la carga orgánica, las condiciones de operación y los requerimientos del proceso biológico.

Clarificación Secundaria Convencional

El efluente de los reactores de lodos activados será conducido a la etapa de clarificación secundaria, cuyo objetivo es la separación sólido-líquido de la biomasa generada durante el tratamiento biológico. Durante el período de estiaje, cuatro (4) de los clarificadores primarios con químicos previstos para la operación de la PTAP en temporada de lluvias será reconfigurados para operar como clarificadores secundarios convencionales dentro del esquema de la PTAR.

En estas unidades se lleva a cabo la sedimentación de la biomasa agrupada en el lodo biológico, permitiendo la obtención de un efluente clarificado. Los clarificadores secundarios en su diseño, serán circulares a gravedad, del tipo convencional, con rastras diametrales de tracción periférica.

Una fracción del lodo sedimentado será recirculado hacia la zona anaerobia de los reactores de lodos activados, con el fin de mantener la concentración de biomasa requerida (SSTLM) para el adecuado desempeño del proceso biológico, mientras que el excedente de lodos secundarios será purgado y enviado al Tanque de Mezcla de Lodo.

Los clarificadores secundarios contarán con un mecanismo desnatador para la recolección de las natas acumuladas en su superficie. Estas natas serán descargadas en el Tanque de Mezcla de Lodo.

CONSULTA PÚBLICA

Clarificación Terciaria con Químicos

Posterior a la clarificación secundaria, el efluente será conducido a la etapa de clarificación terciaria, cuyo objetivo principal es la remoción adicional de fósforo mediante un proceso de precipitación química. Durante el período de estiaje, dos (2) de los clarificadores primarios con químicos previstos para la operación de la PTAP en temporada de lluvias serán reconfigurados para operar como clarificadores terciarios dentro del esquema de la PTAR.

En esta etapa se dosificará sulfato de aluminio como agente precipitante, promoviendo la formación de compuestos insolubles de fósforo que se aglomeran y sedimentará en los clarificadores terciarios. Este proceso permitirá reducir la concentración de fósforo total en el efluente tratado, complementando la remoción biológica lograda en los reactores de lodos activados y contribuyendo al cumplimiento del objetivo específico de calidad establecido para este proyecto, que es de 0.5 mg/L de fósforo total para descarga de agua tratada a la Laguna de Zumpango.

Los lodos generados en esta etapa, correspondientes a lodos químicos ricos en fósforo, serán extraídos y enviados al Cárcamo de Bombeo de Lodo No. 4, mientras que el efluente clarificado será conducido hacia el proceso de desinfección previo a su descarga controlada en la Laguna de Zumpango, conforme al esquema operativo definido.

Desinfección

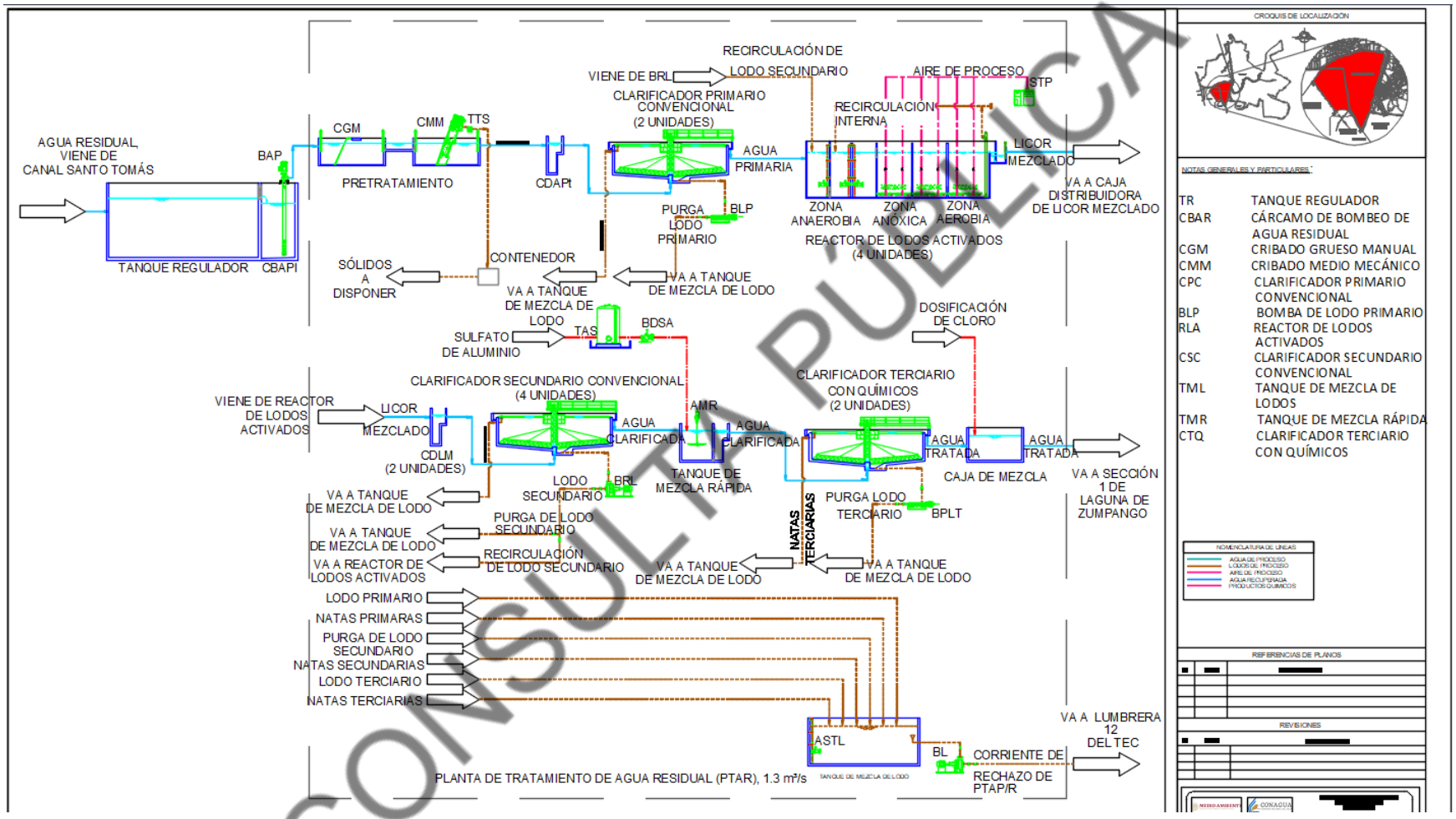
El agua tratada, posterior a la clarificación terciaria, será sometida a un proceso de desinfección mediante la dosificación de cloro gas, con el objetivo de reducir la concentración de microorganismos patógenos y asegurar condiciones adecuadas para su descarga a la Laguna de Zumpango.

La dosificación de cloro se realizará en una caja previa al inicio de la línea de conducción del efluente hacia el cuerpo receptor, aprovechando la longitud de dicha conducción (≈ 2.0 kilómetros) la cual proporciona en exceso el tiempo hidráulico de retención requerido que es de 20 a 30 minutos a caudal medio. Bajo este esquema, no se contempla la construcción de un tanque de contacto de cloro específico, toda vez que el tiempo de retención hidráulico disponible en la línea de descarga es suficiente para garantizar la eficacia del proceso de desinfección y el cumplimiento de los criterios sanitarios y normativos aplicables.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la PTAP-R en época de lluvias.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-92 Diagrama de flujo de la PTAP-R en época de estiaje



CONSULTA PÚBLICA

2.2.4.1.4 Desfogue de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual

La operación del desfogue de la PTAP-R consistirá en bombear agua tratada hacia la laguna de Zumpango.

2.2.4.1.5 Dique

La operación del dique consistirá en semi contener el caudal que llega a la Laguna de Zumpango.

2.2.4.1.6 Humedal artificial

La operación del humedal artificial consistirá en bombear agua de la laguna de Zumpango hacia los terraplenes no estructurales con lo cual en estos se realizará de manera natural la remoción complementaría de demanda biológica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, así como remoción moderada de nitrógeno amoniacal y fósforo.

2.2.4.1.7 Obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora

La operación de la obra de toma consistirá en extraer agua de la laguna de Zumpango y bombearla hacia la planta potabilizadora.

2.2.4.1.8 Planta potabilizadora

Como se mencionó anteriormente el proceso de potabilización y tratamiento de lodos estará compuesto por un tren de agua y una línea de lodos., con lo cual a continuación se describe la operación de la planta potabilizadora:

Tren de agua

El agua cruda que ingresará a la planta potabilizadora (PP) vendrá bombeada desde la obra de toma, a través de una línea de conducción que conducirá hasta 5,000 L/s, los cuales se descargarán en la caja distribuidora de agua cruda (CDAC), ubicada al inicio del proceso; este tanque tendrá la función de recibir y controlar el caudal influente, así como repartir de manera controlada el caudal influente a los trenes de proceso.

El efluente de la caja distribuidora ingresará a la cámara de pre-ozonación (CPO) o pre-oxidación la cual se dividirá equitativamente en dos trenes con dos unidades por tren; está unidad estará diseñada para maximizar la interacción gas-líquido y evitar el escape del gas no reaccionado. El ozono no absorbido en la solución saldrá de la cámara hacia el destructor de ozono, que lo convertirá en oxígeno. Como su nombre lo indica, en esta unidad se oxidará la materia orgánica presente en el agua y se llevará a cabo una desinfección parcial eliminando microorganismos, bacterias y virus. El uso de ozono en lugar de cloro gas como oxidante en la etapa inicial permitirá minimizar la formación de trihalometanos producidos con la interacción de materia orgánica y cloro, y disminuirá la cantidad de cloro utilizado en la desinfección final. Esta cámara estará dividida en 2 sub-cámaras para obtener un flujo pistón, con el fin de mejorar la interacción entre ozono y agua y evitar cortos circuitos.

Posteriormente, el agua previamente ozonada u oxidada se vertiera a una cámara de mezcla rápida (MR) en la cual se puede adicionar ácido sulfúrico, sosa (en caso necesario) y se realizará la dosificación de sulfato de aluminio, para iniciar el proceso de coagulación. Se contará con dos unidades de mezcla rápida por cada tren.

CONSULTA PÚBLICA

Respecto al ajuste de pH, se considera la instalación para almacenamiento y dosificación de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio, sin embargo, dada la tendencia del pH en el agua cruda se prevé la aplicación de ácido sulfúrico en el agua cruda para alcanzar un pH óptimo para el proceso de floculación (6.5-7.0), mientras que la aplicación de hidróxido de sodio se prevé como ajuste posterior al proceso de filtración. Adicionalmente, el equipamiento para ajustar el pH está orientado para contar con versatilidad operativa en los improbables días en los que el agua presenta condiciones de calidad de agua inusuales.

La mezcla rápida tendrá la función de distribuir uniformemente el coagulante en el menor tiempo posible. El sulfato de aluminio (coagulante) al entrar en contacto con las partículas suspendidas produce hidróxidos de aluminio y la liberación de iones hidrogeno, acidificando ligeramente el agua. La acidificación por la adición de sulfato de aluminio puede mantener un pH entre 6.5 y 7.0 unidades. En este rango la solubilidad del flóculo aluminio está en su punto más bajo, lo que permite la desestabilización de las partículas coloidales y mejora el desempeño de la floculación y clarificación, además de disminuir en gran proporción la concentración de aluminio en el agua clarificada.

Después de la mezcla rápida el agua pasará a la unidad de floculación (cámara de floculación CF), en la cual se realizará dicho proceso de manera mecánica por medio de agitadores verticales. En esta parte del proceso se dosificará polímero catiónico como floculante para aglomerar las partículas suspendidas, aumentando el tamaño de los flóculos formados por el coagulante; lo que facilitará su posterior sedimentación o flotación y su posterior separación de la fase liquida.

La unidad de floculación constará de dos trenes con dos unidades por tren y 2 etapas de mezclado mecánico. La energía de agitación aplicada es mayor en la primera etapa de agitación, esto ayudará a la formación de flóculos de mayor densidad; mientras que en la segunda etapa se disminuirá la energía de agitación con el fin incrementar la cantidad de flóculos y evitar el rompimiento de los flóculos generados en la primera etapa, favoreciendo a la formación de flóculos estables y de tamaño uniforme.

El efluente de la segunda cámara de floculación se verterá a un canal, el cual conducirá el agua a la unidad de clarificación por flotación con aire disuelto (FAD), el cual cumplirá con la función de separar partículas sólidas de la fase líquida. Este proceso ocupa menos espacio que la sedimentación convencional o de alta tasa, además de producir lodos que pueden ser introducidos directamente al proceso de deshidratado. El proceso de clarificación por FAD consistirá en la creación de microburbujas de aire en el seno del agua; estas microburbujas se unirán a las partículas de flóculos suspendidas, previamente desestabilizadas coloidalmente, logrando la disminución de su densidad haciéndolas capaces de flotar.

En este proceso de clarificación, el lodo se mantendrá suspendido en la superficie del tanque y será arrastrado con rasquetas superficiales hacía un extremo del tanque (contrario al de alimentación) que se encargará de remover el lodo suspendido en la superficie. El agua clarificada que se encuentra al fondo del tanque se recolectará de la parte intermedia de la unidad y se colectará en el tanque de agua clara, para ser conducida a la siguiente unidad de proceso mediante un canal. El lodo generado del proceso de FAD tendrá una densidad disminuida por las burbujas de aire atrapadas en su interior. La densidad regresará a la normalidad después de algunas horas de reposo después de las cuales se podrá ingresar al deshidratado. La capacidad unitaria de esta unidad es de 500 L/s, contando con dos trenes con una unidad cada uno.

El agua clarificada que deberá presentar turbiedades menores de 2 UNT, se conducirá a través de un canal hacía la cámara de ozonación intermedia (COI), donde se realizará la oxidación de la materia orgánica que no logró removerse en la clarificación. Al igual que la pre-oxidación, la oxidación se

CONSULTA PÚBLICA

realizará con ozono y permitirá disminuir la cantidad de cloro utilizado en la desinfección, sin embargo, en esta etapa se tiene mayor eficiencia en desinfección, dado a que se cuenta con menor cantidad de sólidos y compuestos suspendidos que puedan consumir el ozono suministrado. Al igual que la CPO, la COI cuenta con dos unidades por tren.

En seguida de la ozonación intermedia, el agua será colectada y enviada a la unidad de filtración mediante una tubería, la cual descargará en el canal distribuidor a las celdas de filtración. El proceso de filtración constará de una batería de filtros tipo duales de arena y antracita (FAA) seguida de una batería de filtros tipo duales de arena y carbón activado granular (FCA); el agua filtrada por medio de los FAA ingresará al tanque de agua filtrada (TAF) y por medio de bombeo, se enviará al canal distribuidor a los FCA y el agua filtrada por los FCA se enviará directamente al tanque de contacto de cloro (TCC).

Los FAA tendrán la función de remover los sólidos presentes que no lograron ser removidos en la clarificación o que se formaron a raíz de la oxidación de los compuestos orgánicos oxidados en la cámara de oxidación intermedia.

El filtro de carbón activado (FCA) granular (biofiltro), añade dos funcionalidades, además de actuar como una segunda remoción de partículas sólidas: es un adsorbente y un medio para el crecimiento de microorganismos, de ahí que se le llame biofiltro. Ambas tienen que ver con la gran superficie disponible en el carbón y su porosidad.

La superficie libre del carbón podrá interactuar con compuestos orgánicos diversos, reteniéndolos, además de poder remover color, olor y sabor. Como medio biológico promoverá el crecimiento de organismos, éste se convertirá en un medio de soporte para la reproducción de bacterias capaces de degradar y remover materia orgánica, así como logrará la remoción de nitrógeno amoniacal por medio de oxidación (Kawamura, 2000). Posibilitando un menor consumo de cloro para el efecto residual de desinfección y minimizando la generación de compuestos organoclorados.

El agua filtrada será enviada al tanque de agua filtrada (TAF) y al tanque de contacto de cloro (TCC), según el filtro del que proceda. El TAF y el TCC se encuentrará dentro de una misma estructura a un costado del tanque de agua potable (TAP), el cual almacena el agua potable, efluente del TCC.

El tanque de agua filtrada (TAF), tendrá la función de almacenar el agua necesaria para realizar el proceso de retrolavado de los filtros, así como el agua necesaria para realizar labores de lavado de equipos. Esta unidad tiene capacidad para almacenar el volumen de agua necesario para realizar dos retrolavados.

El TCC es la unidad donde se realizará la dosificación de cloro, esta unidad tendrá mamparas para lograr el flujo pistón y el volumen necesario para tener un tiempo de contacto de 10 minutos, mientras que el TAP tendrá la capacidad de almacenamiento de 35 minutos. Bajo este concepto, el agua efluente de la filtración en arena antracita ingresará al tanque de agua filtrada (TAF), posteriormente al Tanque de contacto de cloro (TCC) y finalmente al tanque de agua potable (TAP) para su posterior bombeo hacia el ramal Tizayuca-Pachuca al norte y al nuevo acueducto Zumpango al sur.

Tren de lodo

Los lodos producidos por la clarificación FAD tendrán una concentración de 3%, por lo que serán conducidos directamente al tanque de lodo (TL), el cual tendrá la función de regular y bombear el lodo hacía el tanque de almacenamiento de lodo (TAL) para ser deshidratados. El TL se diseñará para 5 horas de almacenamiento, mientras que el TAL se diseñará para 8 horas.

CONSULTA PÚBLICA

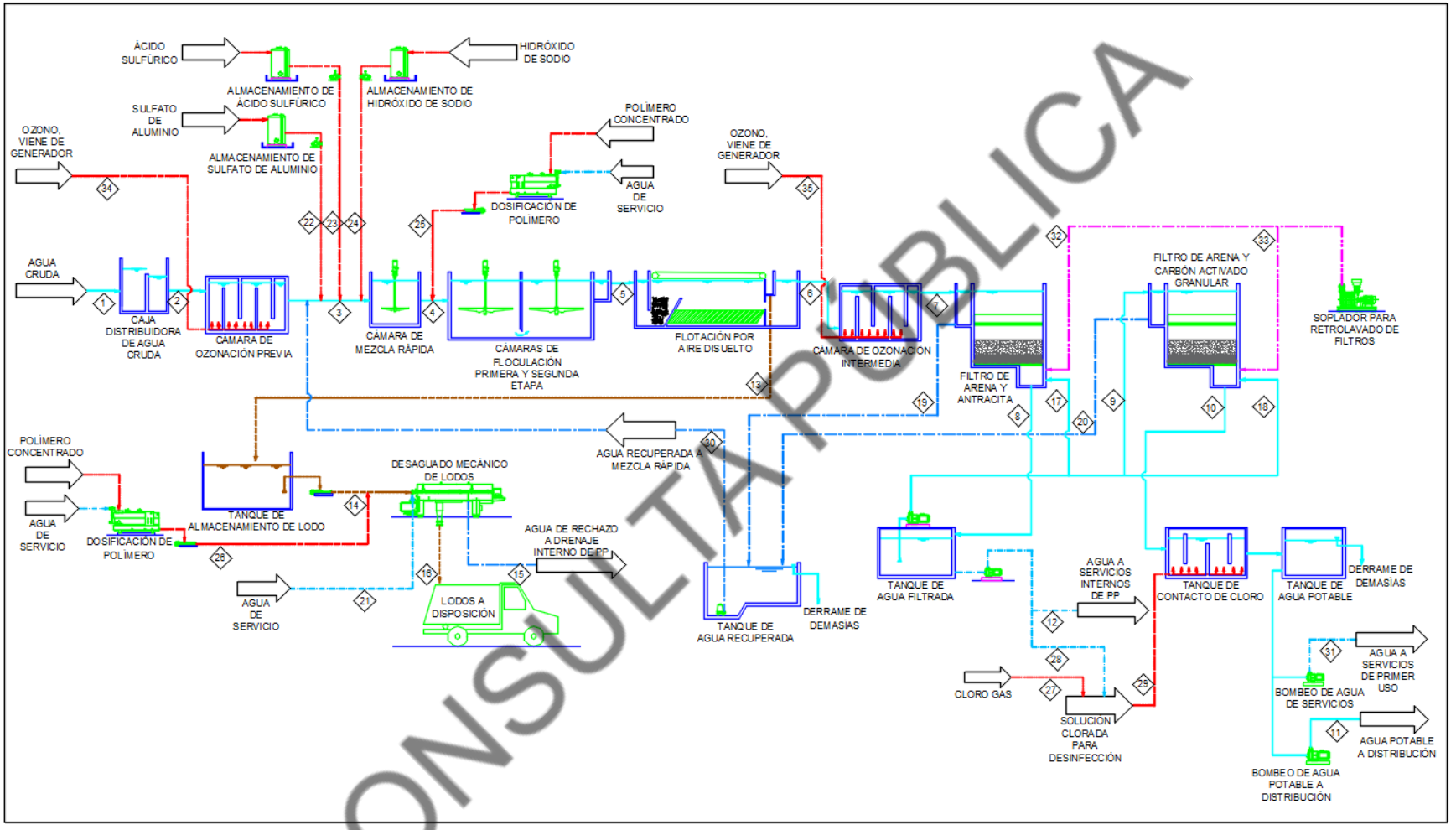
El uso del DAF como clarificador permitirá disminuir el volumen del tanque de almacenamiento de lodo. El lodo producido en la planta se concentrará finalmente en el Tanque de Almacenamiento de Lodo (TAL) y será enviado al desaguado mecánico de lodos (DML), donde se dosificará polímero para alcanzar concentraciones de sólidos de hasta el 20%. El lodo desaguado obtenido será recolectado en contenedores y posteriormente enviado a disposición.

El agua recuperada del proceso de retrolavado de filtros será enviada al tanque de agua recuperada (TAR) y posteriormente será enviada a la mezcla rápida (MR). El TAR tendrá una capacidad para almacenar el volumen de agua utilizado para realizar dos retrolavados. El agua recuperada del proceso de deshidratado de lodo no se recuperará, esta será descarga a la red de drenaje interna de la planta.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de proceso.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-93 Diagrama de flujo de proceso



CONSULTA PÚBLICA

2.2.4.1.9 Líneas de conducción

La operación de las líneas de conducción consistirá en bombear agua potable hacia el acueducto Tizayuca–Pachuca, alimentando el rebombeo Coyotepec y hacia la conexión Zumpango–Línea Metropolitana integrándose con la línea metropolitana y el macrocircuito.

2.2.4.2 Mantenimiento

El mantenimiento de las obras del Proyecto consistirá en el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para que estas mantengan con las características funcionales, resistentes y estéticas con las que se diseñaron y construyeron. En esta etapa se desconoce el procedimiento exacto y el número de mantenimientos que se realizarán, debido a que esto depende del deterioro que se lleguen a presentar en el conjunto de obras que comprende el Proyecto, para lo cual se realizan inspecciones a las obras con lo cual se determina el daño y el mantenimiento requerido.

Según el deterioro que se lleguen a presentar, los mantenimientos podrán ser de 3 tipos: rutinarios, periódicos y de reconstrucción.

a. Mantenimiento rutinario

Los mantenimientos rutinarios al Proyecto consistirán en la inspección de las obras para la detección de problemas, daños en estas y que por tanto sean meritorias de corrección entre las cuales se pueden señalar los siguientes:

Tanque regulador y dique

- Deshierbe en la superficie y lados que no estén en contacto con agua

Obra de toma

- Limpieza de basura que obstaculice el ingreso del agua en el canal de llamada.
- Limpieza de azolve en tuberías

Planta de tratamiento de agua pluvial-residual y planta potabilizadora

- Lavado de unidades de proceso
- Ajuste de equipos de proceso
- Deshierbe en zonas perimetrales de las unidades de proceso
- Pintura en general en unidades que lo requieran; así como en edificaciones
- Limpieza de vialidades, banquetas y accesos
- Podas de áreas verdes

Obra desfogue de la PTAP-R

- Limpieza de azolve en tuberías

Humedal artificial

- Deshierbe en la superficie y lados que no estén en contacto con agua de los terraplenes
- Limpieza de cárcamo de bombeo
- Limpieza del canal
- Ajuste de equipos de bombeo
- Limpieza de azolve en tuberías

CONSULTA PÚBLICA

Obra de toma y línea de conducción hacia la planta potabilizadora

- Ajuste de equipos de bombeo
- Limpieza de azolve en tuberías
- Pintura en general en la obra de toma y estructura metálica

Líneas de conducción de agua potable

- Ajuste de equipos de bombeo (componentes pertenecientes a la planta potabilizadora)
- Limpieza de azolve en tuberías

b. Mantenimiento periódico

Los mantenimientos periódicos al Proyecto serán de rehabilitación y consistirán en:

- Recuperación de bordos
- Reparación de grietas y resanes en elementos de concreto
- Recuperación y renivelación de pavimentos en superficies de rodamiento
- Recuperación y renivelación de concreto en superficies peatonales
- Reparación de soldaduras en tuberías de acero en líneas de conducción
- Reparación de bridas en tuberías de PRFV en líneas de conducción
- Reparación válvulas en líneas de conducción
- Reparación de equipos de proceso
- Reparación de equipos de bombeo
- Reparación de tanques de acero
- Reparación de estructuras metálicas

c. Mantenimiento de reconstrucción

Los mantenimientos de reconstrucción serán producto de inspecciones detalladas que se realizarán al conjunto de obras, en las cuales se determinarán los daños relevantes y las condiciones de operación insuficientes entre la cuales serán:

- Reconstrucción de bordos
- Reconstrucción de elementos de concreto
- Reconstrucción de pavimentos en superficies de rodamiento
- Reconstrucción de concreto en superficies peatonales
- Reconstrucción de cimentaciones en casos necesarios
- Sustitución de tuberías de acero en líneas de conducción
- Sustitución de bridas en tuberías de PRFV en líneas de conducción
- Sustitución de válvulas en líneas de conducción
- Sustitución de equipos de proceso
- Sustitución de equipos de bombeo
- Sustitución de tanques de acero
- Sustitución de estructuras metálicas

En los anexo 03 y 04 se integran las memorias descriptivas, bases de diseño y planos que sustentan las descripciones en la etapa de construcción, operación y mantenimiento.

CONSULTA PÚBLICA

2.2.5 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

No se prevé realizar el desmantelamiento y abandono, ya que con el mantenimiento oportuno se espera prolongar la vida útil del Proyecto; sin embargo, en caso de concluir la operación las obras serán demolidas, retiras y desmanteladas mediante equipo mecánico o neumático; en estas se realizarán excavaciones y serán las siguientes actividades:

- Retiro de bordos de bordos
- Demolición de elementos de concreto
- Demolición de pavimentos en superficies de rodamiento
- Demolición de concreto en superficies peatonales
- Demolición de cimentaciones
- Retiro de tuberías de acero en líneas de conducción
- Retiro de bridas en tuberías de PRFV en líneas de conducción
- Retiro de válvulas en líneas de conducción
- Desmantelamiento, demolición y retiro de equipos de proceso
- Desmantelamiento y retiro de equipos de bombeo
- Desmantelamiento y retiro de tanques de acero
- Desmantelamiento de estructuras metálicas

Para el predio de la planta de tratamiento de agua pluvial-residual se realizará una remediación del suelo en caso de que se haya presentado un derrame de sulfato de aluminio.

2.2.6 Residuos

2.2.6.1 Planta potabilizadora

Los lodos generados durante la operación del Coagulador–Mezclador (CGM), correspondientes principalmente a sólidos de desbaste y sedimentación primaria, así como los sólidos retenidos en las unidades de Cribado Mecánico (CMM) (sólidos gruesos) y los residuos provenientes del cribado, prensado y deshidratado en el sistema de Tratamiento de Sólidos (TSS), son recolectados de manera continua o intermitente según el régimen operativo de cada unidad. Para una planta con un caudal de operación de **5 m³/s (432,000 m³/día)**, se estima una generación de **2,160 a 8,640 m³/día de lodos en estado líquido**, así como entre **8.6 y 34.6 toneladas diarias de sólidos deshidratados**, los cuales son conducidos mediante sistemas hidráulicos (canales y tuberías) y mecánicos (bombas, tornillos sinfín y bandas transportadoras) hacia un sistema centralizado de manejo de lodos.

Debido al volumen generado, dichos residuos se clasifican como residuos de manejo especial conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo que su recolección, transporte y disposición final se realiza a través de un tercero autorizado, garantizando el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, así como la trazabilidad mediante manifiestos y registros de control. Posteriormente, los lodos son sometidos a procesos de espesamiento y

CONSULTA PÚBLICA

deshidratación (mediante filtros prensa y/o centrífugas), con la finalidad de reducir su contenido de humedad, disminuir su volumen y facilitar su manejo y disposición final en sitios autorizados.

Por otra parte, la materia flotante removida en los procesos de clarificación o Procesos de Química de Precipitación (CPQ) mediante equipos desnatadores superficiales se denomina natas primarias, las cuales están compuestas principalmente por grasas, aceites, espumas y sólidos ligeros que se separan por diferencia de densidades. Estas natas representan aproximadamente entre **1% y 5% del volumen total de lodos generados**, lo que equivale a un rango estimado de **22 a 432 m³/día**, y son recolectadas y conducidas hacia el Cárcamo de Natas (CN).

Desde el CN, las natas son impulsadas mediante bombeo hacia el Tanque de Mezcla de Lodos (TML), mientras que, de manera simultánea, el lodo primario generado en el fondo de los CPQ, compuesto por sólidos sedimentados de mayor densidad (principalmente flóculos formados durante la coagulación–floculación y partículas suspendidas removidas), es extraído mediante sistemas de purga y conducido también hacia el TML. En este tanque se lleva a cabo la homogenización de ambas corrientes, obteniéndose una mezcla con características físico-químicas uniformes que optimizan su manejo.

La mezcla resultante se denomina **Corriente de Rechazo de la Planta Potabilizadora (CRP)**, la cual representa aproximadamente entre **0.5% y 2% del caudal total tratado**, es decir, entre **2,160 y 8,640 m³/día**. Esta corriente es conducida mediante bombeo o por gravedad, dependiendo del diseño hidráulico, hacia el punto de descarga autorizado, en este caso la Lumbrera 12 del Túnel Emisor Central (TEC), cumpliendo con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

El manejo integral de los lodos y residuos incluye el control operativo mediante monitoreo de caudales de purga, concentración de sólidos, eficiencia de deshidratación y condiciones de almacenamiento temporal, así como el mantenimiento preventivo de los equipos involucrados. Asimismo, se lleva un registro sistemático de los volúmenes generados, transportados y dispuestos, con el objetivo de asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable y facilitar procesos de auditoría y verificación por parte de las autoridades competentes.

Como parte de las actividades que se desarrollarán en cada una de las fases del Proyecto, se generarán un conjunto de residuos los cuales deberán manejarse conforme a la legislación vigente, específicamente la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su reglamento; así como las normas oficiales referentes a la clasificación de los denominados peligrosos y de manejo especial específicamente del giro de la construcción.

En la siguiente tabla se indican los residuos que se generarán durante las distintas etapas del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2-64 Tipos de residuos que se estima generar en preparación del sitio y construcción

Tipo de residuo	Actividad	Residuo	Cantidad estimada	Disposición temporal y/o final
RSU	Alimentación de trabajadores	Restos orgánicos	800 – 1,200 kg/obra	Contenedores; recolección municipal
RSU	Alimentación de trabajadores	PET, cartón, vidrio, aluminio	400 – 800 kg/obra	Separación y reciclaje
RME	Despalme	Suelo vegetal	6,000 – 10,000 m³	Reutilización en áreas verdes
RME	Excavaciones	Material producto de excavación	10,000 – 18,000 m³	Reutilización en sitio; excedente autorizado
RME	Construcción civil	Escombros	800 – 2,000 m³	Reuso parcial; disposición autorizada
RME	Instalaciones	Recortes metálicos	3 – 8 ton	Reciclaje
RME	Embalajes	Madera, cartón, plásticos	5 – 12 ton	Reuso / reciclaje
RP	Mantenimiento	Aceites, filtros, grasas	0.8 – 2 ton	Almacén RP; empresa autorizada
RP	Pintura	Envases contaminados	0.3 – 1 ton	Manejo como RP
RP	Sanitarios	Lodos sanitarios	15 – 30 ton	Empresa autorizada

Tabla 2-65 Tipos de residuos que se estima generar en operación y mantenimiento

Tipo de residuo	Actividad	Residuo	Cantidad estimada	Disposición temporal y/o final
RSU	Personal operativo	Residuos mixtos	1,200 – 2,500 kg/año	Recolección municipal
RME	Pretratamiento	Sólidos de cribado	3 – 8 ton/año	Deshidratación; disposición
RME	Desarenado	Arenas	2 – 6 ton/año	Lavado y disposición
RME	Sedimentación	Lodos (húmedos)	1,500 – 4,000 ton/año	Espesamiento
RME	Lodos deshidratados	Biosólidos	150 – 500 ton/año	Relleno sanitario o aprovechamiento
RME	Desnatado	Natas	1 – 4 ton/año	Manejo conjunto con lodos
RP	Cloración (cloro gas)	Envases y accesorios	0.3 – 1 ton/año	Retorno a proveedor / autorizado
RP	Mantenimiento	Aceites, grasas	0.5 – 1 ton/año	Gestor autorizado
RP	Laboratorio	Reactivos	50 – 200 kg/año	Manejo especializado
RME	Lavado de filtros	Aguas de lavado	500 – 2,000 m³/año	Recirculación

CONSULTA PÚBLICA

Residuos de manejo especial

Se estima que, como resultado de las obras y actividades asociadas al proyecto, se generarán residuos de manejo especial durante las etapas de preparación del sitio, construcción, así como durante la operación y mantenimiento de la Planta Potabilizadora (PTAP). Dichos residuos serán manejados

conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, priorizando su reducción, reutilización y disposición final en sitios autorizados.

Durante la etapa de **preparación del sitio y construcción**, la generación de residuos estará asociada principalmente a actividades de despalme, excavación, nivelación del terreno y construcción de infraestructura hidráulica y civil. Se estima una generación total aproximada de **29,000 a 52,000 m³ de residuos**, considerando profundidades medias de despalme de 0.20 a 0.30 m y excavaciones parciales para estructuras.

Por su parte, en la etapa de **operación y mantenimiento**, los residuos estarán relacionados con los procesos de potabilización, particularmente con la generación de lodos, natas y sólidos derivados del tratamiento, así como residuos provenientes del mantenimiento de equipos e infraestructura, en una planta con capacidad de **5 m³/s**.

Tabla 2-66 Residuos de manejo especial – Preparación del sitio y construcción

Tipo de residuo	Fuente de generación	Características principales	Cantidad estimada	Manejo propuesto
Material de despalme	Limpieza del terreno (58,000 m² × 0.2–0.3 m)	Suelo vegetal, materia orgánica	11,600–17,400 m³	Reutilización en áreas verdes o taludes
Material de excavación	Cimentaciones y estructuras	Suelo, tepetate, material inerte	15,000–30,000 m³	Reutilización / banco de tiro autorizado
Escombros de construcción	Obras civiles	Concreto, mortero, block	2,000–4,000 m³	Acopio y disposición autorizada
Residuos de empaques	Suministro de materiales	Plástico, cartón, madera	5–10 ton	Separación y reciclaje
Chatarra metálica	Habilitado de acero	Acero, hierro	3–8 ton	Reciclaje con empresa autorizada

Tabla 2-67 Residuos de manejo especial – Operación y mantenimiento

Tipo de residuo	Fuente de generación	Características principales	Cantidad estimada	Manejo propuesto
Lodos de potabilización	CGM, CPQ, TSS	Alta humedad (0.5–3% sólidos)	2,160 m³/día	Espesamiento y deshidratación
Sólidos deshidratados	Filtros prensa / centrífugas	20–30% sólidos	8.6 ton/día	Disposición con tercero autorizado
Natas	Desnatadores (CPQ)	Grasas, aceites, sólidos ligeros	22–432 m³/día	Mezcla con lodos (TML)
Residuos de mantenimiento	Equipos electromecánicos	Refacciones, empaques	2 ton/año	Manejo con empresa autorizada
Lodos de limpieza de tanques	Mantenimiento periódico	Sedimentos acumulados	500 m³/año	Manejo conjunto con lodos

CONSULTA PÚBLICA

Manejo y disposición de RME

El manejo de los residuos de manejo especial generados durante todas las etapas del proyecto se realizará mediante almacenamiento temporal en áreas designadas dentro del predio, separación conforme a su tipo y características, así como el registro y control de los volúmenes generados.

Los residuos generados durante la etapa de operación, particularmente los lodos y sólidos deshidratados, debido a su volumen (hasta aproximadamente 8.6 ton/día), serán manejados mediante terceros autorizados, conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, garantizando la trazabilidad mediante manifiestos de entrega–transporte–recepción y su disposición final en sitios autorizados.

Residuos peligrosos

Derivado de las actividades del proyecto, se estima la generación de residuos peligrosos en cantidades limitadas durante las etapas de preparación del sitio, construcción, así como en la operación y mantenimiento de la Planta Potabilizadora (PTAP). Estos residuos presentan características de peligrosidad conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y serán manejados de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Durante la etapa de **preparación del sitio y construcción**, los residuos peligrosos se generan principalmente por el uso y mantenimiento de maquinaria pesada y equipo de obra. En la etapa de **operación y mantenimiento**, además de los residuos asociados al mantenimiento electromecánico, se consideran aquellos derivados del manejo de sustancias químicas utilizadas en los procesos de desinfección, particularmente el uso de **cloro gas en cilindros presurizados**, así como la operación de un sistema de **generación de ozono in situ**, el cual no utiliza oxígeno líquido como insumo, sino aire ambiente u oxígeno generado localmente.

Es importante señalar que, en condiciones normales de operación, los cilindros de cloro no constituyen un residuo peligroso mientras se encuentren en uso o retorno con proveedor; sin embargo, los **envases vacíos, válvulas, empaques y posibles remanentes** deben ser manejados como residuos peligrosos en caso de no ser retornables o presentar contaminación. Asimismo, el sistema de ozono no genera residuos peligrosos directos asociados al reactivo, pero sí puede generar residuos derivados del mantenimiento de equipos (componentes eléctricos, dieléctricos y filtros).

Se estima una generación aproximada de **1 a 3 toneladas** de residuos peligrosos durante la etapa de construcción y de **2 a 6 toneladas anuales** durante la operación, considerando el tamaño de la planta (5 m^3/s) y la infraestructura electromecánica asociada.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2-68 Residuos peligrosos – Preparación del sitio y construcción

Tipo de residuo	Fuente de generación	Características CRETIB	Cantidad estimada	Manejo propuesto
Aceites lubricantes usados	Maquinaria pesada	Inflamable, tóxico	0.5–1.5 ton	Envío a reciclaje autorizado
Filtros de aceite y combustible	Mantenimiento de maquinaria	Tóxico	0.2–0.5 ton	Disposición con empresa autorizada
Estopas y trapos contaminados	Limpieza de equipo	Inflamable	0.2–0.5 ton	Contenedores especiales

Envases contaminados	Lubricantes y químicos	Tóxico	0.1–0.3 ton	Triple lavado / disposición autorizada
Pinturas y solventes	Recubrimientos	Inflamable	0.1–0.2 ton	Manejo controlado

Tabla 2-69 Residuos peligrosos – Operación y mantenimiento

Tipo de residuo	Fuente de generación	Características CRETIB	Cantidad estimada	Manejo propuesto
Aceites usados	Bombas, motores, generadores	Inflamable, tóxico	0.5–2 ton/año	Reciclaje autorizado
Grasas y lubricantes	Equipos electromecánicos	Inflamable	0.2–0.5 ton/año	Manejo autorizado
Envases de productos químicos	Coagulantes, reactivos	Corrosivo, tóxico	0.3–1.0 ton/año	Lavado / disposición autorizada
Residuos asociados a cloro gas	Cilindros, válvulas, empaques (no retornables)	Corrosivo, tóxico	0.2–0.6 ton/año	Retorno a proveedor o manejo autorizado
Reactivos de laboratorio	Control de calidad	Tóxico, corrosivo	0.1–0.3 ton/año	Manejo especializado
Componentes eléctricos/electrónicos	Sistema de ozono	Tóxico (metales)	0.1–0.4 ton/año	Reciclaje autorizado
Filtros y dieléctricos	Generador de ozono	Tóxico	0.1–0.3 ton/año	Disposición autorizada
Baterías	Sistemas de respaldo	Corrosivo, tóxico	0.1–0.3 ton/año	Manejo autorizado

CONSULTA PÚBLICA

Manejo y disposición de residuos peligrosos

El manejo de los residuos peligrosos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Pluviales (PTAR/P) se realizará conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y las disposiciones de la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Identificación y clasificación

Todos los residuos peligrosos serán identificados y clasificados de acuerdo con sus características CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico-infecciosa), considerando su origen y composición. En particular:

- Residuos con hidrocarburos: aceites, grasas, filtros y estopas
- Residuos químicos: envases contaminados, reactivos de laboratorio
- Residuos asociados a cloro gas: válvulas, empaques, cilindros dañados o no retornables

Almacenamiento temporal

Los residuos peligrosos serán almacenados temporalmente dentro del predio en un área específica que cumplirá con las siguientes características:

- Superficie impermeabilizada
- Techumbre para evitar contacto con lluvia
- Sistema de contención secundaria (diques o charolas)
- Señalización conforme a normativa
- Acceso restringido y controlado

El tiempo de almacenamiento no excederá lo establecido en la legislación aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

Manejo interno

- Separación de residuos por tipo y compatibilidad
- Uso de contenedores adecuados, cerrados y etiquetados
- Capacitación del personal en manejo seguro
- Implementación de bitácoras de generación y control
- Uso de equipo de protección personal (EPP)

En el caso del **cloro gas**, los cilindros serán manejados bajo condiciones de seguridad industrial, almacenados en áreas ventiladas y con sistemas de sujeción. Los cilindros vacíos serán retornados al proveedor, evitando su disposición como residuo.

Transporte externo

El transporte de residuos peligrosos será realizado exclusivamente por empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, cumpliendo con:

- Uso de vehículos autorizados
- Documentación mediante manifiestos de entrega–transporte–recepción
- Cumplimiento de rutas y condiciones de seguridad

Tratamiento y disposición final

Los residuos peligrosos serán enviados a instalaciones autorizadas para su tratamiento o disposición final, dependiendo de su tipo:

- **Aceites usados:** reciclaje o re-refinación
- **Filtros, estopas y sólidos contaminados:** confinamiento controlado
- **Envases contaminados:** lavado, reciclaje o disposición final
- **Reactivos de laboratorio:** tratamiento especializado
- **Componentes asociados a cloro gas:** retorno a proveedor o disposición autorizada

En todos los casos se garantizará la trazabilidad mediante manifiestos y registros.

CONSULTA PÚBLICA

2.2.6.2 PTAP/R

Los sólidos retenidos y removidos durante las etapas de pretratamiento y tratamiento primario, tales como los provenientes del Coagulador–Mezclador (CGM) (sólidos de desbaste), los sólidos retenidos en las unidades de Cribado Mecánico (CMM) y los residuos del sistema de tratamiento de sólidos (TSS) (sólidos cribados, prensados y deshidratados), serán recolectados y manejados de forma controlada. Para una planta de esta escala, se estima una generación del orden de **5 a 12 toneladas/año de sólidos de cribado**, los cuales serán acondicionados (deshidratación/compactación) y enviados para su disposición final como residuos de manejo especial en sitios autorizados, mediante empresa autorizada conforme a la normatividad aplicable.

La materia flotante removida mediante el sistema de desnatado en los procesos de clarificación primaria se denomina **natas primarias (NP)**, las cuales serán conducidas por gravedad hacia el **Cárcamo de Natas (CN)** y posteriormente bombeadas al **Tanque de Mezcla de Lodos (TML)** para su manejo conjunto con los lodos del proceso.

Los lodos generados en el sistema incluyen lodo primario (LP), lodo secundario (LS) y, en su caso, lodo terciario químico (LTQ), los cuales serán conducidos al **Cárcamo de Lodos (CL)** correspondiente y posteriormente transferidos al TML. En este punto, los lodos serán sometidos a procesos de homogenización, espesamiento y deshidratación, generando biosólidos con un contenido de sólidos aproximado del 20–30%.

Se estima una generación de **300 a 900 toneladas/año de lodos deshidratados**, los cuales serán clasificados como residuos de manejo especial, siempre que no presenten características de peligrosidad conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005. Estos residuos serán manejados mediante almacenamiento temporal en sitio y posteriormente transportados para su disposición final o aprovechamiento mediante un tercero autorizado.

En temporada de lluvias, la generación de lodos estará dominada por lodos primarios con mayor contenido de sólidos sedimentables, mientras que en temporada de estiaje se presentará una mezcla de lodos primarios, secundarios y terciarios, dependiendo de la operación del sistema.

La mezcla de lodos y natas se denomina **Corriente de Rechazo de la PTAR (CRP)**, la cual será enviada por bombeo desde el TML hacia la infraestructura de conducción correspondiente (por ejemplo, lumbrera del sistema emisor), asegurando su manejo controlado dentro del sistema hidráulico del proyecto.

Como parte de las actividades que se desarrollarán en cada una de las fases del Proyecto, se generarán un conjunto de residuos los cuales deberán manejarse conforme a la legislación vigente, específicamente la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su reglamento; así como las normas oficiales referentes a la clasificación de los denominados peligrosos y de manejo especial específicamente del giro de la construcción.

En la siguiente tabla se indican los residuos que se generarán durante las distintas etapas del proyecto.

Tabla 2-70 Tipos de residuos que se estima generar en preparación del sitio y construcción

Tipo de residuo	Actividad	Residuo	Cantidad estimada	Disposición temporal y/o final
Residuos sólidos urbanos (RSU)	Alimentación de trabajadores	Restos orgánicos	800 – 1,500 kg/obra	Contenedores; recolección municipal
Residuos sólidos urbanos (RSU)	Alimentación de trabajadores	PET, cartón, vidrio, aluminio	500 – 1,000 kg/obra	Separación y reciclaje
Residuos de manejo especial (RME)	Despalme	Suelo vegetal	8,000 – 12,000 m³	Reutilización en áreas verdes
Residuos de manejo especial (RME)	Excavaciones	Material producto de excavación	12,000 – 25,000 m³	Reutilización en sitio; excedente a banco autorizado

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de residuo	Actividad	Residuo	Cantidad estimada	Disposición temporal y/o final
Residuos de manejo especial (RME)	Construcción civil	Escombros	1,000 – 3,000 m³	Reuso parcial; disposición autorizada
Residuos de manejo especial (RME)	Instalaciones	Recortes metálicos	5 – 12 ton	Reciclaje
Residuos de manejo especial (RME)	Embalajes	Madera, cartón, plásticos	8 – 18 ton	Reuso / reciclaje
Residuos peligrosos (RP)	Mantenimiento de maquinaria	Aceites, filtros	1 – 3 ton	Almacén RP; empresa autorizada
Residuos peligrosos (RP)	Pintura	Envases contaminados	0.5 – 1.5 ton	Manejo como RP
Residuos peligrosos (RP)	Sanitarios	Lodos sanitarios	20 – 40 ton	Empresa autorizada

Tabla 2-71 Tipos de residuos que se estima generar en la operación y mantenimiento

Tipo de residuo	Actividad	Residuo	Cantidad estimada	Disposición temporal y/o final
Residuos sólidos urbanos (RSU)	Personal operativo	Residuos mixtos	1,500 – 3,000 kg/año	Recolección municipal
Residuos de manejo especial (RME)	Pretratamiento	Sólidos de cribado	5 – 12 ton/año	Deshidratación; disposición
Residuos de manejo especial (RME)	Desarenado	Arenas	3 – 8 ton/año	Lavado y disposición
Residuos de manejo especial (RME)	Tratamiento	Lodos (húmedos)	3,000 – 8,000 ton/año	Espesamiento y deshidratación
Residuos de manejo especial (RME)	Lodos deshidratados	Biosólidos	300 – 900 ton/año	Relleno sanitario o aprovechamiento
Residuos de manejo especial (RME)	Desnatado	Natas	2 – 6 ton/año	Mezcla con lodos
Residuos peligrosos (RP)	Cloración (cloro gas)	Envases y accesorios	0.5 – 2 ton/año	Retorno a proveedor / RP
Residuos peligrosos (RP)	Mantenimiento	Aceites, grasas	0.5 – 1.5 ton/año	Gestor autorizado
Residuos peligrosos (RP)	Laboratorio	Reactivos	100 – 300 kg/año	Manejo especializado
Residuos de manejo especial (RME)	Lavado de equipos	Aguas de lavado	1,000 – 5,000 m³/año	Recirculación

CONSULTA PÚBLICA

Residuos de manejo especial

Se estima que, como resultado de las actividades del proyecto, se generarán residuos de manejo especial durante las etapas de preparación del sitio, construcción, así como en la operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Pluviales (PTAR/P). Dichos residuos serán manejados conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, priorizando su reducción, reutilización y disposición en sitios autorizados.

En la etapa de operación y mantenimiento, los residuos estarán asociados a los procesos de tratamiento de aguas residuales y pluviales, incluyendo lodos biológicos, arenas, grasas y sólidos retenidos en el pretratamiento, característicos de este tipo de instalaciones.

Manejo y disposición de RME

El manejo de los residuos de manejo especial generados durante todas las etapas del proyecto se realizará mediante almacenamiento temporal en áreas designadas dentro del predio, separación conforme a su tipo y características, así como el registro y control de los volúmenes generados.

Los residuos generados durante la etapa de operación, particularmente los lodos y sólidos deshidratados, debido a su volumen (hasta aproximadamente 8.6 ton/día), serán manejados mediante terceros autorizados, conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, garantizando la trazabilidad mediante manifiestos de entrega–transporte–recepción y su disposición final en sitios autorizados.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2-72 Residuos de manejo especial – Preparación del sitio y construcción

Tipo de residuo	Fuente de generación	Características principales	Cantidad estimada	Manejo propuesto
Material de despalme	Limpieza del terreno (58,000 m² × 0.2–0.3 m)	Suelo vegetal, materia orgánica	11,600–17,400 m³	Reutilización en áreas verdes
Material de excavación	Cimentaciones, tanques, zanjas	Suelo, tepetate, material inerte	18,000–32,000 m³	Reutilización / banco autorizado
Escombros de construcción	Obras civiles	Concreto, block, mortero	2,000–4,500 m³	Disposición autorizada
Residuos de empaques	Suministro de materiales	Plástico, cartón, madera	6–12 ton	Separación y reciclaje
Chatarra metálica	Habilitado de acero	Acero, hierro	4–10 ton	Reciclaje autorizado

Tabla 2-73 Residuos de manejo especial – Operación y mantenimiento

Tipo de residuo	Fuente de generación	Características principales	Cantidad estimada	Manejo propuesto
Lodos biológicos	Reactores biológicos / sedimentadores	Alta humedad (1–3% sólidos)	4,000–12,000 m³/día	Espesamiento y deshidratación
Sólidos deshidratados	Filtros prensa / lechos de secado	20–30% sólidos	20–80 ton/día	Disposición en relleno sanitario

Tipo de residuo	Fuente de generación	Características principales	Cantidad estimada	Manejo propuesto
Arenas	Desarenadores	Material granular	5–15 m³/día	Lavado y disposición
Grasas y aceites	Trampas de grasa	Materia orgánica flotante	2–8 m³/día	Manejo con empresa autorizada
Sólidos gruesos	Rejas y cribas	Basura, plásticos, trapos	3–10 m³/día	Disposición controlada
Lodos de limpieza de tanques	Mantenimiento periódico	Sedimentos acumulados	800–1,500 m³/año	Manejo conjunto con lodos

Residuos peligrosos

Como resultado de las actividades del proyecto, se prevé la generación de residuos peligrosos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, así como en la operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Pluviales (PTAR/P). Estos residuos presentan características de peligrosidad conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y serán manejados de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Durante la etapa de **preparación del sitio y construcción**, los residuos peligrosos se generarán principalmente por el mantenimiento de maquinaria pesada, manejo de combustibles, aceites, pinturas y solventes.

En la etapa de **operación y mantenimiento**, la generación de residuos peligrosos estará asociada a:

- Mantenimiento de equipos electromecánicos (bombas, sopladores, generadores)
- Manejo de reactivos químicos (desinfección y laboratorio)
- Uso de **cloro gas en cilindros presurizados** para desinfección del efluente tratado
- Manejo de lodos, los cuales **no se consideran peligrosos por defecto**, pero podrían clasificarse como tales en caso de contaminación específica (metales pesados u otros compuestos), conforme a la normativa aplicable

Es importante destacar que los **cilindros de cloro** no constituyen un residuo peligroso mientras se encuentren en circuito de retorno con el proveedor; sin embargo, componentes asociados (válvulas, empaques, envases dañados o contaminados) sí pueden adquirir dicha clasificación.

Para una planta de este tipo (tratamiento residual y pluvial), se estima una generación de **1 a 3 toneladas de residuos peligrosos durante la construcción** y del orden de **3 a 8 toneladas anuales durante la operación**, considerando la mayor carga orgánica, mantenimiento más intensivo y presencia de sólidos y grasas en comparación con una PTAP.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2-74 Residuos peligrosos – Preparación del sitio y construcción

Tipo de residuo	Fuente de generación	Características CRETIB	Cantidad estimada	Manejo propuesto
Aceites lubricantes usados	**Maquinaria pesada**	**Inflamable, tóxico**	**0.5–1.5 ton**	**Reciclaje autorizado**
Filtros de aceite y combustible	**Mantenimiento**	**Tóxico**	**0.2–0.5 ton**	**Disposición autorizada**
Estopas contaminadas	**Limpieza de equipo**	**Inflamable**	**0.2–0.5 ton**	**Contenedores especiales**
Envases contaminados	**Combustibles y químicos**	**Tóxico**	**0.1–0.3 ton**	**Triple lavado / disposición**
Pinturas y solventes	**Obras civiles**	**Inflamable**	**0.1–0.3 ton**	**Manejo controlado**

Tabla 2-75 Residuos peligrosos – Operación y mantenimiento

Tipo de residuo	Fuente de generación	Características CRETIB	Cantidad estimada	Manejo propuesto
Aceites usados	Bombas, sopladores, generadores	Inflamable, tóxico	1–3 ton/año	Reciclaje autorizado
Grasas y aceites residuales	Desarenadores, trampas de grasa	Inflamable	0.5–2 ton/año	Manejo autorizado
Envases de químicos	Desinfección, reactivos	Corrosivo, tóxico	0.5–1.5 ton/año	Lavado / disposición
Residuos asociados a cloro gas	Cilindros, válvulas, empaques	Corrosivo, tóxico	0.3–1.0 ton/año	Retorno o disposición autorizada
Reactivos de laboratorio	Análisis de agua	Tóxico, corrosivo	0.2–0.5 ton/año	Manejo especializado
Lámparas y electrónicos	Equipos eléctricos	Tóxico	0.1–0.3 ton/año	Reciclaje autorizado
Baterías	Sistemas de respaldo	Corrosivo, tóxico	0.2–0.5 ton/año	Manejo autorizado

Los residuos peligrosos que pudieran generarse durante la ejecución del proyecto serán recolectados y entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final, la cual será contratada por el constructor, conforme a los lineamientos establecidos en la ley General para la Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su reglamento.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

El manejo de los residuos peligrosos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Pluviales (PTAR/P) se realizará conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y las disposiciones de la NOM-052-SEMARNAT-2005.

CONSULTA PÚBLICA

Identificación y clasificación

Todos los residuos peligrosos serán identificados y clasificados de acuerdo con sus características CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico-infecciosa), considerando su origen y composición. En particular:

- Residuos con hidrocarburos: aceites, grasas, filtros y estopas
- Residuos químicos: envases contaminados, reactivos de laboratorio
- Residuos asociados a cloro gas: válvulas, empaques, cilindros dañados o no retornables

Almacenamiento temporal

Los residuos peligrosos serán almacenados temporalmente dentro del predio en un área específica que cumplirá con las siguientes características:

- Superficie impermeabilizada
- Techumbre para evitar contacto con lluvia
- Sistema de contención secundaria (diques o charolas)
- Señalización conforme a normativa
- Acceso restringido y controlado

El tiempo de almacenamiento no excederá lo establecido en la legislación aplicable.

Manejo interno

- Separación de residuos por tipo y compatibilidad
- Uso de contenedores adecuados, cerrados y etiquetados
- Capacitación del personal en manejo seguro
- Implementación de bitácoras de generación y control
- Uso de equipo de protección personal (EPP)

En el caso del **cloro gas**, los cilindros serán manejados bajo condiciones de seguridad industrial, almacenados en áreas ventiladas y con sistemas de sujeción. Los cilindros vacíos serán retornados al proveedor, evitando su disposición como residuo.

Transporte externo

El transporte de residuos peligrosos será realizado exclusivamente por empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, cumpliendo con:

- Uso de vehículos autorizados
- Documentación mediante manifiestos de entrega–transporte–recepción
- Cumplimiento de rutas y condiciones de seguridad

CONSULTA PÚBLICA

Tratamiento y disposición final

Los residuos peligrosos serán enviados a instalaciones autorizadas para su tratamiento o disposición final, dependiendo de su tipo:

- **Aceites usados:** reciclaje o re-refinación
- **Filtros, estopas y sólidos contaminados:** confinamiento controlado
- **Envases contaminados:** lavado, reciclaje o disposición final
- **Reactivos de laboratorio:** tratamiento especializado
- **Componentes asociados a cloro gas:** retorno a proveedor o disposición autorizada

En todos los casos se garantizará la trazabilidad mediante manifiestos y registros.

Residuos generados en el desmantelamiento y abandono de la PP y PTAP/R

En lo que respecta a las etapas de **desmantelamiento y abandono del sitio**, no se realiza una cuantificación específica de los residuos a generar, debido a que estas actividades estarán condicionadas al término de la vida útil de las plantas potabilizadora y de tratamiento de aguas residuales y pluviales, así como a las condiciones operativas y de infraestructura existentes en ese momento.

Al concluir la operación de dichas instalaciones, se elaborará e implementará un **Plan de Desmantelamiento y Abandono del Sitio**, en el cual se definirán de manera puntual las actividades de retiro de equipos, demolición de infraestructura, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos generados, conforme a la normatividad ambiental vigente, particularmente lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás disposiciones aplicables.

Dicho plan considerará la identificación, clasificación y cuantificación de los residuos en función de las condiciones reales al momento del cierre, así como la contratación de empresas autorizadas para su manejo, transporte y disposición final, garantizando en todo momento la prevención de impactos ambientales y el cumplimiento de la legislación correspondiente.

2.2.7 Generación de gases de efecto invernadero

Las emisiones que se generarán durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto serán principalmente por el uso de maquinaria y vehículos que usan combustibles a base de hidrocarburos, mismos que se enlistan enseguida:

- Excavadora hidráulica
- Bulldozer
- Retroexcavadora
- Motoniveladora
- Compactadora/Rodillo
- Camón de volteo

CONSULTA PÚBLICA

- Pipas
- Bomba para concreto
- Revolvedora
- Vibrador para concreto
- Pick Up
- Vehículo sedan

Los gases principales que pueden generarse son:

- Bióxido de carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Óxido nitroso (N_2O)

Asimismo, se prevé la emisión de partículas sólidas suspendidas de polvo derivado del movimiento de tierras.

Enseguida se presenta una estimación de las emisiones por el uso de combustibles fósiles en motores de combustión interna para los equipos o maquinaria indicada anteriormente.

Se debe señalar, que para realizar este cálculo se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Se utilizaron las fórmulas de cálculo del acuerdo que establece las particularidades y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero del Registro Nacional de Emisiones (RENE).

CONSULTA PÚBLICA

II. Para determinar la emisión directa de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero derivada del consumo y oxidación de combustibles en motores de combustión interna en fuentes móviles, se deberán aplicar la siguientes fórmulas:

$$E_{CO_2} = \sum_{i=1}^{n} VC_i * PC_i . FE_CO_{2_i}$$

$$E_{CH_4} = \sum_{i=1}^{n} VC_i * PC_i * FE_CH_{4_i}$$

$$E_{N_2O} = \sum_{i=1}^{n} VC_i * PC_i * FE_N_2O_i$$

$$E_{CO_2e\ (CO_2)} = E_{CO_2}$$

$$E_{CO_2e\ (CH_4)} = E_{CH_4} * PCG_{CH_4}$$

$$E_{CO_2e\ (N_2O)} = E_{N_2O} * PCG_{N_2O}$$

Donde:

E_{CO_2}	Emisión de bióxido de carbono (t CO_2)
E_{CH_4}	Emisión de metano (kg CH_4)
E_{N_2O}	Emisión de óxido nitroso (kg N_2O)
VC_i	Consumo del i-ésimo combustible (t o m^3)
PC_i	Poder calorífico del i-ésimo combustible (MJ/m^3 o MJ/t)
FE_CO_{2i}	Factor de emisión de bióxido de carbono del i-ésimo combustible (t/MJ)
FE_CH_{4i}	Factor de emisión de metano del i-ésimo combustible (kg/MJ)
$FE_N_2O_i$	Factor de emisión de óxido nitroso del i-ésimo combustible (kg/MJ)
i	El i-ésimo combustible empleado en el año de reporte
n	El número de combustibles que se emplearon en el año de reporte

2. Se buscaron datos promedio de la capacidad de almacenamiento del tanque de combustible que posee cada uno de los equipos, maquinarias o equipos señaladas en el listado anterior.
3. Los datos de consumo responden al consumo promedio por tipo de maquinaria, conforme a la bibliografía consultada.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2-76. Tipos de residuos que se estima generar en las diferentes etapas del proyecto.

			Emisiones estimadas por tipo de gas			Emisiones estimadas por toneladas de CO2 Equivalente		
Equipo/Maquinaria/Vehículo	**Combustible**	**Consumo promedio por día laboral en maquinarias (litros)**	**CO2**	**CH4**	**NO2**	**CO2**	**CH4**	**NO2**
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN								
Excavadora hidráulica	Diesel	250	0.61165	0.00044131	0.00001765	0.61165	0.01236	0.00468
Bulldozer	Diesel	350	0.98936	0.00005541	0.00038186	0.98936	0.00155	0.10119
Retroexcavadora	Diesel	120	0.33921	0.00001900	0.00013092	0.33921	0.00053	0.03469
Motoniveladora	Diesel	250	0.70669	0.00003958	0.00027276	0.70669	0.00111	0.07228
Compactadora/Rodillo	Diesel	150	0.42401	0.00002375	0.00016365	0.42401	0.00066	0.04337
Camón de volteo	Diesel	300	0.84802	0.00004749	0.00032731	0.84802	0.00133	0.08674
Pipas	Diesel	300	0.84802	0.00004749	0.00032731	0.84802	0.00133	0.08674
Bomba para concreto	Diesel	70	0.19787	0.00001108	0.00007637	0.19787	0.00031	0.02024
Revolvedora	Gasolina	10	0.02447	0.00001765	0.00000071	0.02447	0.00049	0.00019
Vibrador para concreto	Gasolina	5	0.01223	0.00000883	0.00000035	0.01223	0.00025	0.00009
Pick Up	Gasolina	60	0.14680	0.00010591	0.00000424	0.14680	0.00297	0.00112
Vehículo sedan	Gasolina	60	0.14680	0.00010591	0.00000424	0.14680	0.00297	0.00112
Generadores eléctricos	Gasolina	25	0.06117	0.00004	0.00000177	0.06117	0.00124	0.00047
			5.35630	0.00097	0.00171	5.35630	0.02709	0.45292
OPERACIÓN Y MANTENIMENTO								
Pick Up	Gasolina	60	0.14680	0.00010591	0.00000424	0.14680	0.00297	0.00112

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 3
Vinculación con los Instrumentos de Planeación y Ordenamientos Jurídicos Aplicables

CONTENIDO E ÍNDICES

3.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) 3-3
3.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) *3-3*
3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM) *3-6*
3.1.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Zumpango *3-48*
3.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal de Ecatepec *3-52*
3.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 3-60
3.2.1 Áreas Naturales Protegidas *3-60*
3.2.2 Región Terrestre Prioritaria (RTP) *3-84*
3.2.3 Región Hidrológica Prioritaria (RHP) *3-86*
3.2.4 Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) *3-89*
3.2.5 Sitios RAMSAR *3-91*
3.2.6 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales (SPAE) *3-93*
3.2.7 Sitios Prioritarios Terrestres (SPT) *3-95*
3.2.8 Sitios de Atención Prioritaria para la Conservación de la Biodiversidad (SAP) *3-97*
3.2.9 Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR) *3-99*
3.2.10 Corredores Bioclimáticos *3-101*
3.2.11 Unidades de Manejo Ambiental (UMAS) *3-104*
3.3 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU) 3-106
3.3.1 Plan Estatal de Desarrollo Urbano *3-106*
3.3.2 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango (PMDUZ) *3-109*
3.3.3 Programa Territorial Operativo de la Zona Norte del Valle de México con Énfasis en el Proyecto Aeroportuario de Santa Lucía [PTO-ZNVM] *3-113*
3.3.4 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Teoloyucan (PMDUT) *3-114*
3.3.5 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultepec *3-119*
3.3.6 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nextlalpan *3-121*
3.3.7 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ecatepec de Morelos *3-123*
3.3.8 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán *3-125*
3.3.9 Jaltenco *3-127*
3.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 3-128
3.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR 3-130
3.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos *3-130*
3.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y sus Reglamentos *3-130*
3.5.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su Reglamento *3-137*
3.5.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento *3-143*
3.5.5 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento *3-144*
3.5.6 Ley General de Aguas (LGA) y Reglamento de la LAN. *3-145*
3.5.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental *3-147*
3.5.8 Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos *3-149*
3.5.9 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 ..... *3-151*
3.5.10 Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030 ..... *3-152*
3.5.11 Leyes y Reglamentos Estatales *3-153*
III.5.1 Código para la Biodiversidad del Estado de México *3-153*

CONSULTA PÚBLICA

3.5.12 Convenio 169 Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes 3-157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Vinculación del Proyecto con las Estrategias Sectoriales de la UAB 121, Región 14.16 3-1
Tabla 3-2 Incidencia de los Componentes del Proyecto por UGA 3-8
Tabla 3-3 Vinculación del Proyecto con el POETEM 3-9
Tabla 3-4 Vinculación del Proyecto con la UGA-Z19 del POEL Zumpango 3-50
Tabla 3-5 Vinculación del Proyecto con las UGAS del POEL Ecatepec 3-54
Tabla 3-6 Incidencia de los Componentes del Proyecto con Respecto a la Zonificación de la ANP 3-66
Tabla 3-7 Actividades Permitidas en la Zona Núcleo de la ANP 3-68
Tabla 3-8 Actividades No permitidas en la Zona Núcleo de la ANP 3-69
Tabla 3-9 Actividades permitidas en la Subzona de Protección de la ANP 3-72
Tabla 3-10 Actividades No permitidas en la Subzona de Protección de la ANP 3-72
Tabla 3-11 Actividades Permitidas en la Subzona de Restauración de la ANP 3-74
Tabla 3-12 Actividades No Permitidas en la Subzona de Restauración de la ANP 3-75
Tabla 3-13 Actividades Permitidas en la Subzona de Aprovechamiento de los Recursos Naturales de la ANP 3-77
Tabla 3-14 Actividades No Permitidas en la Subzona de Aprovechamiento de los Recursos Naturales de la ANP 3-78
Tabla 3-15. Vinculación del Proyecto con las Reglas Administrativas aplicables del ANP Estatal. 3-80
Tabla 3-16 Ubicación del Proyecto Respecto a Corredores Bioclimáticos 3-103
Tabla 3-17 Condiciones del Uso Captación y Distribución de Agua, para las Unidades ZR y AG-BP 3-118
Tabla 3-18.Vinculación del Proyecto y las Normas Aplicables 3-128
Tabla 3-19 Vinculación del Proyecto con el Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos ... 3-130
Tabla 3-20 Artículos de la LGEEPA Aplicables al Proyecto 3-130
Tabla 3-21 Artículos del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental Aplicables al Proyecto 3-135
Tabla 3-22 Artículos del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera Aplicables al Proyecto 3-136
Tabla 3-23 Artículos de la LGPGIR y su Reglamento Aplicables al Proyecto 3-138
Tabla 3-26 Vinculación de los Artículos de la Ley General de Vida Silvestre Aplicables al Proyecto 3-144
Tabla 3-27 Vinculación de los Artículos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Aplicables al Proyecto ... 3-145
Tabla 3-28 Vinculación de los Artículos del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, Aplicables al Proyecto 3-147
Tabla 3-29 Vinculación de los Artículos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental Aplicables al Proyecto ... 3-148
Tabla 3-30 Vinculación de los Objetivos Prioritarios del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 y el Proyecto 3-151
Tabla 3-31 Artículos del Código para la Biodiversidad del Estado de México Aplicables al Proyecto 3-154
Tabla 3-32 Población en Localidades con Presencia Indígena Sobre las Cuales Incide el AP 3-159

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Tabla 19 del Programa Nacional de Restauración Ambiental (PNRA) 2025-2030 ..... *3-1*
Figura 3-2 Ubicación del Proyecto Respecto al POEGT *3-4*
Figura 3-3 Ubicación del Proyecto Respecto al POETEM *3-7*
Figura 3-4 Ubicación del Proyecto Respecto al POEL *3-49*
Figura 3-5 Área del Proyecto en las Unidades de Gestión del POEL Ecatepec *3-53*
Figura 3-6 Ubicación del Proyecto Respecto a la ANP Estatal *3-61*
Figura 3-7 Ubicación del Proyecto Respecto a la Zonificación del ANP Estatal (1 de 3) *3-63*
Figura 3-8 Ubicación del Proyecto Respecto a la Zonificación del ANP Estatal (2 de 3) *3-64*
Figura 3-9 Ubicación del Proyecto Respecto a la zonificación del ANP Estatal (3 de 3) *3-65*
Figura 3-10 Ubicación del Proyecto Respecto a la RTP -Sierra Nevada *3-85*
Figura 3-11 Ubicación del Proyecto Respecto a la RHP- 68. Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México. *3-87*
Figura 3-12 Ubicación del Proyecto Respecto a la AICA-01 Lago de Texcoco *3-90*
Figura 3-13 Ubicación del Proyecto Respecto a Sitios RAMSAR *3-92*
Figura 3-14 Ubicación del Proyecto Respecto a los SPAE *3-94*
Figura 3-15 Ubicación del Proyecto Respecto al SPT *3-96*
Figura 3-16 Ubicación del Proyecto Respecto a los SAP *3-98*
Figura 3-17 Ubicación del Proyecto Respecto a los SPR *3-100*
Figura 3-18 Ubicación del Proyecto Respecto a Unidades de Manejo Ambiental (UMAS) *3-105*
Figura 3-19 Ubicación del Proyecto en el Plan de Desarrollo Urbano del Estado de México *3-108*
Figura 3-20 Ubicación del Proyecto Respecto al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango *3-112*
Figura 3-21 Ubicación del Proyecto Respecto al PMDU de Teoloyucan *3-116*
Figura 3-22 Área del Proyecto en Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultepec *3-120*
Figura 3-23 Área del Proyecto en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nextlalpan *3-122*
Figura 3-24 Área del Proyecto en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ecatepec de Morelos *3-124*
Figura 3-25 Área del Proyecto en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán *3-126*
Figura 3-26 Ubicación del Proyecto Respecto a Áreas Arqueológicas o de Importancia Cultural *3-150*
Figura 3-27 Ubicación del Proyecto Respecto a Comunidades Indígenas *3-158*

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

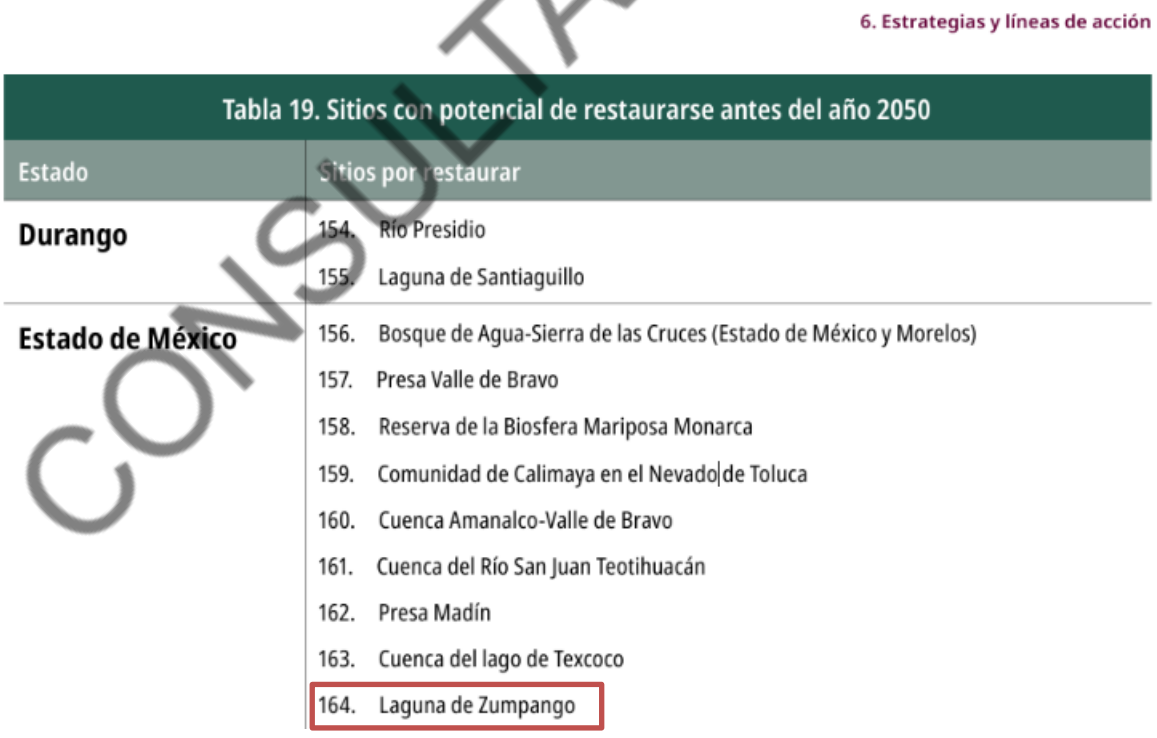
Capítulo 3
Vinculación con los Instrumentos de Planeación y Ordenamientos Jurídicos Aplicables

La Laguna de Zumpango se encuentra listada dentro de los sitios con potencial de restaurarse antes del año 2050, de acuerdo con el Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030, dentro de las estrategias y líneas de acción Tabla 19.

La rehabilitación de la Laguna de Zumpango no es un acto discrecional, sino el cumplimiento del mandato constitucional de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con el objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública y cuidar de su conservación.

La inclusión de la Laguna de Zumpango en la **Tabla 19 del Programa Nacional de Restauración Ambiental (PNRA) 2025-2030 dota a las obras del Proyecto de una presunción de legalidad y necesidad técnica.**

Figura 3-1 Tabla 19 del Programa Nacional de Restauración Ambiental (PNRA) 2025-2030



6. Estrategias y líneas de acción

Tabla 19. Sitios con potencial de restaurarse antes del año 2050

Estado	Sitios por restaurar
Durango	154. Río Presidio
	155. Laguna de Santiaguillo
Estado de México	156. Bosque de Agua-Sierra de las Cruces (Estado de México y Morelos)
	157. Presa Valle de Bravo
	158. Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca
	159. Comunidad de Calimaya en el Nevado de Toluca
	160. Cuenca Amanalco-Valle de Bravo
	161. Cuenca del Río San Juan Teotihuacán
	162. Presa Madín
	163. Cuenca del lago de Texcoco
	164. Laguna de Zumpango

Al estar catalogada como un sitio con potencial de restauración antes de 2050, la obra se alinea con el **Plan Nacional de Desarrollo**. Esto significa que el Estado ya ha realizado el diagnóstico técnico que identifica la zona como crítica para el equilibrio ecológico.

CONSULTA PÚBLICA

La existencia de un programa oficial (PNRA) eleva la rehabilitación de "proyecto local" a "prioridad nacional de restauración", lo que constituye la base fáctica de la **utilidad pública**.

Por otra parte, bajo el **Artículo 4.º Constitucional**, toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado tiene el deber de garantizar este derecho, por lo que no es una disposición estática que prohíba cualquier intervención humana; por el contrario, obliga al Estado a realizar acciones positivas para restaurar ecosistemas degradados.

Por lo anterior, en que la omisión de la rehabilitación de la Laguna de Zumpango vulneraría este derecho, dado que:

1. **Recarga de Acuíferos:** Es vital para el sistema hídrico del Valle de México.
2. **Mitigación de Riesgos:** Actúa como vaso regulador para prevenir inundaciones.
3. **Servicios Ecosistémicos:** La restauración es la única vía para recuperar la biodiversidad y el control climático regional.

El impacto ambiental de **no actuar** (la desecación definitiva, la pérdida de biodiversidad y las tolvaneras que afectan la salud pública) es infinitamente mayor al impacto técnico-temporal de las obras de rehabilitación.

Bajo el **Principio de Progresividad**, el Estado debe mejorar las condiciones ambientales existentes. Las obras en Zumpango son el instrumento mecánico para materializar este mandato constitucional, transformando un pasivo ambiental en un activo ecosistémico.

La ejecución de las obras del Proyecto no ignora los impactos ambientales (movimiento de tierras, emisiones de maquinaria, etc.), por el contrario, se considera la **integración de medidas de mitigación** dentro del proyecto ejecutivo.

Al aplicar estas medidas, la obra se ajusta al **Estado de Derecho**, demostrando que la protección ambiental es el eje rector del proyecto desde su planeación hasta su ejecución.

En materia ambiental, aplica el principio precautorio: ante el riesgo de un daño irreversible a la Laguna de Zumpango, la falta de certeza científica absoluta o la presencia de pequeños impactos por la obra no deben utilizarse como razón para postergar las medidas eficaces de restauración: La ejecución de las obras es una medida cautelar y restaurativa en sí misma, diseñada para detener la degradación en curso.

Asimismo, la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)** faculta a la federación para la declaratoria de áreas de restauración ecológica. La rehabilitación de Zumpango se ajusta a la figura de **"utilidad pública"** porque busca detener los procesos de degradación que ponen en riesgo la seguridad hídrica de la población.

En resumen, la ejecución de las obras y actividades del Proyecto, constituyen acciones que garantizan el **derecho a un medio ambiente sano**, ya que su objetivo primordial es la recuperación de servicios ecosistémicos vitales. Si bien la ejecución de cualquier obra pública conlleva impactos ambientales inherentes, estos se encuentran subordinados a la aplicación de medidas de mitigación. Por tanto, el

CONSULTA PÚBLICA

Proyecto cumple con el **Principio de Prevención**, asegurando que los beneficios a largo plazo para el equilibrio ecológico y la salud pública superen ampliamente las afectaciones temporales de la construcción, integrando así una gestión ambiental responsable dentro del marco de la legalidad.

3.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

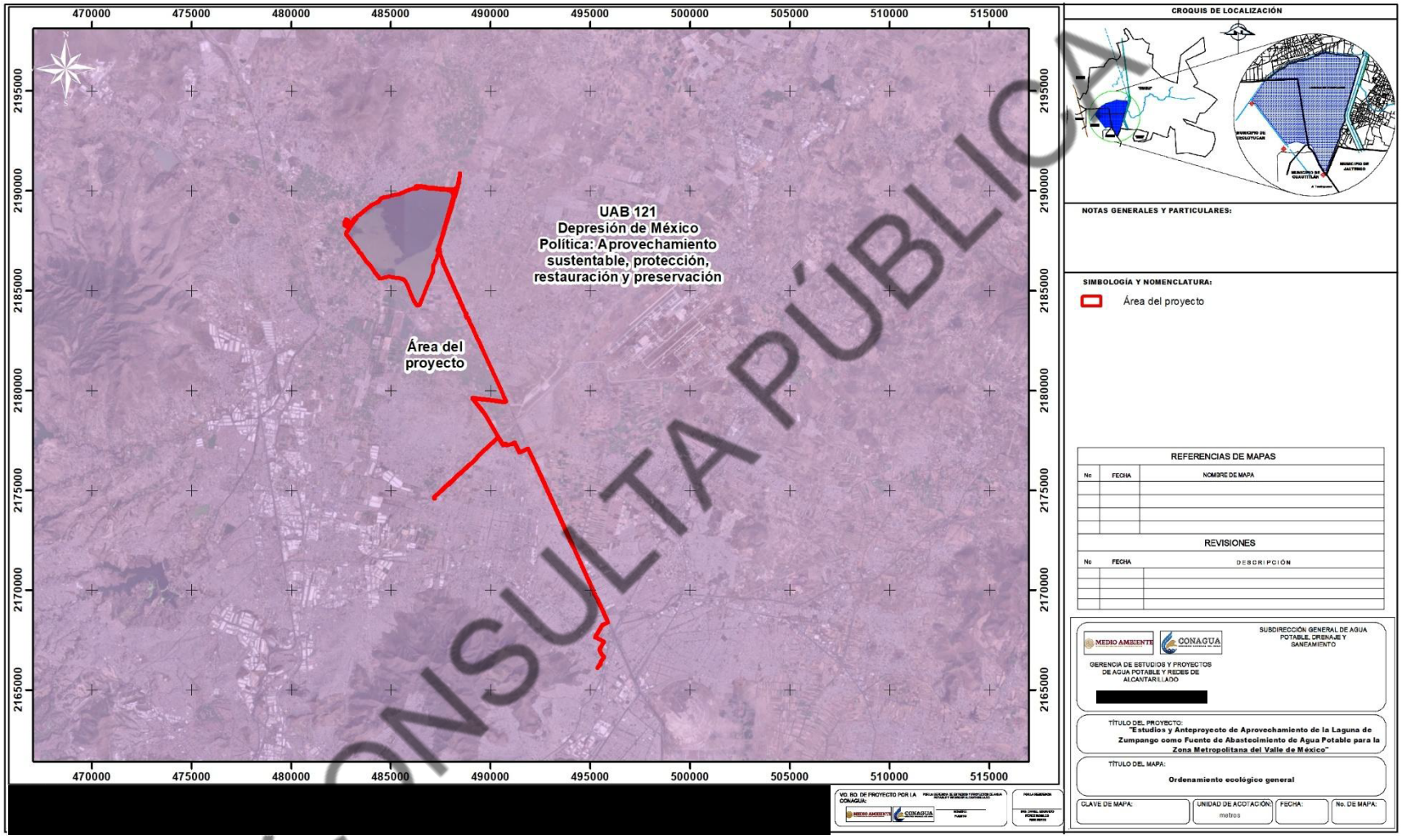
3.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Este instrumento de política pública fue publicado por SEMARNAT el día 6 de junio del 2016 es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la administración pública federal formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales y se encuentra sustentado por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento.

De acuerdo con el POEGT el sitio del Proyecto se encuentra dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 121 Depresión de México. La UAB-121 pertenece a la Región Ecológica 14.16 y se localiza en el Valle de México, en los estados de Morelos y México. La ubicación del Proyecto respecto a esta UAB se muestra en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-2 Ubicación del Proyecto Respecto al POEGT



CONSULTA PÚBLICA

La UAB-121 tiene una superficie de 14,321.74 km^2, presenta una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable, Protección, Restauración y Preservación, una prioridad de atención media y tiene como rectores al desarrollo Social-Turismo; coadyuvantes al desarrollo: Forestal, Industria, Preservación de Flora y Fauna; y como actividad asociada al desarrollo: Agricultura, Ganadería, Minería, en tanto otros sectores de interés como CFE-SCT.

Las estrategias sectoriales especificadas en el POEGT para la UAB en análisis se transcriben a continuación con el análisis de coincidencia en cuanto a los objetivos y alcances con las características del proyecto.

Tabla 3-1 Vinculación del Proyecto con las Estrategias Sectoriales de la UAB 121, Región 14.16

Política	Estrategia sectorial	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental en el Territorio.		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Como parte del diseño del Proyecto se consideró la menor incidencia en áreas con presencia de ecosistemas forestales, para lo cual se realizaron recorridos en los sitios propuestos para el desplante del Proyecto, con el fin de identificar los usos de suelo y vegetación, de esta manera la trayectoria de la línea de conducción fue redefinida evitando las áreas con vegetación forestal.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Durante la ejecución del Proyecto se implementarán medidas de mitigación propuestas para la flora y fauna identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se detallan en el **Capítulo 6** del presente documento.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	El área del Proyecto en sus colindancias presenta alto grado de modificación, por lo tanto, la vegetación presente se encuentra aislada de otros fragmentos de vegetación y en constante estado de perturbación, en este sentido, no se desarrollan los procesos que ocurrirían en un ecosistema equilibrado y biodiverso debido al grado de impacto ambiental que existe en el sitio. En concordancia con la estrategia, en el **Capítulo 4** de esta MIA-R se analizan las condiciones actuales del área del Proyecto.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	La estrategia no es vinculante, puesto que no realizará actividades de aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	La estrategia no es vinculante, puesto que no realizará actividades de aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas o pecuarios.

CONSULTA PÚBLICA

Política	Estrategia sectorial	Vinculación con el Proyecto
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no contempla la realización de actividades agrícolas.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	La estrategia no es vinculante, puesto que no realizará actividades de aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	La estrategia no es vinculante, puesto que no realizará actividades relacionadas con la valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	Esta estrategia no es alcance del Proyecto, así mismo, se señala que su implementación contribuirá al abasto de agua potable, impactando positivamente en una menor explotación de acuíferos.
	12. Protección de los ecosistemas.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación enfocadas a flora, fauna, suelos, entre otros componentes, estas se detallan en el **Capítulo 6**.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no contempla el uso de agroquímicos o biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	La estrategia no es vinculante, puesto que no realizará actividades relacionadas con la restauración de ecosistemas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no contempla la aplicación de los servicios del Servicio Geológico Mexicano.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	La estrategia no es vinculante con el Proyecto, dado que el proyecto no contempla actividades mineras
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no contempla la reconversión de industrias básicas.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	Esta estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no contempla actividades de manufactura.
	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación	Esta estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no incluye actividades relacionadas con el sector energético.

CONSULTA PÚBLICA

Política	Estrategia sectorial	Vinculación con el Proyecto
	de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	
	20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	Esta estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no realizará actividades relacionadas con el sector energético.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	Esta estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no abarca actividades relacionadas con el sector turístico.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	Esta estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no abarca actividades relacionadas con el sector turístico.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	Esta estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no abarca actividades relacionadas con el sector turístico.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo Urbano y Vivienda.	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no contempla actividades relacionadas con las condiciones de vivienda en el país.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado directamente con la prevención y atención de riesgos naturales, sin embargo, en caso de alguna contingencia se implementarán acciones para prevenir y atender el riesgo en coordinación con la dependencia responsable; para lo cual el Proyecto cuenta con planes de contingencias y respuesta a emergencias, así como medidas de seguridad establecidas en los Estudios de Riesgo Ambiental elaborados para las plantas de tratamiento de aguas pluviales y residuales (PTAP-R) y plata potabilizadora (PP).
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	

CONSULTA PÚBLICA

Política	Estrategia sectorial	Vinculación con el Proyecto
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	El Proyecto tiene una relación directa en el cumplimiento de estas estrategias, como se explica en seguida: El agua que ingresa a la Laguna de Zumpango, proveniente del canal de Santo Tomás será sometida a un tratamiento previo mediante una planta de tratamiento de agua pluvial-residual. Durante la temporada de lluvias, la laguna funcionará como un almacenamiento temporal y regulador, permitiendo estabilizar los caudales y mejorar las condiciones físicas del agua antes de su captación para potabilización. Posteriormente, el agua almacenada será bombeada hacia una planta potabilizadora, donde se llevará a cabo un proceso integral de tratamiento. Finalmente, el agua potabilizada será conducida a través de un acueducto principal hacia los puntos de entrega definidos para el Estado de México y la Ciudad de México, consolidando un esquema operativo que combina seguridad hidráulica, eficiencia energética y aprovechamiento sustentable del recurso.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el desarrollo de infraestructura y equipamiento urbano.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el desarrollo de infraestructura y equipamiento urbano.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el desarrollo urbano.
E) Desarrollo Social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la seguridad social o la producción rural.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades del sector agroalimentario.

CONSULTA PÚBLICA

Política	Estrategia sectorial	Vinculación con el Proyecto
	permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Las estrategias no son vinculantes, dado que el proyecto no está directamente relacionado con actividades de integración de grupos vulnerables.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La estrategia no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con temas de propiedad rural; no obstante, se señala que la adquisición de predios para la ubicación de los componentes del Proyecto será en apego a la legislación aplicable, respetando los derechos de la propiedad.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Las estrategias no son vinculantes, dado que el proyecto no está directamente relacionado con la Planeación del ordenamiento territorial.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

CONSULTA PÚBLICA

3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM)

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) el área del Proyecto tiene incidencia en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM), cuya última actualización fue publicada en el Decreto número 161, en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el día 11 de mayo de 2023.

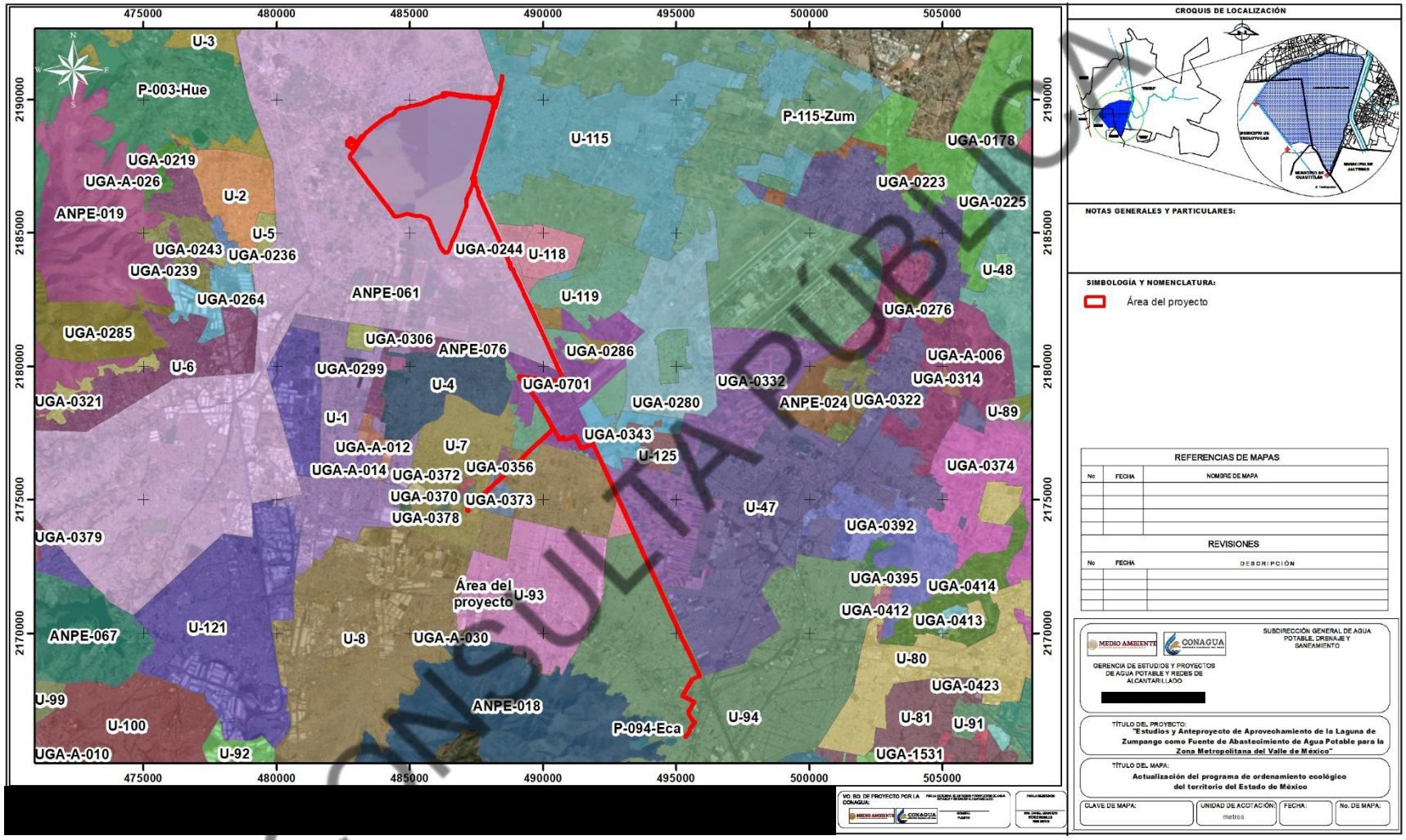
De acuerdo con el SIGEIA el Proyecto incide en las siguientes Unidades de Gestión Ambiental (UGA):

- ANPE-061
- U-115
- U-118
- U-119
- U-7
- U-8
- U-94
- UGA-0356
- UGA-0373
- UGA-0378
- UGA-0701

La ubicación del Proyecto con respecto a dichas UGA se aprecia en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-3 Ubicación del Proyecto Respecto al POETEM



CONSULTA PÚBLICA

Sin embargo, es importante señalar que, la mayoría de los componentes del Proyecto se encuentran en la unidad ANPE-061, únicamente la línea de conducción norte-sur es la que incide en las demás UGA como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3-2 Incidencia de los Componentes del Proyecto por UGA

Componente	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701
1: Tanque regulador;	X										
2: Obra de toma de la planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales;	X										
3: Planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales (PTAP-R);	X										
4: Desfogue de planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales;	X										
5: Dique;	X										
6: Humedal artificial;	X										
7: Obra de toma de la planta potabilizadora;	X										
8: Planta potabilizadora (PP);	X										
9: Línea de conducción norte sur.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

CONSULTA PÚBLICA

Por lo tanto, en la siguiente tabla se especifican los criterios que regulan ecológicamente a estas Unidades de Gestión Ambiental y su vinculación con las actividades y obras de los diferentes componentes del Proyecto.

Aunque si bien se realiza la vinculación con los criterios aplicables a la unidad ANPE-061, es importante señalar que, al tratarse de la poligonal del Área Natural Protegida Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango, el propio POETEM señala en sus lineamientos que le es aplicable el Decreto y Programa de Manejo de dicha ANP, vinculación que se presenta más adelante.

Tabla 3-3 Vinculación del Proyecto con el POETEM

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Acuacultura (Ac)												
Ac01. La producción experimental o comercial de organismos genéticamente modificados requerirá contar con el previo Estudio de la Evaluación de los Posibles Riesgos relativos a su liberación en el medio ambiente.								X	X	X		Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Ac02. Se deberá prevenir la invasión de especies exóticas hacia los ecosistemas acuáticos. En el caso del cultivo de estas se dará preferencia a las variedades estériles y/o aquellas que no tengan capacidad para trasladarse vía terrestre de un cuerpo de agua a otro.	X											Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Ac03. Las actividades acuícolas deberán mantener una distancia de 200 metros con respecto a cualquier escurrimiento o canal que derive a escurrimientos naturales.								X	X	X		Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Ac04. Las unidades de producción acuícola deberán contar con un sistema de tratamiento primario de las aguas residuales.	X							X	X	X		Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Ac05. En las unidades de producción acuícola de tipo extensivo el drenado de las aguas de estanquería se realizará preferentemente hacia áreas de cultivo.								X	X	X		Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Ac06. Se prohíbe la descarga directa de aguas residuales en cuerpos de agua derivadas de las unidades de producción acuícola, a fin de evitar la contaminación y eutrofización.	X							X	X	X		Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Ac07. Las unidades de producción acuícola, deberán contar con un Plan de Manejo y Desarrollo que considere las medidas de mitigación a los impactos ambientales que ocasione.	X							X	X	X		Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Ac08. En la acuacultura con fines de producción alimenticia se prohíbe el uso de organismos genéticamente modificados que no hayan sido autorizados por las autoridades competentes conforme a la relativa Valoración de Posibles Riesgos al Medio Ambiente; así como Valorada su Inocuidad Alimentaria.								X	X	X	X	Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Ac09. El desvío y/o modificación de cauces de ríos para actividades acuícolas, deberá contar con autorización de Impacto Ambiental, así como concesión de obra y/o aprovechamiento emitida por la Autoridad Competente.	X							X	X	X		Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Ac10. En los encierros que aprovechen cuerpos de agua temporales, se podrán introducir especies exóticas de rápido crecimiento, siempre que no tengan la capacidad de migrar vía terrestre de un cuerpo de agua a otro o que los ejemplares y huevecillos puedan sobrevivir en el lecho del cuerpo de agua desecado.								X	X	X		Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Ac11. No se permite el aprovechamiento de agua para la actividad acuícola a partir de fuentes concesionadas para uso Doméstico y Público urbano.								X	X	X	X	Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Ac12. En el proceso de abandono de cualquier proyecto acuícola, se deberá efectuar una restauración del sitio consistente en el retiro de la infraestructura, el restablecimiento de los flujos de agua originales y una reforestación con especies nativas. Así como el retiro de residuos urbanos, especiales y peligrosos que se hayan generado durante la actividad.	X							X	X	X	X	Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades del tipo acuícola, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.
Agricultura (Ag)												
Ag01. El uso de plaguicidas, nutrientes vegetales y todos los aspectos fitosanitarios deberán estar regulados por la Comisión Intersecretarial para el									X		X	Como parte del Proyecto no se llevarán a cabo actividades agrícolas, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Toxicas (CICLOPLAFEST)												
Ag02. Se deberá evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas derivada del uso inadecuado de agroquímicos o mala disposición final de envases o residuos de los mismos, evitando la escorrentía de plaguicidas y fertilizantes hacia cuerpos de agua superficiales. Además, se evitarán procesos de la acumulación de contaminantes agroquímicos en las aguas subterráneas por procesos de lixiviación.	X	X		X					X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola, ni con la utilización de los insumos mencionados. Sin embargo, es fundamental indicar que las intervenciones a realizar como parte del Proyecto están diseñadas y serán implementadas de manera que los impactos ambientales a generar no sean mayores a los que históricamente ha impactado sobre el cuerpo de agua y demás componentes ambientales presentes, en esa línea, se implementará un Plan de Manejo Integral de Residuos para una disposición correcta de todos los residuos generados durante la construcción de Proyecto.
Ag03. Cuando con fines de enriquecimiento del suelo o cultivo, se incorporen residuos orgánicos al terreno de cultivo, estos no deben representar un riesgo de contaminación al suelo y al producto.	X								X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag04. En terrenos agrícolas con pendiente mayor al 15%, los cultivos se realizarán mediante terrazas y franjas, siguiendo las curvas de nivel para el control de la erosión.	X								X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag05. Se evitará la quema de esquilmos y de perímetros de predios agrícolas post cosecha.	X								X			El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag07. Entre áreas de diferentes cultivos permanentes o semi-permanentes, o entre diferentes sistemas de producción se deberá disponer una zona con vegetación, establecida mediante la siembra o la regeneración natural.									X			El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Ag08. Las actividades agrícolas deberán desarrollarse sin afectar las zonas sujetas a restauración ecológica.												El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag09. Las actividades agrícolas podrán desarrollarse siempre y cuando no generen modificaciones a los ecosistemas y se encuentren sujetas a estrictas medidas de control.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag10. Se implementará el uso de cercas vivas con especies arbóreas nativas	X	X		X					X			El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag11. Se establecerá una franja de 20 metros con vegetación nativa entre las áreas de producción y los cuerpos de agua naturales.	X								X			El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag12. Se prohíbe la disposición de residuos provenientes de la actividad agrícola en barrancas y cuerpos de agua.	X	X		X					X			El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag13. Las áreas agrícolas de la UGA no podrán ser sujetos a procesos de urbanización.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica un proceso de urbanización en esta UGA.
Ag14. El almacenamiento, uso y siembra de semillas de organismos genéticamente modificados requiere contar con autorización previa de las Autoridades Competentes conforme a la relativa Valoración de Posibles Riesgos al Medio Ambiente; así como Valorada su Inocuidad Alimentaria.									X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag15. No se permitirá la expansión de la superficie agrícola en zonas forestales.	X								X			El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag16. Las prácticas agrícolas tales como barbecho, surcado y terraceo deberán realizarse en sentido perpendicular a la pendiente.	X								X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag17. Las áreas de aprovechamiento contiguas a zonas de protección deberán establecer una franja de amortiguamiento de 50 metros.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Ag18. Se evitará la contaminación generada por los desperdicios de las prácticas agrícolas	X								X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag19. Se limitará el incremento de superficie de cultivo sobre terrenos con suelos delgados (< 40 cm de espesor) y/o con pendiente mayor al 30%.									X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag21. En las zonas de uso agrícola que formen o pasen a formar parte de los cinturones verdes de carácter forestal se realizarán prácticas de reforestación únicamente con especies nativas.		X		X							X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que las actividades del Proyecto no implican reforestación en estas UGA y tampoco afectación de vegetación forestal en las mismas.
Ag22. Aplicar cultivo en franjas: a) de contorno cuando la pendiente es de 2 a 15%, b) de contención en terrenos con pendientes en ambas direcciones y c) perpendicular para terrenos con relieve ondulado.									X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Ag23. Se deberá disponer una zona con vegetación establecida mediante la siembra o la regeneración natural entre áreas de diferentes cultivos permanentes o semi-permanentes, o entre diferentes sistemas de producción.									X			El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Conservación (Co)												
Co01. En caso de promover cualquier actividad productiva en la UGA, se deberá garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, así como la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.	X											El objetivo del Proyecto no se vincula directamente con la estrategia, ya que no se realizarán actividades productivas, sin embargo, es pertinente señalar que, las propuestas de mitigación para los impactos que potencialmente puede generar la ejecución del Proyecto están encaminadas a minimizar las afectaciones que pudiera generar hacia el entorno natural, específicamente se implementarán medidas tales como la implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora, así como acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, así como la reposición de individuos arbóreos removidos con especies nativas.

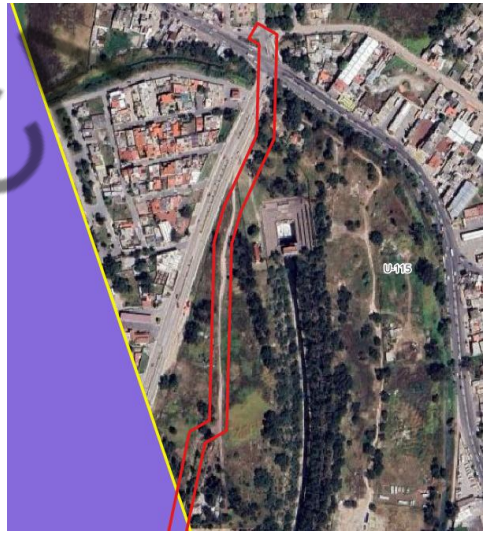
CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
												Así mismo, el tratamiento del agua que llega a la Laguna tendrá un impacto positivo en los servicios ambientales prestados por este vaso regulador debido a las mejoras en su calidad.
Co02. Se evitará la extracción de especies endémicas	X											Como parte de las medidas de mitigación se implementarán acciones de rescate y reubicación de flora, con especial énfasis en especies endémicas; así mismo, como parte de las medidas de prevención se contempla la implementación de acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto, en donde se abordará la prohibición explícita de extraer ejemplares de flora y fauna tanto del área del Proyecto como de su área de influencia.
Co04. Se limitará la agricultura en cualquiera de sus modalidades para evitar el avance de la frontera agrícola sobre terrenos que conserven vegetación nativa.		X		X								El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la producción agrícola.
Co05. Las actividades que se llevan a cabo en las unidades no deberán interrumpir los corredores biológicos.	X											Como parte de las medidas de prevención, y mitigación de los posibles impactos, por el emplazamiento del Proyecto, se contarán con los correspondientes pasos de fauna y cruces especiales en escurrimientos que pudiesen existir dentro del área de proyecto.
Co06.Se prohíbe el aprovechamiento de especies que comprometa los procesos de restauración ecológica	X											El objetivo del Proyecto no se vincula directamente con la estrategia, ya que no se realizarán actividades productivas relacionadas con el aprovechamiento de especies.
Co07.La restauración ecológica deberá realizarse con especies nativas.	X	X		X								Como parte de las medidas se contempla la implementación de un Programa de restauración cuyos lineamientos contemplan el uso de especies nativas.
Co08.La explotación minera quedará supeditada a la Autorización previa de Impacto Ambiental emitida por la autoridad competente, así como a los planes de manejo vigentes, en caso de ser aplicables.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la explotación minera.

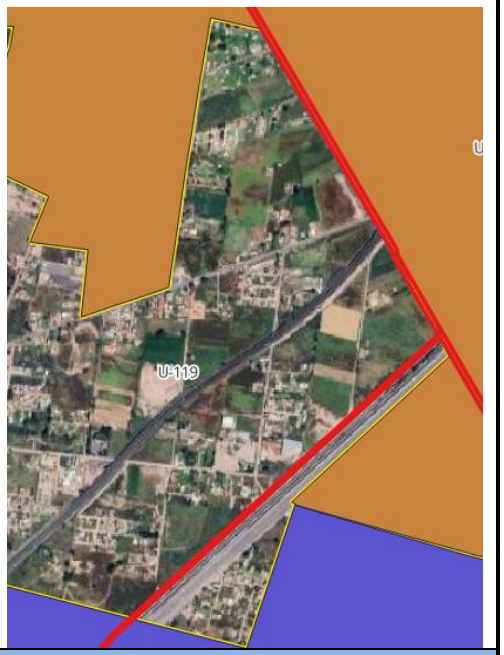
CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Co09. Se preservarán las especies arbóreas endémicas	X											Con base en la Caracterización de vegetación (anexo 8) se identificaron 2 especies arbóreas endémicas, de las cuales sólo *Buddleja cordata* se registró en los componentes del Proyecto con incidencia en esta UGA: un componentes es el humedal artificial, en donde se registró a esta especie en el bordo de la Laguna de Zumpango y otro es la PP en donde se registraron 8 individuos, los cuales si bien es necesario remover para el desplante del Proyecto, serán compensados en una proporción al menos de 2 ejemplares por cada individuos que se remueva.
Co10. No se permite la remoción de la vegetación nativa de la UGA		X		X								No se hará remoción de vegetación nativa de distribución natural, puesto que, en estas UGA el Proyecto incide en áreas modificadas con predominante presencia de especies exóticas sobre las especies nativas, como se describe en seguida. El Proyecto incide en esta UGA en 2 zonas, la primera se muestra en la siguiente figura y corresponde a la zona norte de la línea de conducción norte sur con incidencia en la UGA U-115, cuyo fragmento se muestra en la siguiente figura sobre la imagen satelital, en donde si bien se clasificó como inducido la mayor parte, conforme a la visita realizada a esta área se observó que los ejemplares presentes corresponden principalmente a herbáceas y ejemplares arbóreos de las especies exóticas *Casuarina cunninghamiana*, *Schinus molle* (pirul) y *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto), si bien también se observaron ejemplares de opuntias, estos se contemplan en el Programa de rescate y reubicación.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
												 Mientras que, la zona de incidencia de la UGA U-119, cuyo fragmento se muestra en la siguiente figura sobre la imagen satelital en donde se observa que se trata de áreas desprovistas de vegetación en su mayor parte, con fragmentos a orillas de áreas agrícolas; en donde conforme a la visita realizada se observan principalmente ejemplares exóticos de *Ricinus comunis* (higuerilla), *Casuarina cunninghamiana* (casuarina), *Schinus molle* (pirul) y *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto),

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
												 
Co15.El manejo forestal dentro de la UGA se sujetará a los planes de manejo autorizados por las Autoridades Competentes.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que los objetivos del Proyecto no incluyen el manejo forestal en la UGA.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Co16.Las medidas de prevención de incendios forestales, tales como brechas cortafuego y líneas negras, quemas prescritas y controladas, se complementarán con técnicas de chaponeo, deshierbe y cajeteo, siempre bajo autorización y supervisión de las autoridades competentes.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que no se realizarán actividades de prevención de incendios forestales.
Co18. En acciones o proyectos de restauración se deberán utilizar semillas, esquejes, estacas o hijuelos, preferentemente obtenidas a partir del germoplasma local.	X											Para el cumplimiento de este criterio se considera la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
Forestal no maderable (Fn)												
Fn01.Con la finalidad de proteger los ecosistemas y cauces de agua, así como favorecer la regeneración de los recursos naturales y las especies forestales no maderables en el Estado, el aprovechamiento forestal no maderable sólo estará permitido previa autorización de la Autoridad Competente.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el aprovechamiento forestal no maderable.
Fn02.Los aprovechamientos forestales no maderables se realizarán al exterior de zonas que se encuentren bajo restauración ecológica.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el aprovechamiento forestal no maderable.
Fn04.El aprovechamiento de hongos silvestres, de heno y musgo requerirá contar con autorización previa de la autoridad correspondiente.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el aprovechamiento forestal no maderable.
Fn05.En zonas que presenten alto riesgo de erosión se prohíbe la extracción de tierra de monte o de hoja.	X									X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el aprovechamiento forestal no maderable, además de que como se caracterizó en el **Capítulo 4** se ubica en zonas identificadas como sin erosión, lo cual si bien no implica que no existan estos riesgos, sugiere que se trata de riesgos muy bajos, principalmente porque se trata de áreas llanas.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Fn07. Los beneficiarios del aprovechamiento forestal no maderable deberán participar en las acciones de restauración ecológica de las áreas aprovechadas.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el aprovechamiento forestal no maderable.
Fn08. La autorización para el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables estará sujeta a un permiso de aprovechamiento otorgado por las autoridades competentes, contando con un curso de capacitación para el aprovechamiento sustentable de los recursos no maderables, siempre en observancia de la normatividad vigente.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el aprovechamiento forestal no maderable.
Forestal maderable (Fo)												
Fo01.Con la finalidad de proteger los ecosistemas y cauces de agua, así como favorecer la regeneración natural de las especies forestales en el Estado, el aprovechamiento forestal maderable sólo estará permitido previa autorización de la Autoridad Competente.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el aprovechamiento forestal maderable.
Fo03.Las unidades de producción forestal maderable deberán contar con un programa de manejo forestal autorizado.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el aprovechamiento forestal maderable.
Fo06.Las plantaciones deberán mantener una franja de amortiguamiento hacia los ecosistemas naturales, manteniendo la integridad de los ecosistemas acuáticos y/o terrestres.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con el aprovechamiento forestal maderable.
Ganadería extensiva (Ga)												
Ga01.Las actividades pecuarias deberán llevarse a cabo de forma semi-intensiva, evitando desarrollarse en zonas con cubierta forestal.	X								X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Ga02. En las zonas de uso pecuario que formen o pasen a formar parte de los cinturones verdes de carácter forestal se realizarán prácticas de reforestación o unidades de producción con sistemas silvopastoriles priorizando el uso de especies nativas.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.
Ga03. El agostadero de ganado deberá realizarse de acuerdo al coeficiente de agostadero determinado mediante estudios específicos de cada terreno en lo particular, que oscilará entre 5 a 23 cabezas de ganado vacuno por hectárea como máximo, o su proporción conforme a variedad.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.
Ga04. Se deberá llevar a cabo una rotación de potreros naturales o praderas establecidas determinando la carga animal adecuada con base en la superficie del agostadero, sus recursos vegetales existentes, los cambios climatológicos y los hábitos de pastoreo de la raza o especie utilizada mediante los métodos determinados por la Comisión Técnica para el Coeficiente de Agostadero (COTECOCA).									X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.
Ga05. Las actividades pecuarias se realizarán sin comprometer la regeneración natural de los ecosistemas o la restauración ecológica de ecosistemas degradados y terrenos de preferentemente forestales.	X										X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.
Ga06. El libre pastoreo deberá realizarse preservando la composición florística de los ecosistemas, evitando la degradación de los suelos por pisoteo y minimizando los disturbios que afecten a la fauna.	X										X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.
Ga07. No se permitirá la quema de vegetación para el fomento del crecimiento de renuevos para el consumo del ganado.	X										X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Ga08. No se permitirá el crecimiento de la frontera pecuaria a costa de vegetación forestal.	X										X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.
Ga09. Se permitirá la ganadería controlada en las zonas con pendientes entre 15 y 30%, sólo con ovinos.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.
Ga10. No se permitirá el pastoreo del ganado en pendientes mayores a 30%, bordes de cauce y cuerpos de agua.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.
Ga11. Las áreas con vegetación arbustiva y pastizales con pendientes entre 20 y 30% sólo podrán utilizarse para el pastoreo en épocas de lluvias.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.
Ga12. Se promoverá la conservación o establecimiento de islas de vegetación natural en corrales de agostadero o praderas artificiales que constituyan áreas de corredor biológico a la fauna silvestre									X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades pecuarias.
Ganadería intensiva (Gi)												
Gi01. Todos los establos, ranchos y granjas deberán dar un tratamiento primario a sus aguas residuales previo a su descarga, además de dar un manejo adecuado a sus residuos sólidos.	X	X		X								El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades ganaderas intensivas.
Gi02. Los residuos fecales de la ganadería estabulada deberán ser tratados para la elaboración de composta y fertilizantes orgánicos.	X	X		X							X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades ganaderas intensivas.
Gi03. La ganadería intensiva se podrá desarrollar únicamente en predios con pendientes menores al 10%.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades ganaderas intensivas.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Gi04. Los residuos biológico-infecciosos resultado de la matanza y procesamiento de productos o subproductos del ganado deberán ser sometidos a sistemas de tratamiento y depositados en sitios disposición final adecuados.		X		X							X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades ganaderas intensivas.
Gi05. Los baños garrapaticidas solamente podrán ser ubicados en zonas planas sobre superficies impermeables y completamente contenidas para evitar descargas al ambiente o cuerpos de agua.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades ganaderas intensivas.
Gi06. Se deberán utilizar piensos y forrajes mejorados que reduzcan la producción de metano en los procesos de fermentación entérica del ganado, adicionados con nitratos, lonóforos y compuestos bioactivos de plantas.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades ganaderas intensivas.
Gi07. Se deberá desarrollar en cada unidad de producción un sistema de manejo del estiércol, que consideré su tratamiento, las técnicas adecuadas para su almacenamiento y recubrimiento; y procesos de compostaje.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades ganaderas intensivas.
Gi08. La ganadería basada en organismos genéticamente modificados, requerirá contar con autorización previa de las autoridades competentes, relativa a la Valoración del Riesgo y a la Valoración de Inocuidad del alimento.											X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con actividades ganaderas intensivas.
Infraestructura (If)												
If01. Las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de infraestructura deberán incluir programas de rescate de germoplasma de especies nativas (semillas, esquejes, estacas, hijuelos, etc.) y programas de rescate de la fauna, garantizando medidas de compensación y mitigación.	X											En línea con el criterio, como medida de mitigación hacia los componentes vegetación y fauna, se implementará un Programa de rescate y reubicación de Flora y acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, los cuales serán supervisados y ejecutados por personal calificado en la materia; por lo tanto se da cumplimiento a este criterio.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
If02.La construcción de infraestructura deberá evitar la reducción de la cobertura vegetal. Cuando no sea posible evitarlo, se deberá realizar acciones de compensación proporcionales al impacto ocasionado.	X											En correspondencia con el criterio, como medida de mitigación sobre los efectos en la cobertura vegetal se implementará un Programa de rescate y reubicación de flora. Además, es importante mencionar que, uno de los componentes del Proyecto comprende la conformación de un humedal artificial, en donde se plantarán individuos de Ahuejotes (*Salix bonplandiana*) y Ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*), especies nativas del país.
If03.El emplazamiento de infraestructura de vías de comunicación, se realizará sobre el derecho de vía de caminos, con la finalidad de evitar mayor fragmentación de los ecosistemas presentes en el área y el cambio de uso de zonas agrícolas.		X		X								El Proyecto no tiene relación con el emplazamiento de vías de comunicación, por lo cual este criterio no le es aplicable.
If04.La construcción de caminos deberá considerar y permitir la infiltración del agua pluvial al subsuelo, la estabilidad del terreno, así como el drenaje natural.	X	X		X				X	X			El Proyecto no tiene relación con la construcción de caminos, por lo cual este criterio no le es aplicable, dado que se hará uso de caminos existentes.
If05.Los proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGA deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas de patrimonio histórico, arqueológico, paleontológico y cultural.	X							X	X	X		De conformidad con el criterio, en el área del Proyecto no se identificó ninguna zona catalogada como patrimonio histórico, ni arqueológico o cultural.
If06.Cuando la infraestructura lineal interrumpa los corredores biológicos se deberán construir pasos de fauna sobrellevando el trazo vial en una longitud mínima de 100 m por paso o para el caso de sistemas montañosos mediante la incorporación de túneles al diseño del proyecto. Los pasos de fauna deberán ser proporcionales a la longitud de la sección del trazo del proyecto que se encuentre en zonas adyacentes a macizos forestales en una relación no menor al 7.5%.										X		Si bien la línea de conducción constituye una infraestructura lineal, esta será subterránea, por lo cual no afectará la movilidad en corredores biológicos (corredores bioclimáticos); además de que este componente se ubicará a un costado de vialidades existentes y no colindante con macizos forestales, por lo cual no incrementará la fragmentación.
If07. En el caso de que la construcción de infraestructura interrumpa los flujos hidrológicos la empresa responsable de la	X							X	X		X	El Proyecto no interrumpirá flujos hidrológicos, dado que no presenta cruzamiento con escurrimientos intermitentes, únicamente se harán

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
construcción deberá garantizar la continuidad del flujo interrumpido.												cruces especiales con canales, los cuales no resultarán afectados.
If08. La infraestructura carretera y las nuevas vialidades deberán mitigar los efectos negativos sobre la movilidad de la fauna.	X	X		X							X	El Proyecto no tiene relación con el emplazamiento de infraestructura carretera, por lo cual este criterio no le es aplicable.
If10. Los proyectos de infraestructura que se promuevan deberán considerar el Programa de manejo de la vegetación en el Derecho de Vía a efecto de garantizar seguridad y visibilidad conforme a normativa vigente.		X		X				X	X		X	El Proyecto no tiene relación con el emplazamiento de infraestructura carretera, por lo cual este criterio no le es aplicable.
If11. Para la instalación de cualquier proyecto de infraestructura se deberá aplicar un Programa de Reforestación equivalente a la superficie afectada. Las especies utilizadas deberán ser nativas.	X							X	X			Atendiendo al criterio, como parte de las acciones de compensación ambiental por la afectación de vegetación, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de flora, en donde se contempla como lineamiento el empleo de especies nativas.
If12.Para la vegetación de las áreas verdes asociada a proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGA se deberá priorizar el uso de especies nativas.	X	X		X				X	X			Uno de los componentes del Proyecto comprende la conformación de un humedal artificial, en donde se plantarán individuos de Ahuejotes (*Salix bonplandiana*) y Ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*), especies nativas del país.
If13.Para la vegetación de las áreas verdes o libres de proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGA se prohíbe el uso de especies exóticas invasores.								X	X		X	Atendiendo a este criterio no se hará uso de especies exóticas en al conformación del humedal artificial.
If14.Los proyectos de infraestructura que requieran agua para su desarrollo u operación deberán contar con un Programa Integral de Manejo del Agua que evalúe la factibilidad del suministro de agua.		X		X				X	X		X	Este criterio resulta aplicable para áreas en donde se encuentra únicamente el componente línea de conducción, componente que por sí mismo no comprende el uso de agua de estas UGA, el agua que conduzca provendrá de la planta potabilizadora que a su vez será abastecida por la Laguna de Zumpango, componentes que se ubican en la UGA ANPE-061, por lo tanto, este Programa no le resulta aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
If15.Los proyectos de infraestructura que en su operación generen residuos sólidos o peligrosos deberán contar con un Programa de Manejo de Residuos autorizado por la Autoridad Competente.	X	X		X				X	X		X	De conformidad con el criterio, durante la ejecución del Proyecto se implementará un Programa de manejo integral de residuos el cual se desarrolla en el **Capítulo 6** de la MIA y se expone en este acto para su evaluación y autorización.
If16.Los proyectos de infraestructura promovidos en la UGA que requieran agua para su desarrollo u operación deberán tratar el 100% de sus aguas residuales.	X							X	X		X	El Proyecto comprende la construcción de una PTAP-R, así como un humedal artificial para el tratamiento de las aguas que llegan a la Laguna de Zumpango, de la cual sólo se aprovechará una parte para su potabilización, mientras que otra cantidad permanecerá en la Laguna de Zumpango, para permitir la continuidad de los procesos ecosistémicos que de esta derivan. En este sentido el Proyecto no generará aguas residuales como producto de su operación principal.
If17.Se deberá realizar un Estudio de Riesgo Ambiental asociado a los peligros derivados de la manipulación de combustibles.		X		X							X	El Proyecto en su totalidad no contempla el manejo de combustibles en cantidades que hagan necesaria la presentación de un Estudio de Riesgo Ambiental, si bien el Proyecto requirió este estudio, las sustancias analizadas fueron cloro y ozono.
If18.Se deberá valorar la resiliencia de la infraestructura a eventos hidrometeorológicos extremos.											X	El componente que se ubica en la UGA -0701 a la cual le aplica este criterio comprende sólo una sección de la línea de conducción, cuya construcción considerará las diferentes variables ambientales para asegurar su integridad.
If20.En el desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura se deberá contemplar programas de rescate de fauna silvestre que serán sometidos a su validación por las Autoridades Competentes.	X	X		X				X	X		X	Durante la ejecución del Proyecto se implementarán acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, cuyas líneas de acciones se encuentran desarrollas en el **Capítulo 6** de la MIA.
If21.Los estudios, medidas, obras y acciones a desarrollar durante la instalación de nuevos proyectos de infraestructura deberán contar con autorización previa de impacto ambiental.	X	X		X				X	X		X	En este acto y de conformidad con los artículos aplicables de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se presenta para su evaluación la MIA del Proyecto previo al desarrollo de actividades, haciendo hincapié que no se desarrollará ninguna actividad relacionada con el proyecto sin antes contar con la autorización ambiental correspondiente.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Industria ligera (In)												
In01. Las actividades industriales estarán restringidas a la instalación de talleres o pequeñas agroindustrias comunitarias, dando cumplimiento a la normatividad vigente.	X										X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades de industria ligera.
In02. Las actividades industriales se realizarán solamente en instalaciones de bajo impacto ambiental y se limitarán a las clasificadas como industria ligera, dando cumplimiento a la normatividad vigente.	X	X		X				X	X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades de industria ligera.
In03. Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán desarrollarse fuera de zonas de preservación del patrimonio histórico y arqueológico.	X	X		X				X	X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades de industria ligera. No obstante, se señala que, el área del Proyecto se ubica fuera de sitios considerados como patrimonio histórico o arqueológico.
In04. Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo o realizar un proyecto de mitigación de estos riesgos.	X	X		X				X	X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades de industria ligera.
In05. Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán contar con al menos un 15% de área verde.		X	X	X	X	X	X	X	X		X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur, obra en donde si bien no se implementarán áreas verdes, se llevarán a cabo acciones de restauración de áreas temporales.
In06. Para la vegetación de las áreas verdes o libres de proyectos industriales que se promuevan en la UGA se deberán priorizar el uso de especies nativas.		X	X	X	X	X	X	X	X		X	
In07. Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán contar con un programa de reúso y reciclaje de residuos sólidos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades de industria ligera, no obstante, se señala que, el Proyecto contará con un Programa de manejo integral de residuos.
In08. Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán con un Programa de Manejo Integral del Agua validado por la autoridad competente.	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades de industria ligera.
In09. Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán de generar		X	X	X	X	X	X	X	X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades de industria ligera, aunado a que en estas UGA a las

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
al menos el 25% de su energía mediante fuentes renovables.												cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
In10. Las actividades industriales deberán contar con un Programa de Manejo Integral del Agua que contemple el reúso y/o tratamiento de al menos el 80% de sus aguas residuales.		X	X	X	X	X	X	X	X		X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur, obra en donde no se generarán aguas residuales.
Industria pesada (Ip)												
Ip01.Las actividades industriales que requieran de un alto consumo de agua deberán contar con sistemas de captación de agua de lluvia que subministren al menos el 15% del agua requerida. Así como un Programa de Manejo Integral del Agua validado por la autoridad competente.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip02.Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán desarrollarse fuera de las zonas de preservación del patrimonio histórico y arqueológico.		X		X							X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip03.Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip04.Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán contar con al menos un 25% de área verde.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip05.Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán de contar con áreas de amortiguamiento de uso restringido en todo su perímetro de al		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
menos 20 m de profundidad hacia el interior del predio.												únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip06.El sector industrial deberá modificar sus prácticas apegándose a los acuerdos y compromisos conforme a la Contribución determinada a nivel nacional por México de gases de efecto invernadero. Para lo que deberá incorporar medidas tecnológicas, eficientizar sus procesos, reemplazar los combustibles pesados por gas natural u otros, eficientizar su gasto energético, promover el reusó y reciclaje de materiales, entre otras que permitan reducir en al menos un 20% a corto plazo (año 2024) y 40% (año 2040) de producción de gases de efecto invernadero.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip07.Las áreas de amortiguamiento de las industrias podrán considerarse en el cálculo del área verde siempre y cuando no se realice ningún tipo de aprovechamiento o instalación que obstruya la permeabilidad del terreno.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip08.En las áreas verdes o asociadas con los proyectos industriales que se promuevan en la UGA se deberá priorizar el uso de especies nativas.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip09.Cada industria deberá presentar un inventario de sus emisiones de gases de efecto invernadero anualmente.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip10.Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán de generar al menos el 35% de su energía mediante fuentes renovables.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
												únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip11.Las actividades industriales deberán contar con un Programa de Manejo Integral de residuos sólidos y peligrosos que contemple el reúso, reciclaje y disposición final eficiente de los desechos generados.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip12.Las actividades industriales deberán contar con un Programa de Manejo del Agua que contemple el reúso y/o tratamiento del recurso.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip13.Se prohíbe el depósito de desechos y descargas industriales sin tratamiento a cuerpos de agua permanentes o temporales		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip14.Toda infraestructura industrial donde exista riesgo de derrames, deberá contar con diques de contención acordes al tipo y volumen de almacenamiento y conducción.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Ip15.Toda industria, conjuntamente con las autoridades competentes, deberá informar a la población circundante de los riesgos inherentes a los procesos de producción y gestión, y deberán participar en la implementación de los planes de contingencia correspondientes.		X	X	X	X	X	X				X	El criterio de regulación no es vinculante con el Proyecto, dado que este no constituye industria pesada, así mismo, se señala que en estas UGA a las cuales les aplica el presente criterio únicamente se ubicará parte de la línea de conducción norte – sur.
Minería (Mn)												
Mn01.Los proyectos mineros deberán contar con una zona de amortiguamiento perimetral interior, cuya función garantice: (…).	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Mn02. Los proyectos mineros deberán integrar prácticas que respeten y den cumplimiento a los límites y estándares definidos en la legislación y normatividad vigente en la materia de: (…).	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn03. Los proyectos mineros deberán considerar desde su diseño y en la Evaluación del Impacto Ambiental: medidas de mitigación y control ambiental para reducir o prevenir los impactos ocasionados por polvos, ruidos, vibraciones, emisiones y descargas; acordes a la magnitud de los impactos que conlleva cada una de sus etapas de Exploración, Preparación del Sitio, Operación o Extracción, Benefició o Manejo de Producto, así como Cierre.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn04. Los proyectos mineros deberán contar con un Programa de Trabajo por Frentes, para las etapas de Exploración, Preparación del Sitio, Operación o Extracción, Benefició o Manejo de Producto, así como Cierre. En caso de proyectos nuevos el Programa de Trabajo deberá presentarse en la Evaluación del Impacto Ambiental del Proyecto, asociado a la aplicación de medidas de mitigación ambiental.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn05. Los proyectos mineros deberán contar con un Programa de Restauración Ambiental. Las acciones de restauración ambiental deberán realizarse al cierre de cada frente de trabajo, independientemente de la continuidad de operaciones en otros frentes del proyecto. Al concluir la actividad de todos los frentes, deberá estar restaurada ambientalmente la totalidad del área intervenida por el proyecto. Todos los proyectos que se sometan al Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental, deberán presentar un	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Programa de Restauración Ambiental. El Programa de Restauración Ambiental deberá estar acompañada de una valoración económica del costo de las acciones propuestas en dicho Programa.												
Mn06. La restauración ambiental del sitio del proyecto minero deberá enfocarse a soportar del uso agrícola del sitio, considerando en todo momento la recuperación del uso previo al desarrollo de la actividad minera.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn07. Los proyectos mineros deberán realizarse fuera de las zonas urbanas y urbanizables, conforme a los usos de suelo permitidos en los instrumentos legales aplicables.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn08. El crecimiento Urbano en torno a minas activas o cerradas, deberá considerar restricciones y salvaguardas para prevenir asentamientos humanos en zonas de riesgo por inestabilidad del terreno.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn09. Los proyectos mineros deberán contar con un Programa de Cumplimiento Ambiental que garantice el seguimiento de las medidas de mitigación ambiental definidas en los Resolutivos de Impacto Ambiental y la Normatividad Vigente, el cual deberá estar vinculado al Programa de Trabajo para las etapas de Exploración, Preparación del Sitio, Operación o Extracción, Benefició o Manejo de Producto, así como Cierre del proyecto.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Mn10. Con la finalidad de proteger la integridad hidrológica y ecosistémica de los ambientes riparios, cañadas y cauces, así como la recarga de acuíferos y estabilidad de los cuerpos de agua en el Estado, el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos sólo estará permitido previa concesión y autorización de la Autoridad Competente. Sin excepción los proyectos de aprovechamiento de materiales en cauces de ríos o arroyos, deberán contar con el título de concesión correspondiente y vigente, así como la Autorización de Impacto Ambiental emitida por la Autoridad Competente.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn11. En caso que la actividad minera implique el retiro de vegetación, de manera previa a las actividades de desmonte se deberán aplicar medidas de mitigación y/o compensación a favor de la vegetación.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn12. Durante las actividades de despalme, el suelo deberá ser acopiado en los sitios previamente acondicionados para tal fin, el suelo será reutilizado durante las labores de cierre y restauración ambiental de los frentes del proyecto minero y se deberá prevenir su pérdida por factores eólicos o hidrológicos. El cierre de frentes y el manejo de suelo se hará conforme al avance de la explotación y operación de la mina.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn13. Queda prohibido el uso de minas inactivas como área de disposición de residuos urbanos, de manejo especial y/o Peligrosos. En caso de actividad minera que conlleve la conformación de jales, estos deberán recibir el manejo y tratamiento conforme a reglamento y norma.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Mn14. La habilitación del sitio de extracción minera para un proyecto distinto a la minería, requiere previa autorización de las Autoridades Competentes, así como la habilitación del sitio para soportar la nueva actividad a la que se destine.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn15. Los proyectos mineros deberán contar con instalaciones suficientes para dar manejo adecuado a los residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación, así como dar servicios sanitarios suficientes para los trabajadores.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn16. La salida y transporte de materia los productos, deberá ser en vehículos acondicionados para prevenir que se derramen materiales sólidos o líquidos en caminos y vialidades.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn17. El desarrollo de la actividad Minera dentro de un Áreas Natural Protegida, estará sujeta a lo dispuesto en los Decretos de creación y los respectivos Planes o Programas de Manejo.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn18. La extracción de materiales pétreos deberá regirse por la Norma Técnica Estatal vigente al momento. Actualmente la NTEA-002-SEGEM-AE2004 publicada en la G.G.E.M el 8 de marzo del 2004.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.
Mn19. Que el cierre de frentes de trabajo de los proyectos mineros conlleva la aplicación de las acciones de restauración. En tanto que a la conclusión del proyecto minero se requieren realizar acciones de restauración y estabilización de la totalidad del área intervenida. La restauración de la mina deberá ser realizada por el promovente de la misma, en tanto que se considerará corresponsable al propietario o poseedor del predio. La	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades mineras.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
restauración y estabilización requerida al cierre de la mina y sus frentes debe considerar: (…).												
Pesca (Pe)												
Pe05.Solo se permitirá la pesca de tipo artesanal. La pesca deportiva se permitirá mediante la evaluación del impacto ambiental y conforme a lo establecido en la NOM-017-PESC1994.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades pesqueras.
Turismo convencional (Tu)												
Tu01. Los proyectos turísticos que se promuevan en la UGA deberán considerar medidas de compensación respecto de los bienes y servicios ambientales que se pudieran ver afectados por su desarrollo.	X	X		X				X	X			El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu02. Los proyectos turísticos que se promuevan en la UGA deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo.	X	X		X				X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu03. Las obras relacionadas con la actividad turística requieren tener medidas de integración al paisaje.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu04. Las obras relacionadas con la actividad turística respetará los valores culturales y patrimoniales de las comunidades del lugar.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu05. Los proyectos turísticos deberán ser evaluados en materia de impacto ambiental por parte de las autoridades competentes.	X	X		X				X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu06. En los proyectos turísticos se deberá contar con un Programa Integral de Manejo de Agua, de Manejo de Residuos y de Manejo de Emisiones.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu07. En los proyectos turísticos se deberá integrar a la fuerza laboral, personal de la región.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Tu08. Las obras relacionadas con la actividad turística deberán emplear materiales reciclables.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu09. Las áreas verdes de los proyectos turísticos deberán emplear vegetación nativa.	X	X		X				X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu10. Las actividades turísticas deberán respetar las tradiciones y costumbres de la población local.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu11. Las actividades turísticas de la UGA deberán contar con una Manifestación del Impacto Ambiental que considere las perturbaciones en el paisaje en su totalidad (impacto ambiental, impacto visual, impacto sonoro, etc.).	X	X		X				X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu12. Los proyectos turísticos que se promuevan en la UGA deberán contar con sistemas de tratamiento de sus aguas residuales y un manejo integral de residuos sólidos.	X			X				X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Tu13. El número de visitantes en la UGA deberá establecerse mediante un estudio de su capacidad de recepción.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Turismo alternativo (Ta)												
Ta01. Las actividades de turismo alternativo se limitarán a aquellas que no requieran de infraestructura y equipamiento permanente (como las actividades de senderismo, ciclismo de montaña, escalada, recorridos ecuestres y observación de fauna silvestre entre otras).	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta02. Las actividades turísticas realizadas en la UGA estarán relacionadas con proyectos ecoturísticos o turismo alternativo que no impacten negativamente a los recursos naturales.	X									X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta03. Los proyectos turísticos que se promuevan en la UGA deberán contar con autorización de las autoridades competentes.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Ta04. Los proyectos turísticos que se promuevan en la UGA deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo.	X	X		X				X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta05.Las obras relacionadas con la actividad turística se realizarán manteniendo la vegetación natural, a fin de no afectar el paisaje.	X	X		X						X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta06.Las obras relacionadas con la actividad turística, deberán respetar los valores culturales y patrimoniales de las comunidades del lugar.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta07.Los proyectos turísticos deberán integrar procesos de participación ciudadana de las comunidades locales.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta08.En los proyectos turísticos deberán integrar a la población local.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta09.Se deberá capacitar al personal involucrado, para el manejo de los impactos ambientales asociados a la actividad turística realizada.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta10.Las obras relacionadas con la actividad turística alternativa deberán emplear materiales reciclables.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta11.Las áreas verdes de los proyectos turísticos deberán emplear vegetación nativa.	X	X		X				X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta12.Las actividades turísticas se desarrollarán sin afectar las acciones aplicadas en zonas sujetas a restauración ecológica.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta13.Las actividades turísticas se desarrollarán sin afectar deliberadamente las tradiciones y costumbres de la población local.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta14.Las actividades turísticas de la UGA deberán contar con una Autorización de Impacto Ambiental que considere las perturbaciones a los ecosistemas, al	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
paisaje, a la biodiversidad y a los servicios ambientales.												
Ta15.Los proyectos turísticos que se promuevan en la UGA deberán de contar con Programa de Manejo Integral de Agua, Residuos y Emisiones, autorizado por las autoridades competente.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta16.El número de visitantes en la UGA deberá establecerse mediante un estudio de su capacidad de recepción con la finalidad de no generar perturbaciones al ecosistema.	X							X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta17.Las actividades ecoturísticas deberán contar con una planificación y organización aprobadas por las autoridades competentes, además de proveer informes periódicos a las mismas.	X	X		X				X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta18.Las actividades turísticas que se desarrollen en la UGA deberán contar con estrictas medidas de prevención y mitigación de incendios forestales.	X									X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Ta19.Los recorridos interpretativos, observación de flora y fauna y paseos fotográficos se permitirán solamente bajo la guía de personal debidamente acreditado.								X	X	X		El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no implica actividades turísticas.
Asentamientos humanos rurales (Hr)												
Hr01. Los municipios deberán conformar los Planes de Desarrollo Urbano Municipales y Programas de Ordenamiento Ecológico Local, ambos de su competencia, a efectos de establecer los parámetros a observar en los Asentamientos Humanos rurales.		X		X					X		X	Este criterio no es alcance del Promovente del Proyecto.
Hr02.Los Asentamientos humanos rurales deberán regirse bajo los límites de crecimiento y desarrollo establecidos por los Planes de Desarrollo Urbano Municipal y Programas de Ordenamiento	X	X		X					X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Ecológico Local, publicados por la Autoridad Municipal.												
Hr03.Los proyectos de construcción que se promuevan en la UGA deberán contar con autorización de Impacto Ambiental y/o de Cambio de Uso de Suelo de terrenos forestales, cuando así resulte aplicable.		X		X					X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr04.Los proyectos de construcción que se promuevan en la UGA deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo.		X		X					X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr05.Los Planes de Desarrollo Urbano Municipal y Programas de Ordenamiento Ecológico Local, deberán determinar y especificar la intensidad de uso de suelo permitida en los Asentamientos Humanos Rurales. Estableciendo parámetros que garanticen la infiltración, la integración al entorno, el uso de ecotecnias para el manejo de agua, residuos y emisiones.		X		X					X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr06.Se deberá reordenar y gestionar los asentamientos humanos de la UGA.	X										X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr07. Se prohíbe la disposición de desechos sólidos y descargas residuales en barrancas, escurrimientos, predios baldíos, tiraderos a cielo abierto, minas inactivas, o la quema de los mismos, destinando los mismos a un centro de acopio de residuos o relleno sanitario municipal para prevenir impactos al ambiente.	X	X		X					X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales. No obstante, es importante señalar que durante el desarrollo del Proyecto se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos.
Hr08.Los Asentamientos Humanos Rurales deberán implementar un Plan de Manejo Integral de Agua, de Residuos y Emisiones, en coordinación con la Autoridad Municipal.	X	X		X					X		X	
Hr09.Se deberán separar los residuos sólidos para su reutilización o reciclaje.		X		X					X		X	

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Hr10.En las zonas carentes de infraestructura de subministro de agua entubado o con déficit en el servicio se deberán de implementar enotecnias para la recaudación, almacenamiento y filtrado del agua de lluvia que permitan ampliar la cobertura del servicio.	X	X		X					X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales. Es importante señalar que, el Proyecto coadyuvará al suministro de agua potable en la región.
Hr11.En las zonas carentes de infraestructura de drenaje o con déficit en el servicio se deberán de implementar ecotécnias para el tratamiento de las aguas residuales como fosas sépticas comunitarias o humedales artificiales.	X	X		X					X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr12.En las zonas carentes de infraestructura eléctrica o con déficit en el servicio, se deberán de implementar ecotécnias de generación de energía con fuentes renovables.	X								X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr13.El manejo del alumbrado público incluirá medidas para el ahorro de energía y el uso de nuevas tecnologías y alternativas sustentables que mejoren su funcionamiento.									X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr14.El crecimiento de asentamientos humanos rurales deberá integrar las tecnologías necesarias para atender en suficiencia su demanda de Abasto de Agua, Saneamiento de Agua Residual; Acopio y Recolección de Residuos, así como control de Ruido y emisiones atmosféricas.		X		X					X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr15.En el caso de los asentamientos humanos que se ubican en zonas de alta productividad agrícola, se recomienda controlar el crecimiento, conteniendo su expansión; restringir el desarrollo en las zonas de alta productividad agrícola y evitar incompatibilidades de uso del suelo.		X		X							X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr16.En los proyectos económicos o productivos promovidos o financiados total o parcialmente por instituciones del									X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
sector público se deberá contar con medidas de disminución de la pobreza y marginación de la población.												
Hr17.Los proyectos habitacionales de más de 50 viviendas que se promuevan en la UGA deberán contar con un proyecto integral de residuos sólidos que contemple el reúso, reciclaje y disposición final de los desechos generados.		X		X					X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr18.Las áreas de dotación y de infraestructura de proyectos habitacionales que se promuevan en la UGA deberán aplicar diseños y técnicas de tipo ecológico									X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Hr19.La actividad agrícola y ganadera asociada a los asentamientos humanos rurales deberá implementar y operar con medidas de control del uso de Agua y Residuos.		X		X				X	X		X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos rurales.
Asentamientos humanos urbanos (Hu)												
Hu01.El crecimiento de las zonas urbanas deberá desarrollarse en los espacios libres al interior de las mismas, hasta los límites de crecimiento establecidos en el Plan Director de Desarrollo Urbano Municipal, priorizando la construcción en altura.		X	X	X	X	X	X	X			X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos urbanos.
Hu02.Los Proyectos y Asentamientos en zonas Urbanas deberán regirse bajo los límites de crecimiento y desarrollo establecidos por los Planes de Desarrollo Urbano Municipal, publicados por la Autoridad Municipal.	X	X	X	X	X	X	X	X			X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos urbanos.
Hu03.Los Planes de Desarrollo Urbano Municipal, publicados por la Autoridad Municipal deberán prevenir el uso urbano en: zonas de riesgo, zonas de alto valor ambiental, zonas con riesgo de inundación.		X	X	X	X	X	X	X			X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Hu04.Los Planes de Desarrollo Urbano Municipal, publicados por la Autoridad Municipal deberán destinar las cañadas como áreas con uso de Conservación - no urbanizable		X	X	X	X	X	X	X			X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Hu05.Los Planes de Desarrollo Urbano Municipal, deberán determinar y especificar la intensidad de uso de suelo permitida en las Zonas Urbanas, estableciendo parámetros de Ocupación y Uso de Suelo para los cuales se garantice el acceso en suficiencia a los servicios de Abasto de Agua Potable, Saneamiento de Agua Residual, Recolección y Destino de Residuos, Control de Emisiones Atmosféricas y Acceso a Áreas Verdes.					X		X	X			X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Hu06.La actualización de los Planes de Desarrollo Urbano requiere considerar lo establecido en el presente Instrumento.		X	X	X	X	X	X				X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Hu07.Las áreas de dotación y de infraestructura de proyectos habitacionales que se promuevan en la UGA deberán aplicar diseños y técnicas de tipo ecológico y de eficiencia tecnológica								X			X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Hu08.Los residuos sólidos generados dentro de la UGA deberán ser separados, almacenados y depositados de acuerdo a sus distintas categorías.		X	X	X	X	X	X	X			X	Si bien el Proyecto no comprende asentamientos urbanos, contará con un Plan de Manejo Integral de Residuos, que para el caso de las UGA a las cuales aplica estos criterios, dicho Programa se implementará durante la construcción de la línea de conducción norte-sur.
Hu09.Se prohíbe la disposición de desechos sólidos y descargas residuales en barrancas, escurrimientos, predios baldíos, tiraderos a cielo abierto, minas inactivas, o la quema de los mismos, destinando los mismos a un centro de acopio de residuos o relleno sanitario municipal para prevenir impactos al ambiente.		X	X	X	X	X	X	X			X	
Hu10.La construcción y operación de proyectos en Zonas Urbanas debe considerar un Programa de Manejo de		X	X	X	X	X	X	X			X	

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Agua, Residuos y Emisiones, validado por la autoridad municipal competente.												
Hu11.El manejo del alumbrado público incluirá medidas para el ahorro de energía y el uso de nuevas tecnologías y alternativas sustentables que mejoren su funcionamiento.								X			X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos urbanos.
Hu12.Las descargas de agua residual de zonas urbanas debe cumplir con la calidad definida en la Normatividad Vigente y contar con capacidad suficiente de tratamiento de Aguas Residuales previo a su descarga a cualquier cuerpo receptor.		X	X	X	X	X	X	X			X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos urbanos.
Hu13.En las construcciones nuevas, sobre todo en las localidades de expansión y consolidación urbana, debe de incluirse para la autorización de permisos el requisito de factibilidad del suministro de agua potable y la conexión al drenaje de aguas residuales.								X			X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos urbanos.
Hu14.El desarrollo de proyectos dentro de esta UGA, sean públicos o privados deberán considerar medidas para favorecer la infiltración del agua.		X	X	X	X	X	X	X			X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la construcción de asentamientos humanos urbanos.
Hu15.La Autoridad Municipal deberá integrar un Manual de manejo de la Vegetación Urbana.		X	X	X	X	X	X	X			X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Hu16.La Autoridad Municipal deberá integrar un sistema de Manejo Ambiental y Eficiencia Energética Municipal.		X	X	X	X	X	X	X			X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Hu17.La Autoridad Municipal deberá fomentar el manejo de residuos en esquemas de valorización, sea por su valor como recurso reciclable o para valoración energética.		X	X	X	X	X	X	X			X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Hu18.En las zonas carentes de infraestructura de drenaje o con déficit en el servicio se deberán de implementar		X	X	X	X	X	X	X			X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
ecotécnias para el tratamiento de las aguas residuales.												
Hu19.Los Planes De Desarrollo Urbano Municipales deberán considerar los impactos ambientales que ocasionarán, así como proponer medidas de mitigación, compensación y prevención para garantizar un medio ambiente sano a la población.		X	X	X	X	X	X	X			X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Hu20.Todos los Generadores de Residuos urbanos, especiales y peligrosos al interior de la Zona Urbana, deberán participar de la estrategia de Manejo, Acopio y Destino implementado por las Autoridades Competentes.		X		X				X			X	Si bien el Proyecto no comprende asentamientos urbanos, contará con un Plan de Manejo Integral de Residuos, que para el caso de las UGA a las cuales aplica estos criterios.
General (Ge)												
Ge01. En proyectos, predios y parcelas situados en dos o más UGAS, la aplicación del POETEM se realizará de forma independiente por las diferentes secciones correspondientes a cada UGA.	X		X					X	X	X	X	En concordancia con este criterio, se presenta la vinculación con cada uno de los criterios de las UGA, en las cuales incide el área de proyecto y se han señalado las particularidades según los componentes que inciden, como se mencionó antes de esta tabla.
Ge02. Se deberán implementar acciones de control de especies catalogadas como invasoras y control de especies exóticas.	X	X		X	X	X	X				X	La estrategia no se encuentra directamente relacionada con el Proyecto, ya que el objetivo no es implementar acciones de control para especies exóticas; aunque es importante señalar que las medidas de rescate y reubicación de flora, así como la reposición de especies arbóreas se realizarán empleando especies nativas.
Ge03. Se determinarán las especies invasoras prioritarias y sus vías de introducción para la definición de medidas para evitar su invasión y establecimiento en los sistemas naturales mexiquenses.	X							X	X	X	X	Este criterio no es alcance el Promovente, sin embargo, como se ha mencionado, durante la ejecución del Proyecto estará prohibido el uso de especies exóticas en las medidas de reposición, rescate de flora o incorporación de vegetación al humedal artificial.
Ge04. El aprovechamiento de agua deberá respetar los límites de disponibilidad definidos por la Autoridad Competente.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	El Proyecto comprende la construcción de una PTAP-R, así como un humedal artificial para el tratamiento de las aguas que llegan a la Laguna de Zumpango, de la cual sólo se aprovechará una parte para su potabilización, mientras que otra

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
												cantidad permanecerá en la Laguna de Zumpango, de manera que no se afecte el caudal ecológico, como se explica en el estudio hidrológico anexo al presente estudio (anexo 3).
Ge05. Deberá de vigilarse el aprovechamiento de los manantiales, pozos y cauces en coordinación con la Comisión Nacional del Agua.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el objetivo del Proyecto no está relacionado con el aprovechamiento de los manantiales, pozos y cauces.
Ge06.En las barrancas y cañadas, no está permitido urbanizar, rellenar, depositar o verter residuos urbanos, especiales o peligrosos, así como descargar aguas residuales que incumplan con la Normatividad de calidad vigente.	X							X	X	X	X	Durante la ejecución del Proyecto se implementará un Programa de manejo integral de residuos para evitar una incorrecta disposición de los residuos generados por el Proyecto.
Ge07. El desarrollo Urbano debe estar contenido dentro de los límites establecidos por los Planes de Desarrollo Urbano vigentes.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no comprende desarrollo urbano por naturaleza.
Ge08. Los Programas de Ordenamiento Ecológico Local deberán actualizarse y alinearse conforme al presente Instrumento y al Plan Estatal de Desarrollo vigente.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que dicha función es competencia de otras áreas de la Administración Pública Estatal y Municipal.
Ge09. El manejo de residuos requiere integrar acciones de recolección, clasificación, acopio, valorización, reciclaje y disposición en Rellenos Sanitarios.	X											Como parte de las medidas de mitigación de los impactos a generar durante la ejecución del Proyecto se implementará un Programa de manejo integral de residuos para evitar una mala disposición de los residuos generados por el Proyecto.
Ge10. Se prohíbe la ubicación de todo tipo de confinamientos de residuos sólidos (municipales, industriales y peligrosos).		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	El Proyecto no implica la construcción de confinamientos de residuos.
Ge11. Se prohíben tiraderos de basura. Es necesario proceder a la contención y remediación de sitios que hayan sido empleados como tiraderos de residuos.	X	X	X	X	X	X	X				X	Como parte de las medidas de mitigación de los impactos a generar durante la ejecución del Proyecto se implementará un Programa de manejo integral de residuos para evitar una mala disposición de los residuos generados por el Proyecto.
Ge12. Los usos y actividades de proyecto en Áreas Naturales Protegidas, estarán	X	X		X				X	X	X	X	Como se ha mencionado, el Proyecto se encuentra en un Área Natural Protegida de carácter Estatal,

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
sujetos a lo establecido por los Planes de Manejo correspondientes.												la vinculación correspondiente con el programa de manejo del ANP se presenta más adelante en el apartado correspondiente. De igual manera es importante mencionar que se aplicarán las medidas de mitigación que ha sido diseñadas con base a los impactos identificados, entre las cuales destacan las siguientes: • Programa de manejo integral de residuos. • Programa de rescate y reubicación de Flora. • Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. • Reposición de ejemplares arbóreos que sean removidos en las áreas no forestales del Proyecto.
Ge13. Las actividades realizadas en Áreas Naturales Protegidas deberán considerar medidas de mitigación y compensación ambiental acordes al impacto ambiental que generarán. Las medidas de mitigación y compensación ambiental deberán atender a los objetivos del Decreto y criterios de administración establecidos en el Plan de Manejo correspondiente.	X							X	X	X	X	
Ge14. Se requiere la conformación de Rellenos Sanitarios en cumplimiento de capacidades y especificaciones de Normatividad Vigente.	X	X		X				X	X	X	X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Ge15. Se requiere contar con Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, conforme a Norma, previo a la descarga a cuerpos receptores.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Ge16. Se debe implementar sistema de monitoreo de calidad atmosférica y operar inventario de emisiones.	X							X	X	X		La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Ge17. La infraestructura de comunicación, así como las vías de comunicación carretera de competencia Estatal y Federal, son prioritarias para la integración territorial, por lo que se pueden establecer dentro de cualquier parte del territorio estatal, dando cumplimiento a los criterios específicos que resulten aplicables respecto de cada UGA, así como a los Planes de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Planes de Desarrollo Urbano vigentes. Contando siempre con la previa autorización de	X							X	X	X	X	El criterio de regulación no es vinculante, dado que el Proyecto no está relacionado con infraestructura de comunicación.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Impacto Ambiental y de ser necesario Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.												
Ge18. La infraestructura de interconexión energética es prioritaria para la integración productiva del Estado, pudiéndose establecer dentro de cualquier parte del territorio estatal, dando cumplimiento a los criterios específicos que resulten aplicables respecto de cada UGA, así como a los Planes de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Planes de Desarrollo Urbano vigentes. Contando siempre con la previa autorización de Impacto Ambiental y de ser necesario Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.	X							X	X	X	X	La implementación de este criterio no es alcance del Promovente.
Ge19. La infraestructura necesaria para la Captación y Abasto de agua potable, así como Recolección y Tratamiento de Agua Residual, es prioritaria para la supervivencia y salud de la población. Pudiéndose establecer dentro de cualquier parte del territorio estatal, dando cumplimiento a los criterios específicos que resulten aplicables respecto de cada UGA, los cálculos de disponibilidad publicados por CONAGUA, así como a los Planes de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Planes de Desarrollo Urbano vigentes. Contando siempre con la previa autorización de Impacto Ambiental y de ser necesario Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.	X											El presente Proyecto constituye la construcción de instalaciones para el tratamiento del agua que es vertida a la Laguna de Zumpango, así como instalaciones para su potabilización y posterior conducción, por lo tanto, se inserta en la infraestructura señalada en este criterio, para lo cual se somete a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental y se están gestionando los permisos necesarios para su implementación. Más adelante se presenta la vinculación con el Decreto y Programa de Manejo aplicable a la ANP Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios	ANPE-061	U-115	U-118	U-119	U-7	U-8	U-94	UGA-0356	UGA-0373	UGA-0378	UGA-0701	Vinculación con el proyecto.
Ge20. Las acciones y proyectos necesarios en materia de Protección Civil, Prevención de Incendios Forestales y Control de Riesgos Naturales son prioritarios para la integridad de la población y los recursos naturales. Pudiéndose establecer dentro de cualquier parte del territorio estatal, dando cumplimiento a los criterios específicos que resulten aplicables respecto de cada UGA, Atlas de Riesgos, así como a los Planes de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Planes de Desarrollo Urbano vigentes. Contando siempre con la previa autorización de Impacto Ambiental y de ser necesario Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.	X											El criterio de regulación no es vinculante, dado que el proyecto no está relacionado con la aplicación de proyectos en estas materias.

CONSULTA PÚBLICA

3.1.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Zumpango

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) el área del Proyecto tiene incidencia en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Zumpango, el cual fue publicado la Gaceta Municipal el día 12 de octubre de 2012.

La propuesta para el municipio de Zumpango, se concentra en estructurar el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial (MOET), a partir de la construcción de Unidades de Gestión Ambiental (UGA), asignación de políticas ambientales, lineamientos, estrategias y acciones; en función de las características ambientales de cada unidad, aptitud del territorio, uso de suelo, problemáticas y conflictos ambientales.

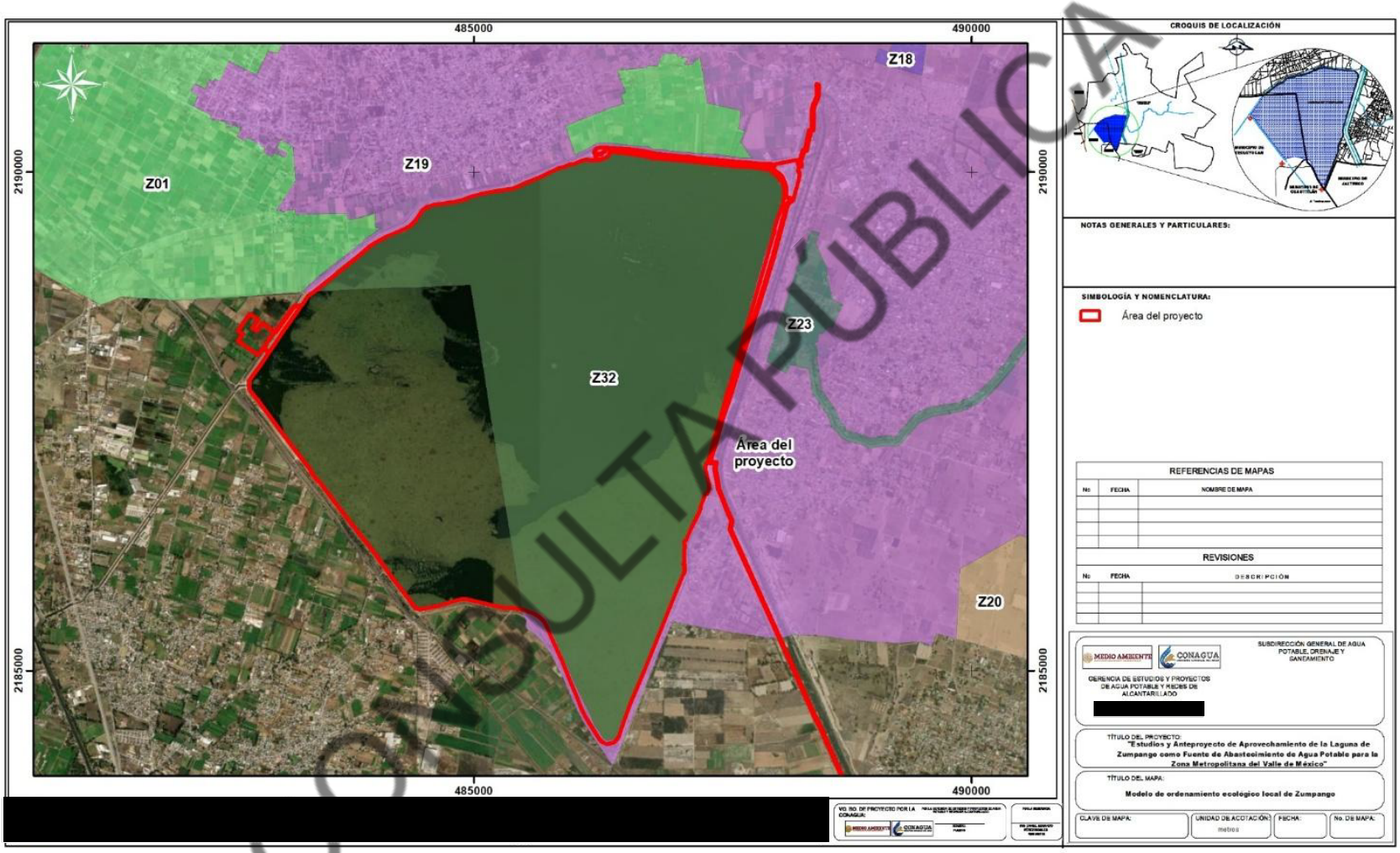
El proceso que define las UGA contempla una serie de criterios, con la finalidad de generar un número manejable de unidades en función de la escala de trabajo. Como resultado, se obtuvo un total de 31 Unidades de Gestión, se designaron las políticas, lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica que optimizan la utilización del territorio con un uso sustentable de los recursos naturales. Este procedimiento se basó en las condiciones físicas del territorio, los aspectos generados en el diagnóstico (aptitud, riesgos, conflictos ambientales, ANP) y el uso actual. Derivado de lo anterior, las políticas ambientales que inciden en el territorio municipal se sustentan en los criterios establecidos por SEMARNAT y que son:

- **Protección:** Se establece para sitios con alta riqueza biológica o escénica; y en tal sentido se limitan las actividades económicas al máximo, y se sugiere el manejo preferentemente a través del sistema de Áreas Naturales Protegidas.
- **Conservación:** Los recursos naturales se mantienen con sus elementos y procesos normales, al tiempo que se permite un uso productivo mínimo y de manera condicionada.
- **Aprovechamiento sustentable:** Permite un uso intensivo y sostenible del área, con fines de producción económica y de expansión urbana.

En el caso del Proyecto, el área de proyecto tiene incidencia en las UGA: UGA Z32 y UGA Z19, la primera con política de aprovechamiento sustentable y la segunda de protección; como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-4 Ubicación del Proyecto Respecto al POEL



CONSULTA PÚBLICA

En el caso de la UGA-Z32, no cuenta con criterios de regulación ecológica dado que se encuentra regulada por el Decreto y Programa de Manejo del Parque Estatal denominado Parque Estatal para la Protección y fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango.

En tanto para la UGA-Z19, esta cuenta con los siguientes criterios de regulación ecológica con los cuales se vincula el Proyecto, cabe señalar que, en esta UGA únicamente se ubican parte de los siguientes componentes del Proyecto: 6) humedal artificial; 7) obra de toma de la planta potabilizadora; 8) planta potabilizadora (PP); y 9) línea de conducción norte sur. En la siguiente tabla se muestra la relación de criterios aplicables a la UGA-Z19, así como su vinculación con el Proyecto.

Tabla 3-4 Vinculación del Proyecto con la UGA-Z19 del POEL Zumpango

Criterio	Vinculación con el proyecto
3.-Promover el tratamiento de aguas negras, así como su reúso en áreas urbanas y no urbanizables en función de la calidad del líquido.	Si bien no es alcance de este Proyecto la promoción y regulación de las actividades citadas en este criterio, se señala que, el Proyecto contempla el tratamiento y potabilización de cierto volumen de agua que llega a la Laguna de Zumpango, a través de un aprovechamiento sustentable que no ponga en riesgo el caudal ecológico, como se explica en el Estudio hidrológico incluido en el anexo 3.
6.-Regular las actividades que se desarrollen en torno a los cuerpos de agua.	
7.-Promover el uso sustentable de los cuerpos de agua, evitando su desecación.	
8.-Impulsar un programa de educación ambiental vinculado al cuidado de los recursos naturales y su importancia dentro del ecosistema y para el desarrollo de todas las formas de vida.	Como parte del Proyecto se considera la implementación de medidas de prevención y mitigación, de tal manera que los impactos ambientales a generar no sean mayores a los que históricamente ha impactado los cuerpos de agua y demás componentes ambientales presentes, las propuestas de mitigación están encaminadas a minimizar las afectaciones que pudiera generar el Proyecto por su construcción y operación. Entre las medidas que destacan en relación con este criterio son la implementación de un Programa de manejo integral de residuos, acciones de educación ambiental, así como la colocación de sanitarios portátiles durante la construcción del Proyecto.
10.-Prohibir la disposición de residuos sólidos y líquidos fuera de los sitios que sean destinados para tal efecto.	
13.-Anular la quema de residuos a cielo abierto.	
20.-Limitar el cambio de uso de suelo hacia fines urbanos.	En esta UGA el Proyecto únicamente implica la construcción y operación de componentes para la potabilización de agua y su conducción; así mismo, en esta UGA se ubica una mínima parte del humedal artificial que será construido para coadyuvar en el tratamiento del agua de la Laguna de Zumpango.
27.-Controlar los asentamientos humanos existentes.	El Proyecto no tiene relación con este criterio, dado que no tiene por alcance el control de asentamientos humanos existentes.
29.-Construir infraestructura con materiales que mantengan la dinámica hidráulica natural.	En esta UGA se ubica una mínima parte del humedal artificial que será construido para coadyuvar en el tratamiento del agua de la Laguna de Zumpango, su construcción no afectará negativamente la dinámica de la Laguna.
37.-Impulsar el desarrollo de centro urbanos.	El Proyecto no tiene relación con este criterio, dado que no implica o desarrollará nuevos desarrollos urbanos.
38.-Realizar manejo y tratamiento de aguas residuales y desechos sólidos.	Como parte del Proyecto se contempla el tratamiento de aguas que llegan a la Laguna de Zumpango a través de una PTAP-R y un humedal artificial, aunque, el primer componente se ubica fuera de esta UGA, y del humedal solo incide una mínima parte.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio	Vinculación con el proyecto
	Con respecto a los desechos sólidos, como parte del Proyecto se contempla la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos.
39.-Evitar el desarrollo urbano en zonas de riesgo.	El Proyecto no tiene relación con este criterio, dado que no implica desarrollos urbanos.
40.-Evitar la aparición de asentamientos irregulares.	El Proyecto no tiene relación con este criterio, dado que no implica asentamientos humanos.
44.-Consolidar los centros de población existentes, respetando su contexto ambiental de acuerdo con lo dispuesto en la normatividad.	El Proyecto no tiene relación con este criterio, dado que no implica la consolidación de centros de población.
45.-Promover la construcción prioritariamente de terrenos baldíos dentro de la mancha urbana.	El Proyecto no tiene relación con este criterio, dado que no implica construcción urbana.
46.-Evitar el desarrollo de asentamientos humanos en las áreas naturales protegidas.	El Proyecto no tiene relación con este criterio, dado que no implica desarrollo de asentamientos humanos.
51.-Definir los sitios para centros de transferencia y /o de acopio en el manejo de residuos sólidos domiciliarios.	Este criterio no es alcance del Proyecto.
52.-Promover proyectos ecológicos para asentamientos populares productivos, con áreas verdes y espacios comunitarios.	Este criterio no es alcance del Proyecto.
54.-Considerar para el desarrollo de infraestructura, las obras de ingeniería que puedan evitar siniestros en las zonas de inundación.	Se tomará esta consideración para la construcción de los diferentes componentes del Proyecto.
55.-Considerar que en los casos de los asentamientos humanos que se encuentran en el interior de las áreas de alta productividad agrícola, exista el control de su crecimiento y expansión.	El Proyecto no tiene relación con este criterio.
70.-Prohibir la ubicación de todo tipo de confinamientos de residuos sólidos (municipales, industriales y peligrosos).	El Proyecto no tiene relación con este criterio, dado que no pretende construir confinamientos de residuos.
71.-Impulsar en los casos de los asentamientos humanos que se ubican en el interior de las áreas de alta productividad agrícola, el control del crecimiento urbano conteniendo su expansión y restringir el desarrollo en zonas de alta productividad agrícola para evitar incompatibilidades en el uso de suelo.	El Proyecto no como alcance este criterio.
97.-Desarrollar sistemas de captación de agua de lluvia en el sitio.	El Proyecto no tiene relación con este criterio en su implementación en asentamientos humanos.
102.-Fomentar programas de rescate de los inmuebles patrimoniales, lo cual al mismo tiempo demanda un programa que articule la riqueza turística cultural del municipio, con las necesidades y demandas de los visitantes.	El cumplimiento de este criterio no es alcance del Proyecto.
105.-Creación de nuevos centros turísticos, contemplando la planeación física con el propósito de evitar contaminación y deterioro al medio ambiente.	El cumplimiento de este criterio no es alcance del Proyecto.
106.-Aprovechar los recursos minerales racionalmente, respetando el medio ambiente.	El Proyecto no tiene relación con este criterio, dado que no implica proyectos mineros.
107.-Delimitar las áreas urbanizables con la finalidad de tener contemplado el crecimiento de las superficies urbanas y los distintos usos de suelo definidos en estas.	El cumplimiento de este criterio no es alcance del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio	Vinculación con el proyecto
108.-Lotificación de las áreas de crecimiento urbano con la finalidad de tener una traza vial definida.	El cumplimiento de este criterio no es alcance del Proyecto.
109.-Dotar de los servicios públicos a las áreas a urbanizar.	El cumplimiento de este criterio no es alcance del Proyecto.

3.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal de Ecatepec

El Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal de Ecatepec, establece las políticas, zonificación y acciones para la protección y restauración del medio ambiente en Ecatepec, en línea con la legislación ambiental mexicana y el contexto urbano y natural del municipio.

Fue publicado el 29 de mayo de 2011 en la Gaceta Municipal del Municipio de Ecatepec de Morelos.

Este documento divide al territorio en 15 Unidades de Gestión Ambiental (UGAS), mismas que cuentan con un lineamiento y estrategia ecológica, acciones y criterios de regulación.

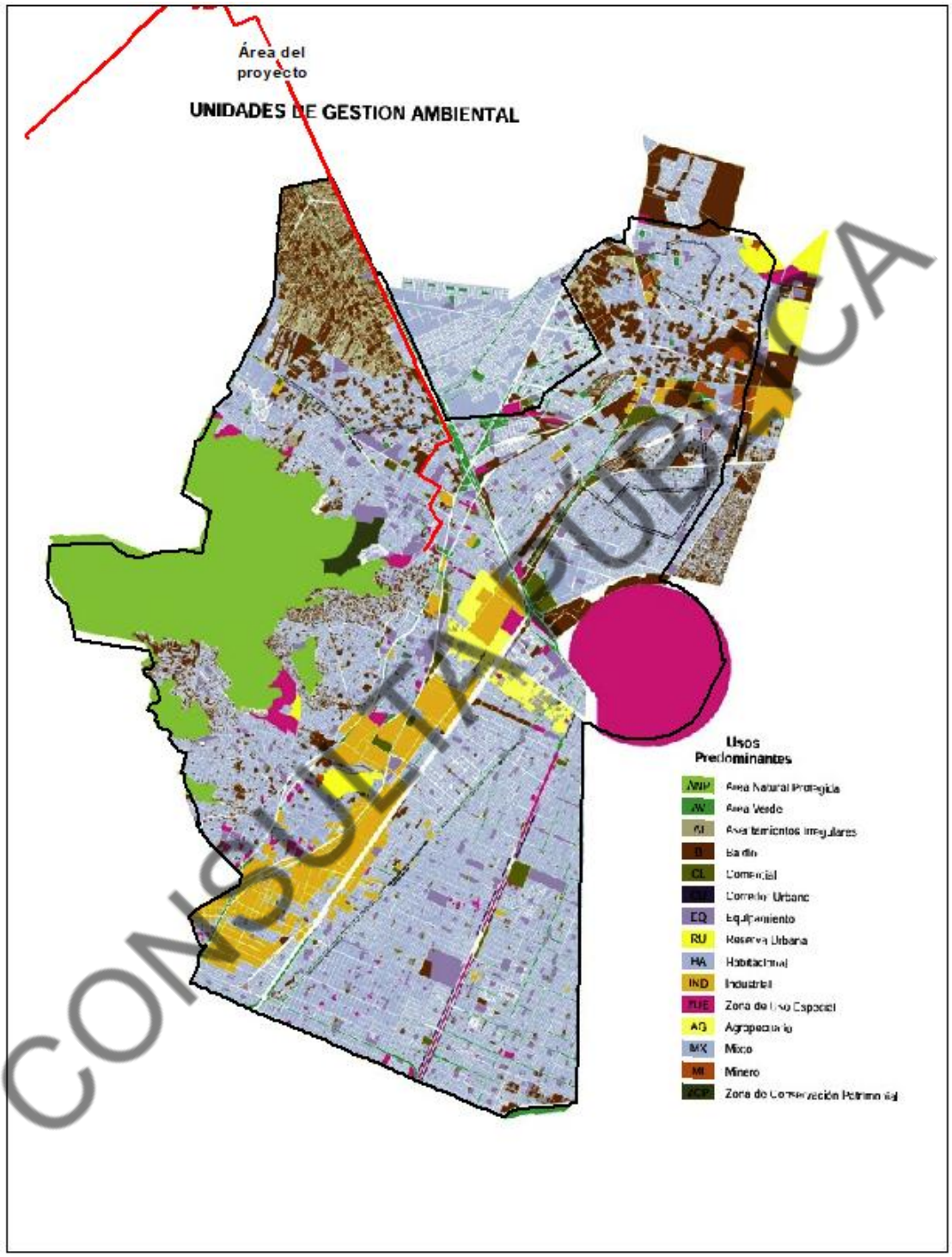
De acuerdo al De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) el área del Proyecto tiene incidencia las siguientes UGAS de dicho ordenamiento:

UGAS: UGA-02-AV (política ambiental de restauración), UGA-04-B (política ambiental de restauración), UGA-07-EQ (política ambiental de aprovechamiento), UGA-09-HA (política ambiental de aprovechamiento), UGA-10-IN (política ambiental de aprovechamiento), UGA ZUE/11/UGA (política ambiental de restauración) y UGA-13-MX (política ambiental de aprovechamiento).

En la siguiente figura se muestra en área del Proyecto en las unidades de gestión del POEL Ecatepec.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-5 Área del Proyecto en las Unidades de Gestión del POEL Ecatepec



CONSULTA PÚBLICA

En la siguiente tabla se muestra la vinculación de los criterios de regulación de cada una de las UGAS donde tiene incidencia el Proyecto con el POEL Ecatepec.

Tabla 3-5 Vinculación del Proyecto con las UGAS del POEL Ecatepec

Criterio de regulación ecológica	UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA)							Vinculación
	02-AV	04-B	07-EQ	09-HA	10-IN	ZUE-11	13-MX	
AV01. Incrementar áreas verdes urbanas mediante la identificación de predios baldíos sin destino definido, promover su adquisición y revegetación	X							Una de las medidas de compensación del Proyecto en caso de derribo de ejemplares arbóreos en esta zona es la reposición de estos, por lo tanto, este criterio será tomado en consideración para su implementación en el tramo de la línea de conducción ubicado en Ecatepec.
AV02. Mantener las condiciones de vegetación que permitan la continuidad del proceso natural de recarga de acuíferos.	X							En el área del Proyecto correspondiente a Ecatepec no se afectará vegetación natural, únicamente en caso estrictamente necesario se hará el derribo de arbolado que pudiera estar presente en el derecho de vía del Circuito Exterior Mexiquense y en las calles al sur de la línea de conducción norte-sur.
AV03. Promover el uso de fertilizantes e insecticidas orgánicos en las áreas verdes que eviten la contaminación al aire, agua y suelo.	X							El Proyecto no tiene relación con este criterio dado que no se hará uso de fertilizantes.
AV04. Embellecimiento urbano de los centros de población existentes, empleando vegetación acorde con el clima y las características de Ecatepec	X							El Proyecto no tiene relación el criterio dado que no implica actividades de embellecimiento urbano.
AV05. Promover la utilización de aguas tratadas, de acuerdo con la reglamentación vigente.	X							La propia naturaleza del Proyecto global promueve la reutilización de aguas tratadas para su potabilización y posterior conducción.
B01. Detectar a los propietarios de los terrenos baldíos y solicitar de acuerdo a las atribuciones de ley del Municipio, su mantenimiento y conservación en condiciones óptimas.		X						El Proyecto no llevará a cabo alguna de las actividades señaladas en este criterio.
EQ01. Fortalecer las actividades de mantenimiento en el sistema de desagüe pluvial.			X					El Proyecto en su tramo correspondiente a Ecatepec no implementará este tipo de acciones.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio de regulación ecológica	UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA)							Vinculación
	02-AV	04-B	07-EQ	09-HA	10-IN	ZUE-11	13-MX	
EQ02. Se restringen las actividades de confinamiento de residuos sólidos municipales, peligrosos e industriales a las áreas destinadas para tal fin por el Plan Municipal de Desarrollo Urbano.			X					El Proyecto no realizará actividades relacionadas con el confinamiento de residuos peligrosos e industriales.
EQ03. Convenir con la Comisión Nacional del Agua (CNA) la ocupación parcial de las áreas de los canales de desagüe con objeto de mantener el espacio verde y zonas de infiltración			X					La implementación de este criterio no forma parte de los alcances del Proyecto.
EQ04. Promover proyectos ecológicos y agricultura urbana en los asentamientos populares, con áreas verdes y espacios comunitarios.			X	X			X	Como parte del Proyecto no se realizarán actividades relacionadas con agricultura urbana.
EQ05. Las vialidades contarán con vegetación arbolada en las zonas de derecho de vía, camellones y banquetas. Las especies deberán ser acordes a los diferentes tipos de vialidades, para evitar cualquier tipo de riesgo, desde pérdida de visibilidad, hasta deterioro en las construcciones y banquetas, incluyendo la caída de ramas o derribo de árboles, con raíces superficiales, por efecto del viento.			X					En el área del Proyecto correspondiente a Ecatepec en caso estrictamente necesario se hará el derribo de arbolado que pudiera estar presente en el derecho de vía del Circuito Exterior Mexiquense y en las calles al sur de la línea de conducción norte-sur, sin embargo, se plantea como medida la reposición de estos ejemplares en sitios que sean determinados de común acuerdo con las autoridades municipales, para lo cual podrá considerarse lo señalado en este criterio.
EQ06. Se promoverá que las vialidades, con excepción de las primarias, sean construidas con materiales que permitan la infiltración al subsuelo del agua de lluvia.			X					El Proyecto no tiene relación con la construcción de vialidades.
EQ07. Se promoverá en los derechos de vías férreas, dentro de las zonas urbanas, que se cuente con setos o vegetación similar, que ayude a evitar el tránsito peatonal, mejorar la imagen urbana y preservar el ambiente			X	X			X	El Proyecto no tiene relación con este criterio de regulación.
EQ08. No deberán ubicarse los tiraderos para la disposición de residuos sólidos en barrancas, ríos y arroyos y será necesario sanear los existentes.			X				X	El Proyecto no tiene relación con el criterio de regulación. Sin embargo, como parte de las medidas se tiene contemplada la

CONSULTA PÚBLICA

Criterio de regulación ecológica	UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA)							Vinculación
	02-AV	04-B	07-EQ	09-HA	10-IN	ZUE-11	13-MX	
								implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos.
EQ09. Promover proyectos tendientes al reúso y reciclaje de residuos sólidos y líquidos.			X	X				Como parte de las medidas se tiene contemplada la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos, en donde se contempla la separación de residuos que puedan ser enviados a centros de acopio para su reciclaje. Por otro lado, se señala que la naturaleza misma del Proyecto global promueve el reciclaje de aguas pluviales y residuales.
EQ10. Para el establecimiento de rellenos sanitarios centros de transferencia y /o sitios de disposición final, dar cumplimiento a lo dispuesto por la normatividad vigente.			X					El Proyecto no promoverá el establecimiento de rellenos sanitarios.
CU02. Que toda autorización para el desarrollo habitacional, espacios escolares y edificaciones públicas en el municipio esté condicionada a que se garantice el suministro de agua potable y la infraestructura urbano ambiental de las nuevas edificaciones, incluyendo aspectos de captación de agua de lluvia, separación de aguas residuales y pluviales, diseño bioclimático (orientación solar, ventilación natural, y uso de recursos naturales de la región).			X				X	El Proyecto no tiene relación con la ejecución de desarrollos este tipo de obras.
CU03. En todo proyecto habitacional nuevo se deberá dejar, por lo menos, un 20% de área jardinada del total de la superficie del predio.							X	El Proyecto no tiene relación con la ejecución de desarrollos habitacionales.
CU04. Se promoverá el uso de ecotecnias para un desarrollo sustentable			X				X	El Proyecto no tiene relación en este criterio dado que no hará uso de ecotecnias.
HA01. Promover la introducción de plantas de tratamiento de agua con el fin de reciclar la misma para fines de jardinería.				X			X	Si bien el Proyecto en el tramo de Ecatepec únicamente comprende parte de la línea de conducción, se señala que, otra parte del Proyecto

CONSULTA PÚBLICA

Criterio de regulación ecológica	UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA)							Vinculación
	02-AV	04-B	07-EQ	09-HA	10-IN	ZUE-11	13-MX	
								comprende la construcción de una PTAP-R.
HA02. En estacionamientos techados, en edificios, multifamiliares y estructuras semejantes, se captará y conducirá el agua pluvial hacia cisternas o pozos de absorción.				X			X	El Proyecto no tiene relación con la ejecución de estas medidas.
CL01. Toda nueva construcción deberá presentar el estudio de impacto ambiental e incluir en su diseño lineamientos para la captación de agua de lluvia y establecimiento de muros verdes, en el entendido de que dicha documental deberá ser avalada por la instancia estatal correspondiente				X			X	Se presenta para su evaluación esta MIA por las actividades competencia de la federación que incluyen el componente ubicado en Ecatepec correspondiente a la línea de conducción de agua potable.
CL02. En los estacionamientos al aire libre de centros comerciales y de cualquier otro servicio o equipamiento, se utilizarán materiales permeables (adocreto, adopasto, adoquín, empedrado, etc.); se evitará el asfalto, cemento y demás materiales impermeables.				X			X	El Proyecto no tiene relación con la ejecución de los equipamientos descritos.
CL03. En los estacionamientos al aire libre de centros comerciales y de cualquier otro servicio o equipamiento, se dejarán espacios para áreas verdes, plantado de árboles en el perímetro y cuando menos un árbol por cada cuatro cajones de estacionamiento				X			X	El Proyecto no tiene relación con la ejecución de los equipamientos descritos.
CL04. Todo proyecto arquitectónico, tanto comercial como de servicios, deberá contar con sistemas de ahorro de agua y de energía eléctrica				X			X	El Proyecto no tiene relación con la ejecución de los equipamientos descritos.
IN01. Toda actividad industrial deberá presentar su estudio de impacto ambiental					X			El Proyecto no tiene relación con este criterio.
IN02. Toda actividad industrial deberá contar con su autorización de descargas residuales y de desechos sólidos industriales.					X			El Proyecto no tiene relación con el criterio.
UE01. Instalar, en parte de la zona, su recuperación como un cuerpo de agua con funciones de regulación térmica y paisajística (proyecto especial).						X		El Proyecto no tendrá como parte de sus alcances la implementación de este criterio en su componente dentro de Ecatepec.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio de regulación ecológica	UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA)							Vinculación
	02-AV	04-B	07-EQ	09-HA	10-IN	ZUE-11	13-MX	
UE02. Promover áreas verdes en las porciones de la zona que sean más indicadas para ello con actividades ecológicas, deportivas y de recreación (proyecto especial).						X		En el área del Proyecto correspondiente a Ecatepec en caso estrictamente necesario se hará el derribo de arbolado que pudiera estar presente en el derecho de vía del Circuito Exterior Mexiquense y en las calles al sur de la línea de conducción norte-sur, sin embargo, se plantea como medida la reposición de estos ejemplares en sitios que sean determinados de común acuerdo con las autoridades municipales, para lo cual podrá considerarse lo señalado en este criterio.
UE03. Vigilancia para evitar la instalación de asentamientos irregulares.						X		La implementación de este criterio no forma parte de los alcances del Proyecto.
UE04. Instalación de cortinas rompeviento para evitar dispersión de partículas						X		La implementación de este criterio no forma parte de los alcances del Proyecto.
UE05. Vigilancia de los derechos de vía de las diversas dependencia paraestatales que cuentan con infraestructura instalada al interior de la demarcación.						X		La implementación de este criterio no forma parte de los alcances del Proyecto.
MX01. Se promoverá la instalación de sistemas domésticos para la captación de aguas de lluvia							X	La implementación de este criterio no forma parte de los alcances del Proyecto.
MX02. Promover la implantación de jardines botánicos, viveros o invernaderos para producción de plantas para fines comerciales.							X	La implementación de este criterio no forma parte de los alcances del Proyecto.
MX03. Se deberán proteger las corrientes, arroyos, canales y cauces							X	El Proyecto tendrá cruzamientos especiales en su incidencia con canales, asegurando su no afectación.
MX04. En su caso, se deberán mantener inalterados los cauces y escurrimientos naturales							X	Durante la ejecución del Proyecto no serán modificados cauces.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio de regulación ecológica	UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA)							Vinculación
	02-AV	04-B	07-EQ	09-HA	10-IN	ZUE-11	13-MX	
MX05. Implantar sistemas de captación de agua de lluvia que permitan su posterior uso para fines agrícolas, forestales o urbanos.							X	La implementación de esta medida en el tramo correspondiente a Ecatepec no forma parte de los alcances del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

3.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

3.2.1 Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) no se encuentra incidencia del Proyecto con alguna área natural protegida (ANP) a nivel federal, siendo las más cercanas al área de Proyecto: la ANP Federal "Lago de Texcoco" aproximadamente a 23 km en el extremo sureste, sin embargo, el proyecto si incide sobre un ANP Estatal, denominada "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango".

El ANP Estatal funciona como un regulador ambiental, que propicia el hábitat de flora y fauna acuática; contribuye a la conservación a largo plazo de la biodiversidad endémica, incluye los ecosistemas naturales de la región y la cultura lacustre asociada. La primera declaratoria del Ejecutivo del Estado de México fue publicada el 23 de junio de 2003 en la Gaceta Oficial, señalando que el ANP Estatal se encuentra ubicada en los municipios de Coyotepec, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Huehuetoca, Melchor Ocampo, Nextlalpan. Teoloyucan, Tepotzotlán, Tequixquiac y Zumpango, con una superficie de 20-108-79-51.46 hectáreas.

El ANP Estatal "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango", se encuentra dividido por una zona núcleo y una zona de amortiguamiento con tres subzonas: subzona de protección, subzona de restauración y subzona de aprovechamiento sustentable.

Las actividades estarán definidas de la siguiente manera:

- *Permitidas: actividades aptas, que no contravienen la integridad del "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango".*
- *No permitidas: actividades que ponen en riesgo el equilibrio ecológico y estabilidad del Parque Estatal y que se encuentran prohibidas dentro de cada zona del ANP.*

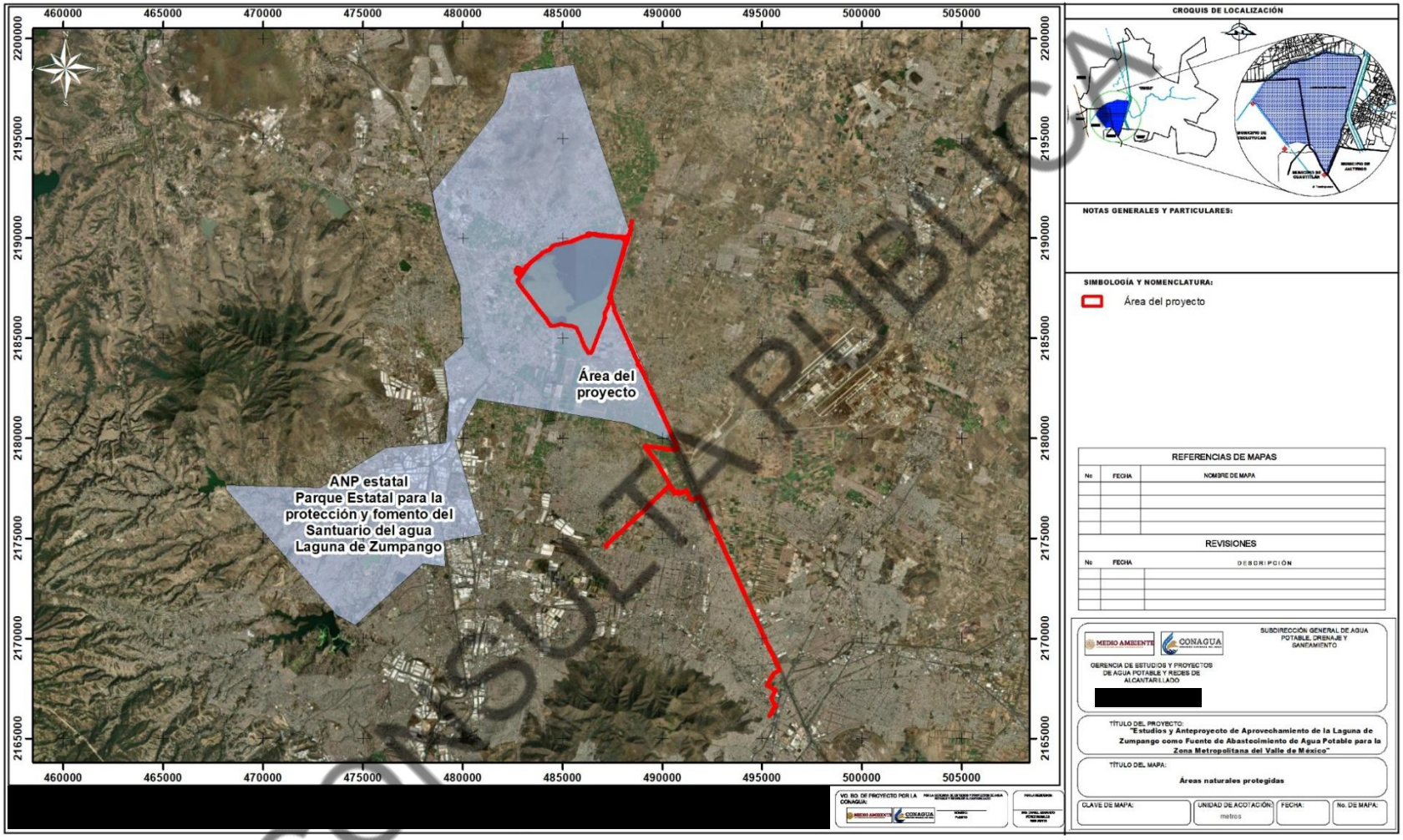
Las obras o actividades que se realicen dentro del ANP, requieren autorización en materia de impacto ambiental, deberán dar cumplimiento a lo establecido en las reglas administrativas y en su ejecución se deberá utilizar material amigable con el medio ambiente atendiendo las características propias del ANP.

Particularmente para el Proyecto, al ubicarse dentro de la ANP, en este acto se somete la presente MIA al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, atendiendo los criterios del ANP de carácter estatal.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del Proyecto con respecto a dicha ANP

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-6 Ubicación del Proyecto Respecto a la ANP Estatal

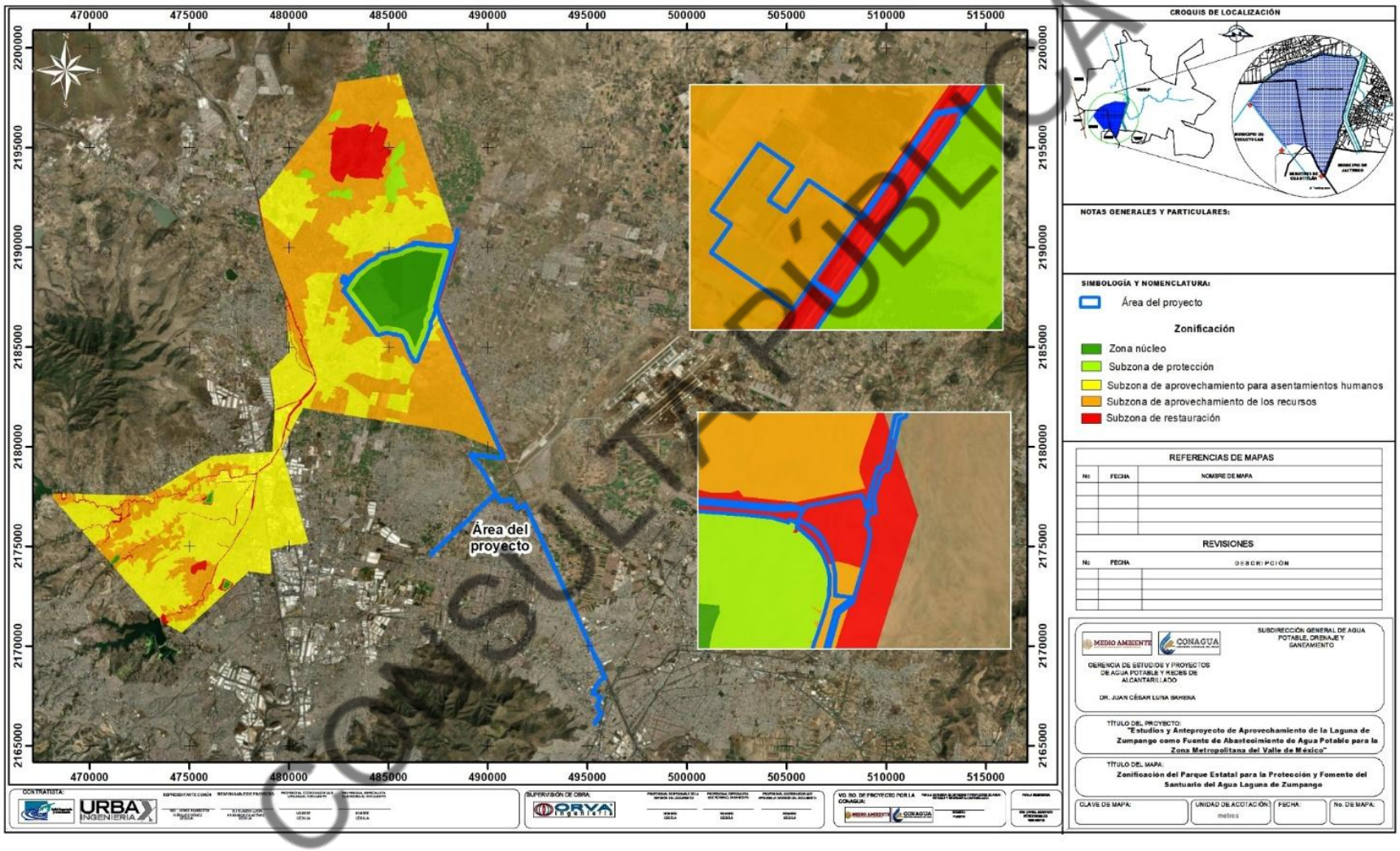


CONSULTA PÚBLICA

Con respecto a su zonificación, como se observa en la figura siguiente, una parte del área de proyecto se ubica en zona núcleo, subzona de protección, subzona de aprovechamientos de los recursos en su porción norte y subzona de restauración, en su porción norte; así como en su porción centro en subzona de aprovechamientos de los recursos y subzona de restauración.

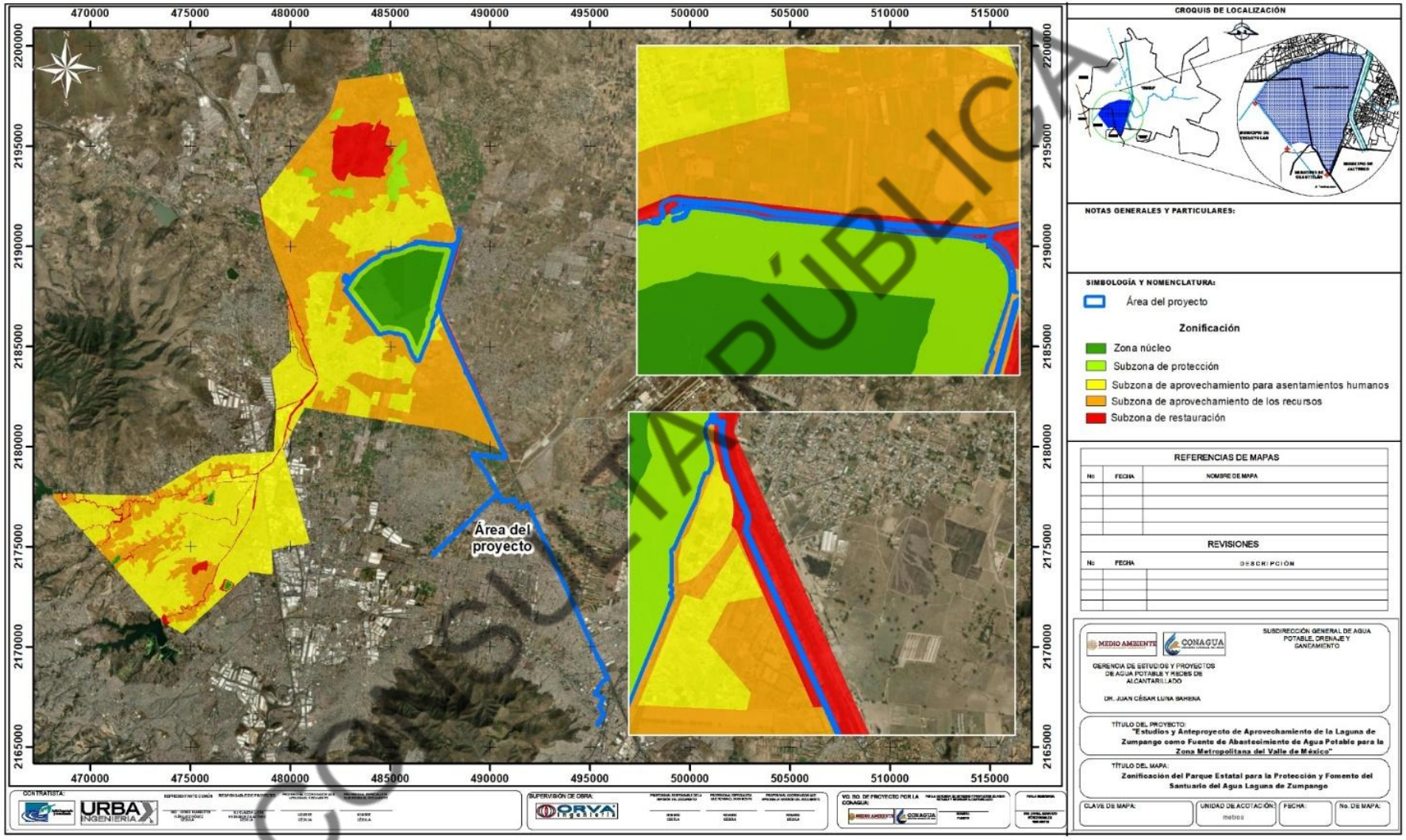
CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-7 Ubicación del Proyecto Respecto a la Zonificación del ANP Estatal (1 de 3)



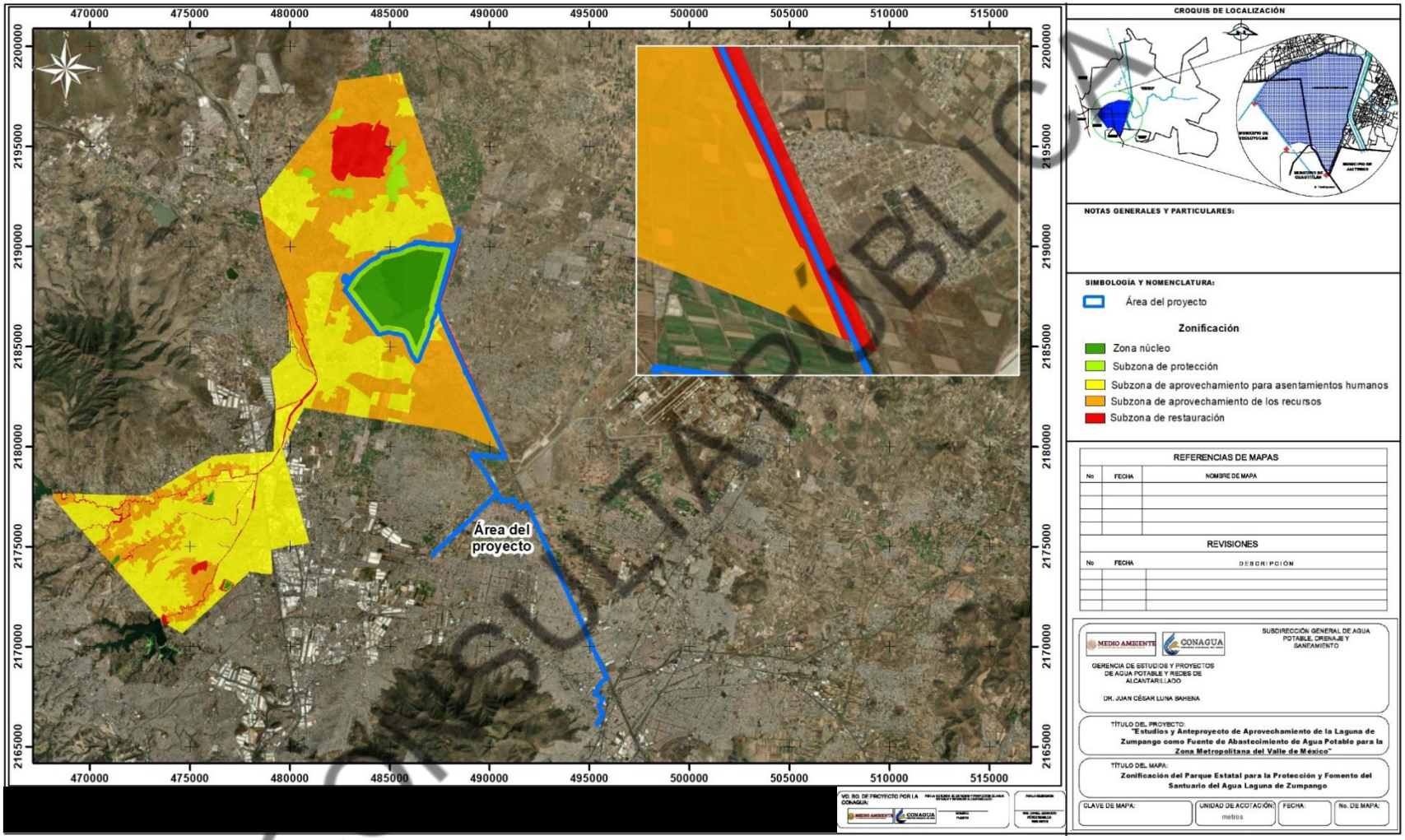
CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-8 Ubicación del Proyecto Respecto a la Zonificación del ANP Estatal (2 de 3)



CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-9 Ubicación del Proyecto Respecto a la zonificación del ANP Estatal (3 de 3)



COPIA PÚBLICA

Con respecto a la ubicación de los componentes del Proyecto en la zonificación se observa que, este incide en la zona núcleo, subzona de protección, subzona de aprovechamiento de los recursos y subzona de restauración, no tiene incidencia en la subzona de aprovechamiento para los asentamientos humanos.

Tabla 3-6 Incidencia de los Componentes del Proyecto con Respecto a la Zonificación de la ANP

Componente	Zona núcleo	Zona de amortiguamiento			
		Subzona de protección	Subzona de aprovechamiento para asentamientos humanos	Subzona de aprovechamiento de los recursos	Subzona de restauración
1: Tanque regulador;	X	X			X
2: Obra de toma de la planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales;				X	X
3: Planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales (PTAP-R);				X	X
4: Desfogue de planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales;	X	X		X	X
5: D[redacted]					
6: Humedal artificial;		X		X	
7: Obra de toma de la planta potabilizadora;		X			X
8: Planta potabilizadora (PP);				X	X
9: Línea de conducción norte sur.				X	X

CONSULTA PÚBLICA

Las características de estas zonas y subzonas se describen a continuación:

1) Zona núcleo

Tendrá como principal objetivo la protección y preservación de aquellas superficies dentro del Área Natural Protegida, en las que se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas, **restaurarlas en los sitios que así se requieran**, así como proteger ecosistemas

relevantes o frágiles y fenómenos naturales, que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo.

Esta Zona es de carácter preventivo, en este caso las actividades prioritarias serán la investigación y colecta científica, en base a la capacidad de carga y de recuperación natural del sitio. No obstante, para aquellos cuerpos de agua donde las condiciones naturales del área se encuentran degradadas, dicha política no limita la implementación de acciones para la restauración de los ecosistemas, por el contrario, se deben impulsar estrategias con todos los sectores sociales involucrados, como es el caso específico de la Laguna de la Piedad y Laguna de Zumpango.

2) Zona de amortiguamiento

a. Subzona de protección: Comprende esta Subzona aquellas superficies que circundan las zonas núcleo y que con motivos de protección y conservación de los ecosistemas están restringidas a cualquier tipo de aprovechamiento o uso, salvo las relativas a su recuperación, monitoreo e investigación científica que no implique la extracción o traslado de especies ni la modificación de los hábitats. Cabe resaltar que la subzona de protección para el caso específico de esta Área Natural Protegida, comprende zonas de vegetación de tipo pastizal, así como cuerpos de agua, por lo que es importante considerar que cada sitio cuenta con características diferentes, razón por la cual deberá considerarse su particularidad para establecer acciones específicas de conservación y/o restauración.

b. Subzona de restauración: Está integrada por aquellas superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados y que serán objeto de programas de recuperación. Dichas subzonas tendrán carácter provisional y deberán ser monitoreadas y evaluadas periódicamente para detectar los cambios que se presenten. Estas subzonas tienen por objeto detener la degradación de los recursos naturales y establecer acciones orientadas hacia la restauración del Área.

[redacted]ra su **recuperación ecológico-productiva como plantaciones forestales comerciales, protección de taludes y de bordes de cauces**, cárcavas, canalillos y restauración de vegetación ribereña, mediante propagación de especies vegetales pioneras, pastización y plantación de arbustos rústicos con el fin de estabilizar taludes, construcción de estructuras de contención de sedimentos y azolves.

c. Subzona de aprovechamiento sustentable

La integran las superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados y que, por motivos de conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema, modificar el paisaje en forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conforman. Se conforma por:

I. Subzona de aprovechamiento de los ecosistemas

Comprende aquellas zonas que, con fundamento en la Declaratoria, se permitirá el uso intensivo y sostenible del área con fines de producción económica. Las actividades en esta subzona serán negadas si el impacto directo o indirecto afecta zonas de producción críticas para los procesos naturales que en ellas se presenta. Las directrices de esta subzonificación

CONSULTA PÚBLICA

estarán orientadas a la tecnificación de la agricultura tradicional por una sustentable, a través de la aplicación de técnicas como el uso eficiente del agua y reducción de fertilizantes químicos; igualmente se incluirán las propuestas para lograr el cambio del pastoreo tradicional por prácticas sustentables.

II. Subzona de aprovechamiento con asentamientos humanos

La integran las zonas urbanas bien consolidadas dentro del Parque Estatal. Algunos espacios geográficos de las zonas para aprovechamiento, presentan infraestructura para vías de comunicación y asentamientos humanos concentrados y dispersos. La infraestructura para asentamientos humanos, comerciales, industriales, de servicios y educativos que se pretenda realizar en estas subzonas, debe presentar las autorizaciones correspondientes y apegarse a lo dispuesto en la normatividad aplicable.

En la siguiente tabla se presentan las actividades permitidas y no permitidas de las diferentes zonas y subzonas de las ANP en las cuales incide el Proyecto, así como su vinculación con este, específicamente con las actividades no permitidas.

Tabla 3-7 Actividades Permitidas en la Zona Núcleo de la ANP

	Vinculación con el Proyecto
1. Realizar obras de conservación de suelos, restauración de zonas erosionadas.	Si bien esta actividad no es el enfoque del Proyecto, se llevarán a cabo como parte de las medidas para la restauración de áreas de uso temporal.
2. Actividades de investigación científica y monitoreo ambiental.	No aplicable al Proyecto.
3. M [redacted] y p conservación, restauración y mantener los servicios ambientales de un ecosistema forestal, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables.	No aplicable al Proyecto.
4. Restaurar ecosistemas y reintroducción de especies nativas.	Las medidas propuestas incluyen restauración de áreas temporales, así como un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, así como la reposición de ejemplares arbóreos derribados, los cuales se efectuarán con especies nativas.
5. Aperturar y dar mantenimiento a senderos interpretativos, brechas por debajo de las torres de conducción eléctrica y caminos de saca.	No aplicable al Proyecto.
6. Realizar actividades de prevención, control y combate de incendios.	No aplicable al Proyecto.
7. Instalar infraestructura de torres de observación para inspección y vigilancia del ANP, así como la prevención, control y combate de incendios.	No aplicable al Proyecto.
8. Establecer UMAs con fines de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción,	No aplicable al Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

	Vinculación con el Proyecto
repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, recreación, educación ambiental y aprovechamiento extractivo, mediante colecta y captura científica.	
9. Instalar y operar de estaciones meteorológicas y de monitoreo.	No aplicable al Proyecto.
10. Realizar filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos.	No aplicable al Proyecto.
11. Instalar señalamientos preventivos, restrictivos e informativos.	Como parte de las medidas de educación ambiental se considera la colocación de letreros restrictivos dentro de la ANP, con el fin de indicar las actividades no permitidas y oriental el cumplimiento de las medidas propuestas.
12. Transitar con vehículos para actividades de administración y manejo del área.	No aplicable al Proyecto.
13. Realizar obras de captación de agua que no modifiquen el paisaje original, saneamiento de cuerpos de agua y restauración de áreas tributarias de manantiales.	El Proyecto se relaciona directamente con esta actividad, puesto que, las obras propuestas permitirán mejorar la calidad del agua de la Laguna de Zumpango, así como mejorar la calidad del paisaje por la incorporación de un humedal artificial. Si bien se incorporarán componentes superficiales a esta zona (PTAP-R y PP), se considera que el paisaje no resulte afectado puesto que se integrarán a un entorno parcialmente urbanizado.
14. Establecer infraestructura de ductos, poliductos, acueductos, torres de conducción de energía o telecomunicaciones.	El Proyecto se relaciona directamente con esta actividad, puesto que, se incorporarán líneas de conducción de agua.

[redacted] **ANP**

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
1. Realizar cambio de uso de suelo.	1. El Proyecto no contempla cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ya que las obras se desarrollarán principalmente sobre áreas previamente intervenidas, infraestructura existente, zonas con vegetación secundaria, pastizales inducidos y superficies alteradas por actividades antrópicas. Asimismo, las acciones proyectadas no implican la transformación permanente de ecosistemas forestales ni la remoción de cobertura vegetal con características de bosque, selva o vegetación forestal continua. En este sentido, el proyecto mantiene la vocación actual del sitio y se orienta al mejoramiento de infraestructura hidráulica y saneamiento ambiental, sin modificar de manera sustancial las condiciones de uso del territorio dentro del ANP.
2. Ganadería, acuacultura y agricultura.	2. El Proyecto no tiene relación con estas actividades.

CONSULTA PÚBLICA

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
3. Manejo de arbolado y establecimiento de áreas verdes, recreativas y deportivas.	3. Las actividades y los componentes contemplados en esta zona no conllevarán manejo de vegetación.
4. Sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles. 5. Aprovechar materiales pétreos. 6. Cacería. 7. Extraer subproductos forestales	4, 5, 6, 7. El Proyecto no tiene relación con estas actividades. Sin embargo, como parte de las actividades de educación ambiental se establecerá la prohibición de realizar cacería por parte del personal.
8. Excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno.	8. En esta zona no se hará desmonte, nivelaciones ni cortes del terreno. Las actividades que implica la construcción del tanque regulador y dique consisten en conformación de bordos mediante material proveniente de bancos autorizados, mientras que la obra de desfogue implica sólo instalación de tuberías.
9. Capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre o sus productos, salvo para la colecta científica.	9. Durante el desarrollo del Proyecto se implementarán acciones de educación ambiental, en donde se establezcan estas prohibiciones al personal involucrado.
10. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar.	10. Para evitar que ocurran estas actividades, durante el desarrollo del Proyecto se implementará un Programa de manejo integral de los residuos que se generen en las diferentes obras y actividades del Proyecto.
11. [redacted] nat [redacted] provoquen áreas con aguas fangosas o limosas dentro del área protegida o zonas aledañas.	[redacted] o no se llevarán a
12. Introducir ejemplares o poblaciones de especies exóticas a la región.	12. Durante la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de flora, la reposición de ejemplares arbóreos, así como en la conformación del humedal artificial se evitará el manejo de especies exóticas, así mismo se establecerá esta prohibición al personal involucrado en las obras y actividades del Proyecto.
13. Eliminar especies vegetales o faunísticas con productos químicos o tóxicos. 14. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres. 15. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres.	13, 14 y 15. Se establecerán estas prohibiciones al personal involucrado en las obras y actividades del Proyecto, mismas que serán incorporadas a las acciones de educación ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
16. Rellenar, interrumpir, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros flujos hídricos.	16. Si bien se construirán los componentes de dique, tanque regulador y obra de desfogue de la PTAP-R en esta zona, estas no generarán relleno, interrupción de flujos, desecamiento o modificación del vaso regulador, únicamente servirán de apoyo para el manejo del agua y su separación para llevar a cabo el tratamiento; en ningún momento se obstruirá el flujo de entrada a este cuerpo de agua.
17. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo.	17. Como se mencionó anteriormente, los componentes a instalarse o construirse en esta subzona son dique, tanque regulador y desfogue de la PTAP-R), cuyo único fin es regular y almacenar el caudal de entrada para su tratamiento y posteriormente separar el agua tratada, por lo cual se mantendrá el espejo de agua de la Laguna incluso con una mejor calidad, teniendo un impacto positivo en las especies de fauna silvestre que se benefician de este vaso regulador; por lo tanto, no se podrá en riesgo su dinámica natural; es posible que exista perturbación del hábitat durante la fase constructiva, pero será temporal y posteriormente la fauna podrá volver a hacer uso del área.
18. Apropiarse de fósiles u objetos arqueológicos y/o históricos.	18. Si bien el Proyecto no incide en áreas de importancia arqueológica, se establecerá esta prohibición en las acciones de educación ambiental.
19. Encender fogatas.	19. Se establecerá esta prohibición en las acciones de educación ambiental.
[redacted] montaña, rapel, alpinismo, a campo traviesa motocross y cuatrimotos). 21. Aperturar carreteras, autopistas, caminos pavimentados, senderos ecuestres y pedestres. 22. Instalar de plantas de transferencia, rellenos sanitarios o sitios de disposición final (residuos peligrosos, de manejo especial o sólidos urbanos). 23. Instalar plantas, estaciones y subestaciones eléctricas. 24. Edificar instalaciones para el almacenamiento, procesamiento y/o distribución de combustibles. 25. Hacer uso de explosivos, globos de cantoya o pirotecnia. 26. Establecer infraestructura para comercio, deportes, telecomunicaciones, transporte, educación y publicidad.	Estas actividades no serán realizadas como parte de las actividades del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3-9 Actividades permitidas en la Subzona de Protección de la ANP

Actividades permitidas
1. Realizar obras de conservación de suelos, restauración de zonas erosionadas.
2. Fomentar la investigación científica y monitoreo ambiental.
3. Manejo forestal sustentable, exclusivamente acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, conservación, restauración y mantener los servicios ambientales de un ecosistema forestal, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables.
4. Aprovechar sustentable de los recursos para autoconsumo.
5. Realizar actividades de restauración de ecosistemas y reintroducción de especies nativas.
6. Aperturar y dar mantenimiento a senderos interpretativos, brechas por debajo de las torres de conducción eléctrica y caminos de saca.
7. Realizar actividades de prevención, control y combate de incendios.
8. Instalar infraestructura de torres de observación para inspección, vigilancia del ANP, así como la prevención, control y combate de incendios.
9. Establecer UMAs con fines de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, recreación, educación ambiental y aprovechamiento extractivo, mediante colecta y captura científica.
10. Instalar señalamientos preventivos, restrictivos e informativos.
11. Obras de captación de agua que no modifiquen el paisaje original, saneamiento de cuerpos de agua y restauración de áreas tributarias de manantiales.
12. Instalar y operar estaciones meteorológicas y de monitoreo.
13. Turismo de bajo impacto ambiental.
14. Actividades de campismo, deportivas, turísticas y recreativas (ciclismo de montaña, rapel, alpinismo, a campo traviesa motocross y cuatrimotos).
15. Realizar visitas guiadas y observación del paisaje.
16. Tránsito de vehículos, salvo para actividades de administración y manejo del área.
17. [redacted]r medio, con fines cien
18. Encender fogatas.
19. Obras e infraestructura para servicios de agua potable, energía eléctrica y drenaje.
20. Instalar y operar plantas de tratamiento de aguas negras, lagunas de oxidación, de control y de regulación.
21. Realizar actividades de educación ambiental y cultura ecológica.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3-10 Actividades No permitidas en la Subzona de Protección de la ANP

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
1. Cambio de uso de suelo.	Los componentes ubicados en esta subzona son tanque regulador, obra de desfogue de la PTAP-R, humedal artificial y una incidencia mínima de la obra de toma de la PP (aunque cabe señalar que esta última incidencia se trata de una estructura existente), estos componentes no implican el cambio de uso de suelo, únicamente se incorporan estructuras para el tratamiento del agua de la Laguna de Zumpango.

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
2. Ganadería, acuacultura y agricultura.	El Proyecto no tiene relación con estas actividades.
3. Manejo de arbolado y establecimiento de áreas verdes, recreativas y deportivas.	Si bien se conformará un humedal artificial, este se acondicionará con plantas nativas cuyo fin es el de coadyuvar con el tratamiento del agua de la Laguna.
4. Exploración, explotación o aprovechamiento de recursos minerales o materiales pétreos.	El Proyecto no tiene relación con estas actividades.
5. Sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles.	
6. Cacería. 7. Extraer subproductos forestales.	
8. Excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno.	8. En esta zona no se hará desmonte, nivelaciones ni cortes del terreno. Las actividades que implica la construcción del tanque regulador y humedal artificial consisten en conformación de bordos, la obra de desfogue implica instalación de tuberías; en tanto que, la obra de toma de la PP con mínima incidencia en esta subzona se trata de una estructura existente que únicamente requerirá rehabilitación.
9. Arrojar, verter, descargar o depositar residuos orgánicos, residuos sólidos o líquidos u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar aire, suelo y agua.	Para evitar que ocurran estas actividades, durante el desarrollo del Proyecto se implementará un Programa de manejo integral de los residuos que se generen en las diferentes obras y actividades del Proyecto.
10. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra natu[redacted] pro protegida o zonas aledañas.	Durante el desarrollo del Proyecto no se llevarán a cabo
11. Introducir ejemplares o poblaciones de especies exóticas a la región.	Durante la implementación del programa de rescate y reubicación de flora, la reposición de ejemplares arbóreos, así como en la conformación del humedal artificial se evitará el manejo de especies exóticas, así mismo se establecerá esta prohibición al personal involucrado en las obras y actividades del Proyecto.
12. Eliminar especies vegetales o faunísticas con productos químicos o tóxicos.	Se establecerán estas prohibiciones al personal involucrado en las obras y actividades del Proyecto, mismas que serán incorporadas a las acciones de educación ambiental.
13. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres.	
14. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres.	
15. Rellenar, interrumpir, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros flujos hidráulicos.	Si bien se construirán los componentes de tanque regulador, obra de desfogue de la PTAP-R y humedal artificial en esta zona, estas no provocarán la interrupción de flujos, desecamiento, relleno o modificación del vaso regulador,

CONSULTA PÚBLICA

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
	únicamente servirán de apoyo para el manejo del agua, su separación y tratamiento; en ningún momento se obstruirá el flujo de entrada a este cuerpo de agua.
16. Apropiarse de fósiles u objetos arqueológicos y/o históricos.	Si bien el Proyecto no incide en áreas de importancia arqueológica, se establecerá esta prohibición en las acciones de educación ambiental.
17. Aperturar carreteras, autopistas, caminos pavimentados, senderos ecuestres y pedestres.	Estas actividades no serán realizadas como parte de las actividades del Proyecto.
18. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo.	Los componentes a construirse en esta subzona tiene por objetivo el tratamiento de las aguas que llegan al vaso regulador, por lo cual se mantendrá el espejo de agua de la Laguna incluso con una mejor calidad, teniendo un impacto positivo en las especies de fauna silvestre que se benefician de este vaso regulador; por lo tanto, no se podrá en riesgo su dinámica natural; es posible que exista perturbación del hábitat durante la fase constructiva, pero será temporal y posteriormente la fauna podrá volver a hacer uso del área.
19. Instalar plantas de transferencia, rellenos sanitarios o y sitios de disposición final (residuos, peligrosos, biológicos y sólidos).	Estas actividades no serán realizadas como parte de las actividades del Proyecto.
20. Edificar instalaciones para el almacenamiento, procesamiento y/o distribución de combustibles.	
21. Hacer uso de explosivos, globos de cantoya o pirotecnia.	
22. Establecer infraestructura para comercio, deportes, teleco [redacted] publici	

Tabla 3-11 Actividades Permitidas en la Subzona de Restauración de la ANP

Actividades permitidas
1. Cambio de uso de suelo.
2. Obras de conservación de suelos, restauración de zonas erosionadas.
3. Investigación científica y monitoreo ambiental.
4. Manejo forestal sustentable, exclusivamente acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, la conservación, la restauración y los servicios ambientales de un ecosistema forestal.
5. Realizar acciones de restauración de ecosistemas y reintroducción de especies nativas.
6. Realizar actividades de prevención, control y combate de incendios
7. Aprovechamiento sustentable de recursos forestales, salvo para las actividades productivas de bajo impacto ambiental.
8. Realizar actividades de saneamiento de cuerpos o escurrimientos de agua.

CONSULTA PÚBLICA

Actividades permitidas
9. Infraestructura de torres de observación para inspección, vigilancia del ANP, así como la prevención, control y combate de incendios.
10. Establecer UMAs con fines de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, recreación, educación ambiental y aprovechamiento extractivo, mediante colecta y captura científica.
11. Instalar señalamientos preventivos, restrictivos e informativos.
12. Instalar y operar estaciones meteorológicas y de monitoreo.
13. Realizar obras de captación de agua que no modifiquen el paisaje original, saneamiento de cuerpos de agua y restauración de áreas tributarias de manantiales.
14. Mejoramiento del hábitat para la vida silvestre.
15. Forestación y reforestación con especies nativas.
16. Obras e infraestructura para servicios de agua potable, energía eléctrica y drenaje.
17. Tránsito de vehículos.
18. Establecer y operar plantas de tratamiento de aguas negras, lagunas de oxidación, de control y de regulación.
19. Realizar filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos.
20. Visitas guiadas y observación del paisaje.
21. Mantenimiento de infraestructura existente siempre y cuando no se modifiquen sus dimensiones o características actuales.
22. Educación ambiental y cultura ecológica.

Tabla 3-12 Actividades No Permitidas en la Subzona de Restauración de la ANP

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
1. [redacted]	n con estas actividades.
2. Manejo de arbolado y establecimiento de áreas verdes, recreativas y deportivas.	No es alcance del Proyecto el establecimiento de áreas verdes de este tipo. El manejo que se haga de vegetación tendrá constituyen medidas de mitigación y compensación por los impactos del Proyecto.
3. Aprovechamiento de materiales pétreos.	El Proyecto no tiene relación con esta actividad dentro de esta subzona, si bien se hará adquisición de material como insumo, a apertura de bancos no es alcance del Proyecto.
4. Sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles.	El Proyecto no tiene relación con estas actividades.
5. Cacería.	
6. Extraer subproductos forestales.	
7. Excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno.	En esta subzona se hará el retiro de vegetación de pastizal inducido, principalmente de zonas impactadas por la urbanización y la agricultura, dado que se trata de vegetación ubicada a orillas de

CONSULTA PÚBLICA

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
	caminos, sin embargo, también es importante señalar que, esta subzona tiene como actividades permitidas el cambio de uso de suelo (1), así como obras e infraestructura para servicios de agua potable, energía eléctrica y drenaje, cuyo objetivo es el de la mayor parte de los componentes ubicados en esta subzona (línea de conducción norte sur, planta potabilizadora y su obra de toma); por lo tanto, se establecen las medidas de mitigación y compensación adecuadas, consistentes principalmente en el rescate y reubicación de flora, Programa de Rescate y Reubicación de Flora y reposición de ejemplares arbóreos. Por otro lado, es importante señalar que, la ubicación de los componentes del Proyecto se seleccionó en sitios con la menor afectación posible a la vegetación y a los asentamientos humanos.
8. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar.	Para evitar que ocurran estas actividades, durante el desarrollo del Proyecto se implementará un Programa de manejo integral de los residuos que se generen en las diferentes obras y actividades del Proyecto.
9. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza, que generen la suspensión de sedimentos o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas dentro del área protegida o zonas aledañas.	Durante el desarrollo del Proyecto no se llevarán a cabo actividades de dragado.
10. Apropiarse de fósiles u objetos arqueológicos y/o históricos.	Si bien el Proyecto no incide en áreas de importancia arqueológica, se establecerá esta prohibición en las [redacted] al.
11. Introducir ejemplares o poblaciones de especies exóticas a la región.	Durante la implementación del programa de rescate y reubicación de flora, y reposición de ejemplares arbóreos, se evitará el manejo de especies exóticas, así mismo se establecerá esta prohibición al personal involucrado en las obras y actividades del Proyecto en todas sus etapas.
12. Eliminar especies vegetales o faunísticas con productos químicos o tóxicos.	Se establecerá esta prohibición al personal involucrado en las obras y actividades del Proyecto, mismas que serán incorporadas a las acciones de educación ambiental.
13. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres.	
14. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres.	
15. Rellenar, interrumpir, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros flujos hidráulicos.	En esta subzona no se desplantarán obras sobre cauces o cuerpos de agua.

CONSULTA PÚBLICA

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
16. Aperturar y dar mantenimiento de senderos interpretativos, brechas por debajo de las torres de conducción eléctrica y caminos de saca.	Estas actividades no serán realizadas como parte de las actividades del Proyecto.
17. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo.	Se contempla que la ejecución del Proyecto no ponga en riesgo la estructura y dinámica de las poblaciones, dado que en esta subzona se ubica en áreas con alto grado de impacto sobre la biodiversidad, principalmente por la presencia de asentamientos humanos y áreas agrícolas, no obstante, se implementarán las medidas de rescate y reubicación de flora y fauna, así como medidas de compensación en beneficio de su hábitat.
18. Actividades de campismo, deportivas (ciclismo de montaña, rapel, alpinismo, pesca deportiva), a campo traviesa motocross y cuatrimotos).	Estas actividades no serán realizadas como parte de las actividades del Proyecto.
19. Edificar infraestructura para ecoturismo, instalaciones deportivas, industria, investigación, hospedaje, comercio, servicios, educación y salud.	
20. Instalar plantas de transferencia, rellenos sanitarios o y sitios de disposición final (residuos, peligrosos, biológicos y sólidos).	
21. Aperturar carreteras, autopistas, caminos pavimentados, senderos ecuestres y pedestres.	
22. Ampliar las áreas habitadas o urbanizadas que, partiendo de un núcleo central, presenten continuidad física en cualquier dirección, en las cuales se presenten asentamientos humanos concentrados, que incl [redacted] ind urbanos tales como energía eléctrica, drenaje y red de agua potable.	
23. Hacer uso de explosivos, globos de cantoya o pirotecnia.	

Tabla 3-13 Actividades Permitidas en la Subzona de Aprovechamiento de los Recursos Naturales de la ANP

Actividades permitidas
1. Cambio de uso de suelo con previa autorización.
2. Ganadería, acuacultura y agricultura.
3. Manejo de arbolado y establecimiento de áreas verdes, recreativas y deportivas.
4. Aprovechamiento de materiales pétreos.
5. Excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno.
6. Obras de conservación de suelos, restauración de zonas erosionadas.
7. Investigación científica y monitoreo ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Actividades permitidas
8. Aprovechamiento sustentable de recursos forestales, salvo para las actividades productivas de bajo impacto ambiental. 9. Sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles. 10. Manejo forestal sustentable, exclusivamente acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, la conservación, la restauración y los servicios ambientales de un ecosistema forestal. 11. Aprovechamiento sustentable de los recursos para autoconsumo. 12. Restauración de ecosistemas y reintroducción de especies nativas. 13. Apertura y mantenimiento de senderos interpretativos, brechas por debajo de las torres de conducción eléctrica y caminos de saca. 14. Realizar actividades de prevención, control y combate de incendios 15. Infraestructura de torres de observación para inspección, vigilancia del ANP, así como la prevención, control y combate de incendios. 16. Establecimiento de UMA con fines de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, recreación, educación ambiental y aprovechamiento extractivo, mediante colecta y captura científica. 17. Instalar señalamientos preventivos, restrictivos e informativos. 18. Edificación de infraestructura para ecoturismo, instalaciones deportivas, investigación, hospedaje, comercio, servicios, educación y salud. 19. Obras de captación de agua que no modifiquen el paisaje original, saneamiento de cuerpos de agua y restauración de áreas tributarias de manantiales. 20. Instalar y operar estaciones meteorológicas y de monitoreo. 21. Realizar turismo de bajo impacto ambiental. 22. Actividades de campismo, deportivas, turísticas y recreativas. 23. Realizar filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos por cualquier medio. 24. Encender fogatas. 25. [redacted] 26. [redacted]igrosos, biológicos y sólidos). 27. Plantas de tratamiento de aguas negras, lagunas de oxidación, de control y de regulación.

Tabla 3-14 Actividades No Permitidas en la Subzona de Aprovechamiento de los Recursos Naturales de la ANP

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
1. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar.	Para evitar que ocurran estas actividades, durante el desarrollo del Proyecto se implementará un Programa de manejo integral de los residuos que se generen en las diferentes obras y actividades del Proyecto.
2. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza, que generen la suspensión de sedimentos o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas dentro del área protegida o zonas aledañas.	Durante el desarrollo del Proyecto no se llevarán a cabo actividades de dragado.

CONSULTA PÚBLICA

Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
3. Introducir ejemplares o poblaciones de especies exóticas a la región.	Durante la implementación del programa de, rescate y reubicación de flora, y reposición de ejemplares arbóreos, se evitará el manejo de especies exóticas, así mismo se establecerá esta prohibición al personal involucrado en las obras y actividades del Proyecto en todas sus etapas.
4. Eliminar especies vegetales o faunísticas con productos químicos o tóxicos.	Se establecerá esta prohibición al personal involucrado en las obras y actividades del Proyecto, mismas que serán incorporadas a las acciones de educación ambiental.
5. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres.	
6. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres.	La flora y fauna silvestre presente en el entorno altamente degradado en el cual se ubica el Proyecto se asocia principalmente al cuerpo de agua Laguna de Zumpango, así como a la vegetación presente en sus alrededores, en este sentido, si bien en esta subzonificación se llevará a cabo el retiro de vegetación de pastizal inducido y pastizal halófilo que fungen como hábitats de especies silvestres, se contemplan las medidas de mitigación y compensación adecuadas para minimizar los impactos, entre las principales destacan el rescate y reubicación de flora y fauna, la reposición de ejemplares arbóreos, acciones de educación ambiental y el Programa de manejo integral de residuos.
7. Rellenar, interrumpir, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros flujos hidráulicos.	En esta subzona no se desplantarán obras sobre cauces o cuerpos de agua.
8. Apropiarse de fósiles u objetos arqueológicos y/o hist[redacted]rohibición en las acciones	Si bien el Proyecto no incide en áreas de importancia
9. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo.	Se contempla que la ejecución del Proyecto no ponga en riesgo la estructura y dinámica de las poblaciones, dado que en esta subzona se ubica en áreas con alto grado de impacto sobre la biodiversidad, principalmente por la presencia de asentamientos humanos y áreas agrícolas, no obstante, se implementarán el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, así como la reposición de ejemplares arbóreos removidos en áreas no forestales.

CONSULTA PÚBLICA

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con las reglas administrativas a las que se sujetarán las actividades en se desarrolla en el ANP, aplicables a la naturaleza de este:

Tabla 3-15. Vinculación del Proyecto con las Reglas Administrativas aplicables del ANP Estatal.

Reglas del Programa de Manejo del ANP aplicables al Proyecto	Vinculación
Capítulo I: Disposiciones generales	
Regla 1. Las presentes reglas administrativas son de observancia general para todas aquellas personas físicas y jurídicas colectivas que realicen obras o actividades en el "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango".	Las presentes reglas son aplicables a las personas involucradas en el Proyecto, contratistas y promovente.
Regla 4. Toda persona que requiera de autorización, permiso, licencia o concesión para el desarrollo de sus actividades dentro del ANP, deberá portar dicho documento en todo momento y está obligada a presentarla cuantas veces le sea requerida, ante las autoridades encargadas de la administración y vigilancia.	Se conservarán las autorizaciones obtenidas en sitio para ser mostradas a la autoridad en caso de requerirse.
Capítulo II: De los permisos, autorizaciones, concesiones y avisos	
Regla 7. Se requerirá de autorización por parte de la SEMARNAT, a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de las siguientes actividades: […] VIII. Obras y actividades que requieran el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, en todas sus modalidades; y […]	En cumplimiento el Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA, se expone la presente Manifestación de Impacto Ambiental Regional (MIA-R), para su correspondiente evaluación. El documento fue elaborado con base en la regulación y guías aplicables.
Regla 8. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la CONAGUA el aprovechamiento de aguas sup[redacted]les o subterráneas	La regla no es vinculante con el proyecto, ya que no se desarrollarán actividades relacionadas con el
Regla 9. Para el desarrollo de actividades a que se refiere en presente Capítulo, independientemente de la autorización, permiso o concesión, el promovente deberá contar con el consentimiento previo del propietario o poseedor del predio, además de la opinión técnica previa de la CEPANAF, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables.	En cumplimiento con esta regla, el Promovente contará con las autorizaciones y consentimientos correspondientes previo a la ejecución de las actividades previstas.
Capítulo IV De los usuarios y visitantes	
Regla 14. Durante la realización de cualquier actividad dentro del ANP y sujetándose a la zonificación, se deberá acatar en todo momento lo siguiente: I. Atender desde el inicio y hasta el final de su permanencia en el ANP las indicaciones del personal del parque, para protección de los ecosistemas y su propia seguridad; II. Proporcionar los datos que les sean solicitados por el personal del área para efectos informativos y estadísticos; III. Otorgar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CEPANAF realice labores de vigilancia y	En cumplimiento con la regla mencionada, el Promovente acatará todas las indicaciones citadas, las cuales serán transmitidas hacia los trabajadores por medio de las acciones de educación ambiental a los trabajadores. Las pláticas incluidas en las acciones de capacitación ambiental serán proporcionadas por personal, en donde se incluirán las recomendaciones indicadas, haciendo hincapié en las acciones que no se deben realizarse, en congruencia con las indicaciones y prohibiciones establecidas en esta Regla.

CONSULTA PÚBLICA

Reglas del Programa de Manejo del ANP aplicables al Proyecto	Vinculación
administración, así como en situaciones de emergencia o contingencia; IV. Hacer del conocimiento del personal del ANP las irregularidades que hubieren observado, así como aquellas acciones que pudieran constituir infracciones o delitos; V. Respetar la señalética en puntos geográficos o zonas de riesgo; VI. Depositar los residuos sólidos en los recipientes y sitios exclusivos para ese fin; VII. No alterar el orden, provocar molestias a los demás visitantes o poner en riesgo la seguridad de los demás; VIII. No alimentar, acosar o perturbar a los animales silvestres; IX. No marcar ni plasmar grafitis en árboles, rocas e instalaciones del ANP; X. Evitar alterar el orden, provocar molestias a los demás visitantes o poner en riesgo la seguridad de los demás; XI. No ingresar en estado de ebriedad; XII. Evitar escuchar música a alto volumen. XIII. No provocar ningún tipo de alteración a los ecosistemas e infraestructura del ANP; XIV. No introducir bebidas alcohólicas ni drogas; XV. No remover o extraer animales y plantas silvestres, rocas, arenas, suelo, si no son para fines de investigación; XVI. No alimentar, acosar o perturbar a los animales silvestres; [redacted] XVIII. Caminar exclusivamente por los senderos permitidos; y XIX. No introducir armas de fuego, punzocortantes o sustancias que provoquen riesgos y peligros.	
Capítulo VII De los usos y aprovechamientos	
Regla 33. Durante la realización de actividades dentro del Parque ANP, se preservarán las franjas de vegetación existentes en la Ribera. Las franjas protectoras de vegetación ribereña deberán tener como mínimo 20 metros contados a partir de las orillas de los cauces. Para los cauces temporales será mínimo de 10 metros.	El Proyecto no afectará vegetación ribereña.
Regla 34. Para la realización de las actividades de restauración deberán utilizarse para su rehabilitación, especies nativas de la región o en su caso especies compatibles con el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas originales cuando científicamente se compruebe que no se afecta la evolución y continuidad de los procesos naturales. Asimismo, se deberán respetar las	Las actividades de rescate de flora, la compensación de ejemplares arbóreos y el acondicionamiento del humedal artificial, se llevarán a cabo con enfoque en especies endémicas y nativas.

CONSULTA PÚBLICA

Reglas del Programa de Manejo del ANP aplicables al Proyecto	Vinculación
condiciones originales de composición de las especies dentro del ecosistema original.	Se prohibirá expresamente el uso de especies exóticas, lo cual se establecerá en las medidas y en las acciones de educación ambiental.
Capítulo VIII Del mantenimiento, desarrollo y construcción de infraestructura	
Regla 35. El mantenimiento, construcción, operación y funcionamiento de las obras de infraestructura que expresamente se permitan de conformidad con la matriz de actividades, en las subzonas delimitadas en el presente Programa de Manejo, deberán limitarse permanentemente a los fines, usos y destinos para los cuales fueron desarrollados, debiendo cumplir con las presentes reglas administrativas y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El desarrollo del Proyecto se ejecutará en cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, así como en observancia de las disposiciones de ordenamientos ecológicos y el Plan de Manejo de la ANP en la cual tiene incidencia; así mismo su naturaleza permanecerá como la de dar tratamiento a las aguas que entran a la Laguna y realizar la potabilización de un volumen de esta.
Regla 36. Los trabajos de mantenimiento de caminos deberán respetar el paisaje y entorno natural, evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas y la interrupción de los corredores biológicos, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies nativas. Así mismo, durante la realización de estos trabajos, se deberá evitar la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales y permanentes, la obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes.	Como se expuso anteriormente, durante la ejecución del proyecto no se construirán nuevos caminos o accesos, se utilizarán los ya existentes en el área del Proyecto.
Regla 37. En la realización de los trabajos de mantenimiento de infraestructura deberán observarse las siguientes disposiciones: I. Tratándose de los caminos: (… [redacted] II. investigación científica, el monitoreo ambiental, la operación del Parque Estatal, el turismo de bajo impacto ambiental, el apoyo de las actividades productivas y cualquier otra actividad permitida en las subzonas correspondientes, deberán observarse las siguientes disposiciones: a. Respetar el paisaje y entorno natural, evitando la fragmentación de los ecosistemas y la interrupción de los corredores biológicos, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies nativas; b. Utilizar exclusivamente los caminos existentes, sin abrir nuevas brechas o rutas para el transporte de materiales o el tránsito de personas o vehículos; c. Evitar la desecación, el dragado, alterar o rellenar los cuerpos de agua temporales y permanentes, así como obstaculizar, desviar, e interrumpir los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes; d. Someter a un tratamiento adecuado las aguas residuales generadas durante la construcción, operación y la	Para dar cumplimiento con las especificaciones de la citada regla, es importante mencionar que durante la ejecución del Proyecto se evitará impactar negativamente el medio circundante mediante la implementación de las medidas de prevención, [redacted]a. Entre las medidas a implementar y que tienen relación con esta regla se encuentran las siguientes: a. No se provocará fragmentación de ecosistemas dado que los componentes se ubicarán en un entorno fragmentado por áreas agrícolas, pastizales cultivados, caminos, asentamientos humanos, mientras que los componentes ubicados al interior de la Laguna de Zumpango coadyuvarán al tratamiento y mejoramiento de su calidad, lo cual resultará benéfico para los organismos nativos que se benefician de este cuerpo de agua. b. No se construirán caminos, se utilizarán los ya existentes. c. No se generará desecación del cuerpo de agua, dado que se considerará mantener el caudal ecológico, como se explica en el Estudio hidrológico incluido como anexo 3. d. Uno de los objetivos del Proyecto es el tratamiento de las aguas que ingresan a la Laguna de Zumpango, por lo cual resulta benéfico para este cuerpo de agua.

CONSULTA PÚBLICA

Reglas del Programa de Manejo del ANP aplicables al Proyecto	Vinculación
utilización de la infraestructura, en términos de la normatividad aplicable; e. Utilizar materiales de recubrimiento para las obras de mantenimiento de los caminos que preserven o restablezcan la permeabilidad del suelo y eviten la erosión; y f. Promover el uso de tecnologías para la autosuficiencia y eficiencia energética, como la captación de agua de lluvia y fuentes alternativas de energía (solar, eólica, entre otras).	e. No se llevará a cabo apertura ni acondicionamiento de caminos. f. El Proyecto se alimentará de aguas pluviales y residuales que ingresan a la Laguna de Zumpango.
Capítulo IX De las prohibiciones	
Regla 38. En el ANP quedan expresamente prohibidas las siguientes actividades: I. Cualquier obra o actividad que contravenga el destino o conservación de los elementos naturales dentro del Parque Estatal; II. Aprovechamiento de fauna y flora silvestre, excepto para uso científico autorizado o para el desarrollo de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA's); III. Extracción de vegetación arbustiva, rocas, arena, suelo en la zona de protección y conservación, excepto cuando se trate de control fitosanitario, o cuando se cuente con la autorización correspondiente; IV. Captura y caza de animales silvestres si no se cuenta con la autorización correspondiente; V. Mover especímenes de poblaciones nativas de un área a otra o introducir animales provenientes de otra región; [redacted] especies silvestres; y VII. La introducción de especies animales y vegetales exóticas o no compatibles con las condiciones ecológicas del área natural protegida.	Si bien, como se revisó anteriormente, las actividades a desarrollar por el Proyecto forman parte de una estrategia global, que realizará acciones de conservación y compensación ambiental del Proyecto, que incluyen la instalación de sistemas de humedales, en los cuales se plantarán 1,000 individuos de Ahuejotes (*Salix bonplandiana*) y 350 ejemplares de Ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*), lo cual compensará el impacto causado hacia el componente vegetación por la remoción de XX ejemplares arbóreos que se ubican en el AP, incluyendo las especies identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Capítulo X De la inspección y vigilancia	
Regla 40. Toda persona que conozca de alguna infracción o violación de estas Reglas Administrativas o de algún ilícito, que pudieran ocasionar daños al ANP y a sus componentes, deberá notificarlo a las autoridades federales, estatales y municipales, así mismo al personal de la administración y vigilancia del ANP.	Se establecerá esta regla como parte de las acciones de educación ambiental, por lo cual será importante la colocación de letreros al menos en los predios en donde se construirán la PTAP-R y PP, en donde se pongan a disposición los números telefónicos pertinentes para llevar a cabo denuncias en caso de observar incumplimiento a las medidas ambientales establecidas en la MIA así como en la legislación y ordenamientos.
Capítulo XI De las sanciones	
Regla 42. Las violaciones a las presentes reglas, serán sancionadas de conformidad con lo dispuesto en el Código y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Se establecerá esta regla como parte de las acciones de educación ambiental, por lo cual será importante la colocación de letreros al menos en los predios en donde se construirán la PTAP-R y PP, en donde se pongan a

CONSULTA PÚBLICA

Reglas del Programa de Manejo del ANP aplicables al Proyecto	Vinculación
Regla 43. Toda persona que tenga conocimiento de cualquier hecho u omisión que pudieran constituir dentro del ANP deberá notificar a las autoridades competentes, así como a la Administración, para que se realicen las acciones jurídicas correspondientes. Regla 44. Los usuarios que violen las disposiciones contenidas en estas Reglas Administrativas, salvo en situaciones de emergencia, no podrán permanecer en el ANP y serán remitidos ante las autoridades competentes, sin perjuicio de las sanciones a que en su caso se hagan acreedores.	disposición los números telefónicos pertinentes para llevar a cabo denuncias en caso de observar incumplimiento a las medidas ambientales establecidas en la MIA así como en la legislación y ordenamientos. Así mismo, se hará del conocimiento de contratistas y personal las sanciones en caso de incumplimiento.

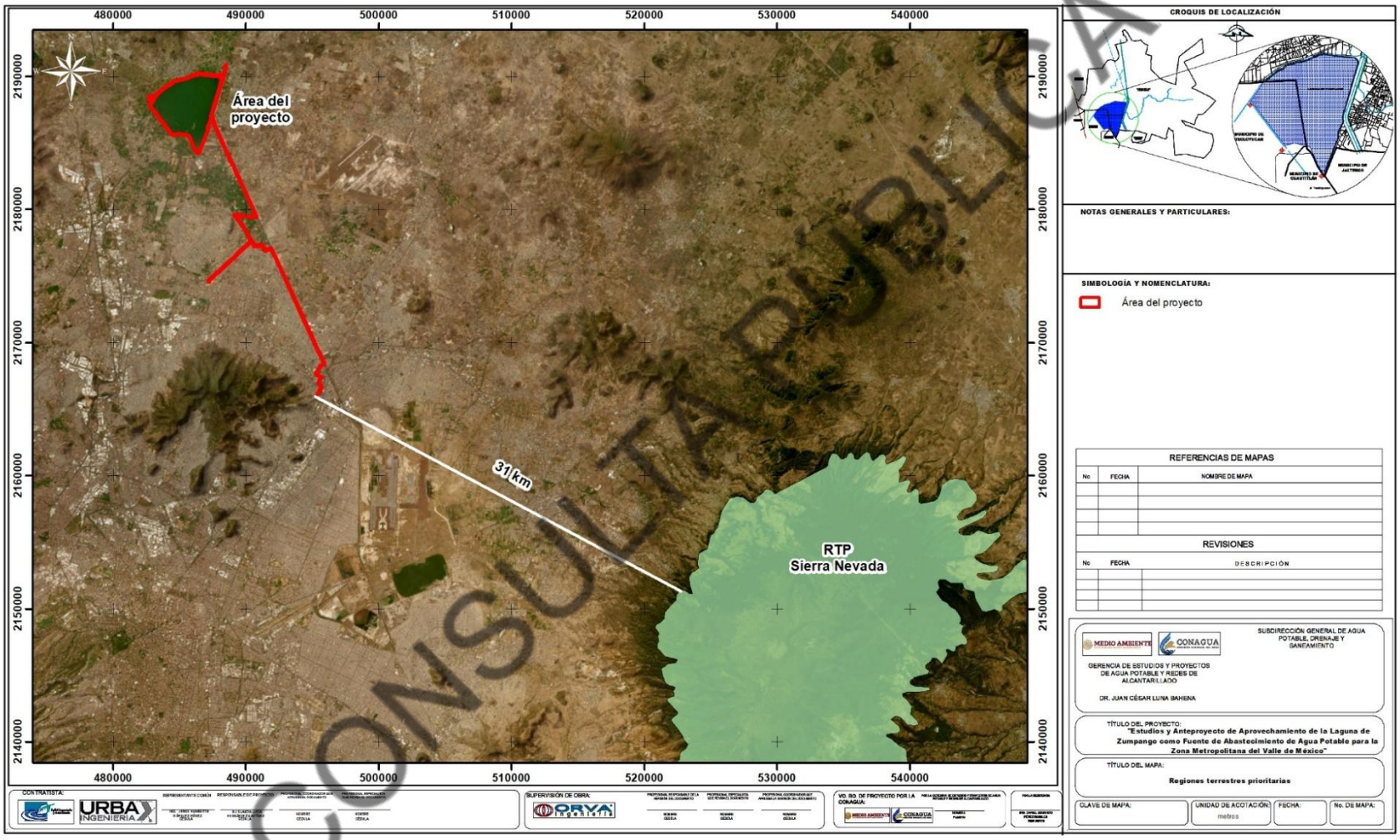
3.2.2 Región Terrestre Prioritaria (RTP)

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y especifica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

De [redacted] ás cercana es la deno[redacted]ste del Proyecto, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-10 Ubicación del Proyecto Respecto a la RTP -Sierra Nevada



CONSULTA PÚBLICA

3.2.3 Región Hidrológica Prioritaria (RHP)

El área de proyecto incide en la RHP- 68-Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México (ver figura más a delante), la cual tiene una extensión de 2 019.92 km^2, sus características principales se describen a continuación.

Recursos hídricos principales:

- Lénticos: canales y lagos relictos de Xochimilco y Chalco, lagos de Texcoco y Zumpango, Ciénega de Tláhuac, vasos reguladores y de recreación.
- Lóticos: ríos Magdalena, San Buenaventura, San Gregorio, Santiago, Texcoco y Ameca, arroyo San Borja. Aguas subterráneas del sistema acuífero del Valle de México.

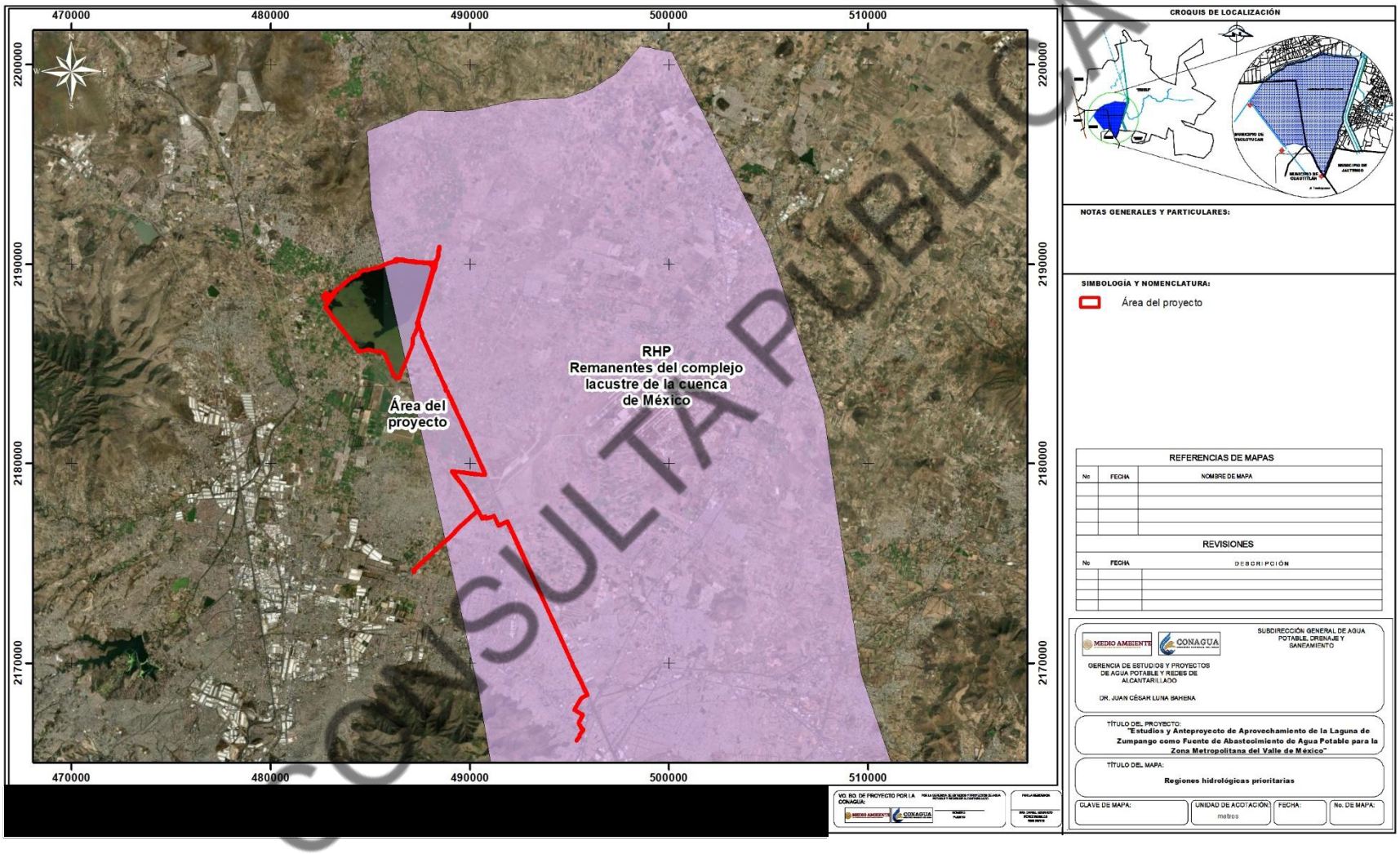
Biodiversidad: hay lagos, presas, ríos y arroyos (muy alterados, en proceso de desaparición o remanentes). Vegetación acuática y particularmente en el lago de Texcoco la diversidad de aves registradas es de 134, de las cuales 74 son de ambientes acuáticos. Sin embargo, en la actualidad el endemismo de especies es bajo debido a la fuerte alteración de los ecosistemas. La mayoría de estas especies se encuentran amenazadas por pérdida de hábitat, introducción de especies exóticas, sobreexplotación de los recursos hídricos y contaminación por materia orgánica e industrial.

Aspectos económicos: pesquería del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, charales, acociles y carpas; agricultura intensiva e industria. Abasto de agua a la Cd. de México.

[redacted]

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-11 Ubicación del Proyecto Respecto a la RHP- 68. Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México.



CONSULTA PÚBLICA

Conservación: gran parte de los endemismos han desaparecido, así que se recomienda censar y conservar a los que aún existen. Hay conocimiento de los cuerpos de agua superficiales; el aspecto de aguas subterráneas requiere de mayores estudios en cuanto a su funcionamiento y en cuanto a las extracciones de acuíferos se hacen a pesar de las consecuencias. Los sistemas naturales están desarticulados, aunque quedan microambientes relictos y en algunos vasos reguladores se conservan especies de aves migratorias.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, denudación y erosión de suelos, desecación de lagos, pérdida de hábitats terrestres y acuáticos, sobreexplotación y agotamiento de acuíferos y cambios en el patrón hidrológico. Crecimiento urbano sin planificación.

- Contaminación: por influencia de la zona urbana-industrial: metales pesados, nitratos y materia orgánica. Los ríos Tula, Moctezuma y Pánuco reciben aguas residuales y urbanas altamente contaminadas. También existe contaminación por fertilizantes, biocidas, bacterias coliformes totales y coliformes fecales.

- Uso de recursos: especies terrestres y acuáticas amenazadas. Se extraen aproximadamente 45 m^3/s del sistema acuífero del Valle de México causando hundimientos del terreno. Para complementar el abasto se extrae y bombea agua de los ríos Lerma y Cutzamala, afectando cuencas externas.

Vinculación con el Proyecto:

Esta RHP está ubicada en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), el sistema hídrico que la compone está integrado por cuerpos de agua que funcionan como vasos reguladores para mitigar inundaciones. La laguna de Zumpango, objeto del presente estudio es el vaso regulador más grande del sistema, al cual se realizarán ciertas intervenciones para la atención de dos de las problemáticas hídricas que enfrenta esta RHP, que son el uso de recursos por la escasez de agua potable y la contaminación por la falta de tratamiento de aguas pluviales y residuales.

Por lo que el Proyecto se encuentra alineado con los preceptos de esta RHP, ya que, mediante la ejecución del Proyecto, se busca atender la crisis creciente de escasez de agua potable en la ZMVM, caracterizada por la falta de confiabilidad del sistema, la insuficiencia de suministro para algunas zonas, lo cual amortiguara la sobreexplotación de las fuentes de suministro, que es una de las problemáticas importantes en esta RHP. Así mismo, la ejecución del Proyecto permitirá mejorar la calidad del agua que no sea potabilizada y que permanezca en la Laguna de Zumpango, lo cual resultará en un impacto positivo para la vida silvestre que se beneficia de esta.

Finalmente, se señala que durante el desarrollo del Proyecto se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación que permitan amortiguar los impactos que este podría generar, principalmente, rescate y reubicación de flora y fauna, la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, la reposición de ejemplares arbóreos, Programa de manejo integral de residuos y acciones de educación ambiental.

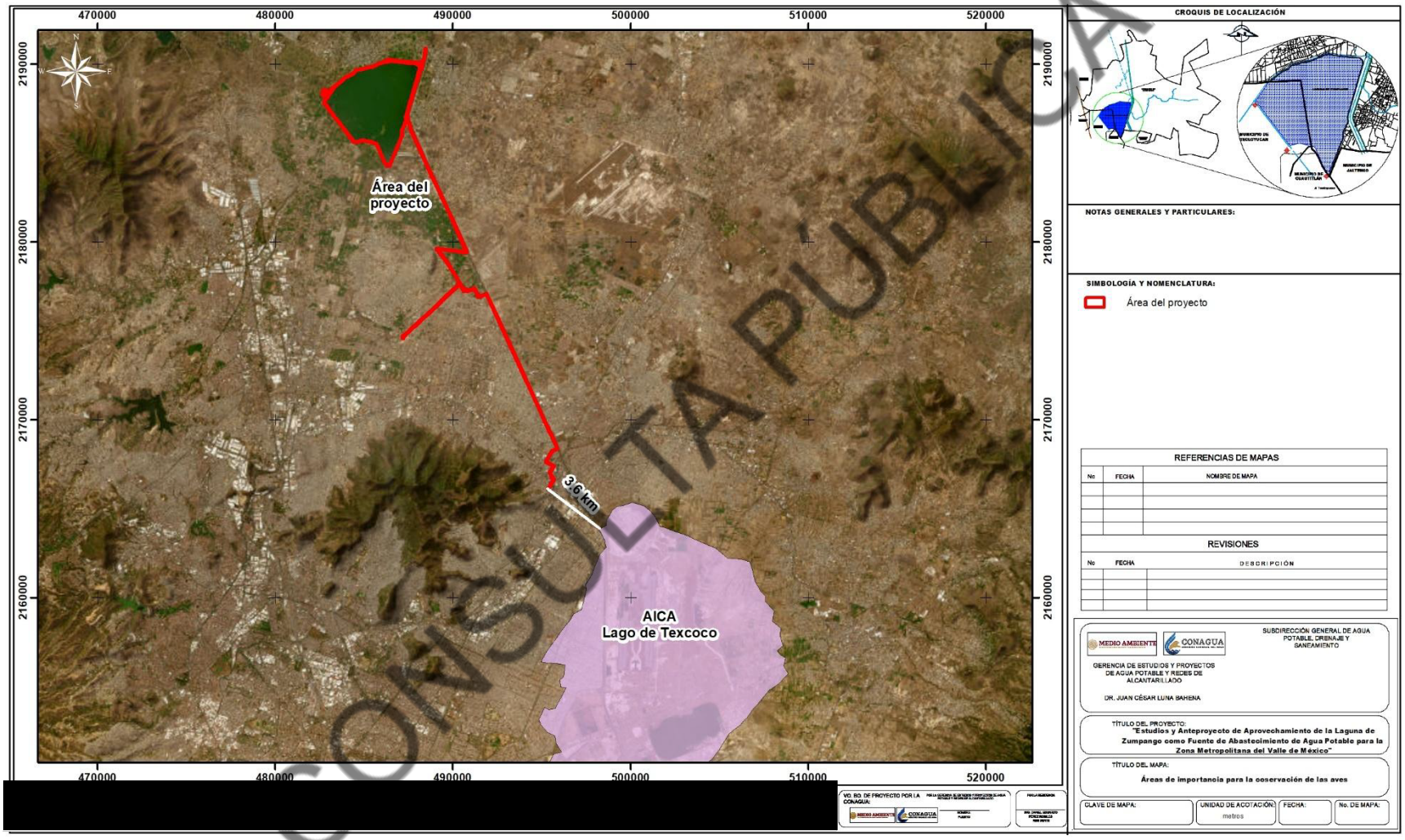
CONSULTA PÚBLICA

3.2.4 Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) el área de proyecto no incide en alguna AICA, siendo la más cercana al área de proyecto es la AICA-01 Lago de Texcoco, la cual se encuentra a aproximadamente 3.6 kilómetros hacia el sur del Proyecto, como ser observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-12 Ubicación del Proyecto Respecto a la AICA-01 Lago de Texcoco



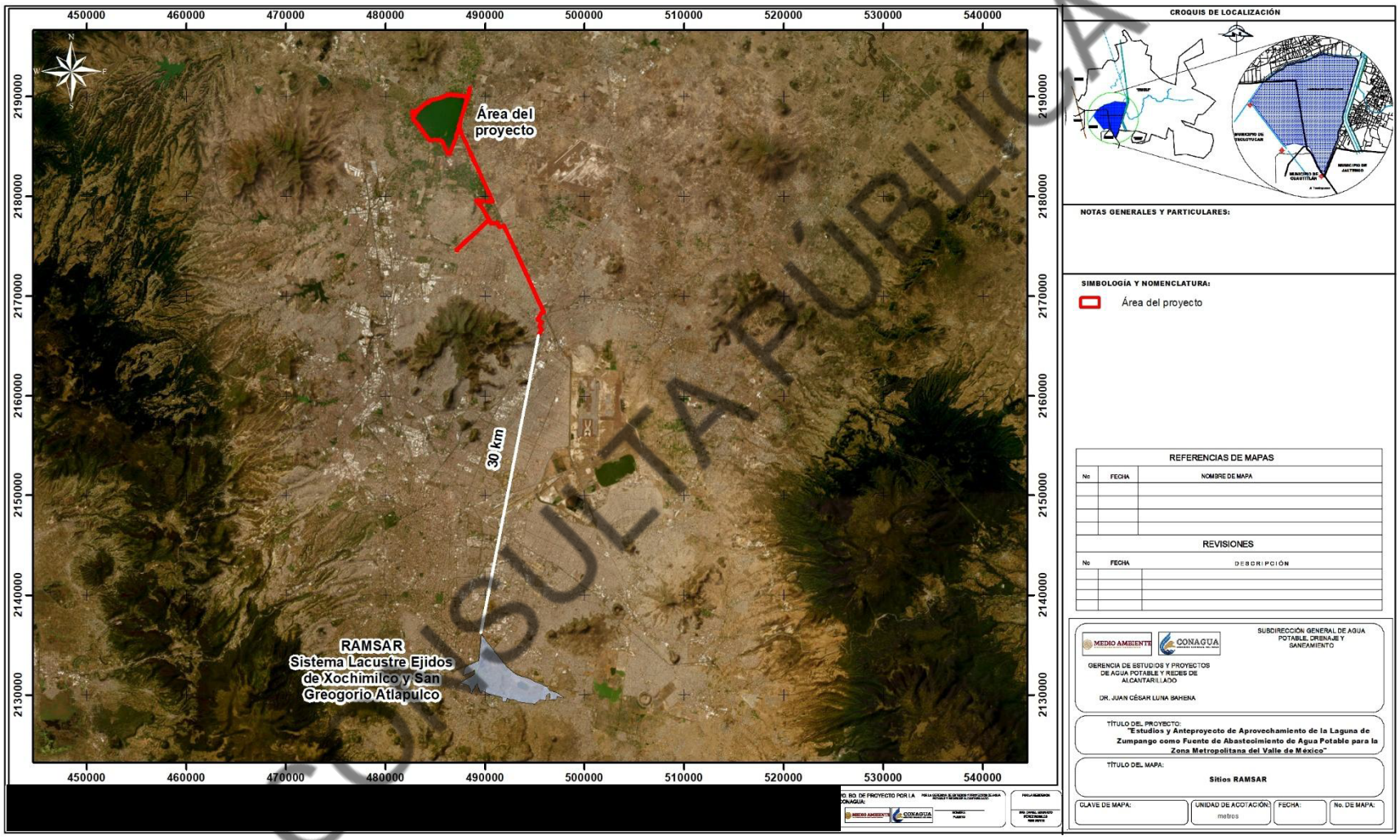
CONSULTA PÚBLICA

3.2.5 Sitios RAMSAR

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) el área de proyecto no incide en algún sitio catalogado como RAMSAR, siendo el más cercano al área de proyecto el que lleva por nombre: “Sistema Lacustre, Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”, el cual se encuentra a aproximadamente 30 kilómetros hacia el sur del Proyecto, como ser observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-13 Ubicación del Proyecto Respecto a Sitios RAMSAR



CONSULTA PÚBLICA

3.2.6 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales (SPAE)

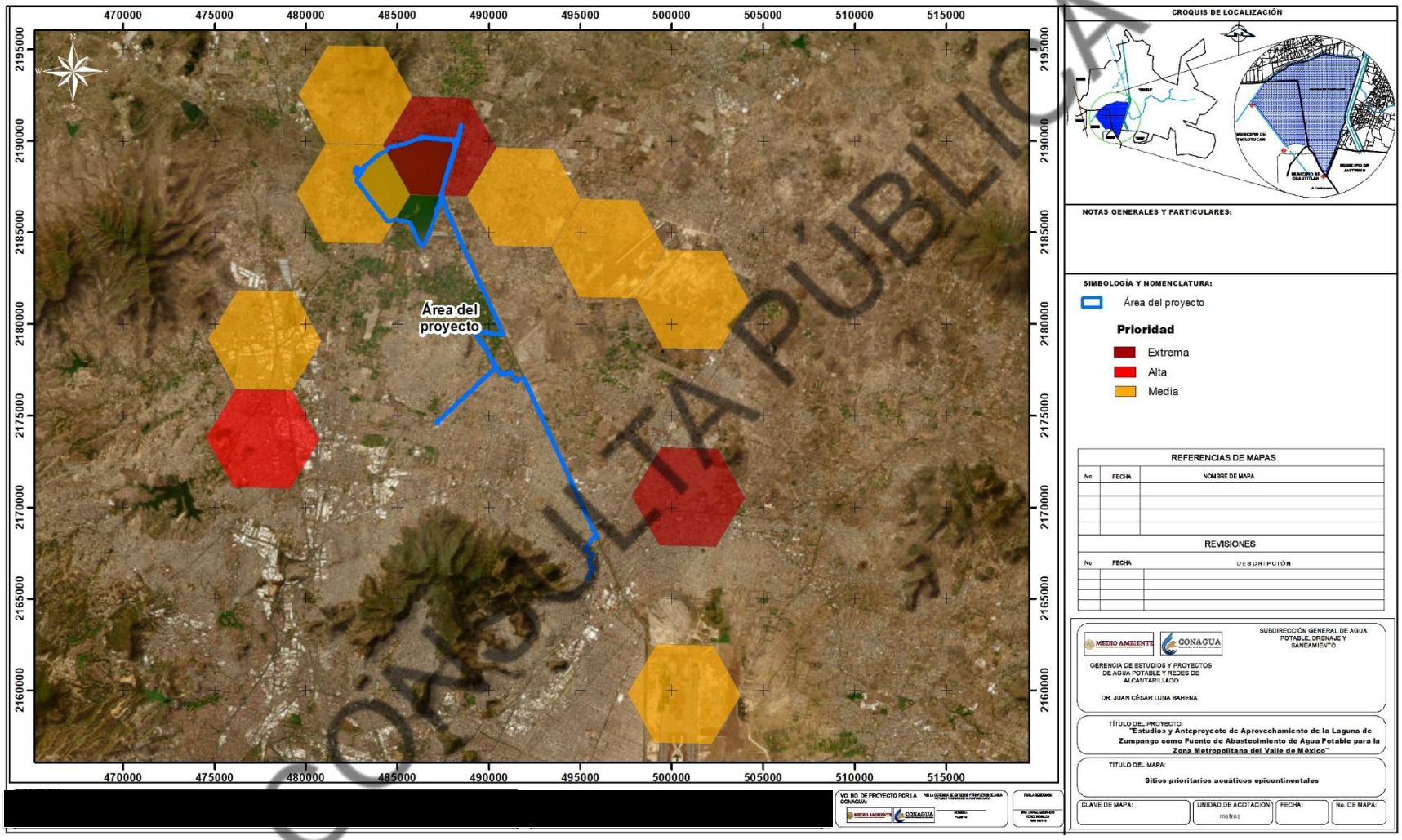
Los sitios prioritarios acuáticos y epicontinentales son áreas clave para la conservación de la biodiversidad, identificadas por su importancia ecológica y la necesidad de protección frente a amenazas humanas, son áreas de agua dulce (ríos, lagunas, humedales continentales) identificadas por su biodiversidad, sus especies endémicas, su estado de conservación, y las amenazas que enfrentan. Se dividieron en regiones hidrográficas para reconocer diferencias ecológicas y de amenazas humanas (semiáridas vs húmedas)

La conservación de los sitios prioritarios acuáticos y epicontinentales es crucial para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que estos ambientes proporcionan. La identificación y protección de estas áreas no solo ayuda a preservar especies en peligro, sino que también contribuye a la sostenibilidad de los recursos hídricos y la salud ambiental en general.

En el caso del Proyecto, este tiene incidencia en dos sitios, los cuales tiene un grado de prioridad extremo y media, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-14 Ubicación del Proyecto Respecto a los SPAE



CONSULTA PÚBLICA

Las variables consideradas por la CONABIO para la delimitación de los sitios prioritarios considera las amenazas humanas principales, como cambio de uso del suelo, contaminación, alteración de flujos de agua (presas, bordos, canales), explotación del recurso hídrico, especies invasoras, entre otras, por lo que los sitios ubicados en el umbral de prioridad extrema (rojo) son áreas que combinan altos valores ecológicos (alta diversidad / endemismo), con fuertes amenazas humanas, poca protección legal existente, y que son irremplazables (es decir, no fácilmente substituibles por otras áreas), por otra parte los sitios con Prioridad Media (amarillos), son áreas que son importantes, pero con menores valores de diversidad/endemicidad, menos amenazas urgentes, o que no están tan fragmentadas.

Vinculación con el Proyecto:

Si bien, las zonas delimitadas por los polígonos SPAE son de vital importancia para el ecosistema por sus valores ecológicos, es importante mencionar que tanto el cuerpo de agua como sus alrededores han sido sometidos históricamente a presiones antropogénicas desde finales del siglo XIX, principalmente por las primeras construcciones de canales de desagüe y otras obras hidráulicas implementadas para solucionar los problemas de inundación en el Valle de México, debido a esas obras, la Laguna de Zumpango ha sido receptora de aguas con presencia de contaminantes, lo cual ha ido mermando paulatinamente la riqueza de especies tanto de flora como de fauna en la Laguna.

No obstante, el presente Proyecto al formar parte integral de una estrategia para el tratamiento de las aguas que llegan al vaso regulador y la potabilización de cierto volumen como fuente de abastecimiento de agua potable para la ZMVM, las intervenciones a realizar están diseñadas y serán implementadas de manera que los impactos ambientales a generar no sean mayores a los que históricamente ha impactado sobre el cuerpo de agua y demás componentes ambientales presentes. Recalcando que las medidas de mitigación propuestas están encaminadas a minimizar las afectaciones que pudiera generar por su construcción y operación. Entre las medidas principales figuran el rescate y reubicación de flora y fauna, la reposición de ejemplares arbóreos, Programa de manejo integral de residuos y acciones de educación ambiental; de ser posible y dependiendo de la disponibilidad de áreas estos SPAE serán considerados de prioridad para la implementación de las medidas de restauración.

3.2.7 Sitios Prioritarios Terrestres (SPT)

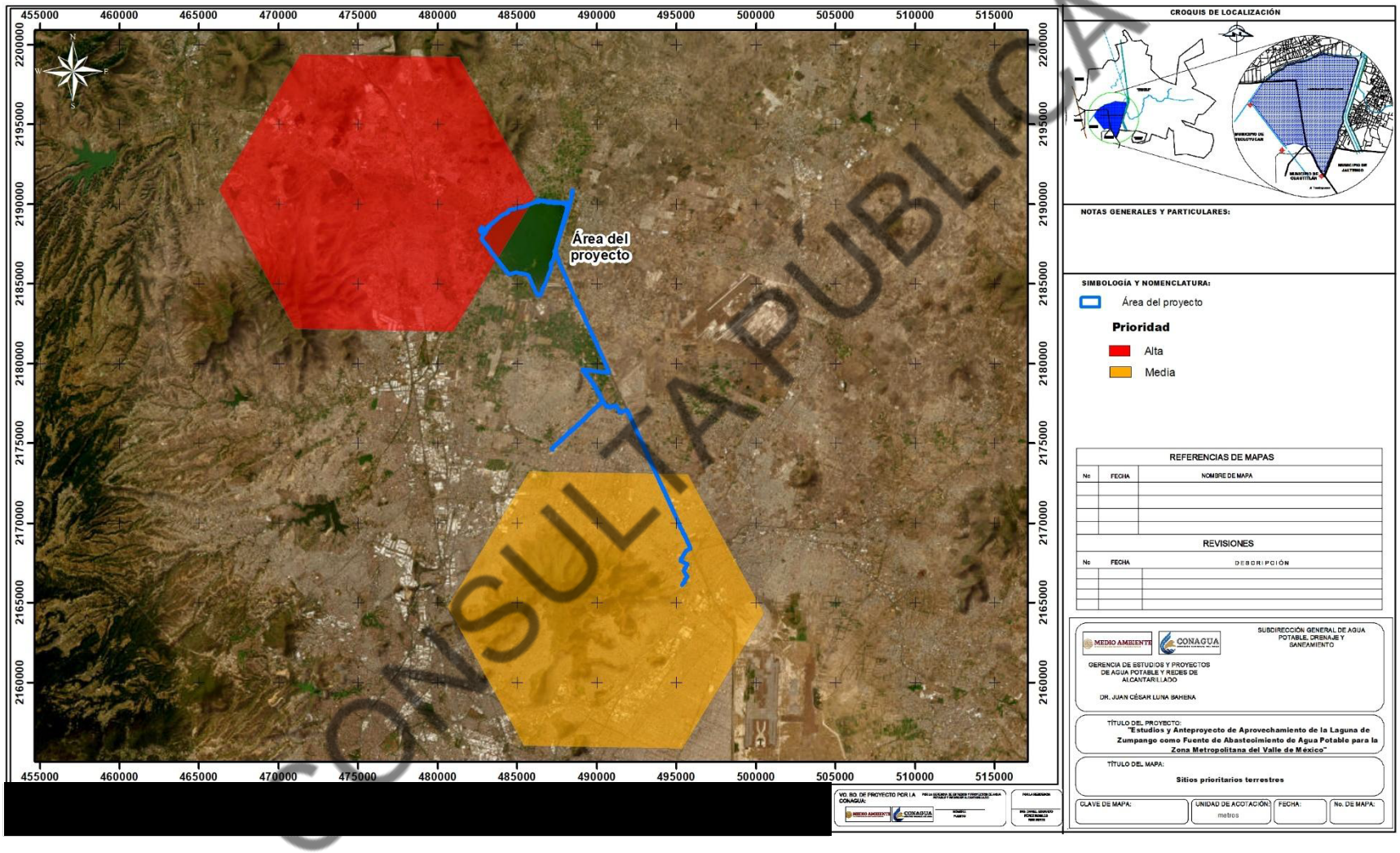
Son zonas de México que se identifican como esenciales para conservar la biodiversidad, porque ahí se encuentran especies únicas, ecosistemas representativos o procesos ecológicos clave, y que además corren riesgos por actividades humanas o cambios en el ambiente.

Tienen diferentes niveles de prioridad (extrema, alta y media) según su valor biológico y la urgencia de conservación.

En el caso del Proyecto, el área del Proyecto se encuentra en dos STP catalogados uno con prioridad alta y un segundo con prioridad media, Aunque tienen alta biodiversidad o importancia ecológica, usualmente enfrentan menores amenazas que los de extrema prioridad, o bien ya tienen parte de su superficie protegida, lo que reduce algo de urgencia. Como se aprecia en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-15 Ubicación del Proyecto Respecto al SPT



CONSULTA PÚBLICA

Vinculación con el Proyecto:

Al igual que los sitios prioritarios anteriores, la zona es considerada esencial para la conservación de la biodiversidad, por lo que es importante mencionar, que, pese a que el sitio se encuentra impactado por actividades ajenas al proyecto, las intervenciones a realizar están diseñadas y serán implementadas de manera que los impactos ambientales a generar no sean mayores a los que históricamente ha impactado sobre el cuerpo de agua y demás componentes ambientales presentes. Recalcando que las medidas de mitigación propuestas están encaminadas a minimizar las afectaciones que pudiera generar por su construcción y operación. Entre las medidas principales figuran el rescate y reubicación de flora y fauna, , reposición de ejemplares arbóreos, Programa de manejo integral de residuos y acciones de educación ambiental; de ser posible y dependiendo de la disponibilidad de áreas el SPT de prioridad alta será considerado como prioritario para la implementación de las medidas de restauración, el cual tiene coincidencia en ubicación con los SPAE presentes al norte del Proyecto.

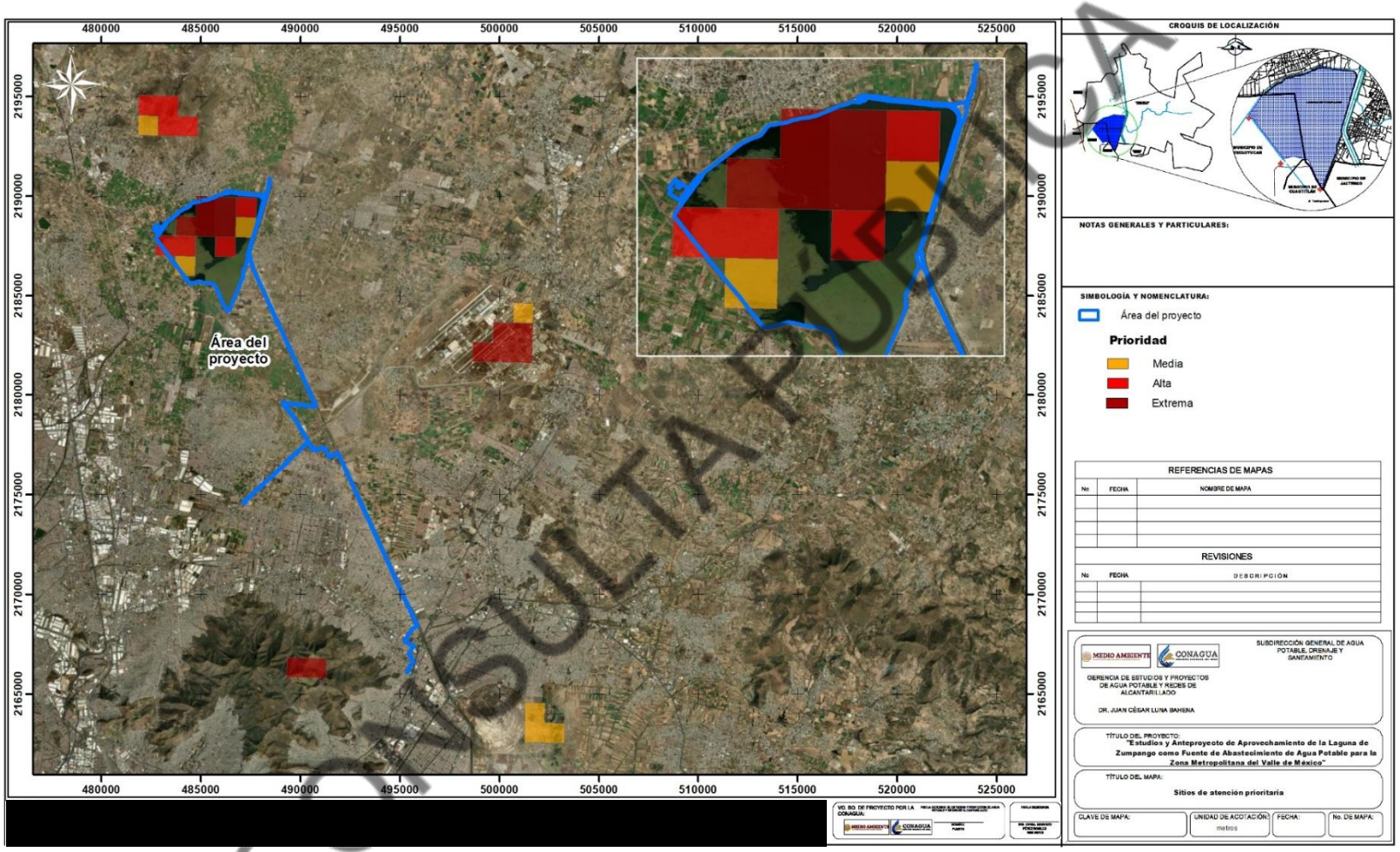
3.2.8 Sitios de Atención Prioritaria para la Conservación de la Biodiversidad (SAP)

Los SAP se diseñaron considerando los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad de ambientes terrestres, acuáticos epicontinentales y costeros, la representatividad ecorregional y otras variables para identificar los espacios naturales en buen estado de conservación que cuentan con una elevada diversidad biológica y que albergan especies de distribución restringida, endémicas y amenazadas, así como ecosistemas vulnerables y adyacentes a las áreas protegidas.

Como se observa en la siguiente figura, en el área del Proyecto incide en 5 sitios de prioridad extrema, 4 de prioridad alta y 2 de prioridad media por lo que la zona se caracteriza por tener un máximo valor biológico y urgencia de conservación (extrema), mantiene una gran importancia biológica, aunque con algo más de protección o menor presión que los de extrema (alta) y de igual manera es de importancia relevante, pero menor urgencia relativa que los anteriores (media).

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-16 Ubicación del Proyecto Respecto a los SAP



CONSULTA PÚBLICA

Vinculación con el Proyecto:

Aun cuando estos sitios no son figuras de protección legal por sí mismos, sino instrumentos de planeación que orientan la toma de decisiones en materia ambiental, de ordenamiento territorial y de desarrollo sustentable, como se ha mencionado anteriormente, el cuerpo de agua y sus alrededores han sido sometidos históricamente a presiones antropogénicas que han mermado paulatinamente la riqueza de especies tanto de flora como de fauna en la Laguna y por lo tanto el valor biológico de la Laguna.

No obstante, la ejecución del presente proyecto es parte integral de una estrategia para el aprovechamiento de la Laguna como fuente de abastecimiento de agua potable para la ZMVM, sin embargo un proceso previo será el tratamiento de las aguas que entran al vaso regulador, lo cual permitirá mejorar su calidad, resultando beneficioso para la biodiversidad y la población, en este sentido, el Proyecto permitirá coadyuvar a mejorar las condiciones de estos SAP.

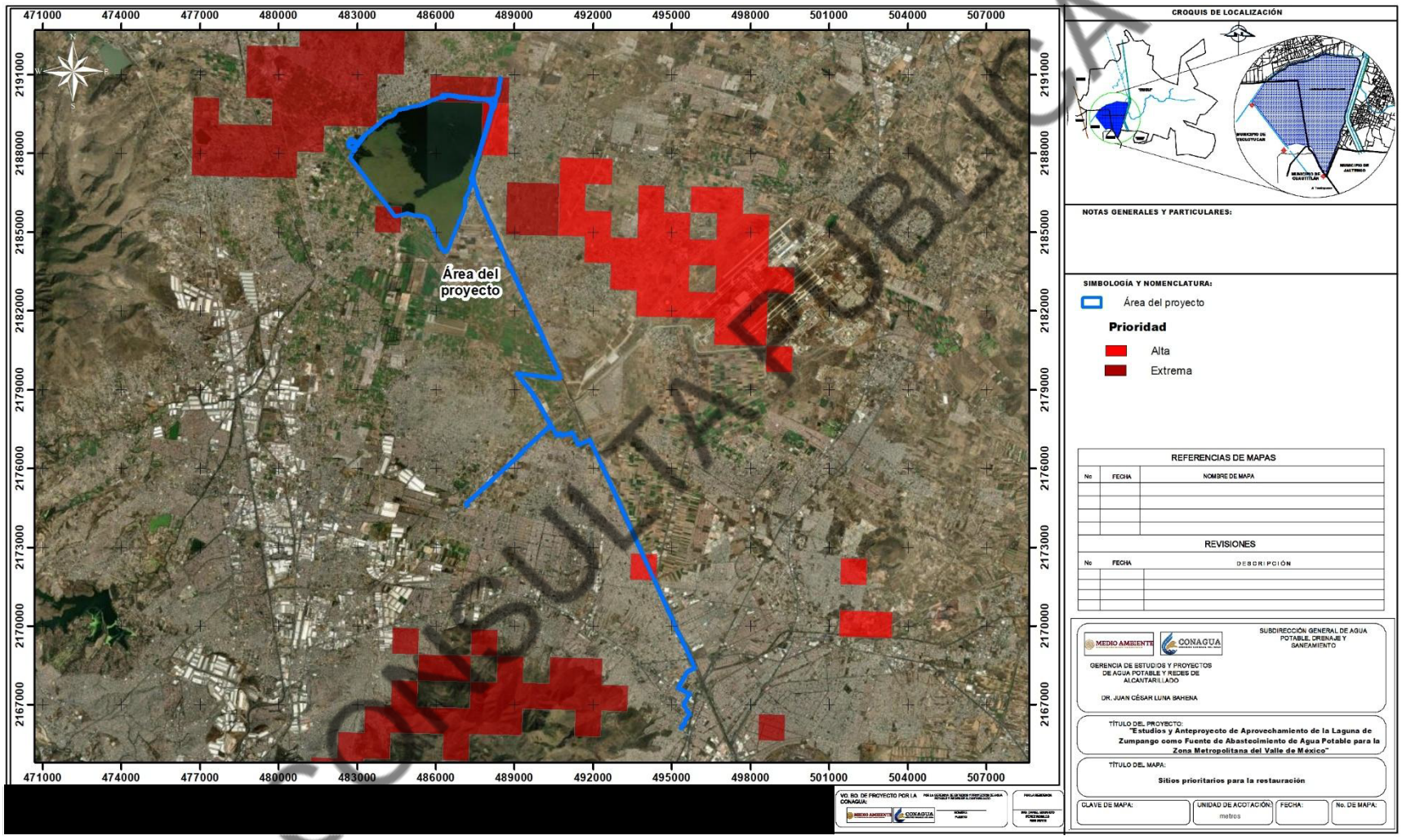
3.2.9 Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR)

De acuerdo con la CONABIO, los SPR fueron diseñados para identificar áreas de alto valor biológico que requieren acciones de restauración para asegurar en el largo plazo la persistencia de su biodiversidad, función ecológica y los servicios ecosistémicos que proveen, y además buscan incrementar la conectividad de ecosistemas y la recuperación de hábitats de las especies más vulnerables. La identificación de SPR se basó en un análisis espacial multicriterio que consideró 10 criterios agrupados en dos componentes que representaron por un lado la importancia biológica y, por el otro lado, la factibilidad de restauración.

De acuerdo con la sobreposición del área del Proyecto con estos SPR, se observa la incidencia con 4 pixel: 3 de clasificación de prioridad alta y 4 de prioridad extrema, como se aprecia en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-17 Ubicación del Proyecto Respecto a los SPR



CONSULTA PÚBLICA

Vinculación con el Proyecto:

Aun cuando estos sitios no son figuras de protección legal por sí mismos, son importantes para crear estrategias que fomenten la conectividad y recuperación de paisajes que históricamente han sido sometidos a impactos antropogénicos y que, como es el caso de la Laguna, están inmersos en zonas urbanizadas, que han mantenido un crecimiento constante, y que progresivamente van requiriendo de mayor territorio para el establecimiento de servicios propios de las urbes, lo cual implica impactos sobre el ecosistema circundante.

En ese sentido, se prevé que las acciones del Proyecto no impacten en mayor proporción el sitio en comparación de las acciones que históricamente ha impactado sobre el cuerpo de agua y demás componentes ambientales presentes. Recalcando que las medidas de mitigación propuestas están encaminadas a minimizar las afectaciones que pudiera generar por su construcción y operación. Entre las medidas principales figuran el rescate y reubicación de flora y fauna, la reposición de ejemplares arbóreos, Programa de manejo integral de residuos y acciones de educación ambiental; de ser posible y dependiendo de la disponibilidad de áreas estos SPR serán considerados de prioridad para la implementación de las medidas de restauración y reubicación de flora como medida de compensación, así mismo, se señala que varios de estos presentan coincidencia con los sitios prioritarios identificados anteriormente, lo cual incrementa su valor como prioritarios para la implementación de las medidas compensatorias.

3.2.10 Corredores Bioclimáticos

En el marco de colaboración de la CONABIO con el Proyecto GEF-Resiliencia, se identificaron las rutas de 'menor costo', es decir, aquellas que consideran el gradiente climático (variación en la variable climática por unidad de distancia), el impacto humano y la distancia euclidiana entre fragmentos de vegetación nativa (en estado de conservación primario, que aparentemente tienen menor grado de impacto o deterioro). El modelo de conectividad incorpora el impacto humano por medio de un modelo de resistencia como un indicador del costo de desplazamiento, así como a la evapotranspiración para un periodo reciente (1980-2009) como variable climática que integra temperatura y humedad, para evitar desviaciones extremas en el clima a lo largo de la ruta propuesta. Se identificaron 4,504 corredores de menor costo. En el norte del país se presenta el menor número de corredores dado que existe un menor número de fragmentos de vegetación nativa a conectar y la superficie de vegetación primaria continua es mayor, mientras que en el centro y sur del país la fragmentación del paisaje es mayor y por ende incrementa el número de fragmentos y de corredores de menor costo que conectan los fragmentos de vegetación nativa.

La CONABIO maneja seis intervalos para la delimitación de los corredores bioclimáticos, los cuales están identificados, de la siguiente manera, en color verde, se identifican los sitios con menor impacto y donde la distancia entre los fragmentos con vegetación nativa es reducida, por lo tanto, el número de corredores de menor costo necesarios para el movimiento de las especies en estas zonas es menor. En paralelo, los sitios que van de un color morado fuerte a morado claro, señalan áreas donde el impacto humano ha sido mayor y la fragmentación de la vegetación es significativa, lo cual supone un mayor esfuerzo de las especies para el flujo biológico, derivado de ello, en estas zonas se requiere de un mayor número de corredores bioclimáticos de menor costo, para facilitar el desplazamiento y desarrollo de las especies que habitan el lugar.

CONSULTA PÚBLICA

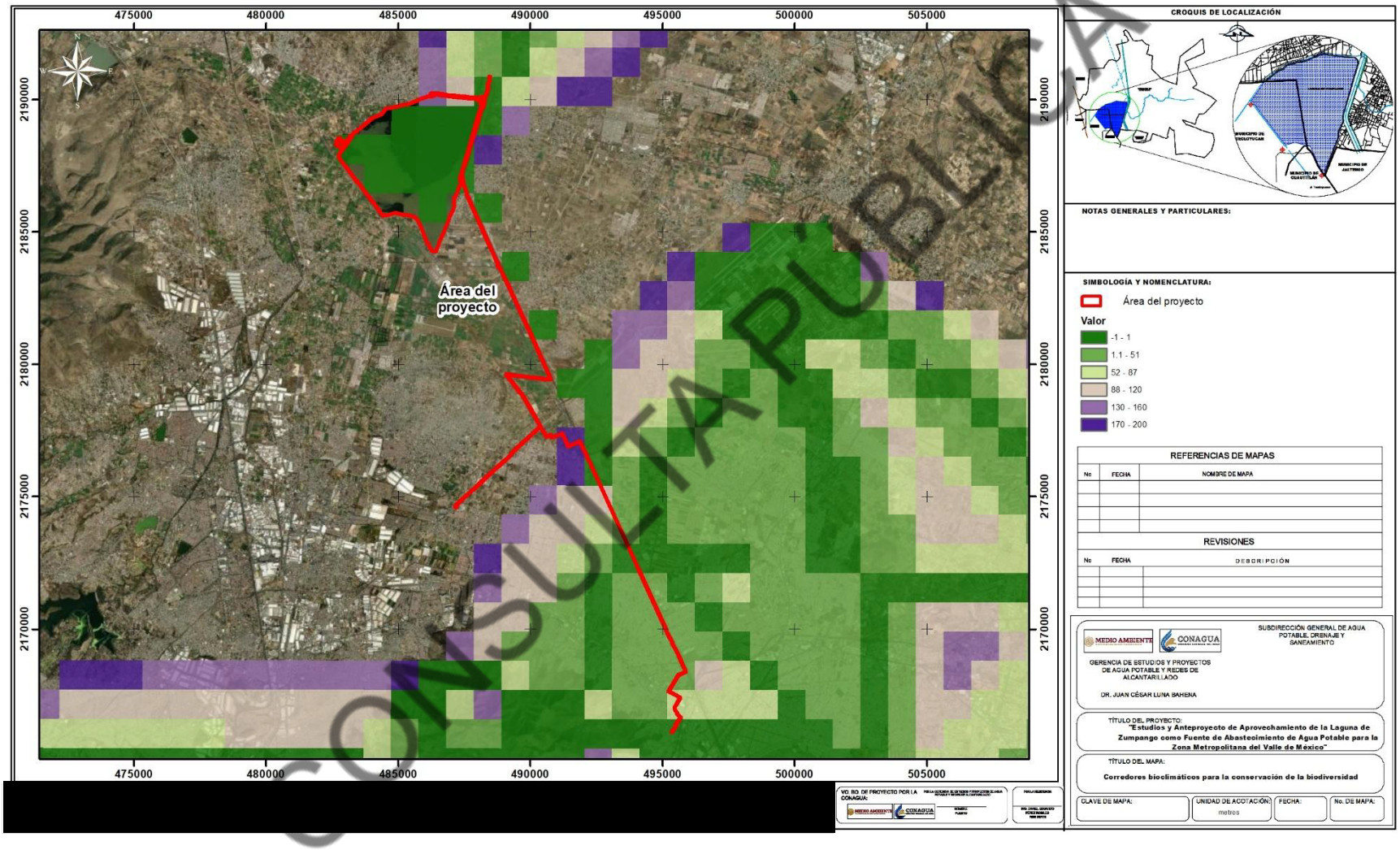
Particularmente para efectos del presente estudio, el AP en mayor porcentaje se encuentra dentro del primer intervalo asignado con color verde, principalmente la situada al norte y sur, es decir que para efectos de esta clasificación el sitio no se encuentra del todo fragmentado, y por lo tanto no se requiere de corredores bioclimáticos de menor costo para el flujo de especies en el área.

Hacia la zona sur existe una franja intermedia del AP la cual se encuentra dentro de un nivel en color morado, lo cual hace referencia a que el sitio se encuentra completamente perturbado por las actividades antropogénicas, en ella existe posibilidad de crear corredores de menor costo para el flujo de especies es casi nula debido a la fragmentación existente.

Como se muestra en la siguiente figura, de acuerdo con la sobreposición de los corredores bioclimáticos y las imágenes satelitales más recientes se observa que, la mayor parte de las zonas identificadas con estos corredores en la región de interés comprende actualmente áreas con alto grado de modificación por urbanización, esto ocurre especialmente desde la zona del Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles hasta la parte baja de la Sierra de Guadalupe, esta última ha quedado aislada en la zona urbana, lo cual reduce su capacidad de funcionalidad como corredor. En la zona norte del Proyecto la funcionalidad del corredor identificado es mayor dado que comprende la Laguna de Zumpango así como áreas agrícolas y áreas con vegetación natural, por lo tanto, esta zona será considerada como prioritaria para la implementación de las medidas de atención de los impactos generados por el Proyecto, especialmente las siguientes: el rescate y reubicación de flora y fauna, la reposición de ejemplares arbóreos, Programa de manejo integral de residuos y acciones de educación ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3-16 Ubicación del Proyecto Respecto a Corredores Bioclimáticos



CONSULTA PÚBLICA

3.2.11 Unidades de Manejo Ambiental (UMAS)

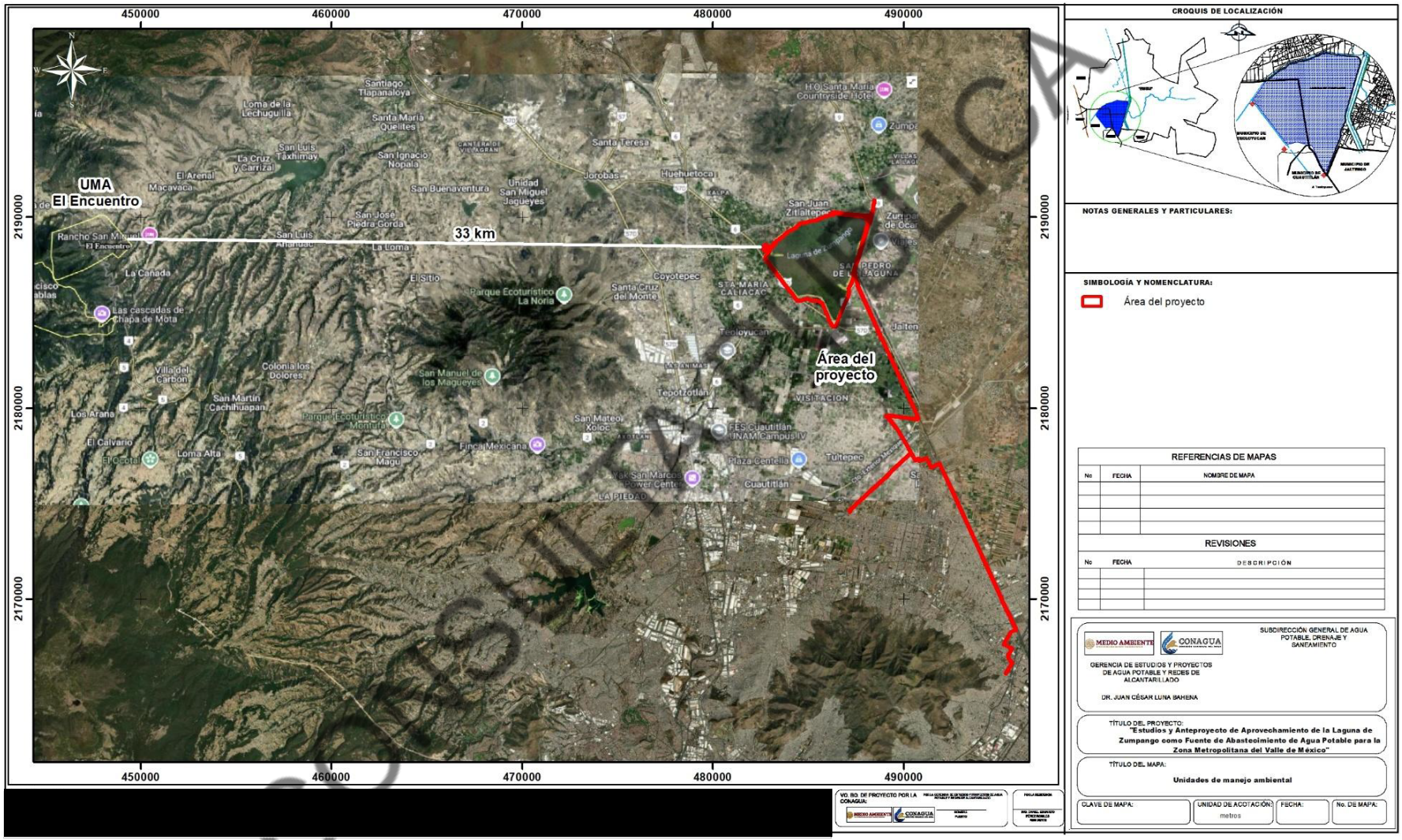
De acuerdo con la CONABIO, en 1997 se creó el Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) son espacios de promoción de esquemas alternativos de producción compatibles con la conservación de la vida silvestre.

Las UMA son predios de propietarios o poseedores que voluntariamente los destinan al aprovechamiento sustentable de las especies silvestres que ahí habitan. Asimismo, dan respuesta a la necesidad de conservar la biodiversidad y dar impulso a la producción y el desarrollo socioeconómico del país.

De acuerdo con la revisión realizada, el Proyecto se encuentra alejado de áreas reconocidas como UMA's, la más próxima es la denominada "El Encuentro", situada aproximadamente a 33 km hacia el Oeste del Proyecto, como se observa en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-18 Ubicación del Proyecto Respecto a Unidades de Manejo Ambiental (UMAS)



COPIA CONTROLADA

3.3 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

3.3.1 Plan Estatal de Desarrollo Urbano

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México es un instrumento de planeación alineado plenamente con los 17 objetivos del desarrollo sostenible mediante cuatro Pilares de acción y tres Ejes Transversales para el Fortalecimiento Institucional es un documento que establece las políticas, estrategias y objetivos de desarrollo urbano y ordenamiento territorial para los asentamientos humanos del Estado.

El primer Plan Estatal de Desarrollo Urbano data de 1983 y su actualización más reciente fue publicada en la Gaceta de Gobierno el día 23 de diciembre de 2019.

Las Políticas de ordenamiento territorial en las cuales se sustenta el Plan, son las siguientes:

A. Impulso: Aplicable en centros de población que presentan condiciones favorables para incidir o reforzar un proceso acelerado de desarrollo, así como de rápido crecimiento demográfico bajo el supuesto de una importante concentración de recursos.

B. Consolidación: Aplicable en centros de población que requieran mejorar y aprovechar su estructura urbana, sin afectar su dinámica de crecimiento, a efecto de ordenar la concentración urbana;

C. Control: Aplicable en centros de población que requieran disminuir o desalentar el ritmo de crecimiento por presentar problemas de saturación e insuficiencia de servicios por carecer de suelo apto para su expansión, incluyendo condiciones de riesgo, o por tener limitaciones en la disponibilidad de agua e infraestructura urbana, lo que obliga a orientar su desarrollo al interior de la estructura urbana existente.

Respecto al entorno, las políticas de medio ambiente corresponden a la ejecución de acciones de conservación tendientes a proteger y mantener el equilibrio ecológico en las zonas de servicios ambientales. Por lo que se refiere a la protección al ambiente:

- Deberán considerarse los criterios de regulación y restauración ambiental de los asentamientos humanos previstos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Código para la Biodiversidad del Estado de México, así como en los programas de ordenamiento ecológico y demás normatividad aplicable;
- Se protegerán y en su caso aprovecharán los recursos con que cuentan los cerros, bosques, cuerpos de agua superficiales, mantos de aguas subterráneas y zonas de recarga acuífera, que sirvan para mantener o mejorar la calidad del ambiente;
- En el aprovechamiento de los predios se respetará la conformación natural del terreno, los cauces de escurrimientos superficiales, la vegetación y del mismo modo el arbolado existente;
- La deforestación de los espacios abiertos públicos o privados, se llevará a cabo o se complementará con especies propias de la localidad o nuevas de fácil adaptación, de acuerdo con la normatividad ambiental correspondiente para mejorar el ambiente y el aspecto de calles, plazas y zonas de edificios;
- Se deberán prever las áreas aptas para la localización de las actividades de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, al igual que las que fueren necesarias para los materiales y residuos peligrosos.

CONSULTA PÚBLICA

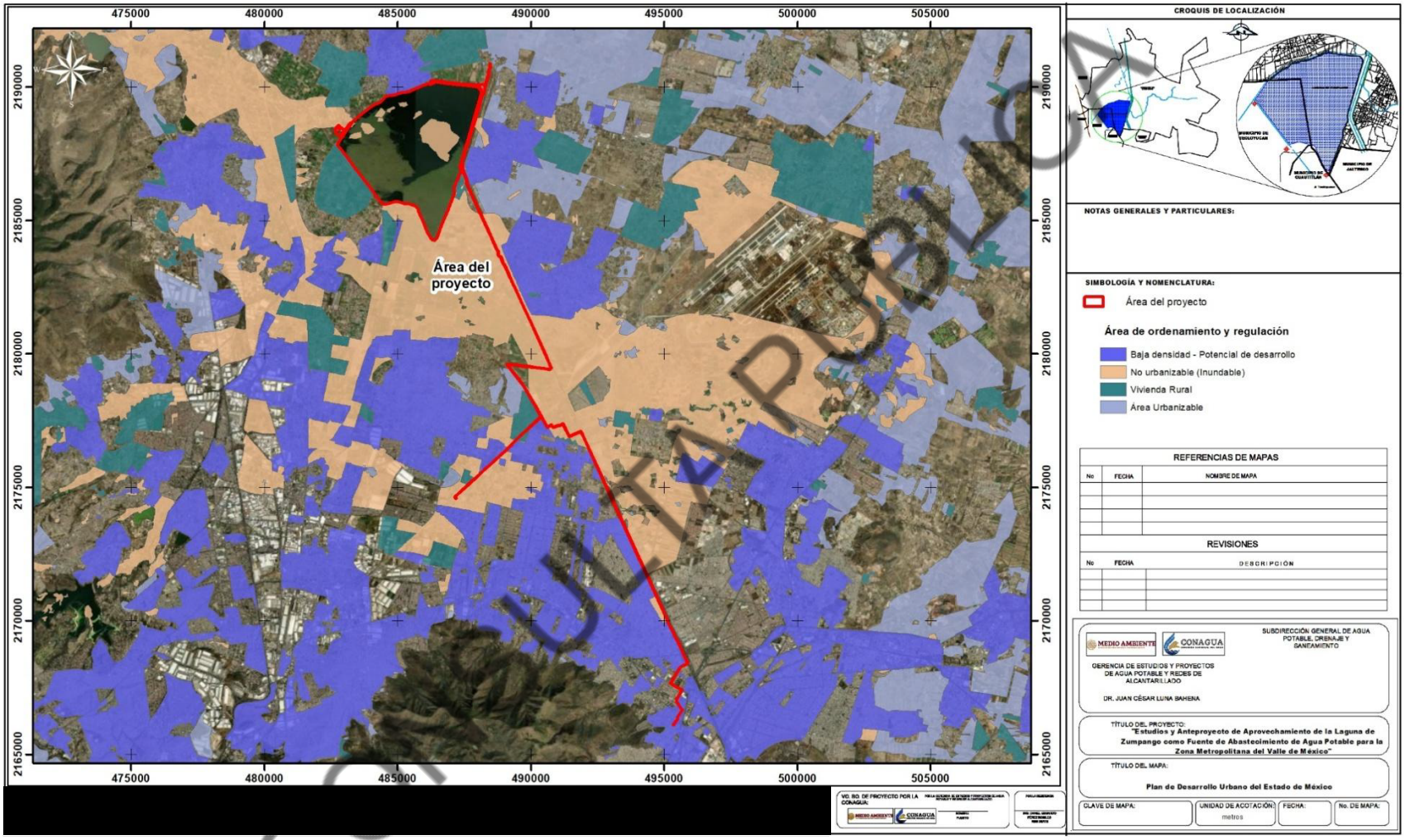
El sistema de ordenamiento territorial propuesto en el PDU, está compuesto por las áreas de ordenamiento y regulación (AOR). Una AOR es la unidad mínima territorial con características homogéneas preponderantes a una escala estatal regional, en donde se aplican tanto políticas como estrategias urbanas de política territorial y sectorial, a la par de programas, proyectos y acciones estratégicas orientados a un desarrollo que transite a la equidad, sustentabilidad y competitividad del sistema de ciudades del Estado de México.

Si bien las AOR no representan una normatividad de uso del suelo sino una política de intervención desde la jerarquía regional estatal. Los planes y programas locales de desarrollo son los instrumentos que definen los usos y destinos del suelo acordes a las políticas establecidas en el PDU. En la escala local, la normatividad urbana debe permitir que se instrumenten las políticas urbanas y territoriales propuestas en el Sistema de Ordenamiento Territorial en línea con los planes de desarrollo urbano locales.

En el sistema de ordenamiento territorial del PDU, el Proyecto cruza en mayor porcentaje en zonas consideradas no urbanizables su parte noroeste con un área mínima de la zona no urbanizable (inundable) y hacia la parte sur, colinda con la zona catalogada como vivienda rural, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-19 Ubicación del Proyecto en el Plan de Desarrollo Urbano del Estado de México



COPIA PÚBLICA

Las zonas catalogadas como Vivienda rural, tienen las siguientes características:

Son territorios periféricos o alejados de las ciudades y dispersos que aglomeran gran cantidad de población rural en zonas preponderantemente agrícolas, principalmente de temporal. Aunque las aglomeraciones rebasan los 2,500 habitantes, su dispersión no permite considerarlos todavía como localidades urbanas y desfavorece la prestación de servicios públicos. La densidad de población es menor a 50 hab/ha. La falta de servicios hace que estas localidades se tipifiquen como de alta marginación y rezago social.

La imagen objetivo de estos territorios debe favorecer el incremento de la productividad agropecuaria para evitar la subdivisión y venta de lotes, impulsando la independencia económica, así como proporcionar servicios públicos de forma eficiente para localidades de tipo rural.

Muchos de los territorios habitacionales rurales con estas características no dispusieron de zonas para el asentamiento humano, por lo que se debe promover que se establezcan y se doten de fundos legales que permitan albergar las nuevas viviendas rurales de estas comunidades de forma concentrada.

Vinculación con el Proyecto

El área de Proyecto se localiza en un área ya urbanizada (vialidades) principalmente, sin embargo, conforme al PDU figura anterior se observa que este incide en zonas catalogadas como: vivienda rural, de baja densidad, y no urbanizable (zonas de inundación).

Es importante recalcar que, a pesar de tener incidencia en dichas zonas, el Proyecto se ejecutará en una zona ya impactada por la actividad humana, por lo cual con una adecuada implementación de las medidas de control, prevención y mitigación por cada una de las actividades inherentes al Proyecto se considera no incrementar la problemática que vive la zona; por el contrario se coadyuvará a incrementar el abastecimiento de agua potable.

Por otro lado, el Proyecto se encuentra ubicado en la zona limítrofe de la Laguna, áreas catalogadas como: no urbanizables, zonas de baja densidad (potencial de desarrollo, es importante recalcar que ninguna de ellas presenta un impedimento para el desarrollo del Proyecto.

Respecto a la vinculación con las políticas de medio ambiente, como se ha manifestado en apartados previos, las obras que se realizarán motivo de la presente MIA, forman parte integral de una estrategia mayor, enfocada hacia el tratamiento y aprovechamiento de la Laguna como espacio para la reutilización de aguas pluviales y residuales, así como la potabilización de una parte del volumen del recurso hídrico para la atención de la crisis hídrica en la ZMVM, con lo que se pretende aprovechar y proteger el cuerpo de agua superficial para mantener o mejorar la calidad de esta zona.

En este sentido, como parte de la estrategia, se realizarán acciones de compensación por la remoción de vegetación, principalmente la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora así como la reposición de ejemplares arbóreos removidos.

Respecto a los residuos a generar durante la ejecución del Proyecto se implementará un Programa de manejo integral de residuos para evitar una mala disposición de los residuos generados.

3.3.2 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango (PMDUZ)

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango (PMDUZ), cuya última modificación fue publicada el 22 de marzo del año 2022, tiene como objetivo ser el instrumento normativo y programático en materia territorial para regular el desarrollo urbano a través de estrategias operativas

CONSULTA PÚBLICA

atendiendo los problemas cotidianos de la población del municipio, el instrumento está alineado con la Agenda 2030 y la Nueva Agenda Urbana, mediante acciones que mejoren sus condiciones de desigualdad territorial y coadyuven a erradicar la pobreza.

Entre los objetivos del PMDUZ, para efectos de la vinculación con el presente proyecto se mencionan los siguientes:

De ordenamiento sectorial

2. Definir acciones que permitan la mitigación de los riesgos localizados en el municipio, previniendo desastres que pudieran poner en el riesgo la integridad de la población y propiciando una sociedad resiliente y un estado socialmente responsable frente a los fenómenos perturbadores, además de acciones en atención al cambio climático.

- Metas
    - 1. Propiciar la protección del ANP Santuario del Agua Laguna de Zumpango, así como la restauración y saneamiento de la Laguna de Zumpango y área contigua; en línea con los establecido en el PTO-ZNVM; meta que se plantea en el mediano plazo.

3. Disminuir los niveles de contaminación, especialmente en los cuerpos y corrientes de agua, mediante la aplicación de recursos económicos que atiendan las causas de esta problemática, la construcción de infraestructura y campañas de comunicación social que permitan la restauración de la Laguna de Zumpango y los ríos.

- Metas
    - 1. Construcción de planta de tratamiento en la Laguna de Zumpango, que permita su saneamiento y apoye el abastecimiento de agua para las zonas agrícolas, esto en línea con el PTO-ZNVM; esta meta se plantea en el mediano plazo.
    - 2. Saneamiento del Río Pachuca, adicional a la adecuación para el parque lineal, que incentive las actividades recreativas y de cuidado ambiental; esta meta se establece para el mediano plazo.
    - 3. Implementación de un programa participativo que incentive la protección a la Laguna de Zumpango a través de cuidado por parte de la comunidad; este programa se plantea en el mediano plazo.

Como parte de los Programas y proyectos estratégicos el PMDUZ, para el cumplimiento de las metas anteriormente citadas, se consideran proyectos integrales, uno de ellos es el Plan de rescate de la laguna de Zumpango, el cual abarca la Laguna y el perímetro de ésta. El objetivo es impulsar el rescate de la Laguna, a través de la instalación de plantas de tratamiento que permitan el saneamiento del agua, además se propone la reforestación del perímetro de la laguna, de manera que contribuya a la recuperación del ecosistema.

Para establecer los usos del suelo y las normas generales para el ordenamiento territorial del municipio se dividió el territorio en dos zonas:

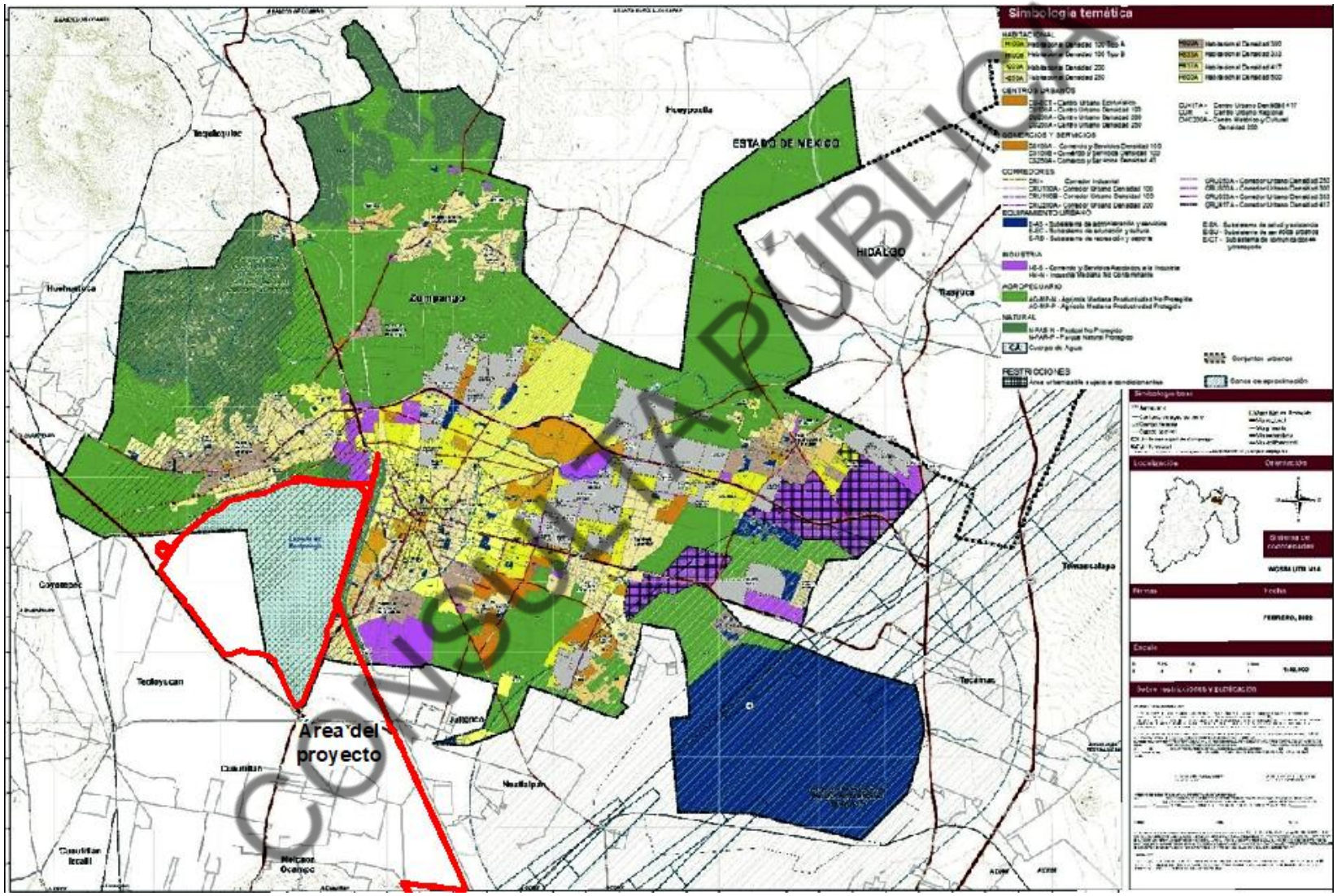
CONSULTA PÚBLICA

- **Zonificación primaria**: establece, por una parte, las grandes áreas donde se permite el desarrollo urbano, y por otra, donde se deberá conservar el medio ambiente natural. En el caso de Zumpango, su territorio se clasifica en:
    - Área Urbana: Corresponde a zonas edificadas total o parcialmente en donde existen servicios básicos e infraestructura vial.
    - Área Urbanizable: Corresponde a zonas de reserva territorial para el crecimiento urbano, determinadas con base en la aptitud territorial establecida en el Programa Territorial Operativo de la Zona Norte del Valle de México, así como en el Sistema de Ordenamiento Territorial establecido en el Plan Estatal de Desarrollo Urbano.
    - Área no Urbanizable: Corresponde a áreas no aptas para el desarrollo urbano por tratarse de zonas con alto valor ecológico, de alta producción agrícola o con un grado alto de riesgo y vulnerabilidad. Dentro del área no urbanizable se encuentra el ANP "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango".
- **Zonificación secundaria**: asigna los usos del suelo específicos, en donde se establece también la altura máxima permitida, la densidad, el mínimo de área libre y, por consiguiente, el coeficiente de ocupación del suelo y el coeficiente de utilización del suelo; imponiendo limitaciones a la utilización de la propiedad pública y privada. Clasificado en:
    - Suelo urbanizable: Que incluye a su vez las normas para: usos habitacionales, usos de comercio y servicios, usos de centros urbanos, usos de corredores, usos industriales y usos de equipamientos.
    - Suelo no urbanizable: Incluye: usos agrícolas, Usos de conservación ecológica, donde se encuentra el Cuerpo de Agua, Laguna de Zumpango, las actividades permitidas en ella se sujetarán a lo establecido en el Plan de Manejo de la ANP "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango.

En la siguiente figura, se presenta el área del Proyecto conforme a la zonificación secundaria del PMDUZ, se observa que el área de Proyecto se encuentra exclusivamente dentro de las zonas clasificadas como: natural o de conservación a pastizales en su carácter protegido (N-PAS-P) correspondiente al ANP Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango, mismo que incluye la unidad denominada cuerpo de agua, las cuales se encuentran reguladas por su Plan de Manejo del ANP. Finalmente, también se ubica en la unidad N-PAS-N la cual comprende una zona natural de pastizal no protegido en donde el único componente que incide en esta unidad es la línea de conducción norte-sur.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-20 Ubicación del Proyecto Respecto al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango



COPIA PÚBLICA

Con base en la tabla de usos de suelo de este Plan, se observa que el uso correspondiente al componente del Proyecto ubicado en la unidad N-PAS-N no se encuentra expresamente prohibida por el ordenamiento, puesto que no se encuentra indicado en alguna de las siguientes clasificaciones: NP: no permitido, DT: sujeto a un dictamen técnico, NA: no aplica, o EIE: usos sujetos a evaluación de impacto estatal. No obstante, se debe considerar la nota indicada por la tabla de compatibilidades respecto a que "*Los usos o normas de ocupación no especificados en el presente plan y/o tabla estarán sujetos a dictamen técnico emitido por la Secretaría de Desarrollo Urbano del Estado de México*".

3.3.3 Programa Territorial Operativo de la Zona Norte del Valle de México con Énfasis en el Proyecto Aeroportuario de Santa Lucía [PTO-ZNVM]

El Programa operativo publicado el 24 de mayo de 2019, denominado Convenio de Coordinación para Impulsar la Planeación Urbana y el Ordenamiento Territorial en la Zona Norte del Valle de México (con énfasis en el Proyecto Aeroportuario de Santa Lucía) [PTO-ZNVM], por medio del cual se sumaron los esfuerzos del Gobierno Federal encabezado por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), el Gobierno del Estado de México, el Gobierno del Estado de Hidalgo, así como los Ayuntamientos de Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Tonanitla, Tultepec, Tultitlán y Zumpango en el Estado de México y de Tizayuca en el Estado de Hidalgo, que en su conjunto son considerados como la Zona Norte del Valle de México; con el fin de cumplir las facultades concurrentes de cada uno en materia de ordenamiento territorial, asentamientos humanos, desarrollo urbano y metropolitano.

El PTO-ZNVM es un instrumento de planeación, coordinación y gestión con perspectiva territorial que incluye 27 estrategias sectorizadas y 64 líneas de acción, con el objetivo de implementar un conjunto de lineamientos, estrategias, acciones y programas para hacer frente a los retos y oportunidades derivadas de la construcción del AIFA.

Como parte de las estrategias que pueden tener relación con las actividades del Proyecto se citan las siguientes:

[…Estrategias:

VI.2.2.2 Incrementar la capacidad de tratamiento de aguas residuales

Como estrategia ambiental, las plantas de tratamiento tienen una función importante en el saneamiento del ecosistema, pues solo por medio de este tipo de instalaciones es posible reducir el impacto que las actividades humanas tienen sobre los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Por lo anterior, se reutilizarán las aguas negras que se generan y circulan en la región en usos no potables, para reducir la demanda de agua proveniente del acuífero y coadyuvar al saneamiento del Gran Canal y la Laguna de Zumpango. Para ello, se realizarán las siguientes acciones:

a. Estudios especializados. Se realizarán estudios de la capacidad instalada en las plantas existentes, así como su costo de operación y rehabilitación para, en primer lugar, rehabilitar y utilizar al máximo su capacidad para con ello, definir la instalación de nuevas plantas. El resultado de estos estudios deberá ser integrado al Programa Hídrico de la Región.

CONSULTA PÚBLICA

b. Plan de rescate de la laguna de Zumpango. Se retomará e impulsará el plan de rescate de la laguna de Zumpango, el cual propone la instalación de diversas plantas de tratamiento de agua enfocadas a sanear el cuerpo de agua. El tratamiento de agua sirve un propósito múltiple, no solo el saneamiento del ecosistema, sino también, como recurso primario para la reducción del uso de agua del acuífero por los sectores agrícolas e industrial.

VI.4.4 Estrategia de promoción de la economía circular y sustentabilidad

d. Rescate de la Laguna de Zumpango. El rescate de la Laguna de Zumpango incluirá impulso al desarrollo del ecoturismo y la actividad acuícola, con el fin de generar empleos productivos

Es importante mencionar que el Programa Territorial, reconoce que, si bien es un instrumento de Planeación regional, el principal instrumento de planeación urbana de los municipios son los planes y programas municipales de desarrollo urbano. Para el caso de la Zona Norte, la construcción del AIFA rebasa los pronósticos y previsiones de crecimiento urbano por lo que es imperante contar con instrumentos actualizados que consideren los impactos de las obras y orienten el desarrollo.

Por otro lado, los municipios se valen de los instrumentos de control para conferir derechos para realizar a cabo actividades en materia urbana, a pesar de ello, la mayoría de los municipios de la ZNVM no cuenta con estos instrumentos o están desactualizados, por lo que dentro del Programa se sugiere la actualización de los instrumentos de planeación y control por parte de las direcciones de desarrollo urbano de cada municipio.

Vinculación con el Proyecto:

El Proyecto se encuentra alineado con las estrategias del Programa, como se ha manifestado en apartados previos, las obras que se realizarán, forman parte integral de una estrategia mayor, enfocada hacia el aprovechamiento de la Laguna como espacio para el tratamiento de aguas pluviales y residuales y potabilización de una parte del volumen para la atención de la crisis hídrica en la ZMVM, además de incrementar la capacidad de la laguna para regular inundaciones, amortiguando así la sobreexplotación de las fuentes de suministro del vital líquido en la región.

En este sentido, como parte de la estrategia global, el Proyecto contará con las autorizaciones respectivas en los diferentes niveles de gobierno, tomando en consideración las herramientas de planeación establecidas en los tres niveles de gobierno, así como en la legislación aplicable para obtener la autorización en materia de impacto ambiental que se busca obtener con la presentación de esta MIA.

3.3.4 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Teoloyucan (PMDUT)

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Teoloyucan (PMDUT) es el resultado de la planeación concurrente y coordinada por parte del H. Ayuntamiento de TEOLOYUCAN y el Gobierno del Estado de México, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda en los términos de lo dispuesto por los artículos 6 de la Ley General de Asentamientos Humanos, 5.24 fracción III y 5.6 del Código Administrativo del Estado de México.

Como parte de las políticas que lo componen, se destacan las siguientes que guardan relación con el Proyecto:

4.1.3. Políticas para preservación de zonas no urbanizables

La preservación de zonas no urbanizables estará sujeta a la aplicación de las políticas siguientes:

CONSULTA PÚBLICA

a) Zona no urbanizable es toda aquella que implique cualquier tipo de riesgos potenciales de origen natural y toda aquella que por sus características represente riqueza natural.

b) Se evitarán desarrollos urbanos en zonas inundables

c) Se evitarán desarrollos urbanos en zonas con pendientes superiores al 15%.

d) Se evitarán desarrollos en zonas que presenten fallas geológicas.

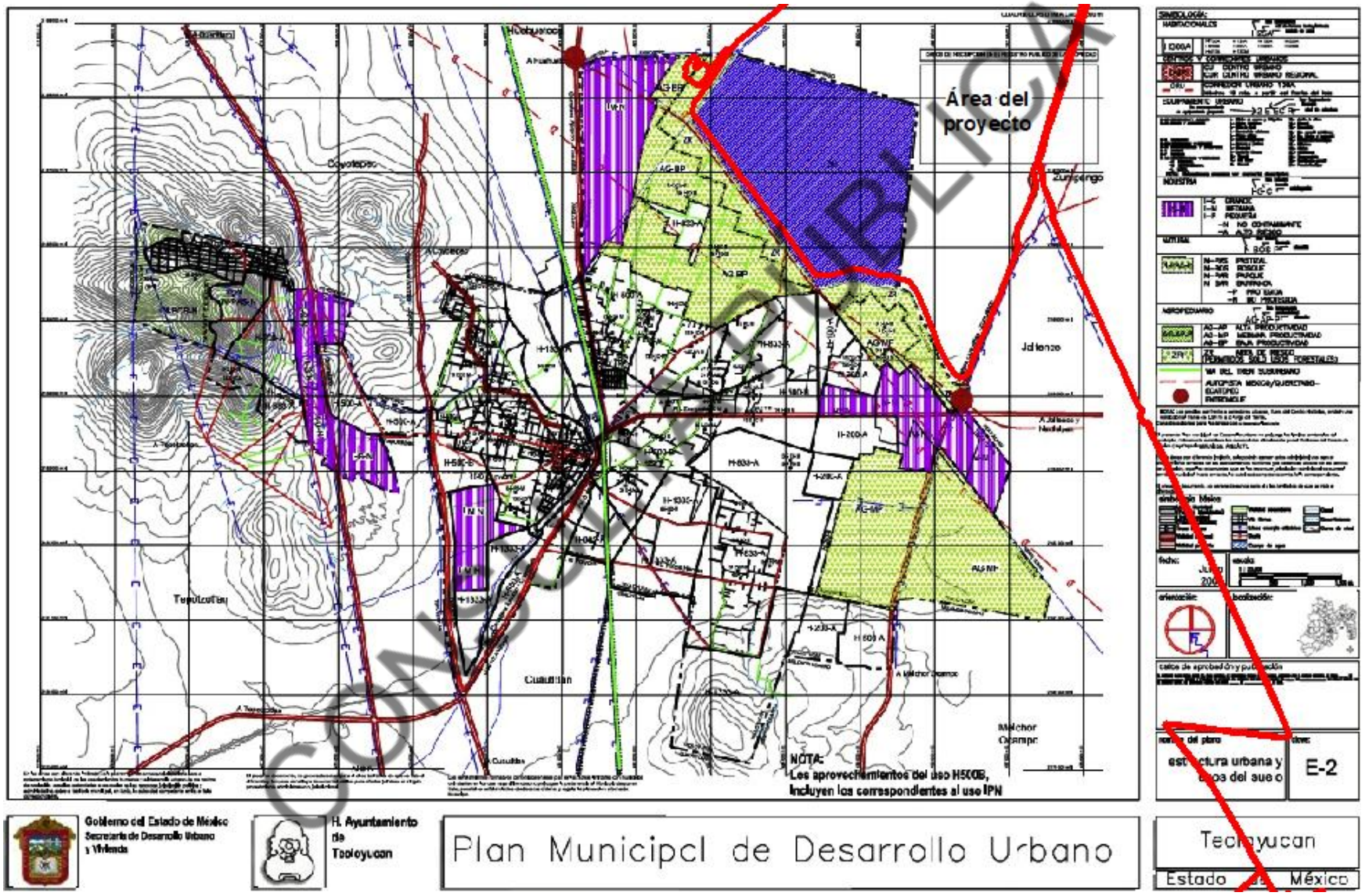
e) Se evitarán desarrollos en zonas naturales protegidas.

En el caso de Teoloyucan, las zonas no urbanizables por limitantes naturales son aquellas inmediatamente próximas al margen de la Laguna de Zumpango y los terrenos cerriles con pendientes superiores al 15% situados al sur poniente de la colonia Ejidal Santa Cruz del Monte.

En la figura siguiente se ubica el Proyecto respecto al Plano de estructura urbana y usos de suelo del PMDUT, como se observa una parte importante se encuentra dentro de la zona catalogada como cuerpo de agua (CU), y otra parte hacia el norte dentro de la zona catalogada como zona agrícola de baja producción (AG-BP) y zona de riesgo (ZR).

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-21 Ubicación del Proyecto Respecto al PMDU de Teoloyucan



COPIA PÚBLICA

Estas áreas presentan las siguientes características:

CU: si bien no se encuentra descrito en el Plan, este comprende el cuerpo de agua Laguna de Zumpango.

AG-BP. Área para desarrollo agropecuario, susceptibles de ser reforestadas. Se permite la construcción de una vivienda cada 5,000 m^2; se permitirá un máximo de altura de un nivel y tres metros sin incluir tinacos. Sólo se permitirá la ocupación del 20% de la superficie del predio, debiendo dejar libre el 80% restante. El frente mínimo de los predios deberá ser de cincuenta metros y sólo se autorizarán subdivisiones cuando los lotes resultantes no sean menores de 3,000 m2. La intensidad máxima de construcción será 0.2 v.s.p.

ZR: se prohíbe cualquier uso de suelo urbano.

La zona colindante a la laguna de Zumpango se cataloga como zona de riesgo (ZR) debido a las inundaciones que pueden suscitarse en caso del desbordamiento de la laguna o por escasa capacidad de drenaje del suelo ante precipitaciones pluviales extremas, por lo anterior en estas zonas se prohíbe cualquier uso del suelo urbano, la definición de Uso de suelo urbano está establecida en el artículo 5.61 del Código Administrativo del Estado de México que se refiere a aquellas actividades que requieren obtener el dictamen de impacto regional y son las siguientes:

I. *Los desarrollos habitacionales de más de 60 viviendas.*

II. Las gaseras, gasoneras y gasolineras.

III. Los ductos e instalaciones para el almacenamiento, procesamiento o distribución de combustibles.

IV. La explotación de bancos de materiales para la construcción.

V. Cualquier uso que implique la construcción de más cinco mil metros cuadrados u ocupen predios de más de seis mil metros cuadrados de terrenos.

VI. En general, todo uso que produzca un impacto significativo sobre la infraestructura y equipamiento urbanos y los servicios públicos previstos para una región o para un centro de población en relación con su entorno regional que será establecido en el plan municipal de desarrollo urbano o el plan de centro de población respectivo.

VII. Los cambios de uso, densidad e intensidad de su aprovechamiento y altura de edificaciones en los casos a que se refiere las fracciones anteriores.

Conforme a la tabla de usos de suelo de este plan, se observa que la actividad del Proyecto que pretende realizarse no se encuentra clasificada como permitida o no permitida, como se muestra en la siguiente tabla, sin embargo, dada la simbología mostrada en la misma tabla, se interpreta que, en el caso de la unidad ZR le correspondería un uso prohibido a esta actividad, mientras que para la unidad AG-BP no se encontraría indicado.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3-17 Condiciones del Uso Captación y Distribución de Agua, para las Unidades ZR y AG-BP

Uso general	Uso específico	ZR	AG-BP
5.1 Captación y distribución de agua.	Captación (diques, presas, represas, canales, arroyos y ríos), tratamiento, conducción y distribución de agua.		AG-BP

Por otro lado, el PDU Teoloyucan describe un conjunto de políticas sectoriales, dentro de las cuales podemos encontrar las siguientes:

Políticas sectoriales vinculantes al proyecto.

4.2.4 Construcción, ampliación y conservación de infraestructura regional

Política municipal:

g) Inducir la celebración de Convenios de participación que deriven en la obtención de contraprestaciones a favor del municipio que se materialicen en obras de infraestructura sanitaria.

Política estatal:

c) Se impulsará toda acción o proyecto que incremente la cantidad y calidad en los servicios de suministro de agua potable, drenaje, alcantarillado, electrificación, vialidad y demás servicios básicos.

4.2.9. Políticas ambientales

f) Se apoyará todo proyecto que considere el tratamiento y reutilización de agua.

g) Se evitará el crecimiento de áreas urbanas sobre zonas de recarga de mantos acuíferos.

Vinculación con el Proyecto:

Por lo tanto, se observa que el Proyecto comprende el desplante de una PTAP-R en este municipio, la cual se ubica en las unidades ZR y AG-BP, ocupando una superficie total en ambas de 7.7946 ha; la cual si bien se encontraría restringida en la unidad ZR, también es cierto que, el mismo Plan establece como política apoyar todo proyecto que considere el tratamiento y reutilización de agua, así como impulsar toda acción o proyecto que incremente la cantidad y calidad en los servicios de suministro de agua potable, por lo cual, el Proyecto sería viable de implementarse.

Así mismo, es importante mencionar la necesidad de ubicar los componentes del Proyecto en torno a la Laguna de Zumpango, puesto que es la parte medular de este Proyecto, dado que a este vaso regulador ingresa el agua cruda objetivo y a este mismo vaso se verterá el agua tratada para ser tomada posteriormente en el proceso de potabilización.

CONSULTA PÚBLICA

3.3.5 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultepec

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultepec (PMDUT) es el resultado de la planeación concurrente y coordinada por parte del H. Ayuntamiento de TULTEPEC y el Gobierno del Estado de México, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda en los términos de lo dispuesto por los artículos 6 de la Ley General de Asentamientos Humanos, 5.24 fracción III y 5.6 del Código Administrativo del Estado de México.

Como parte de las políticas que lo componen, se destacan las siguientes que guardan relación con el Proyecto:

4.1.3. Políticas para preservación de zonas no urbanizables

La preservación de zonas no urbanizables estará sujeta a la aplicación de las políticas siguientes:

• Conservación y mejoramiento de las áreas o ecosistemas, que propician la evolución y continuidad de los procesos ecológicos, de los parques propuestos.

• Conformación de espacios libres destinados a las áreas de esparcimiento y recreación.

• Prevención en la formación de nuevos asentamientos irregulares, en suelo no urbanizable. • Restricción y sanción a las instituciones que doten de servicios a los asentamientos humanos irregulares.

• Definición y consolidación de los derechos de vía de líneas transportadoras de energéticos y combustibles e hidráulicas.

• Conservación y control por parte del H. Ayuntamiento para preservar los derechos de vía.

Como parte de las políticas sectoriales que lo componen, se destacan las siguientes que guardan relación con el Proyecto:

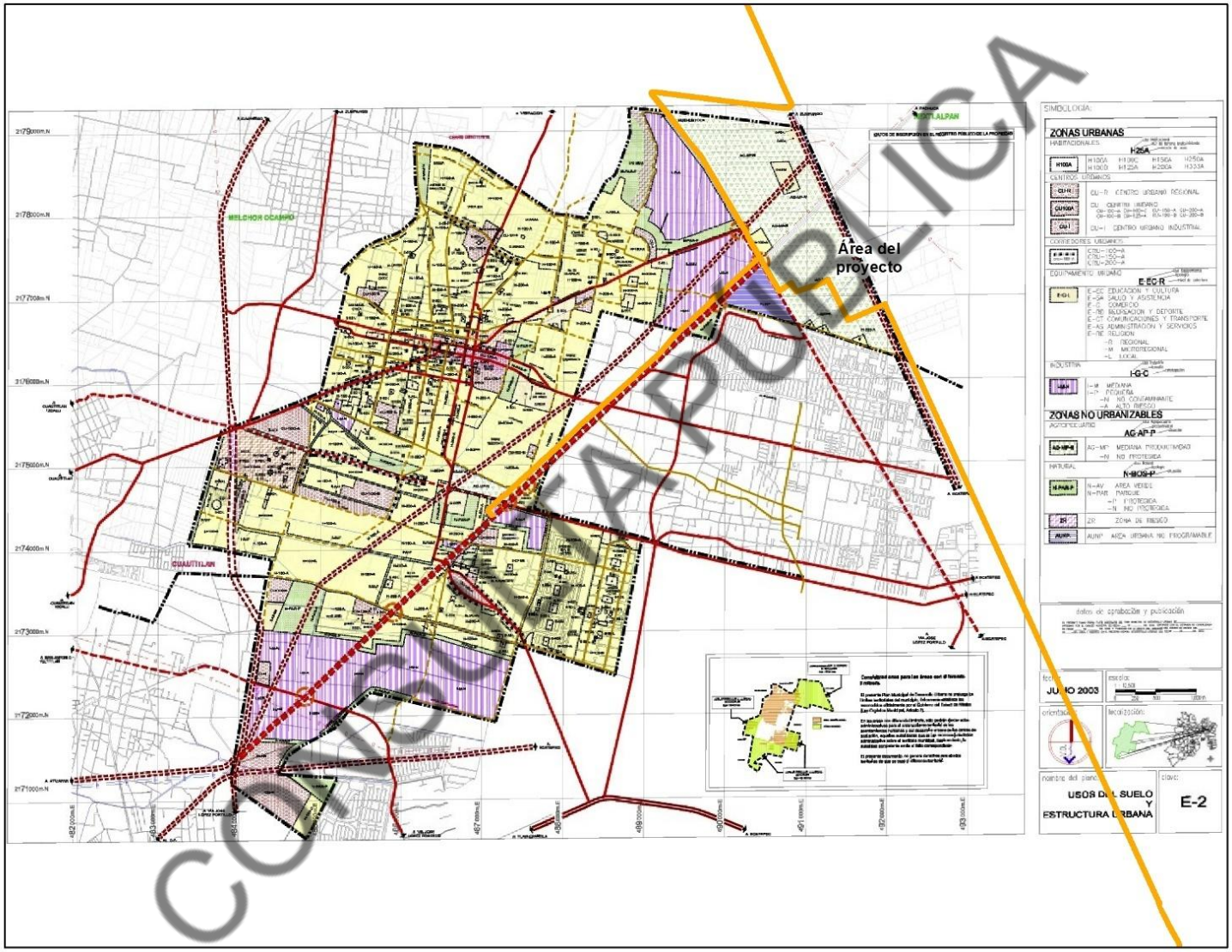
4.2.4. Construcción, ampliación y conservación de la infraestructura regional.

• Impulso a la coordinación en la ejecución de programas y macro proyectos en materia hidráulica.

En la figura siguiente se ubica el Proyecto respecto al Plano de estructura urbana y usos de suelo del PMDUT, como se observa dentro del municipio de Tultepec se localizarán específicamente tramos de la línea de conducción norte-sur en zonas catalogadas como: agrícola de mediana productividad no protegida (AG-MP-N), industria mediana no contaminante (I-M-N), y habitacional con mezcla de usos, en el caso de la zona agrícola esta colinda con la zona industrial.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-22 Área del Proyecto en Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultepec



COPIA PÚBLICA

Vinculación con el Proyecto:

Conforme a la revisión de la tabla de usos de suelo de este Plan se observa que la conducción de agua potable no es una obra que se encuentre restringida.

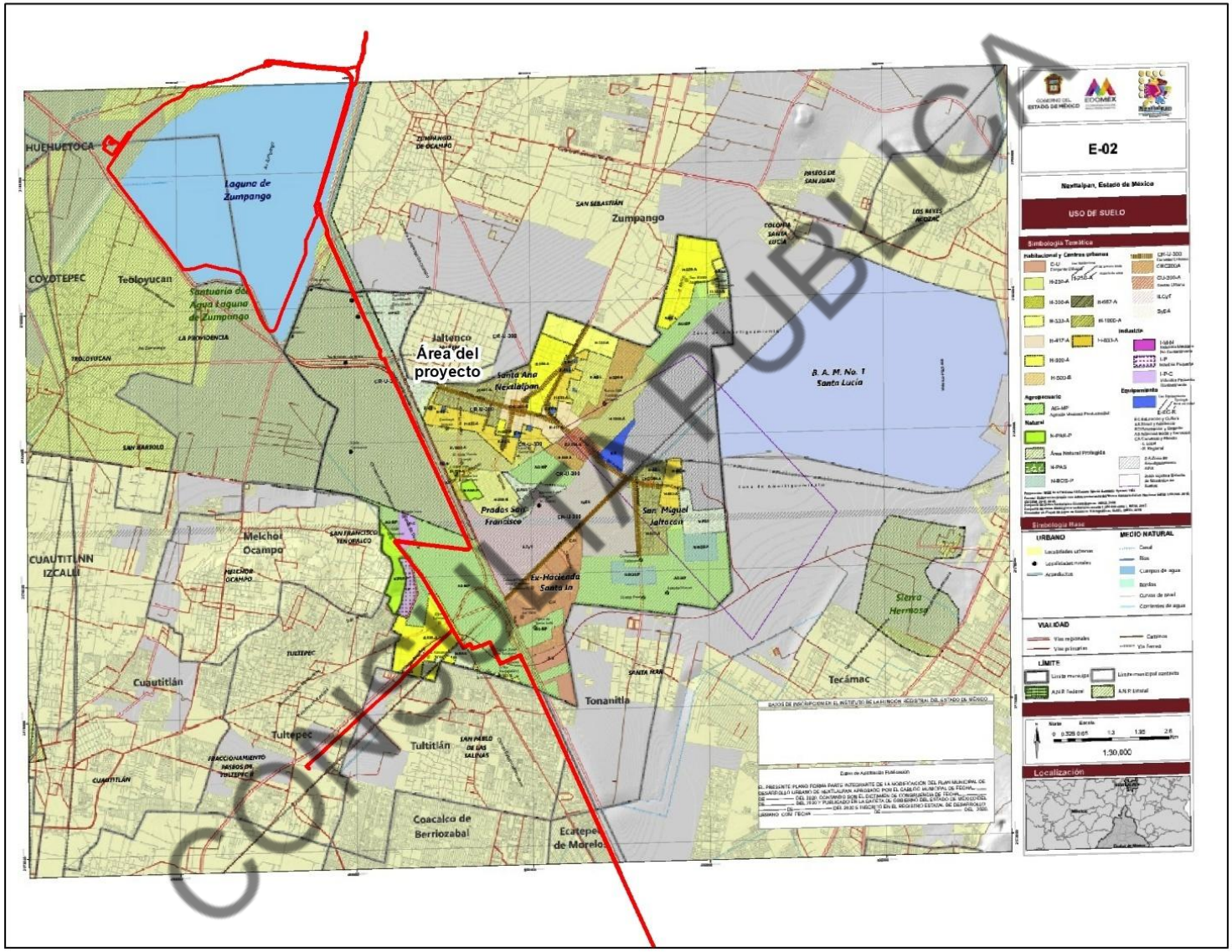
El proyecto se encuentra alineado con las estrategias del Programa, en cuanto a las políticas de zonas no urbanizables al realizarse sobre derechos de vía de obras ya existentes, es decir no se construirán nuevos caminos o zonas de acceso para los diferentes componentes del Proyecto.

3.3.6 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nextlalpan

En la figura siguiente se ubica el Proyecto respecto al Plano de estructura urbana y usos de suelo del PMDU, como se observa dentro del municipio de Nextlalpan se localizarán específicamente tramos de la línea de conducción norte-sur, la cual incide en zonas catalogadas como: Área natural protegida estatal: Santuario del Agua Laguna de Zumpango, agrícola de mediana producción (AG-MP) y H-500-A.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-23 Área del Proyecto en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nextlalpan



COPIA PÚBLICA

Conforme al Plan estas unidades presentan las siguientes características:

AG-MP

Uso Agrícola de Mediana Productividad. Este uso de suelo destinado al desarrollo de las actividades productivas de campo y se requiere de una Evaluación Técnica para la implantación de cualquier uso habitacional.

H-500-A

Uso habitacional de baja densidad, el cual permite la instalación de usos comerciales y de servicios en planta baja. Aprovechado como zona de transición entre las zonas urbanas consolidadas y la periferia.

Vinculación con el Proyecto

Conforme a la tabla de usos de suelo de este Plan, la actividad concerniente a la línea de conducción (actividad 5.1) no se encuentra restringida en ninguna de las unidades en las cuales incide el Proyecto., es importante recordar que, el componente línea de conducción norte-sur en este municipio se ubicará sobre derechos de vía de vialidades existentes, por lo cual se localizará en zonas afectadas por la actividad humana, es decir no se impactarán zonas naturales aún cuando de acuerdo al PDU el área de Proyecto en este municipio incide en el área natural protegida Santuario del agua Laguna de Zumpango.

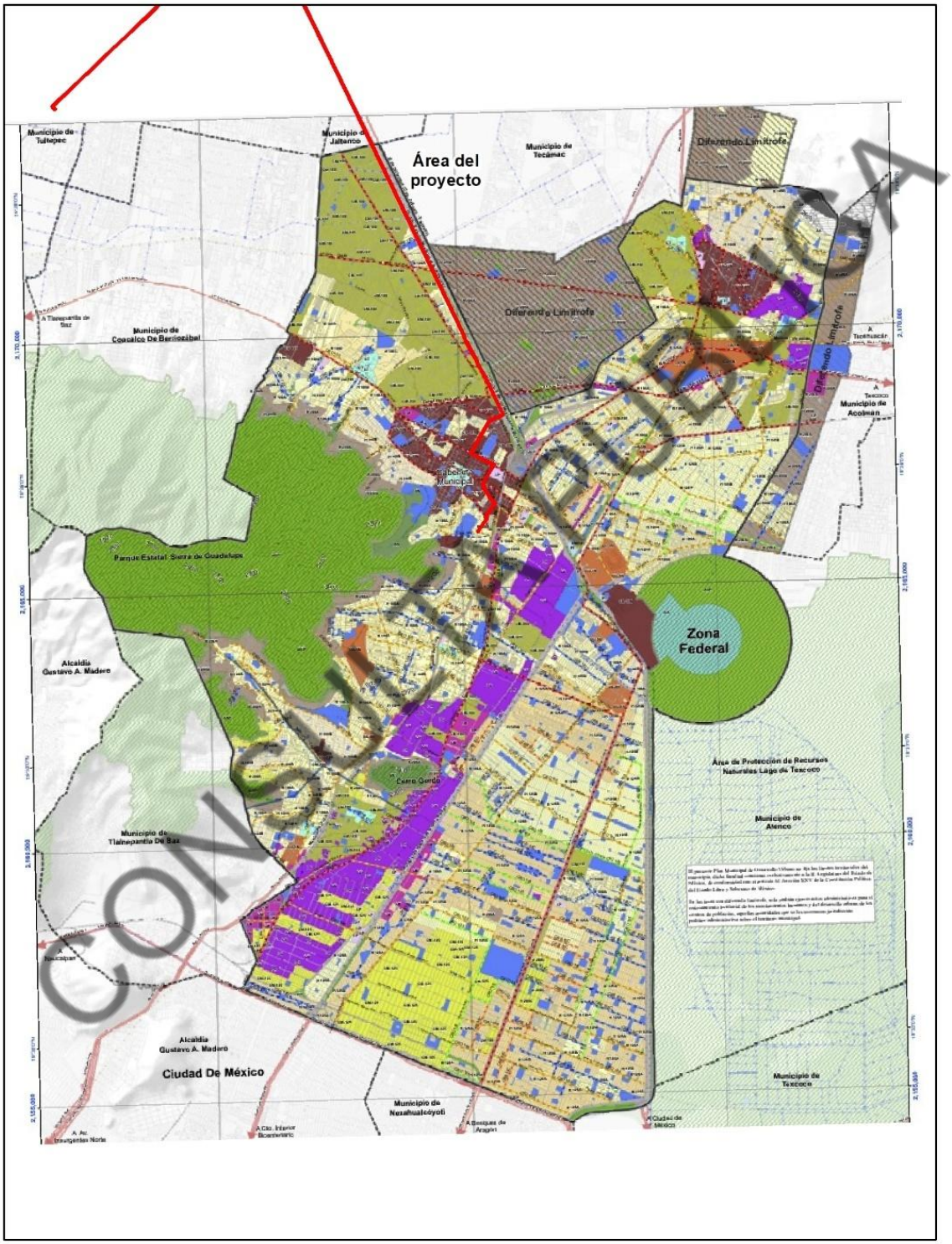
3.3.7 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ecatepec de Morelos

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PDU) de Ecatepec de Morelos fue publicado oficialmente el 19 de septiembre de 2022 en la *Gaceta del Gobierno del Estado de México*.

De acuerdo con la carta de usos de suelo el área de Proyecto correspondiente a la línea de conducción norte-sur se localiza dentro de la zona denominada centro urbano mixto de alta densidad (CU-10), habitacional de alta densidad (H-100-A), principalmente en el derecho de vía del Circuito Exterior Mexiquense; como se aprecia en la figura siguiente:

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-24 Área del Proyecto en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ecatepec de Morelos



CONSULTA PÚBLICA

La zona marcada como Centro Urbano hasta 10 niveles (CU 10N) es un área con alta concentración de comercio, servicios y alta densidad de vivienda. Mientras que la zona H-100-A, comprende predios destinados para este uso.

Vinculación con el Proyecto:

Conforme a la revisión realizada de la tabla de usos de suelo, se observa que la actividad de conducción de agua no se encuentra restringida por el Plan, cabe reiterar que, el componente línea de conducción norte-sur en este municipio se ubicará sobre derechos de vía de vialidades existentes, por lo cual se localizará en zonas afectadas por la actividad humana, es decir no se impactarán zonas naturales ni con otros usos.

3.3.8 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán

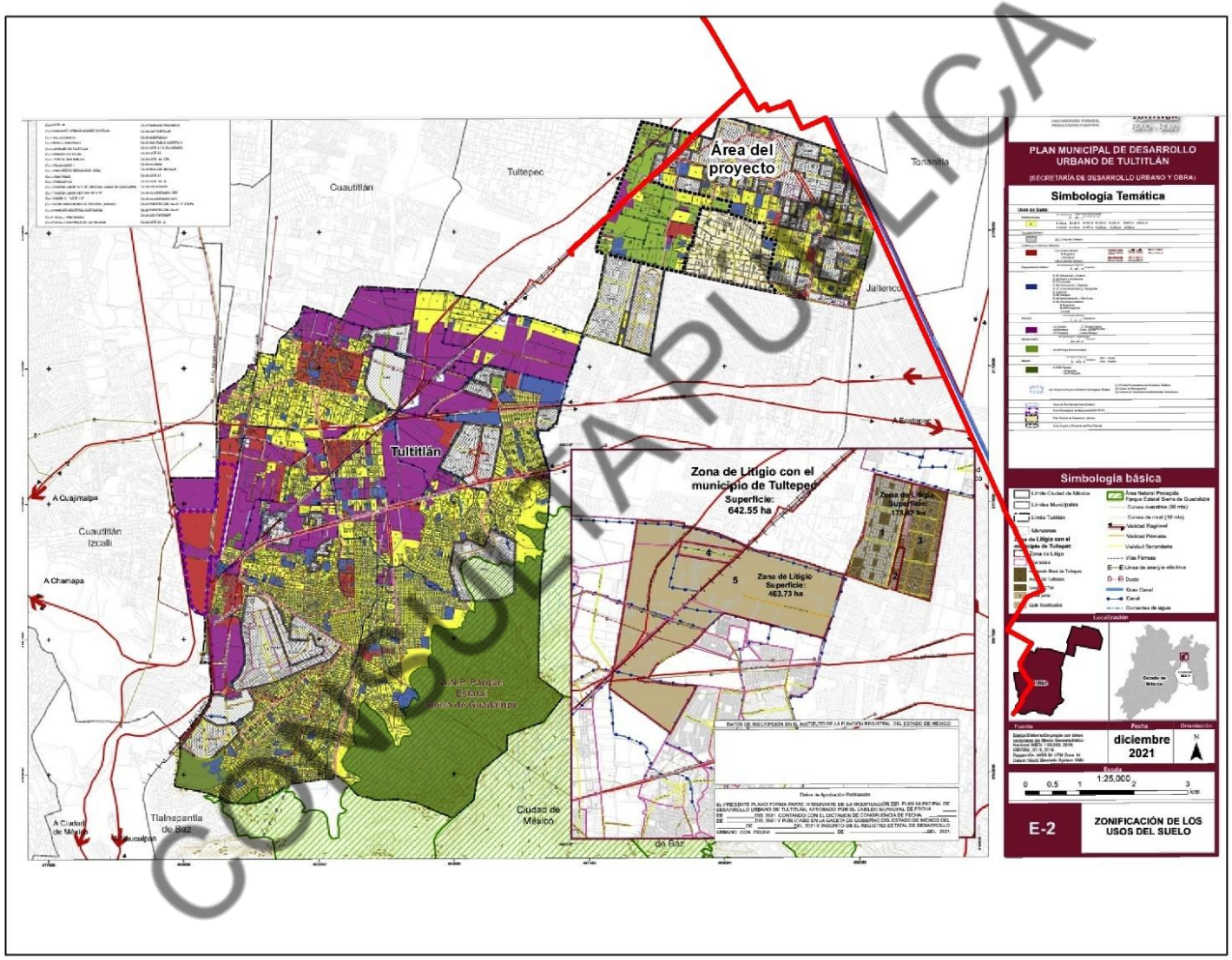
El Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PDU) de Tultitlán, Estado de México, fue publicado oficialmente el 4 de agosto de 2022 en la Gaceta del Gobierno del Estado de México.

De acuerdo con la carta de usos de suelo el área de Proyecto correspondiente a la línea de conducción norte-sur se localiza dentro de las siguientes zonas:

- Habitacional con variedad de densidades (H-100, H-125)
- Industrial de pequeña y mediana, no contaminante (I-M-N y I-P-N)
- Agropecuario (AG-BP)
- Conjunto urbano (CU)

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-25 Área del Proyecto en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán



COPIA PÚBLICA

Las disposiciones de las unidades anteriores son las siguientes:

Habitacional

Usos habitacionales de alta densidad, destinado al desarrollo de conjuntos urbanos. Utilizado para promover la densificación y consolidación de centralidades urbanas del municipio. Se permite la instalación 30 m^2 de usos comerciales y servicios básicos dentro de la vivienda.

Centros Urbanos

Centros urbanos con diversidad de usos, desde densidades bajas hasta densidades altas que se distribuyen en las localidades para estructurar el territorio del municipio, generando centralidades urbanas. Con base en la Ley de Fomento Económico para el Estado de México y la Ley de Competitividad y Ordenamiento Comercial del Estado de México, los usos de suelo destinados a actividades de comercio para la venta, renta, depósito, reparación, servicio de vehículos y maquinaria en general quedan homologados bajo el uso Industrial.

Industria

Este uso concentra una mezcla de giros para el desarrollo de actividades secundarias y logísticas. No se permite la instalación de usos habitacionales. La altura (mL) y los niveles previstos pueden ser sometidos a Dictamen Técnico por la Agencia Federal de Aviación Civil y la SEDENA debido a la cercanía con el AIFA. Se podrán autorizar subdivisiones de predios a partir de una evaluación técnica por parte del municipio de acuerdo a las disposiciones y procedimientos establecidos en el Título Tercero de los lineamientos para los proyectos arquitectónicos Título Quinto de la Ejecución de las Construcciones y demás disposiciones establecidas por el Libro Décimo Octavo del Código Administrativo del Estado de México. Su aprobación estará sujeta a dictamen técnico por parte de las autoridades estatales/municipales.

Uso Agrícola de Baja y Mediana Productividad. Este uso de suelo destinado al desarrollo de las actividades productivas del campo y se requiere de una Evaluación Técnica para la implantación de cualquier uso habitacional.

Vinculación con el Proyecto:

Una sección del proyecto correspondiente a la línea de conducción norte-sur, tendrá incidencia en el municipio de Tultitlán específicamente sobre zonas agrícolas de baja productividad e industriales de tamaño mediano y pequeño, así como en los límites de zonas habitacionales, siendo estas zonas ya impactadas por la actividad humana.

Con respecto a la tabla de usos de suelo para estas unidades, se observa que, esta actividad no se encuentra restringida, por lo tanto, el Proyecto es viable de llevarse a cabo.

3.3.9 Jaltenco

Este municipio según la Secretaría de Desarrollo Urbano e Infraestructura del Gobierno del Estado de México no cuenta con documento de esta índole.

CONSULTA PÚBLICA

3.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

En las siguientes tablas se presenta la vinculación con las diferentes Normas Oficiales Mexicanas (NOM) con las cuales tiene alguna relación el Proyecto:

Tabla 3-18.Vinculación del Proyecto y las Normas Aplicables

Materia	Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
En materia de agua	**NOM-001-SEMARNAT-2021.** Establece los límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales a cuerpos receptores nacionales, sustituyendo a la versión de 1996.	Dado el origen del agua influente a la Laguna de Zumpango durante el período de estiaje, su descarga a un cuerpo receptor nacional y, particularmente, el hecho de que el agua almacenada en la laguna será utilizada con fines de abastecimiento público, el efluente tratado deberá cumplir con los límites permisibles promedio mensual establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 para descargas en embalses, lagos y lagunas.
Flora y fauna	**NOM-059-SEMARNAT-2010** Establece los mecanismos de protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Listado de especies en riesgo. MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.	Se consideró la aplicación de la Norma en el desarrollo del presente estudio, dado que se llevaron a cabo los muestreos de flora y fauna para identificar las especies presentes en el área del Proyecto, así como en el SAR y posteriormente determinar su categoría de riesgo en este instrumento normativo, mismas que son consideradas como prioritarias en el diseño de las medidas, tal como rescate de fauna, cabe señalar que no se registraron especies en esta NOM de flora.
Emisiones a la atmósfera: gases	**NOM-041-SEMARNAT-2015** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. **NOM-045-SEMARNAT-2017** Protección ambiental vehículos en circulación que usan diésel como combustible límites máximos permisibles de opacidad procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Una vez iniciada la obra y mientras duren las etapas de construcción, se utilizarán vehículos y maquinaria pesada, los cuales utilizan gasolina y diésel, respectivamente, produciendo gases contaminantes (COx, NOx, HC´s) como resultado de la combustión interna de los motores, por lo que todos los vehículos y maquinaria pesada, empleadas en la obra deberán de cumplir con lo estipulado en estas NOM, mediante la verificación de emisiones para camiones ligeros, medianos y pesados que se utilicen principalmente durante la etapa de construcción. El mantenimiento de los vehículos y maquinaria pesada empleados en la obra estará a cargo de la Empresa Constructora.

CONSULTA PÚBLICA

Materia	Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
Residuos	**NOM-052-SEMARNAT-2005** Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Mientras dure la construcción se producirán residuos peligrosos, como resultado del mantenimiento y operación de los vehículos y maquinaria pesada, por lo que para el cumplimiento de las disposiciones que indica esta norma, en función de la cantidad a generar se almacenarán temporalmente los residuos peligrosos y se deberá considerar la contratación de los servicios de recolección y transporte de estos residuos, por una empresa recolectora que se encuentre autorizada ante la SEMARNAT, SCT y demás autoridades involucradas en la emisión de aquellos permisos que autoricen a las empresas prestadoras de estos servicios.
	NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	
Ruido	**NOM-080-SEMARNAT-1994,** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	La maquinaria empleada deberá considerar el recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de ruido por algún elemento desajustado, esto también es económicamente recomendable porque optimiza el consumo de combustible. Además de las actividades de construcción deberán de quedar sujetas a realizarse estrictamente en un horario diurno, ya que la fauna silvestre presenta mayor actividad durante las noches.
	NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y sus métodos de medición.	Resulta aplicable a los componentes PTAP-R y PP en donde es posible que se generen niveles de ruido que no deben rebasar los permisibles por esta NOM según las mediciones que se realicen con base en la metodología establecida en esta NOM.

CONSULTA PÚBLICA

3.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

3.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es el documento que contiene los principios y objetivos de la nación. Establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos.

Tabla 3-19 Vinculación del Proyecto con el Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 4º La mujer y el hombre son iguales ante la ley. Ésta protegerá la organización y el desarrollo de la familia… Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	Para dar cumplimiento al artículo 4º se implementará un conjunto de medidas de prevención, mitigación y protección a los posibles impactos ambientales generados como parte de las actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto, con el objetivo de salvaguardar la integridad del ecosistema presente en el área de influencia del Proyecto. Entre las medidas principales figuran el rescate y reubicación de flora y fauna, la reposición de ejemplares arbóreos, Programa de manejo integral de residuos y acciones de educación ambiental

3.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y sus Reglamentos.

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, y reformada por última vez el 19 de enero de 2026. En su artículo 1 señala que “es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable (…)”

Se realizó una revisión de los artículos de esta LGEEPA aplicables al Proyecto, mismos que se indican en la siguiente tabla, así mismo, se describen las medidas para su íntegro cumplimiento.

Tabla 3-20 Artículos de la LGEEPA Aplicables al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento	La elaboración del presente estudio se realiza en cumplimiento de lo dictado en el artículo 28, fracciones I, VII, X y XIII, como se describe en seguida: Fracción I: se llevarán a cabo obras hidráulicas para el tratamiento de aguas pluviales y residuales, así

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación con el Proyecto
que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: Fracción: I.- **Obras hidráulicas**, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; […] X.- **Obras y actividades en humedales**, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo; […] XIII.- **Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal**, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.	como potabilización; Fracción X: ciertos componentes del Proyecto se ejecutarán en humedal lacustre correspondiente a la Laguna de Zumpango. Fracción XIII: el conjunto de obras es de competencia federal.
Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. (…)	
Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	La Promovente implementará medidas de prevención y mitigación para controlar la generación de emisiones contaminantes atmosféricas ocasionadas por el uso de maquinaria, vehículos automotores de combustión interna, así como por la operación de la PTAP-R y PP. Los poseedores de los vehículos empleados durante el desarrollo del Proyecto demostrarán haber sido sometidos a verificación vehicular mediante la presentación de la constancia que para el efecto emita la unidad verificadora, así mismo, la maquinaria empleada demostrará haber sido sometida a mantenimientos preventivos recientes, lo cual se evidenciará mediante bitácoras de mantenimiento; en dichos comprobantes demostrarán que no rebasan los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales
Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación con el Proyecto
	Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015 Y NOM-045-SEMARNAT-2017. En el caso de la PTAP-R y PP se contará con sistemas de seguridad para prevenir fugas de las sustancias empleadas en el proceso, tales como: lavador de Gases Scrubber, este es el equipo medular del sistema y se encarga de realizar la neutralización del gas cloro en su interior al ponerlo en contacto con una solución de agua y sosa cáustica al 33%. Además de medidas preventivas como inspección de cilindros de gas cloro, programa de mantenimiento e integridad mecánica, plan de contingencias y plan de respuesta a emergencias. Las medidas de prevención, control y mitigación consideradas en el diseño y operación del sistema permiten reducir significativamente la probabilidad de ocurrencia de eventos accidentales y limitar sus posibles efectos sobre el sistema ambiental y el entorno circundante por eventos de riesgo con liberación de sustancias a la atmósfera.
Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país; II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; (…) V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.	Para evitar la contaminación de los factores suelo y agua, se acatarán las siguientes medidas: • Los residuos de manejo especial serán cargados a un camión tipo volteo para su traslado a un sitio de tiro autorizado para tal fin, el traslado será constante, evitando su acumulación y almacenamiento. Se prohibirá disponer residuos de manejo especial fuera del área del Proyecto. Todos los residuos serán trasladados, por ningún motivo se permitirá su abandono en las áreas de trabajo. • Colocación de contenedores con tapa para residuos sólidos urbanos (clasificados al menos en orgánicos e inorgánicos) que se generen por el personal. Periódicamente, los residuos serán trasladados al depósito municipal más cercano por una persona encargada en el Proyecto de tal actividad. • Los residuos peligrosos que pudieran generarse durante la ejecución del Proyecto serán recolectados, almacenados temporalmente y entregados a una empresa autorizada para su manejo y tratamiento/disposición final. • Las actividades de mantenimiento preventivo de equipo y vehículos, se realizará únicamente en talleres especializados, nunca en el sitio del Proyecto o áreas cercanas. • Colocación de sanitarios portátiles para uso de personal de campo, su limpieza estará a cargo
Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: (…) II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes; V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento	

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación con el Proyecto
ecológico que resulte aplicable.	del proveedor del servicio, quien será el responsable de la disposición de los residuos. • Colocación de letreros alusivos al manejo adecuado de residuos.
Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.	Los residuos peligrosos que se pudieran generar durante el desarrollo del Proyecto serán manejados conforme a lo establecido en esta Ley, así como en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, y en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993, bajo el siguiente procedimiento:
Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, rehúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley. (…)	1. Los residuos se almacenarán en contenedores separados. 2. Los contenedores serán de plástico y permitirán un cierre hermético. 3. Existirá una identificación del residuo mediante una etiqueta en la cual se describa el nombre y la o las características de peligrosidad del residuo 4. Los contenedores no deberán reaccionar con el residuo. Su tamaño y material deben ser acordes a las características físicas y químicas del residuo
Artículo 152 BIS. - Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.	Durante el desarrollo del Proyecto las sustancias peligrosas susceptibles de generar contaminación al suelo por derrame fortuito son hidrocarburos usados como combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como aceites de los mismos. Por este motivo, se considera que la contaminación al suelo sólo podría ocurrir en caso de que la maquinaria, equipo o vehículos se encuentren en malas condiciones o presenten averías durante su operación, por lo que se acatarán las siguientes medidas: • Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo, en talleres especializados para este fin y nunca en el área del Proyecto o áreas aledañas. • Los vehículos demostrarán haber realizado su verificación anual. • Usar equipo en condiciones óptimas de funcionamiento. • El suelo que resulte contaminado por derrame de hidrocarburos o aceites será recolectado inmediatamente y será dispuesto en un recipiente impermeable para posteriormente ser entregado a la

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación con el Proyecto
	empresa autorizada para su disposición final. • Como medida emergente en caso de avería en el área del Proyecto y que esta provoque el derrame de combustible o aceites, se usará un recipiente impermeable que contenga la sustancia.
Artículo 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	Durante la preparación del sitio y construcción, el mantenimiento y en su caso el desmantelamiento, será necesario el uso de vehículos y maquinaria pesada que puede alcanzar o incluso rebasar los 90 dB. Los receptores directos de este impacto serán los trabajadores del Proyecto quienes se encontrarán en contacto con la fuente generadora, por lo cual como medida se establecerá obligatorio el uso de tapones auditivos. Así mismo se acatarán las siguientes medidas preventivas para la maquinaria y vehículos para su funcionamiento óptimo: • Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo • Los vehículos empleados durante el desarrollo del Proyecto demostrarán haber sido sometidos a verificación vehicular mediante la presentación de la constancia.

Por otra parte, a continuación, se presenta la vinculación con los Reglamentos aplicables que emanan de la LGEEPA, los cuales son de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta a la LGEEPA en lo referente a la Evaluación de Impacto Ambiental, así como la prevención y control de la contaminación de la atmósfera

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3-21 Artículos del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental Aplicables al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: (*se señalan las aplicables al Proyecto*) A. **Hidráulicas** III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas; IV. Obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 kilómetros de longitud, que tengan un gasto de más de quince litros por segundo y cuyo diámetro de conducción exceda de 15 centímetros; VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o Iodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales, excepto aquellas en las que se reúnan las siguientes características: (…) XI. Plantas potabilizadoras para el abasto de redes de suministro a comunidades, cuando esté prevista la realización de actividades altamente riesgosas; **R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales**: I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y (…)	En este acto y de conformidad con los artículos aplicables de este reglamento, se presenta para su evaluación la MIA-R del Proyecto previo al desarrollo de actividades, para las obras y actividades que se indican en estas fracciones, como se explica en seguida: A) **Hidráulicas** III. Por la construcción de los componentes vaso regulador y dique. IV. Por la construcción de la línea de conducción norte – sur. La línea de conducción sur conducirá un gasto total de 0.95 m3/s. La conducción se alimentará tramos existentes para completar el enlace hidráulico hasta el tanque de rebombeo Coyotepec, asegurando la continuidad operativa del sistema regional. Esta será construida en un tramo de 998 metros con tubería de acero al carbón de 42 pulgadas. La Línea de conducción norte funcionará como un sistema complementario que permitirá transferir caudales desde la planta potabilizadora hacia el acueducto Tizayuca–Pachuca, alimentando el rebombeo Coyotepec sin afectar la operación hidráulica de la línea de conducción sur. La conducción inicia en la planta de bombeo norte de la planta potabilizadora VI. Por la construcción de la PTAP-R dado que se desfogará en la Laguna de Zumpango. XI. Por la construcción de la planta potabilizadora. **R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales**: I. Ciertos componentes del Proyecto se ejecutarán en humedal lacustre correspondiente a la Laguna de Zumpango.
Artículo 9.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización…	De conformidad con los artículos aplicables de este reglamento, en este acto, se presenta para su evaluación la MIA-R del Proyecto previo al desarrollo de actividades.

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: (…)	El presente documento técnico está integrado con los capítulos y anexos que se solicitan en este artículo, los cuales se desglosan por capítulos de acuerdo con el orden sugerido.
Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y … En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	Como se ha detallado en el **Capítulo 2** del presente documento, la aplicabilidad de una MIA modalidad Regional obedece a que la construcción de los diferentes componentes especificados se realizará dentro de una región ecológica determinada.
Artículo 47.- La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. En todo caso, el promovente podrá solicitar que se integren a la resolución los demás permisos, licencias y autorizaciones que sean necesarios para llevar a cabo la obra o actividad proyectada y cuyo otorgamiento corresponda a la Secretaría.	Previo a la ejecución de actividades del Proyecto, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional para su evaluación, indicando que las actividades serán ejecutadas una vez obtenida la autorización correspondiente, sujetándose a los términos y condicionantes emitidos por esta Secretaría.

Tabla 3-22 Artículos del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera Aplicables al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 10.- Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.	Se dará cumplimiento a las disposiciones de este Reglamento, dado que durante las diferentes actividades comprendidas en el Proyecto se generarán emisiones a la atmósfera producto de la combustión de combustibles usados por vehículos y maquinaria (fuentes móviles), por otro lado, durante la circulación de vehículos por el acceso al área del Proyecto y durante el movimiento de tierras se podrían generar partículas sólidas suspendidas. Para ello se implementarán las siguientes medidas: • Se usará equipo en condiciones óptimas de funcionamiento. Los vehículos empleados durante el desarrollo del Proyecto demostrarán haber sido sometidos a verificación vehicular mediante la presentación de la constancia que para el efecto emita la unidad verificadora, así mismo, la maquinaria empleada demostrará haber sido sometida a mantenimientos preventivos recientes, lo cual se evidenciará mediante bitácoras de mantenimiento; en dichos comprobantes demostrarán que no rebasan los límites máximos permisibles establecidos en las
Artículo 28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud. *Artículo reformado DOF 31-10-2014*	

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación con el Proyecto
	Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015 Y NOM-045-SEMARNAT-2017. • Se realizarán riegos matapolvos en las zonas de construcción para evitar la propagación de polvos por acción del viento y con ello prevenir la erosión eólica. • Para evitar la generación de olores, se prohibirá disponer residuos de manejo especial fuera del área del Proyecto. Todos los residuos serán trasladados, por ningún motivo se permitirá su abandono en las áreas de trabajo. • En el caso de la PTAP-R y PP se contará con sistemas de seguridad para prevenir fugas de las sustancias empleadas en el proceso, tales como: lavador de Gases Scrubber, este es el equipo medular del sistema y se encarga de realizar la neutralización del gas cloro en su interior al ponerlo en contacto con una solución de agua y sosa cáustica al 33%. • Además de medidas preventivas como inspección de cilindros de gas cloro, programa de mantenimiento e integridad mecánica, plan de contingencias y plan de respuesta a emergencias. Las medidas de prevención, control y mitigación consideradas en el diseño y operación del sistema permiten reducir significativamente la probabilidad de ocurrencia de eventos accidentales y limitar sus posibles efectos sobre el sistema ambiental y el entorno circundante por eventos de riesgo con liberación de sustancias a la atmósfera..

CONSULTA PÚBLICA

3.5.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su Reglamento

Esta Ley en su Artículo 1º señala que "(…) sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación (…)".

A continuación, se presenta la vinculación de aquellas especificaciones, disposiciones o artículos de la Ley y su Reglamento, que pueden considerarse representativos y aplicables a las actividades que se realizarán durante el desarrollo del Proyecto.

Tabla 3-23 Artículos de la LGPGIR y su Reglamento Aplicables al Proyecto

LGPGIR	Reglamento de la LGPGIR	Vinculación con el Proyecto
Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	**Artículo 35.-** Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente: **I.** Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; **II.** Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: **a)** Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y **b)** Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y **III.** Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados. Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	Durante el desarrollo del Proyecto es posible generar residuos peligrosos derivado del uso de maquinaria, vehículos y equipo que usan combustibles y aceites. Dichos residuos, serán gestionados de conformidad con estos artículos aplicables de la Ley y su Reglamento.
Artículo 22.- Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.		

CONSULTA PÚBLICA

LGPGIR	Reglamento de la LGPGIR	Vinculación con el Proyecto
	Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.	
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	---	Los residuos sólidos urbanos que se generen durante el desarrollo del Proyecto se clasificarán al menos en orgánicos e inorgánicos, para lo cual se colocarán contenedores para cada tipo de residuo, los cuales estarán señalizados de manera que se identifique fácilmente el residuo que pueden contener para su manejo y disposición final.
Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: (…) VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;	---	Durante el desarrollo del Proyecto se generarán residuos de manejo especial consistentes en: ▪ Materia orgánica producto del retiro de la vegetación ▪ Suelo producto del movimiento de tierras. ▪ Residuos de construcción como concreto, varillas, madera, entre otros.
Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	---	Se realizará el manejo de los residuos peligrosos que pudieran generarse en el área del Proyecto conforme al Programa de manejo integral de residuos incluido en el presente documento como parte del **Capítulo 6**, el cual se elaboró contemplando lo dispuesto en esta Ley, así como en su reglamento y en las Normas Oficiales Mexicanas, NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993.
Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	---	

CONSULTA PÚBLICA

LGPGIR	Reglamento de la LGPGIR	Vinculación con el Proyecto
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	**Artículo 79.-** La responsabilidad del manejo de residuos peligrosos, por parte de las empresas autorizadas para la prestación de servicios de manejo, iniciará desde el momento en que le sean entregados los mismos por el generador, por lo cual, deberán revisar que tales residuos se encuentren debidamente identificados, clasificados, etiquetados o marcados y envasados. La responsabilidad terminará cuando entreguen los residuos peligrosos al destinatario de la siguiente etapa de manejo y éste suscriba el manifiesto de recepción correspondiente. La información que se contenga en los manifiestos se expresará bajo protesta de decir verdad por parte del generador y de los prestadores de servicios que intervengan en cada una de las etapas de manejo. Cuando la información contenida en el manifiesto resulte falsa o inexacta y con ello se ocasione un manejo inadecuado que cause daño al medio ambiente o afecte la seguridad de las personas, corresponderá a quien proporcionó dicha información responder por los daños ocasionados.	Se contratará el servicio de una empresa autorizada por la SEMARNAT para hacerle entrega de los residuos peligrosos generados durante el desarrollo del Proyecto, esta se encargará de su tratamiento y/o disposición final. En caso de utilizar los servicios de una empresa autorizada se resguardan los manifiestos de entrega como comprobante de la correcta disposición de los residuos generados.
Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	**Artículo 43.-** Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento: (…)	Se realizará el registro correspondiente ante esta Secretaría. El registro se hará siguiendo el procedimiento indicado en el Artículo 43 del Reglamento de la LGPGIR.
Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	**Artículo 42**.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;	

CONSULTA PÚBLICA

LGPGIR	Reglamento de la LGPGIR	Vinculación con el Proyecto
	II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.	
Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	---	Se realizará el manejo de los residuos peligrosos que pudieran generarse en el área del Proyecto conforme al Programa de manejo integral de residuos que se incluye como parte de las medidas propuestas en el **Capítulo 6** de este estudio, el cual se elaboró contemplando lo dispuesto en esta Ley, así como en su reglamento y en las Normas Oficiales Mexicanas, NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993. En este Programa se asienta que estará prohibido abandonar todo tipo de residuos en el área del Proyecto o su área de influencia, para lo cual se contará con personal de supervisión quien será el encargado de verificar que se le dé estricto cumplimiento a esta y demás medidas a implementar por la ejecución del Proyecto.
Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	**Artículo 39.-** Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa. (…) **Artículo 88.-** La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios y procedimientos técnicos para determinar la	En caso de generarse residuos peligrosos estos serán almacenados de forma temporal de manera separada de conformidad con la determinación de incompatibilidad indicada en la Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993.

CONSULTA PÚBLICA

LGPGIR	Reglamento de la LGPGIR	Vinculación con el Proyecto
	incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo, con la finalidad de evitar mezclas. En tanto no se expidan esas normas oficiales mexicanas, los interesados podrán efectuar los análisis correspondientes para determinar dicha incompatibilidad conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización.	
Artículo 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos. Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final. En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.	**Artículo 87**.- Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos. (…)	En caso de ser generados, los envases que se encuentren impregnados de sustancias peligrosas, en este caso hidrocarburos o aceites, serán considerados como residuos peligrosos, por lo tanto, serán recolectados y almacenados en recipientes impermeables y sellados, en este sentido, se difundirá a los trabajadores la prohibición de reusar estos envases para fines distintos a los que originalmente fueron utilizados.
Artículo 67.- En materia de residuos peligrosos, está prohibido: V. El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras; VI. El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada; VIII. La dilución de residuos peligrosos en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado, y IX. La incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y	**Artículo 83.** El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de micro generadores se realizará de acuerdo con lo siguiente: I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice	En caso de ser generados, los residuos se recolectarán de forma inmediata a su generación y se almacenará temporalmente en recipientes separados, posteriormente serán entregados a la empresa contratada para su traslado y disposición final, dentro de los seis meses que señalan estos instrumentos.

CONSULTA PÚBLICA

LGPGIR	Reglamento de la LGPGIR	Vinculación con el Proyecto
bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental.	la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la micro generación de residuos peligrosos. **Artículo 84.-** Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	
----------	**Artículo 129.-** Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes. Lo previsto en el presente artículo no aplica en el caso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales ocasionados durante el transporte de materiales o residuos peligrosos.	En caso de derrame fortuito de combustible o aceites, por alguna avería de maquinaria, vehículo o equipo que use hidrocarburos y aceites, serán implementadas las acciones descritas en el Programa de Manejo integral de Residuos, haciendo uso del kit para derrames que deberá mantenerse en sitio. En este sentido, el suelo impregnado con este material será recolectado de manera inmediata en contenedores impermeables y con tapa para evitar su dispersión, dejando un área completamente limpia de residuos.

CONSULTA PÚBLICA

3.5.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de junio de 2018, mientras que el Reglamento fue publicado en el DOF el 21 de febrero de 2005, siendo su última reforma el 9 de diciembre de 2020.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable LGDFS es reglamentaria del artículo 27 de la CPEUM, es de observancia general y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. También distribuye y establece competencias en materia forestal.

Las obras proyectadas no implican la remoción de vegetación forestal ni la modificación permanente de terrenos forestales, por lo que no se prevé la realización de cambio de uso de suelo en terrenos

forestales. No obstante, será la autoridad ambiental competente quien determine, durante el proceso de evaluación correspondiente, la procedencia de requerimientos adicionales en materia forestal.

3.5.5 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de julio de 2000 y reformada por última vez el 16 de Julio de 2025. En su Artículo 1º señala que "su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo".

Se realizó una revisión de los artículos de esta Ley aplicables al Proyecto, mismos que se indican en la siguiente tabla, así mismo, se describen las medidas para su íntegro cumplimiento.

Tabla 3-24 Vinculación de los Artículos de la Ley General de Vida Silvestre Aplicables al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 4o.- Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto se implementarán las medidas de protección y compensación para los posibles impactos identificados sobre la flora y fauna presente en el área del Proyecto y su área de influencia, estas son principalmente las siguientes: • Revisión minuciosa del área del Proyecto previo a la construcción de este para verificar que se encuentre libre de fauna silvestre, principalmente reptiles pequeños y sitios de anidación de aves. • En caso de detectarse fauna, se permitirá su desplazamiento o de ser necesario se realizará el rescate y reubicación. • Se prohibirá al personal cualquier daño a la flora o fauna silvestre que pudiera estar presente en áreas colindantes con la zona de trabajo. • Durante el desarrollo de las actividades del Proyecto, se prohibirá a los trabajadores realizar la caza o recolección de ejemplares silvestres de las áreas colindantes con los sitios de trabajo. • Colocación de letreros alusivos al cuidado de la flora y fauna presente en la zona • Implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora • Implementación del Programa de manejo integral de residuos. • Como medida compensatoria se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, por la afectación a vegetación forestal, así como la reposición de arbolado que sea derribado.

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 27 Bis. - No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras. (…)	Durante la implementación del programa de rescate y reubicación de flora, y reposición de ejemplares arbóreos, se evitará el manejo de especies exóticas, así mismo se establecerá esta prohibición al personal involucrado en las obras y actividades del Proyecto en todas sus etapas.
Artículo 31.- Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Si derivado de la revisión del área del Proyecto previo al inicio de la preparación del sitio y construcción se detectara algún ejemplar de fauna presente, se permitirá su desplazamiento o de ser necesario se realizará el rescate e inmediata reubicación, considerando las disposiciones marcadas en este artículo.
Artículo 122. Son infracciones a lo establecido en esta Ley: I. Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley. XXIII. Realizar actos que contravengan las disposiciones de trato digno y respetuoso a la fauna silvestre, establecidas en la presente Ley y en las disposiciones que de ella se deriven.	Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto se implementarán las medidas de protección y compensación para los posibles impactos identificados sobre la flora y fauna presente en el área del Proyecto y su área de influencia, estas incluyen pláticas de concientización para los trabajadores del Proyecto para dar a conocer la responsabilidad y obligación de cada uno de ellos en caso de cometer infracciones que contravengan lo estipulado en esta ley y su reglamento.

CONSULTA PÚBLICA

3.5.6 Ley General de Aguas (LGA) y Reglamento de la LAN.

La Ley General de Aguas es reglamentaria del artículo 4o., párrafo octavo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia del derecho humano al acceso, disposición y saneamiento del agua para consumo personal y doméstico; establece las bases, apoyos y modalidades para su acceso, uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos; su interdependencia con otros derechos humanos; distribuye competencias y establece los casos de concurrencia entre la Federación, entidades federativas y municipios, dicha ley actualmente no tiene reglamento vigente; por lo cual el reglamento vigente sigue siendo el asociado a la Ley de Aguas Nacionales (LAN) misma que fue sustituida por la denominada LGA.

A continuación, se presenta la vinculación de aquellas especificaciones, disposiciones o artículos que pueden considerarse representativos y aplicables a las actividades que se realizarán a lo largo del Proyecto.

Tabla 3-25 Vinculación de los Artículos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Aplicables al Proyecto

LGA	Vinculación con el Proyecto
Artículo 31. La Estrategia Nacional tendrá un enfoque sistémico y contendrá los siguientes	La propia naturaleza del Proyecto coadyuvará al impulso de la estrategia nacional en materia de agua, dado que, el Proyecto

LGA	Vinculación con el Proyecto
elementos: I. Diagnóstico y evaluación de las acciones y medidas implementadas en el país, así como su desempeño en el contexto internacional; II. Escenario de línea base; III. Escenarios hídricos; IV. Evaluación y diagnóstico de la vulnerabilidad hídrica de ecosistemas, centros de población, equipamiento e infraestructura, sectores productivos y sociales; V. Las necesidades presentes y futuras de la población, de las actividades económicas y ecosistemas a nivel local, regional y nacional en materia de agua; VI. Los instrumentos internacionales suscritos por el Estado mexicano que inciden en el cumplimiento de los objetivos de la Estrategia Nacional; VII. Los retos y oportunidades normativos, institucionales y presupuestales para el cumplimiento de los objetivos de la Estrategia Nacional, así como recomendaciones de naturaleza normativa, programática y presupuestal; VIII. Tendencias y propuestas para la preservación, el uso y aprovechamiento sustentable de las aguas; IX. Las medidas para promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos al agua y al saneamiento; X. Oportunidades para garantizar los servicios públicos de agua y saneamiento sostenibles y de calidad; XI. Acciones para ampliar y fortalecer los mecanismos de transparencia y acceso a la información relacionada con la gestión del agua; XII. Reconocimiento del agua como un bien esencial e insustituible para la vida y los requerimientos para erradicar la contaminación y sobreexplotación de los cuerpos de agua; XIII. Medidas para erradicar la distribución inequitativa del agua; XIV. Acciones para proteger, conservar y restaurar los ecosistemas que sustentan la generación del agua y otros servicios de provisión, soporte, regulación y cultura, y XV. Propuestas para fortalecer las capacidades de	consiste en la preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento de: tanque regulador, obra de toma para una planta de tratamiento de agua pluvial-residual, planta de tratamiento de agua pluvial-residual, desfogue para la planta de tratamiento de agua pluvial-residual, dique, humedal artificial, rehabilitación de una obra de toma y construcción de una línea de conducción hacia una planta potabilizadora, planta potabilizadora, líneas de conducción de agua potable. Para lo anterior en la zona federal y predio aledaño de la Laguna de Zumpango se diseñarán las obras mencionadas para garantizar la conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución eficiente del recurso de esta. Los escurrimientos pluviales provenientes del Río Cuautitlán son derivados al Canal Santo Tomás y actualmente son conducidos hacia la Laguna de Zumpango. Como parte del Proyecto, el agua que ingresa a la laguna será sometida a un tratamiento previo mediante una planta de tratamiento de agua pluvial-residual. Durante la temporada de lluvias, la laguna funcionará como un almacenamiento temporal y regulador, permitiendo estabilizar los caudales y mejorar las condiciones físicas del agua antes de su captación para potabilización. Posteriormente, el agua almacenada será bombeada hacia una planta potabilizadora, donde se llevará a cabo un proceso integral de tratamiento. Finalmente, el agua potabilizada será conducida a través de un acueducto principal hacia los puntos de entrega definidos para el Estado de México y la Ciudad de México, consolidando un esquema operativo que combina seguridad hidráulica, eficiencia energética y aprovechamiento sustentable del recurso.

CONSULTA PÚBLICA

LGA	Vinculación con el Proyecto
adaptación y reducir el riesgo, así como, pérdidas y daños, la vulnerabilidad social y de los ecosistemas ante los efectos hidrometeorológicos del cambio climático…	

Tabla 3-26 Vinculación de los Artículos del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, Aplicables al Proyecto

Reglamento de la LAN	Vinculación con el Proyecto
Artículo 134.- Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	La implementación del Proyecto coadyuva directamente al cumplimiento del Artículo 134 dado que comprenderá el tratamiento de aguas pluviales y residuales previo a su vertido a la Laguna de Zumpango. Con respecto al Artículo 151, parte del área del Proyecto se encuentra en un cuerpo de agua conocido como Laguna de Zumpango, durante el desarrollo de actividades se implementarán medidas para la mitigación de los impactos a generar, y así dar cumplimiento al presente ordenamiento: • Los residuos de manejo especial serán cargados a un camión tipo volteo para su traslado a un sitio adecuado fuera del área de influencia, el traslado será constante, evitando su acumulación y almacenamiento. • Se prohibirá disponer residuos de manejo especial fuera del área del Proyecto. Todos los residuos serán trasladados, por ningún motivo se permitirá su abandono en las áreas de trabajo. • Colocación de contenedores con tapa para residuos sólidos urbanos (clasificados al menos en orgánicos e inorgánicos) que se generen por el personal que labore en la obra. Periódicamente, los residuos serán trasladados al depósito municipal más cercano. • Los residuos peligrosos que pudieran generarse durante la ejecución del Proyecto serán recolectados, almacenados temporalmente y entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final. • Las actividades de mantenimiento preventivo de equipo y vehículos, se realizará únicamente en talleres especializados, nunca en el sitio del proyecto o áreas cercanas. • Colocación de sanitarios portátiles, cuya limpieza estará a cargo del proveedor del servicio, quien será el responsable de la disposición de los residuos. • Colocación de letreros alusivos al manejo adecuado de residuos.
Artículo 151.- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	

CONSULTA PÚBLICA

3.5.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Esta Ley fue publicada en el DOF el 07 de junio de 2013, en su Artículo 1º establece que esta Ley "regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la

reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales (…)".

A continuación, se presenta la vinculación de aquellas especificaciones, disposiciones o artículos que pueden considerarse representativos y aplicables a las actividades que se realizarán a lo largo del Proyecto.

Tabla 3-27 Vinculación de los Artículos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental Aplicables al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6o.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	En el **Capítulo 5** de este estudio se identifican los impactos ambientales que se ocasionarán por el desarrollo del Proyecto, de igual forma, en el **Capítulo 7** se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación acordes a cada uno de los impactos identificados. Durante todas las etapas del Proyecto se implementarán medidas de prevención, control y mitigación de los posibles impactos ambientales generados, garantizando que la ejecución del Proyecto se lleve a cabo bajo criterios de sustentabilidad. Con ello, se garantiza que la operación y desarrollo del mismo no solo se ajuste al marco jurídico aplicable, sino que también contribuya a la protección del entorno y a la calidad de vida de la población.
Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en	El Promovente es el responsable de que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para mitigar los impactos susceptibles de ocasionarse por el Proyecto sean ejecutadas en tiempo y forma

CONSULTA PÚBLICA

los términos de la presente Ley.	para evitar afectaciones no previstas por el Proyecto.
Artículo 25.- Los daños ocasionados al ambiente serán atribuibles a la persona física o moral que omita impedirlos, si ésta tenía el deber jurídico de evitarlos. En estos casos se considerará que el daño es consecuencia de una conducta omisiva, cuando se determine que el que omite impedirlo tenía el deber de actuar para ello derivado de una Ley, de un contrato, de su calidad de garante o de su propio actuar precedente.	

3.5.8 Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos

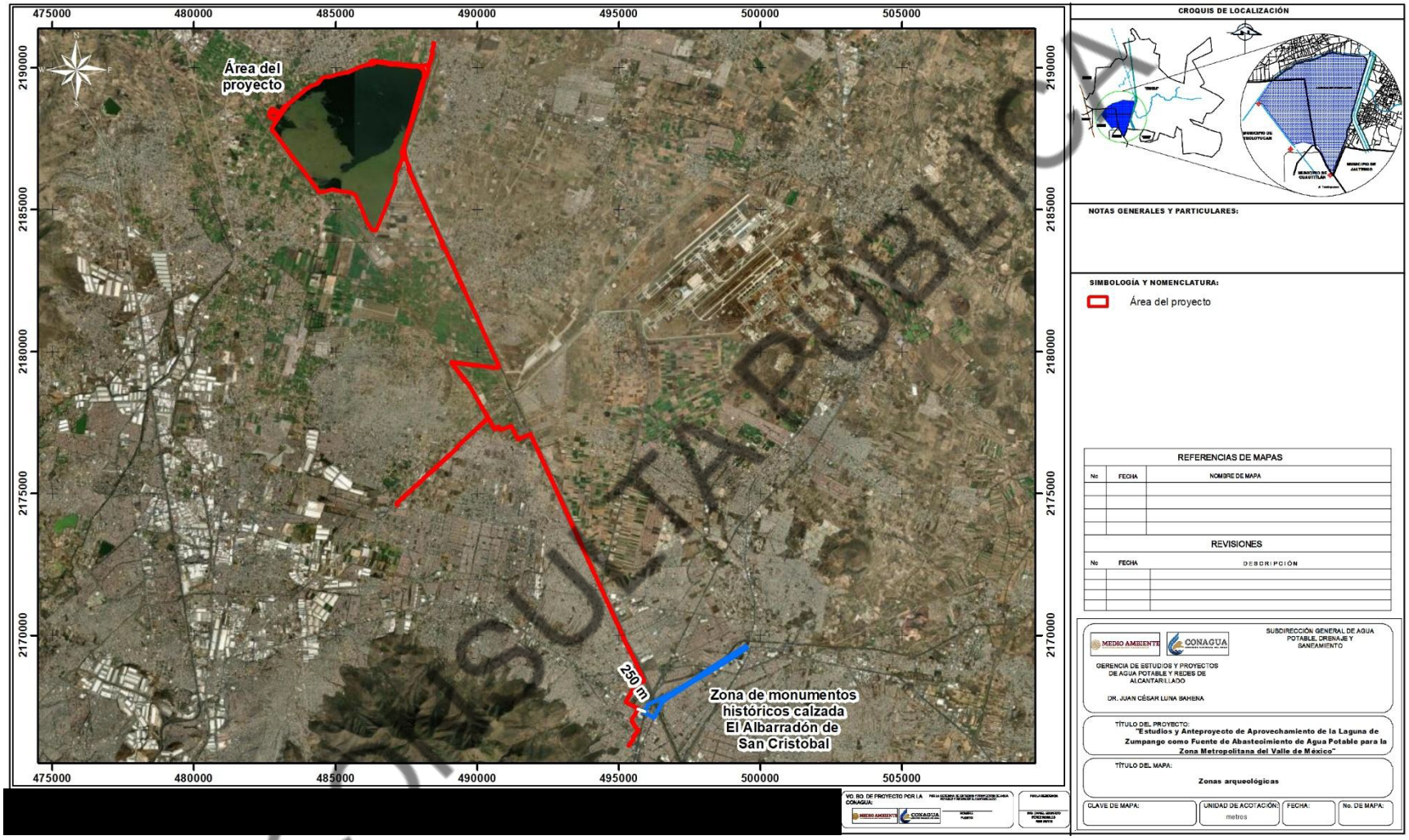
El artículo 2 de esta Ley, señala que, "es de utilidad pública, la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos. La Secretaría de Cultura, el Instituto Nacional de Antropología e Historia, el Instituto Nacional de Bellas Artes y los demás institutos culturales del país, en coordinación con las autoridades estatales, municipales y los particulares, realizarán campañas permanentes para fomentar el conocimiento y respeto a los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos.

El Instituto Nacional de Antropología e Historia y el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura, de acuerdo con lo que establezca el reglamento de esta Ley, organizarán o autorizarán asociaciones civiles, juntas vecinales, y uniones de campesinos como órganos auxiliares para impedir el saqueo arqueológico y preservar el patrimonio cultural de la Nación. Además se establecerán museos regionales."

Al respecto, se señala que, el Proyecto no incide en ninguna zona arqueológica o de importancia cultural de acuerdo con la información disponible del INAH, el monumento histórico más cercano, se ubica aproximadamente a 250 m hacia el sur del Proyecto, denominado "Zona de Monumentos Históricos del Albarradón de San Cristóbal", ubicado en el barrio de San Cristóbal, Ecatepec, revela aspectos de la infraestructura hidráulica en la época prehispánica. También debe su relevancia histórica a que fue el sitio donde pasaría sus últimas horas de vida José María Morelos y Pavón.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-26 Ubicación del Proyecto Respecto a Áreas Arqueológicas o de Importancia Cultural



COPIA PÚBLICA

3.5.9 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030

Este programa es coordinado, ejecutado y con seguimiento a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

El PROMARNAT 2025-2030 tiene su fundamento y congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, en virtud de que en este programa sectorial se establecen objetivos, metas, acciones y mecanismos de evaluación tendientes a proveer la ejecución del Eje General 4 "Desarrollo sustentable", específicamente en los objetivos 4.3, 4.5 y 4.6.

Los cinco Objetivos prioritarios del PROMARNAT son:

- Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.
- Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental.
- Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.
- Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.
- Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial.

Analizando las estrategias de cada uno de los objetivos anteriores, el Proyecto guarda relación con los siguientes:

Tabla 3-28 Vinculación de los Objetivos Prioritarios del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 y el Proyecto

Objetivos prioritarios	Vinculación con el Proyecto
Objetivo prioritario 1. Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.	
Estrategia 1.2 Detener la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, combatiendo sus causas, con la coordinación de la Administración Pública Federal y la participación de otros órdenes de gobierno y la sociedad.	La implementación del Proyecto coadyuvará a mejorar la calidad del agua que es vertida a la Laguna de Zumpango, impactando positivamente en el ecosistema que depende de este.

CONSULTA PÚBLICA

Objetivos prioritarios	Vinculación con el Proyecto
Objetivo prioritario 3. Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.	
Estrategia 3.1 Garantizar el acceso al agua potable en cantidad y calidad, así como al saneamiento, priorizando a la población en condiciones de rezago histórico y vulnerabilidad, a través de la inversión en infraestructura y promoviendo el reciclaje del líquido. **Estrategia 3.2** Fomentar el uso sustentable del agua en los sectores consumidores, a fin de reducir la presión hídrica sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad	El Proyecto coadyuvará en garantizar el acceso a agua potable y la disminución en la presión de acuíferos sobreexplotados mediante el aprovechamiento de aguas pluviales y residuales que entran al vaso regulador Laguna de Zumpango, dicho aprovechamiento será responsable garantizando el mantenimiento del caudal ecológico.

3.5.10 Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030

El Programa Nacional de Restauración Ambiental (PNRA) tiene como propósito restaurar ecosistemas degradados en sitios prioritarios mediante acciones estratégicas, plazos definidos y la participación activa de diversos sectores. A través de alianzas con actores sociales, gestión eficiente de recursos y la implementación de soluciones basadas en la naturaleza, el programa busca mitigar el deterioro ambiental, fortalecer la resiliencia del territorio y garantizar la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para las generaciones presentes y futuras.

Los Objetivos prioritarios del PNRA son:

- Establecer las bases para que los diferentes niveles de gobierno diseñen e implementen de manera efectiva las políticas en materia de restauración, adaptadas a sus contextos ecológicos, sociales, económicos, y necesidades locales.
- Articular y fortalecer las acciones de restauración dentro de los distintos instrumentos de planeación de las políticas nacionales y sectoriales.
- Reducir la vulnerabilidad de la población ante el cambio climático, propiciando procesos de adaptación a partir de la restauración ambiental.
- Restaurar, conservar y gestionar de manera sustentable e interconectada, los ecosistemas terrestres, acuáticos continentales y marinos costeros.
- Desarrollar e implementar procesos de investigación para generar conocimientos, saberes, técnicas e innovaciones tecnológicas para las acciones de restauración.
- Identificar y seleccionar sitios prioritarios para restauración, estableciendo puntos detonantes que impulsen el bienestar ambiental, social y económico del país.

A continuación, se presentan los Mecanismos planteados en el PNRA que se vinculan con el Proyecto:

Mecanismos para la restauración ecológica en sitios prioritarios

El Programa propone una visión integral y estratégica para la compensación de los daños e impactos ambientales, que supere el esquema de intervenciones únicas, aisladas, descontextualizadas e

CONSULTA PÚBLICA

insuficientes. En su lugar, promueve la suma de diversas acciones detonadoras de una restauración acumulativa, progresiva y sostenible, que genere beneficios ambientales, sociales y territoriales a largo plazo.

Medidas adicionales como acciones de compensación ambiental bajo esquemas de restauración ecológica

La evaluación de impacto ambiental es el procedimiento mediante el cual la SEMARNAT y sus Órganos Desconcentrados, de acuerdo a sus ámbitos de competencia, determinan las condiciones a las que deberán sujetarse las obras o actividades que puedan causar desequilibrios ecológicos o exceder los límites establecidos por la normativa ambiental.

Su finalidad es evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio ambiente. Conforme al artículo 28 de la LGEEPA y su reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, los promoventes requerirán autorización previa en materia de impacto ambiental. La SEMARNAT y sus Órganos Desconcentrados, tras la evaluación correspondiente, emitirá una resolución que podrá autorizar la realización de las obras o actividades de forma condicionada.

En dicha resolución, además de las medidas de prevención y mitigación, la Secretaría y sus Órganos Desconcentrados, según corresponda, podrán establecer otras medidas adicionales de compensación ambiental destinadas a evitar, atenuar, reducir al mínimo o compensar los impactos negativos ambientales adversos que pudieran derivarse de la ejecución de la obra o actividad en cuestión. Estas medidas de compensación ambiental serán dictadas bajo esquemas de restauración ecológica señalados como prioritarios en los proyectos y acciones de este Programa, o bien, por la cuantificación de los impactos negativos con el propósito de canalizar los recursos obtenidos, hacia instrumentos financieros destinados a la restauración. (…)

Vinculación con el Proyecto:

La exposición de la presente MIA para su evaluación y posterior autorización, obedece a la legislación ambiental aplicable al Proyecto que a su vez se encuentra alineada con los mecanismos para la restauración ecológica en sitios prioritarios enunciados anteriormente. En el **Capítulo 6** del presente Documento, se detallan las medidas de prevención y mitigación para los impactos identificados y evaluados, y la presentación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

3.5.11 Leyes y Reglamentos Estatales

III.5.1 Código para la Biodiversidad del Estado de México

El presente Libro tiene por objeto regular las acciones a cargo del Estado y los Municipios en materia de conservación, preservación, recuperación, rehabilitación y remediación de los ecosistemas, de la restauración del equilibrio ecológico, de la protección al ambiente, del uso y aprovechamiento sostenible de los elementos naturales del material genético, de los recursos naturales, del material genético y de los bienes ambientales, así como de la distribución en forma equitativa de los costos y beneficios derivados en el marco de las políticas establecidas para el fomento al desarrollo sostenible.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3-29 Artículos del Código para la Biodiversidad del Estado de México Aplicables al Proyecto

Artículo	Vinculación
Artículo 2.67. Las personas físicas o jurídicas colectivas que pretendan la realización de actividades industriales, públicas o privadas, la ampliación de obras y plantas industriales existentes en el territorio del Estado o la realización de aquellas actividades que puedan tener como consecuencia la afectación a la biodiversidad, la alteración de los ecosistemas, el desequilibrio ecológico o puedan exceder los límites y lineamientos que al efecto fije el Reglamento del presente Libro, las normas técnicas estatales o las normas oficiales mexicanas deberán someter su proyecto a la aprobación de la Comisión de Impacto Estatal, siempre y cuando no se trate de obras o actividades que estén sujetas en forma exclusiva a la regulación federal. El procedimiento de evaluación de impacto ambiental será obligatorio, así como la manifestación de impacto ambiental que será evaluada por la Secretaría y estará sujeta a la autorización previa de ésta, asimismo estarán obligados al cumplimiento de los requisitos o acciones para mitigar el impacto ambiental que pudieran ocasionar sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes. Estarán particularmente obligados quienes realicen: XIV. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia estatal o municipal;	Mediante la presente MIA se someten a evaluación las obras y actividades siguientes contenidas en el Artículo 28 de la LGEEPA al ser de competencia de la federación: Fracción I: se llevarán a cabo obras hidráulicas para el tratamiento de aguas pluviales y residuales, así como potabilización; Fracción X: ciertos componentes del Proyecto se ejecutarán en humedal lacustre correspondiente a la Laguna de Zumpango. Fracción XIII: el conjunto de obras es de competencia federal. Sin embargo, en atención a este Código, también se presentará la manifestación de impacto ambiental estatal por ubicarse en una ANP de competencia estatal.
Artículo 2.82. Es obligación de las autoridades estatales y municipales, de las personas, organizaciones de los sectores social o privado y comunidades actuar para la preservación, conservación, remediación, rehabilitación, recuperación, restauración y protección de las áreas naturales protegidas, la diversidad biológica y sus ecosistemas dentro del territorio del Estado	Resulta relevante indicar que si bien el proyecto se encuentra dentro de un Área Natural Protegida de carácter Estatal, el área del Proyecto en sus colindancias, presenta degradación, por lo cual la vegetación presente se encuentra aislada de otros fragmentos y en constante estado de perturbación, en este sentido, la vegetación identificada interactúa con su medio, pero no se desarrollan los procesos que ocurrirían en un ecosistema equilibrado y biodiverso debido al grado de impacto ambiental que existe en el sitio. Sin embargo, como parte de la estrategia global, se realizarán acciones de conservación y compensación ambiental del Proyecto, que incluye el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, la reposición de ejemplares arbóreos removidos en áreas no forestales, principalmente. Así mismo, es importante mencionar que el mismo Proyecto incluye la conformación de un humedal artificial con especies nativas, el cual además de coadyuvar en el tratamiento del agua proveerá de hábitats a la fauna silvestre.
Artículo 2.83. Toda zona del territorio del Estado será considerada objeto de preservación, restauración y protección particularmente aquellas áreas naturales protegidas en las que los ambientes originales no hayan sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o aquellas que a pesar de haber sido ya afectadas requieran por su especial relevancia para la Entidad o su población el ser sometidas a programas de preservación, conservación, remediación, recuperación, rehabilitación o restauración (…).	
Artículo 2.125. Queda prohibido en la Entidad el tráfico de especies silvestres de flora y fauna terrestres o acuáticas, de	Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto se prohibirá al personal cualquier daño a la flora o fauna silvestre que pudiera estar presente en áreas colindantes con la zona de trabajo, además de que no se

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación
conformidad con lo dispuesto por las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables.	permitirá la caza o recolección de ejemplares silvestres de las áreas colindantes con los sitios de trabajo.
Artículo 2.135. Para el otorgamiento de autorizaciones de cambio de uso del suelo, se deberán presentar los estudios de impacto y riesgo ambientales respectivos, los que deberán ser presentados ante la Secretaría de acuerdo a la actividad que motiva dicho cambio la que resolverá lo procedente en los términos de las disposiciones aplicables.	En línea con el artículo, obedeciendo a los reglamentos y leyes aplicables del rubro federal, se presenta en este acto la MIA a nivel federal para su evaluación, se realizarán los estudios de riesgo correspondientes para cada una de las instalaciones que impliquen la generación de residuos peligrosos, en este caso de la PTAR y PTAP.
Artículo 2.147. Los propietarios de los vehículos automotores de uso privado o de servicio público deberán: I. Realizar el mantenimiento de las unidades y observar los límites permitidos de emisiones señalados en la normatividad aplicable; II. Verificar periódicamente las emisiones de contaminantes a la atmósfera de acuerdo con los programas, mecanismos y disposiciones establecidas; y III. Observar las medidas y restricciones que las autoridades competentes dicten para prevenir y controlar emergencias y contingencias ambientales.	Se dará cumplimiento a las disposiciones tanto del Reglamento, como las indicadas en estos artículos, dado que durante las diferentes actividades comprendidas en el Proyecto se generarán emisiones a la atmósfera producto de la combustión de combustibles usados por vehículos y maquinaria (fuentes móviles), por otro lado, durante la circulación de vehículos por el acceso al área del Proyecto y durante el movimiento de tierras se podrían generar partículas sólidas suspendidas. Para ello se implementarán las siguientes medidas: • Se usará equipo en condiciones óptimas de funcionamiento. Los vehículos empleados durante el desarrollo del Proyecto demostrarán haber sido sometidos a verificación vehicular mediante la presentación de la constancia que para el efecto emita la unidad verificadora, así mismo, la maquinaria empleada demostrará haber sido sometida a mantenimientos preventivos recientes, lo cual se evidenciará mediante bitácoras de mantenimiento; en dichos comprobantes demostrarán que no rebasan los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015 Y NOM-045-SEMARNAT-2017. • Se realizarán riegos matapolvos en las zonas de construcción para evitar la propagación de polvos por acción del viento y con ello prevenir la erosión eólica. Para evitar la generación de olores, se prohibirá disponer residuos de manejo especial fuera del área del Proyecto. Todos los residuos serán trasladados, por ningún motivo se permitirá su abandono en las áreas de trabajo.
Artículo 2.113. En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones y en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación, uso y aprovechamiento de elementos y recursos naturales en áreas naturales protegidas se observarán las disposiciones del presente Libro, de las leyes en que fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las	En línea con el citado artículo, se expone el presente estudio solicitando la autorización ambiental para el desarrollo de las actividades del Proyecto que se encuentran contenidas en el artículo 28 de la LGEEPA. Aunado a lo anterior, se declara que se acatará lo establecido en el Programa de Manejo del ANP Estatal sobre la que tiene incidencia el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación
prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo.	
Artículo 2.164. Para la prevención y control de la contaminación del suelo se considerarán los siguientes criterios: …II. Los residuos sólidos deben ser controlados desde su origen, reduciendo, previniendo y ubicando su generación no importando que sea de fuentes industriales, municipales o domésticas; por lo que se deben incorporar técnicas y métodos para su reúso, y reciclaje, así como para su manejo, tratamiento y disposición final; y	Los residuos sólidos urbanos que se generen durante el desarrollo del Proyecto se clasificarán al menos en orgánicos e inorgánicos, para lo cual se colocarán contenedores para cada tipo de residuo, los cuales estarán señalizados de manera que se identifique fácilmente el residuo que pueden contener para su manejo y disposición final. El Proyecto contará con un Plan de manejo integral de residuos.
Artículo 2.95. En las áreas naturales protegidas del Estado quedará expresamente prohibido: I. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante en la que no se internalicen los costos ambientales y no se aprueben programas de restauración específicos a cada actividad; II. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidráulicos; III. Realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres sin la autorización correspondiente; y IV. Ejecutar acciones que contravengan lo dispuesto por el presente Libro, la declaratoria respectiva y las demás disposiciones que de ellas se deriven y demás ordenamientos aplicables.	Como se ha manifestado en apartados anteriores, durante todas las etapas del proyecto se implementarán medidas de prevención, control y mitigación de los posibles impactos ambientales, garantizando que la ejecución del Proyecto se lleve a cabo bajo criterios de sustentabilidad. Con ello, se garantiza que la operación y desarrollo de este no solo se ajuste al marco jurídico aplicable, sino que también contribuya a la protección del entorno y a la calidad de vida de la población. No se interrumpirá o afectarán los flujos hidráulicos de la laguna, las intervenciones a realizar (detalladas en el **Capítulo 2**), están diseñadas para no afectar la naturaleza de la laguna, por el contrario, se pretende aprovechar al máximo la capacidad del cuerpo de agua implementando elementos que favorezcan al medio ambiente circundante y a la sociedad beneficiada por el tratamiento y distribución del vital líquido, además de disminuir la carga de contaminantes del líquido en la Laguna. No se realizarán actividades cinegéticas ni de aprovechamiento de la flora y fauna presentes, por el contrario, las medidas a implementar pretenden conservar la fauna y flora de la zona mediante acciones de rescate y reubicación de flora y compensación mediante la reposición de ejemplares arbóreos.
Artículo 4.25. Se consideran como residuos sólidos urbanos los definidos como tales en la Ley General y para facilitar su segregación, manejo e integración de los inventarios de generación se les deberá agrupar en orgánicos e inorgánicos y subclasificar de conformidad con lo que disponga el Reglamento de la Ley General y las normas oficiales mexicanas correspondientes.	Los residuos sólidos urbanos que se generen durante el desarrollo del Proyecto se clasificarán al menos en orgánicos e inorgánicos, para lo cual se colocarán contenedores para cada tipo de residuo, los cuales estarán señalizados de manera que se identifique fácilmente el residuo que pueden contener para su manejo y disposición final.

CONSULTA PÚBLICA

3.5.12 Convenio 169 Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes

El Convenio núm. 169 tiene dos postulados básicos: el derecho de los pueblos indígenas a mantener y fortalecer sus culturas, formas de vida e instituciones propias, y su derecho a participar de manera efectiva en las decisiones que les afectan. Estas premisas constituyen la base sobre la cual deben interpretarse las disposiciones del Convenio.

Conforme al Artículo 1 de este Convenio, aplica a:

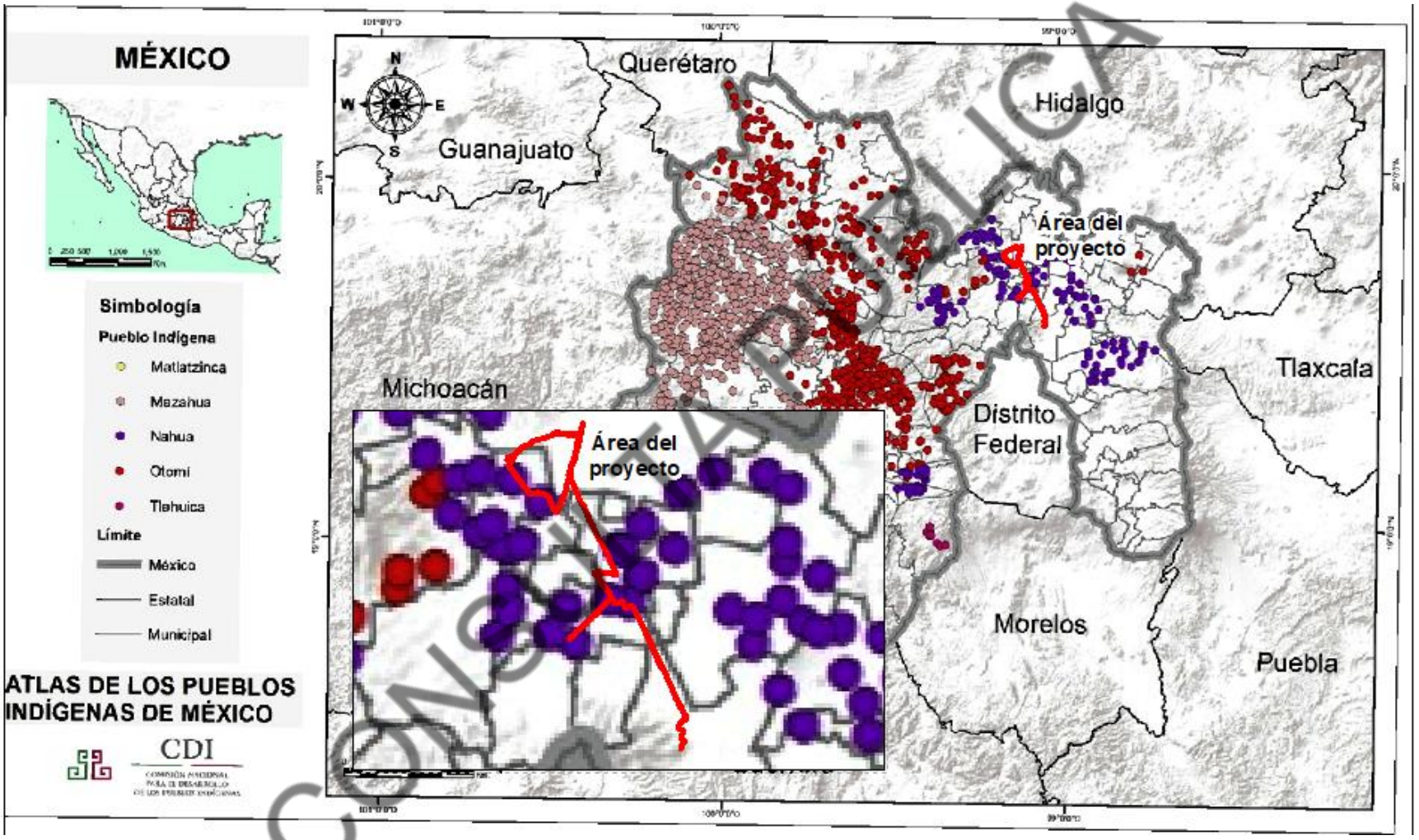
a) a los pueblos tribales en países independientes, cuyas condiciones sociales, culturales y económicas les distingan de otros sectores de la colectividad nacional, y que estén regidos total o parcialmente por sus propias costumbres o tradiciones o por una legislación especial:

b) a los pueblos en países independientes, considerados indígena por el hecho de descender de poblaciones que habitaban en el país o en una región geográfica a la que pertenece el país en la época de la conquista o la colonización o del establecimiento de las actuales fronteras estatales y que, cualquiera que sea su situación jurídica, conservan todas sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.

Conforme a la revisión de la cartografía que pone a disposición por el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, se observa que en las proximidades del área del Proyecto se identifican pueblos indígenas Nahua, como se aprecia en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-27 Ubicación del Proyecto Respecto a Comunidades Indígenas



COPIA CONTROLADA

Mientras que, conforme al análisis realizado en el SIGEIA con el AP, AI y SAR, se obtuvo que únicamente en el SAR se tiene la incidencia de una comunidad indígena Nahua, correspondiente a la localidad denominada Sierra de Guadalupe del municipio de Tultitlán, misma que como su nombre lo indica se encuentra en las proximidades de la Sierra de Guadalupe a una distancia de 8.6 km del AP en su punto más próximo que es la línea de conducción sur.

Por otro lado, con base en la información del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, se obtuvo que el Proyecto incide en las siguientes localidades con presentan población indígena o que se considera afrodescendiente.

Tabla 3-30 Población en Localidades con Presencia Indígena Sobre las Cuales Incide el AP

Municipio	Localidad	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	Población en hogares censales indígenas	Población que se considera afromexicana o afrodescendiente
Ecatepec de Morelos	Ecatepec de Morelos	24564	64478	31759
Jaltenco	Alborada Jaltenco	85	258	180
Tultepec	Santiago Teyahualco	405	1087	1761
Tultepec	Ejido Tultepec	4	15	2
Tultepec	Paraje Trigo Tenco	13	42	31
Tultepec	Ejido San Pablito (Paraje San Pablito)	27	50	10
Tultepec	La Rinconada	12	36	33
Tultitlán	San Pablo de las Salinas	1030	2873	2537
Zumpango	Zumpango de Ocampo	365	950	492
Zumpango	San Juan Zitlaltepec	51	132	477

Con respecto a las disposiciones que conforman este Convenio, se señala que, promueve la cooperación gubernamental para garantizar los derechos de los pueblos indígenas, destacan:

- los derechos de estos pueblos a participar de diversas maneras que señala en los estados en que habitan, a través de su consulta frente a medidas administrativas y legislativas susceptibles de afectarles directamente (art. 6. 1 y 2),
- de su participación en la misma forma que otros sectores de la población, en la adopción de decisiones en instituciones electivas y organismos administrativos (art. 6. 1.b), así como en la formulación, aplicación y evaluación de planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente (art. 7. 1).
- También en esta categoría el Convenio 169 incluye el derecho de estos pueblos a la autonomía, la que se manifiesta en el derecho que este les reconoce a decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo y de controlar [...] su propio desarrollo económico, social y cultural (art. 7.1), en el derecho que tienen a que se considere su derecho consuetudinario (art. 8.1), y a conservar sus costumbres e instituciones propias (art. 8.2).

CONSULTA PÚBLICA

- En materia de derechos territoriales el Convenio 169 reconoce a estos pueblos derechos de propiedad y posesión sobre las tierras que tradicionalmente ocupan (art. 14.1), estableciendo el deber de los gobiernos de determinar y proteger dichas tierras e instituir procedimientos para dar respuesta a su reivindicación. Junto con ello reconoce a estos pueblos derechos sobre sus territorios, los que cubren la totalidad del hábitat de las regiones que estos pueblos ocupan o utilizan de alguna manera (art. 13.2).
- Reconoce el derecho a los recursos naturales que se encuentran en sus tierras y territorios, incluyendo en este el derecho a participar en la utilización, administración y conservación de dichos recursos (art. 15.1).
- Establece su derecho a la consulta, la indemnización por daño y la participación en los beneficios frente a medidas de exploración o explotación en ellos de los recursos minerales o del subsuelo u otros recursos de propiedad del Estado (art. 15.2).
- Derecho que tienen a no ser trasladados de sus tierras y territorios sin su consentimiento (art. 16.1).
- En forma consistente con la preocupación histórica de la OIT por la situación de los trabajadores indígenas, el Convenio 169 establece además para los trabajadores que integran estos pueblos una protección especial en materia de contratación y condiciones de empleo, a fin de evitar su discriminación en estas esferas (art. 20).
- También contiene un conjunto de disposiciones referidas a la promoción de la formación profesional, de las artesanías y las industrias rurales de los pueblos indígenas (arts. 21 a 23).
- Finalmente el Convenio 169 contiene disposiciones orientadas a asegurar la protección de, entre otros derechos económicos, sociales y culturales de los pueblos indígenas, la seguridad social y la salud, y la educación y medios de comunicación (arts. 24 a 30), estableciendo que los gobiernos deberán promover "[...] la plena efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de esos pueblos, respetando su identidad social y cultural, sus costumbres y tradiciones, y sus instituciones" (art 2.2.b).

En este sentido, se señala que, el Proyecto no afectará dichos derechos, por el contrario, promueve obras y actividades con enfoque en un beneficio colectivo, debido a la recuperación y mejoramiento del recurso hídrico de la región, así como al promover la provisión de agua potable para coadyuvar en el acceso de la población regional a este recurso. El desarrollo del Proyecto se llevará a cabo en apego a la legislación aplicable tanto en materia ambiental como de seguridad y salud en el trabajo, para garantizar las condiciones laborables adecuadas a todo el personal que participe, aun cuando no se trate de población indígena. Por otro lado, durante el diseño del Proyecto se han realizado las gestiones necesarias por la vía legal y respetando en todo momento el derecho a la propiedad, para contar con los permisos necesarios para ocupar los predios que son requeridos para el desplante de las instalaciones.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 4

Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región

4.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO 4-1
4.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 4-15
4.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR 4-15
4.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 4-218
4.3.1. Indicadores 4-218
4.3.2. Diagnóstico 4-223

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Niveles de Ruido Generado por Diferentes Fuentes 4-2
Tabla 4-2 Cambio del Nivel Sonoro dB(A) con la Distancia 4-3
Tabla 4-3 Radios de Afectación de los Escenarios Hipotéticos del Cloro Gas 4-4
Tabla 4-4 Variables Climatológicas Registradas por las Estaciones Climatológicas, Estación 15115 Santo Tomás Colgante 4-19
Tabla 4-5 Clasificación de Riesgo por la Presencia de Fenómenos Hidrometeorológicos en el SAR, AI y Proyecto .. 4-21
Tabla 4-6 Vulnerabilidad Actual al Cambio Climático 4-26
Tabla 4-7 Superficie por Topoformas Presente en el SAR. 4-31
Tabla 4-8 Superficie por Topoformas Presente en el AI 4-31
Tabla 4-9 Superficie por Topoformas Presente en el AP 4-31
Tabla 4-10 Superficie por Tipo de Suelo en el SAR 4-45
Tabla 4-11 Superficie por Tipo de Suelo en el AI 4-45
Tabla 4-12 Superficie por Tipo de Suelo en el AP 4-45
Tabla 4-13 Descripción de Tipos de Suelo 4-46
Tabla 4-14 Superficie por Clase de Erosión en el SAR 4-52
Tabla 4-15 Superficie por Clase de Erosión en el AI 4-52
Tabla 4-16 Superficie por Clase de Erosión en el AP 4-53
Tabla 4-17 Degradación del Suelo en el SAR 4-55
Tabla 4-18 Degradación del Suelo en el AI 4-55
Tabla 4-19 Degradación del Suelo en el AP 4-55
Tabla 4-20 Disponibilidad Media Anual de Aguas Superficiales 4-59
Tabla 4-21 Indicadores de Calidad de Aguas Superficiales 4-63
Tabla 4-22 Ubicación de Sitios de Muestreo de Calidad del Agua en la Laguna de Zumpango. 4-67
Tabla 4-23 Resultados NOM 001 SEMARNAT 2021 4-68
Tabla 4-24 Resultados NOM 127 SSA1 2021 4-69
Tabla 4-25 Resultados NOM 001 SEMARNAT 2021 4-75
Tabla 4-26 Resultados NOM 127 SSA1 2021 4-76

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-27 Disponibilidad de los Acuíferos Sobre los que Incide el Área de Estudio *4-86*
Tabla 4-28 Indicadores de Calidad de Aguas Subterráneas *4-90*
Tabla 4-29 Tipos de Fuentes Emisoras de Contaminantes *4-92*
Tabla 4-30 Toneladas de Contaminantes Criterio Emitidos en los Municipios en Donde se Encuentra el Área de Estudio *4-93*
Tabla 4-31. Cantidad de contaminantes emitidos. *4-94*
Tabla 4-32 Límites Máximos Permisibles de Ruido *4-97*
Tabla 4-33 Niveles de Ruido Generado por Diferentes Fuentes *4-97*
Tabla 4-34 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación Presente en el SAR Conforme a INEGI *4-100*
Tabla 4-35 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación Presente en el AI Conforme a INEGI *4-100*
Tabla 4-36 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación Presente en el AP General Conforme a INEGI *4-101*
Tabla 4-37 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación Presente en el Área con Desplante de Componentes del Proyecto Conforme a INEGI *4-101*
Tabla 4-38 Superficies por Usos de Suelo y Vegetación de Campo en el Área Total del Proyecto *4-101*
Tabla 4-39 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación de Campo en el Área de Desplante de Componentes del Proyecto *4-102*
Tabla 4-40 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación de Campo con Respecto al Tipo de Afectación en el AP *4-102*
Tabla 4-41 Cantidad de Ejemplares Arbóreos Presentes en las Hileras de Arbolado *4-118*
Tabla 4-42 Listado de Especies de Flora en Riesgo y Endémicas Registradas Bibliográficamente Para el Área de Estudio *4-122*
Tabla 4-43 Tipos de Vegetación en Donde se Encuentran las Especies en Riesgo con Registro Bibliográfico Dentro del Área de Estudio *4-126*
Tabla 4-44 Tipos de Vegetación en Donde se Encuentran las Especies Endémicas con Registro Bibliográfico Dentro del Área de Estudio *4-128*
Tabla 4-45 Coordenadas de los Sitios de Verificación *4-130*
Tabla 4-46 Listado de Especies Registradas en los Sitios de Verificación *4-140*
Tabla 4-47 Especies Endémicas *4-143*
Tabla 4-48 Especies Exóticas o Invasoras *4-144*
Tabla 4-49 Cantidad de Ejemplares Arbóreos Presentes en las Hileras de Arbolado de la PTAP-R *4-145*
Tabla 4-50 Inventario de Ejemplares Arbóreos y Cactáceas Presentes en el Predio de la PP *4-145*
Tabla 4-51 Especies Reportadas para el Área de Estudio que se Encuentran Catalogadas en Alguna Categoría de Protección por IUCN, CITES o la NOM-059-SEMARNAT-2010 ..... *4-155*
Tabla 4-52 Ubicación de los Puntos de Conteo de Aves para el AP *4-161*
Tabla 4-53 Ubicación de los Puntos de Conteo de Aves para el SAR. *4-163*
Tabla 4-54 Ubicación de los Transectos Dentro del AP *4-169*
Tabla 4-55 Ubicación de los Transectos Dentro del SAR *4-169*
Tabla 4-56 Especies Registradas Durante los Monitoreos de Fauna Silvestre *4-174*
Tabla 4-57 Especies Registradas Durante el Muestreo Presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ..... *4-180*
Tabla 4-58 Ubicación de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Reportadas en Campo *4-180*
Tabla 4-59 Especies Endémicas o Semiendémicas Registradas Durante los Muestreos *4-183*
Tabla 4-60 Especies que se Encuentran Dentro del Listado de Especies y Poblaciones Prioritarias para la Conservación, Según el Acuerdo Publicado en el DOF el 05/03/2014 ..... *4-183*
Tabla 4-61 Riqueza Específica de la Clase Aves Dentro del AP *4-184*
Tabla 4-62 Índices de Diversidad de la Clase Aves Dentro del AP *4-186*
Tabla 4-63 Riqueza Específica de la Clase Mammalia Dentro del AP *4-186*
Tabla 4-64. Riqueza Específica de la Clase Reptilia Dentro del AP *4-186*
Tabla 4-65 Índices de Diversidad de la Clase Reptilia Dentro del AP *4-187*
Tabla 4-66 Riqueza Específica de la Clase Aves Dentro del SAR *4-187*
Tabla 4-67 Índices de Diversidad de la Clase Aves Dentro del SAR *4-190*
Tabla 4-68 Riqueza Específica de la Clase Mammalia Dentro del SAR *4-190*

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-69 Índices de Diversidad de la Clase Mammalia Dentro del SAR *4-191*
Tabla 4-70 Riqueza Específica de la Clase Reptilia Dentro del SAR *4-191*
Tabla 4-71 Comparación de los Índices de Diversidad *4-192*
Tabla 4-72 Evaluación t Student de los Índices de Diversidad Para el SAR y AP *4-192*
Tabla 4-73 Indicadores de Población Municipal *4-196*
Tabla 4-74 Total de Hogares Censales y Viviendas. *4-197*
Tabla 4-75 Indicadores de Servicio y Equipamiento de Vivienda Particulares Habitadas a Nivel Municipal *4-198*
Tabla 4-76 Indicadores de Disponibilidad de Bienes a Nivel Municipal *4-199*
Tabla 4-77 Indicadores de Disponibilidad de Tecnologías de la Información y Comunicación *4-199*
Tabla 4-78 Indicadores de Migración Municipal *4-200*
Tabla 4-79 Indicadores de Etnicidad Municipal *4-201*
Tabla 4-80 Indicadores de Educación a Nivel Municipal *4-202*
Tabla 4-81 Indicadores de Salud *4-203*
Tabla 4-82 Indicadores Económicos a Nivel Municipal *4-204*
Tabla 4-83 Grado de Marginación Municipal *4-205*
Tabla 4-84 Índice de Desarrollo Humano *4-206*
Tabla 4-85 Evaluación de los Componentes Paisajísticos y su Valoración Para el Área de Estudio *4-211*
Tabla 4-86 Escala de Referencia Utilizada Para Determinar la Clase de Calidad Visual *4-213*
Tabla 4-87 Valoración de la Capacidad de Absorción Visual *4-214*
Tabla 4-88 Escala de Referencia del CAV *4-215*
Tabla 4-89 Indicadores de Calidad Ambiental *4-218*
Tabla 4-90 Criterios de Valoración/Descripción de la Calidad Ambiental *4-220*

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Representación Gráfica del Radio de Afectación (Peor Caso - Cloro Gas) *4-5*
Figura 4-2 Representación General del AI Delimitado para el Proyecto *4-6*
Figura 4-3 Ubicación del AP y AI en el Contexto Hidrográfico de RH, Cuenca y Subcuenca *4-8*
Figura 4-4 Ubicación del AP y AI en el Contexto Hidrográfico de Microcuenca *4-9*
Figura 4-5 Delimitación Sur del SAR en Parteaguas de la Sierra de Guadalupe *4-11*
Figura 4-6 Limite Sureste del SAR por la Autopista México – Pachuca *4-12*
Figura 4-7 Sistema Ambiental Regional Delimitado para el Proyecto *4-14*
Figura 4-8 Tipos de Clima Presentes en el Área de Estudio *4-16*
Figura 4-9 Estaciones Climatológicas Próximas al SAR *4-18*
Figura 4-10 Diagrama Ombrotérmico de la Información Registrada por la Estación *4-20*
Figura 4-11 Índice de Impacto Antropogénico en el SAR *4-24*
Figura 4-12 Variables que Integran la Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2022) *4-25*
Figura 4-13 Ubicación del Área de Estudio con Respecto a las Provincias y Subprovincias Fisiográficas *4-28*
Figura 4-14 Ubicación del Área de Estudio Respecto a las Topoformas *4-30*
Figura 4-15 Relieve Presente en el Área de Estudio *4-32*
Figura 4-16 Pendientes Presentadas en el Área de Estudio *4-34*
Figura 4-17 Distribución de Tipos de Roca en el Área de Estudio *4-36*
Figura 4-18 Ubicación del Área de Estudio Respecto a Fallas y Fracturas Geológicas *4-38*
Figura 4-19 Susceptibilidad del Área de Estudio a Deslizamiento de Laderas *4-40*
Figura 4-20 Ubicación del Área de Estudio con Respecto a la Regionalización Sísmica Nacional *4-42*
Figura 4-21 Tipos de Suelo Presentes en el Área de Estudio *4-44*
Figura 4-22 Tipos de Erosión Presentes en el Área de Estudio *4-51*
Figura 4-23 Tipo, Grados y Causas de Degradación del Suelo Presentes en el Área de Estudio *4-54*
Figura 4-24 Ubicación del Área de Estudio con Respecto a las Regiones Hidrológicas, Cuencas y Subcuencas *4-56*
Figura 4-25 Ubicación del Área de Estudio Respecto a las Microcuencas de FIRCO *4-58*
Figura 4-26 Hidrología Superficial en el SAR, AI y AP *4-60*
Figura 4-27 Sitios de Muestreo de Agua Superficial en el Área de Estudio *4-62*
Figura 4-28 Localización de Puntos de Muestreo en la Laguna de Zumpango *4-66*
Figura 4-29 Humedales Potenciales en el Área de Estudio (INEGI) *4-81*
Figura 4-30 Humedales en el Área de Estudio (CONAGUA) *4-83*
Figura 4-31 Ubicación del Área de Estudio Respecto a los Acuíferos *4-85*
Figura 4-32 Sitios de Muestreo de Calidad de Aguas Subterráneas *4-88*
Figura 4-33 Contaminantes Emitidos por Tipo de Fuente *4-93*
Figura 4-34 Porcentaje de Contaminantes Criterio por Municipio *4-94*
Figura 4-35 Porcentaje de Contaminantes Criterio *4-95*
Figura 4-36 Ubicación del Área de Estudio en Una de las 67 Cuencas Atmosféricas *4-96*
Figura 4-37 Uso de Suelo y Vegetación del Área de Estudio de Acuerdo con el INEGI *4-99*
Figura 4-39 Uso de Suelo y Vegetación Determinado en Campo en el AP (1 de 5) *4-104*
Figura 4-40 Uso de Suelo y Vegetación Determinado en Campo en el AP (2 de 5) *4-105*
Figura 4-41 Uso de Suelo y Vegetación Determinado en Campo en el AP (3 de 5) *4-106*
Figura 4-42 Uso de Suelo y Vegetación Determinado en Campo en el AP (4 de 5) *4-107*
Figura 4-43 Uso de Suelo y Vegetación Determinado en Campo en el AP (5 de 5) *4-108*
Figura 4-44 Áreas Desprovistas de Vegetación Correspondientes a Brechas de Terracería Sobre la Cual Incidirá Parte de la Trayectoria de Línea de Conducción *4-110*
Figura 4-45 Cuerpo de Agua Laguna de Zumpango *4-110*
Figura 4-46 Cruce con Canal de la Obra de Toma de la PTAP-R *4-111*
Figura 4-47 Incidencia en Canal del Desfogue de la PTAP-R *4-112*

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-48 Cruces en la Línea de Conducción Norte *4-112*
Figura 4-49 Cruces en la Línea de Conducción Sur (2 de 3) *4-113*
Figura 4-50 Áreas con Presencia de Pastizal Inducido *4-114*
Figura 4-51 Uso de Suelo Agrícola en la Línea de Conducción de Agua Potable *4-115*
Figura 4-52 Ubicación de Pastizal Halófilo en el Área del Proyecto *4-117*
Figura 4-53 Hileras de Arbolado Presentes en el Área PTAP-R *4-118*
Figura 4-54 Distribución de Registros Bibliográficos de Flora en el Área de Estudio *4-120*
Figura 4-55 Distribución de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR, AI y AP *4-127*
Figura 4-56 Distribución de Registros de Especies Endémicas en el Área de Estudio *4-129*
Figura 4-57 Distribución de los Sitios de Muestreo en el AP (1 de 4) *4-134*
Figura 4-58 Distribución de los Sitios de Muestreo en el AP (2 de 4) *4-135*
Figura 4-59 Distribución de los Sitios de Muestreo en el AP (3 de 4) *4-136*
Figura 4-60 Distribución de los Sitios de Muestreo en el AP (4 de 4) *4-137*
Figura 4-61 Sitios en el Área de Influencia *4-138*
Figura 4-62 Ubicación de Registros Bibliográficos de la Clase Amphibia Dentro de la Zona de Estudio *4-149*
Figura 4-63 Ubicación de Registros Bibliográficos de la Clase Aves Dentro de la Zona de Estudio *4-150*
Figura 4-64 Ubicación de Registros Bibliográficos de la Clase Mammalia Dentro de la Zona de Estudio *4-151*
Figura 4-65 Ubicación de Registros Bibliográficos de la Clase Reptilia Dentro de la Zona de Estudio *4-152*
Figura 4-66 Ubicación de Registros Bibliográficos de la Clase Actinopteri Dentro de la Zona de Estudio *4-153*
Figura 4-67 Ubicación de los Puntos de Conteo en el AP (1 de 2) *4-165*
Figura 4-68 Ubicación de los Puntos de Conteo en el AP (2 de 2) *4-166*
Figura 4-69 Ubicación de los Puntos de Conteo en el SAR (1 de 2) *4-167*
Figura 4-70 Ubicación de los Puntos de Conteo en el SAR (2 de 2) *4-168*
Figura 4-71 Ubicación de los Transectos de Muestreo en el AP *4-170*
Figura 4-72 Ubicación de los Transectos de Muestreo en el SAR *4-171*
Figura 4-73 Curvas de Acumulación de Especies Para los Sitios de Muestreo del AP *4-172*
Figura 4-74 Curvas de Acumulación de Especies Para los Sitios de Muestreo del SAR *4-173*
Figura 4-75 Ubicación de Ejemplares de Especies Enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Registrados en Campo *4-182*
Figura 4-76 Ubicación de Municipios y Localidades en el Área de Estudio *4-195*
Figura 4-77 Humedal Presente en el AI y Laguna de Zumpango *4-209*
Figura 4-78 Paisaje Desde el Predio de la Planta Potabilizadora *4-210*
Figura 4-79 Áreas Agrícolas Predominantes en la Zona Central del SAR *4-211*
Figura 4-80 Índice de Capital Natural en el Área de Estudio *4-217*
Figura 4-81 Índice de Integridad Ecológica en el Área de Estudio *4-226*
Figura 4-82 Corredores Bioclimáticos en el Área de Estudio *4-228*
Figura 4-83 Índice de Impacto Humano en la Biodiversidad Terrestre *4-230*
Figura 4-84 Índice de Integridad Ecosistémica en el Área de Estudio *4-231*

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 4

Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

4.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

Considerando que el Sistema Ambiental Regional se define como el conjunto de elementos independientes que interactúan mediante interrelaciones que interfieren en las funciones ecológicas de cada elemento, tales interacciones pueden llegar a modificar uno o a todos los demás componentes del mismo; el Sistema Ambiental Regional se delimita con el fin de identificar las alteraciones o impactos ambientales que pudieran ser generados por el desarrollo de este proyecto en cualquiera de sus etapas sobre los recursos naturales en los cuales tienen que establecer medidas y acciones necesarias para disminuir las afectaciones que puedan ser generados sobre éstos.

Bajo esta óptica, para la delimitación del SAR en donde se establecerá el Proyecto se consideró la revisión de la ubicación del área del Proyecto (en adelante AP o Proyecto) y área de influencia (AI) en el contexto geohidrológico (cuencas, subcuencas y microcuencas). Considerando la naturaleza de las cuencas, subcuencas o microcuencas, estas pueden considerarse como unidad de análisis, ya que comprenden un ámbito geográfico, hidrográfico, económico, social y ambiental, en el que ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente). De esta manera, una acción ligada al uso y manejo de la tierra que se realice en la microcuenca normalmente presenta un impacto medible a corto o mediano plazo, ya sea positivo o negativo, sobre la recuperación o deterioro del suelo, el balance de biomasa y la cobertura vegetal, la cantidad y calidad del agua, la fauna, entre otras variables importantes para la sostenibilidad (FAO, s/a).

Para llevar a cabo la delimitación del SAR fue necesario realizar primero la delimitación del AI, para posteriormente seleccionar aquella unidad hidrológica sobre la cual incide esta área (cuencas, subcuencas, microcuencas, o un conjunto de estas), como se explica en seguida.

Delimitación del área de influencia

El área de influencia del proyecto o AI es definida como la zona donde los impactos sobre los componentes ambientales se resienten de manera directa e inmediata; en ese sentido, los componentes ambientales que pueden verse afectados directamente con la realización del Proyecto son los siguientes:

CONSULTA PÚBLICA

- Atmósfera. El área de influencia de este componente reside en la posible emisión de gases contaminantes a la atmósfera que representen una disminución a la calidad del aire, así como la contaminación sonora.
- Suelo. El componente se verá afectado por las modificaciones en su superficie, lo cual incrementará sus procesos erosivos.
- Componente biótico. Este componente se verá impactado debido a la remoción de vegetación no forestal que implica la construcción del Proyecto, afectando ejemplares presentes entre parcelas y orillas de caminos.

De esta manera, es importante considerar la existencia de barreras que puedan contener estos impactos que pudieran tener un mayor alcance y rebasar el perímetro del área del Proyecto, considerando los siguientes criterios:

- Distancia máxima a la que se percibirá el ruido generado por la maquinaria. Diferentes fuentes sugieren que la maquinaria de construcción puede generar ruido que alcanza alrededor de 90 decibeles (dB), mientras que el tránsito vehicular puede alcanzar aproximadamente 80 dB; por otro lado, el nivel de ruido en el ambiente natural es variable pero generalmente menor a los 60 dB como se ejemplifica en las siguientes tablas:

Tabla 4-1 Niveles de Ruido Generado por Diferentes Fuentes

Generador de ruido	Potencia sonora dB
Ruido de hojas	15
Zumbido de mosquito	45
Conversación normal	55
Sonido de pájaros	60
Aspiradora	70
Ruido de tráfico	80
Compresor de aire	90
Martillo neumático	100
Retroexcavadora	77.8
Minicargador	87.5
Motoniveladora	82.7
Excavadora	80.5
Camión Mixer	90.6
Camión cisterna	69.6

En este sentido, mientras el receptor se aleja más de la fuente generadora de ruido, el nivel de este se percibe con menor intensidad; de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se recomiendan niveles no mayores a 55 dB para el día y 50 dB para la noche para no generar daños a la salud. Considerando estas variables, de acuerdo con (Inercoacústica, 2020)

CONSULTA PÚBLICA

el nivel de ruido máximo de 90 dB se percibirá a 50 dB a una distancia de 28 m, como se muestra en la siguiente tabla, esta distancia fue considerada como alcance máximo del impacto por ruido derivado del Proyecto en cualquiera de sus etapas, con el fin de considerar la posible afectación tanto humana como de fauna silvestre, especialmente en la zona próxima a la Laguna de Zumpango.

Tabla 4-2 Cambio del Nivel Sonoro dB(A) con la Distancia

Distancia m	Cambio del nivel sonoro dB(A)
9	-30
16	-35
28	**-40**
40	-43
50	-45
56	-46
63	-47
71	-49
80	-50
89	-51

- Alcance de emisiones: estas provendrán principalmente de vehículos y maquinaria, así como emisiones de polvo, por lo cual se espera que no alcancen grandes distancias antes de disiparse por acción del viento.
- Componentes ambientales asociados: se incluyó la totalidad del cuerpo de agua “Lago de Zumpango” dado que en este se ubicarán obras que forman parte del Proyecto, así como los predios en los cuales se ubicarán los componentes del Proyecto.
- Caminos: los cuales pudieran ser usados para el tránsito de vehículos, camiones y transporte de maquinaria empleada para fines del Proyecto.
- Derecho de vía de vialidades existentes, dado que mantienen un área relativamente homogénea que se encuentra afectada por factores como ruido y usos de suelo modificados.
- Radios de riesgo en torno a los componentes “Planta Potabilizadora” (PP) y “Planta de Tratamiento de Aguas Pluviales y Residuales” (PTAP-R). Los cuales fueron determinados mediante los Estudios de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo; donde el escenario considerado es el de mayor amplitud, es decir, el peor caso para la sustancia cloro gas, sus distancias y ubicación se muestran en las siguientes tablas y figuras:

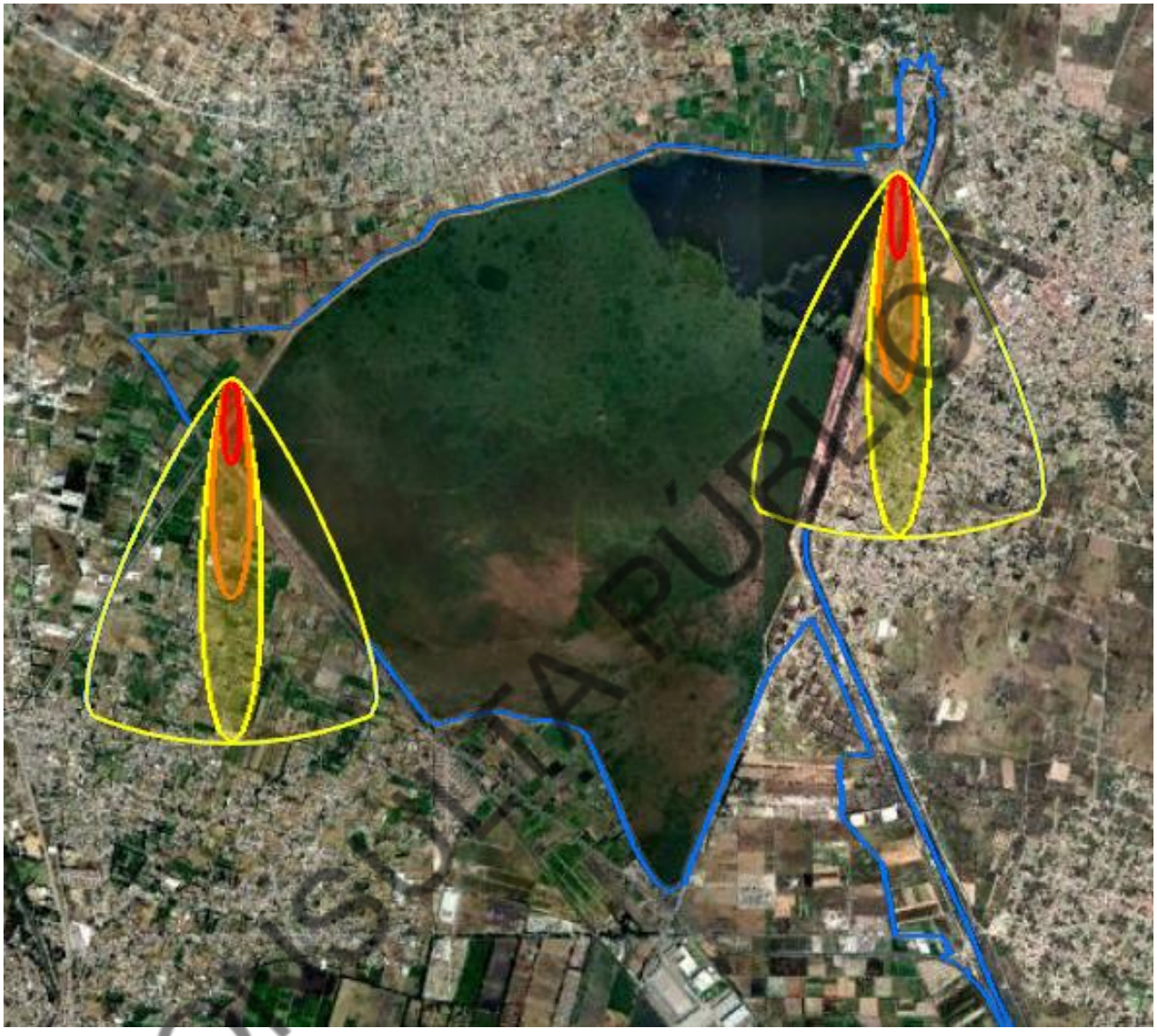
CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-3 Radios de Afectación de los Escenarios Hipotéticos del Cloro Gas

Escenarios potenciales con riesgos ambientales identificados	AEGL-1	AEGL-2	AEGL-3
Caso Mas Probable (CMP) – Cloro gas	612 m	295 m	88 m
Peor Caso (PC) – Cloro gas	3,000 m	1,800 m	709 m

CONSULTA PÚBLICA

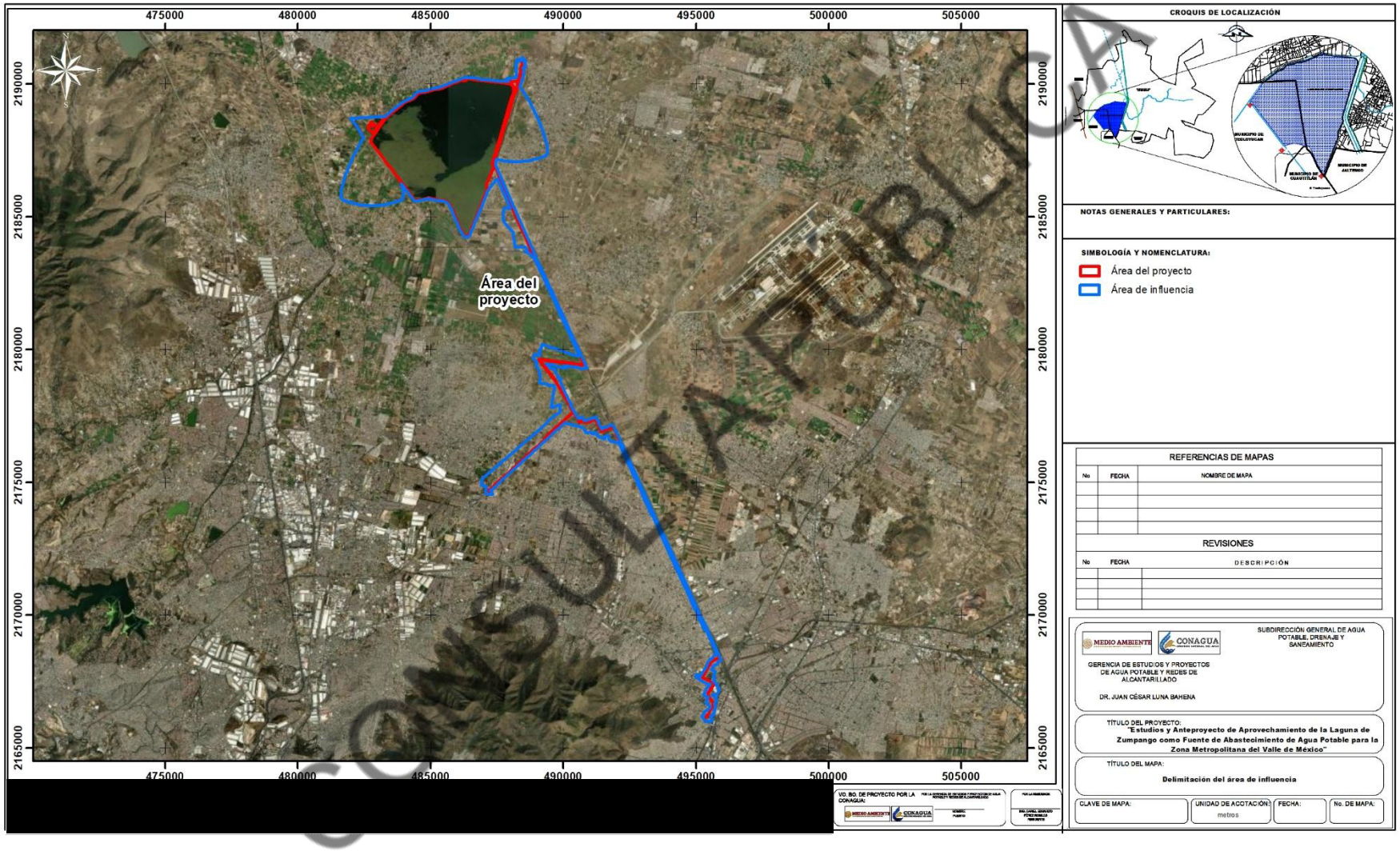
Figura 4-1 Representación Gráfica del Radio de Afectación (Peor Caso - Cloro Gas)



CONSULTA PÚBLICA

De esta manera, se llevó a cabo la digitalización del AI en el software QGIS 3.28.10. El AI quedó conformado por un polígono cuya superficie es de 3,534.6802 ha, la delimitación completa se muestra en la siguiente figura, mientras que, en el Anexo 05 se incluye este polígono en formato shapefile, kmz y kml.

Figura 4-2 Representación General del AI Delimitado para el Proyecto



COPIA PÚBLICA

Delimitación del SAR

El Sistema Ambiental Regional dentro del cual se desplanta un proyecto nuevo es el espacio geográfico caracterizado por la uniformidad ecológica, tipos de suelo, tipos de vegetación, topografía, así como características ecológicas de ecosistemas particulares dentro de los cuales influye cualquier actividad antropogénica o evento natural generando impactos que influyen de forma negativa o positiva en todo el sistema.

Para realizar la delimitación del SAR se consideró la ubicación del AP y AI en el contexto de las unidades hidrológicas, para lo cual se hizo uso de la siguiente información cartográfica:

- Regiones hidrográficas (RH) de México escala 1:1 000 000 (CONAGUA, 1998)
- Cuencas hidrográficas escala 1:250 000 (CONAGUA, 1998)
- Red hidrográfica escala 1:50 000 (INEGI, 2010)
- Microcuencas hidrográficas del Programa Nacional de Microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO, 2007), las cuales coinciden con las microcuencas mostradas por el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).
- Curvas de nivel escala 1:50,000 (INEGI).
- Datos vectoriales de las cartas topográficas 1:50,000 del INEGI, específicamente carreteras.

De acuerdo con los datos vectoriales mencionados anteriormente, se determinó que, el Proyecto y su área de influencia se ubican en la RH-26 Pánuco, Cuenca R. Moctezuma, Subcuenca Tepotzotlán y microcuenca Valle de México, como se muestra en las siguientes figuras.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-3 Ubicación del AP y AI en el Contexto Hidrográfico de RH, Cuenca y Subcuenca

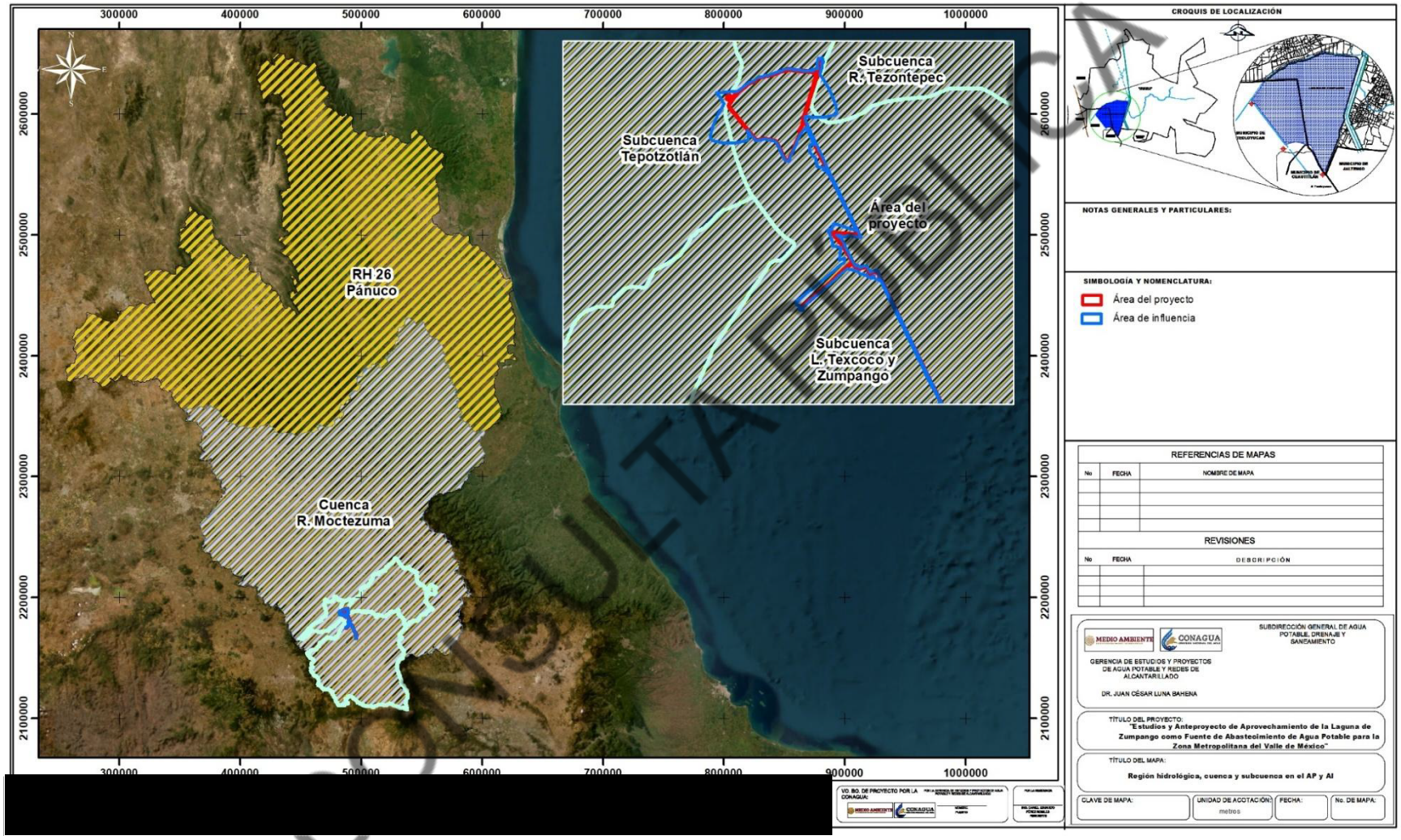
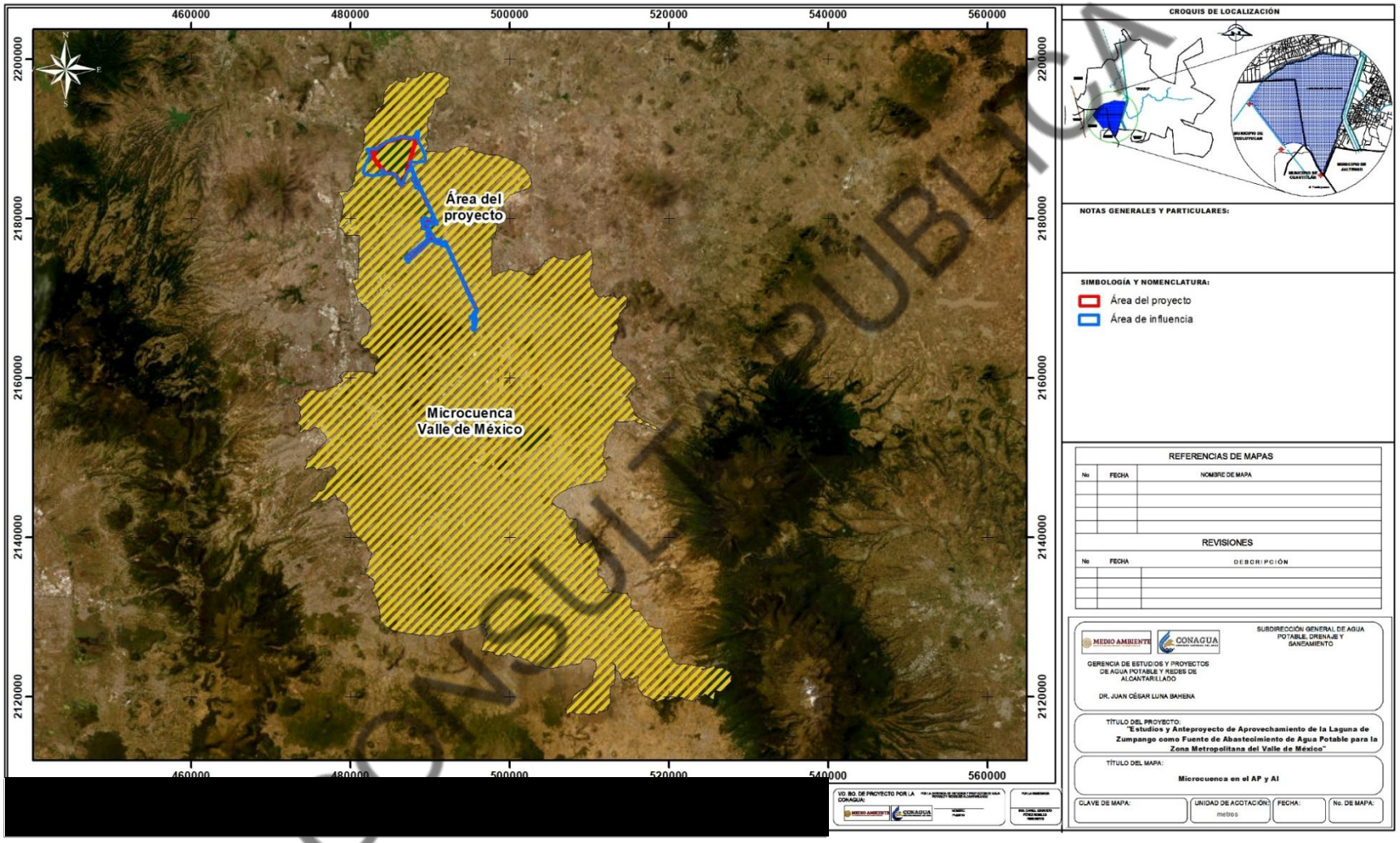


Figura 4-4 Ubicación del AP y AI en el Contexto Hidrográfico de Microcuenca



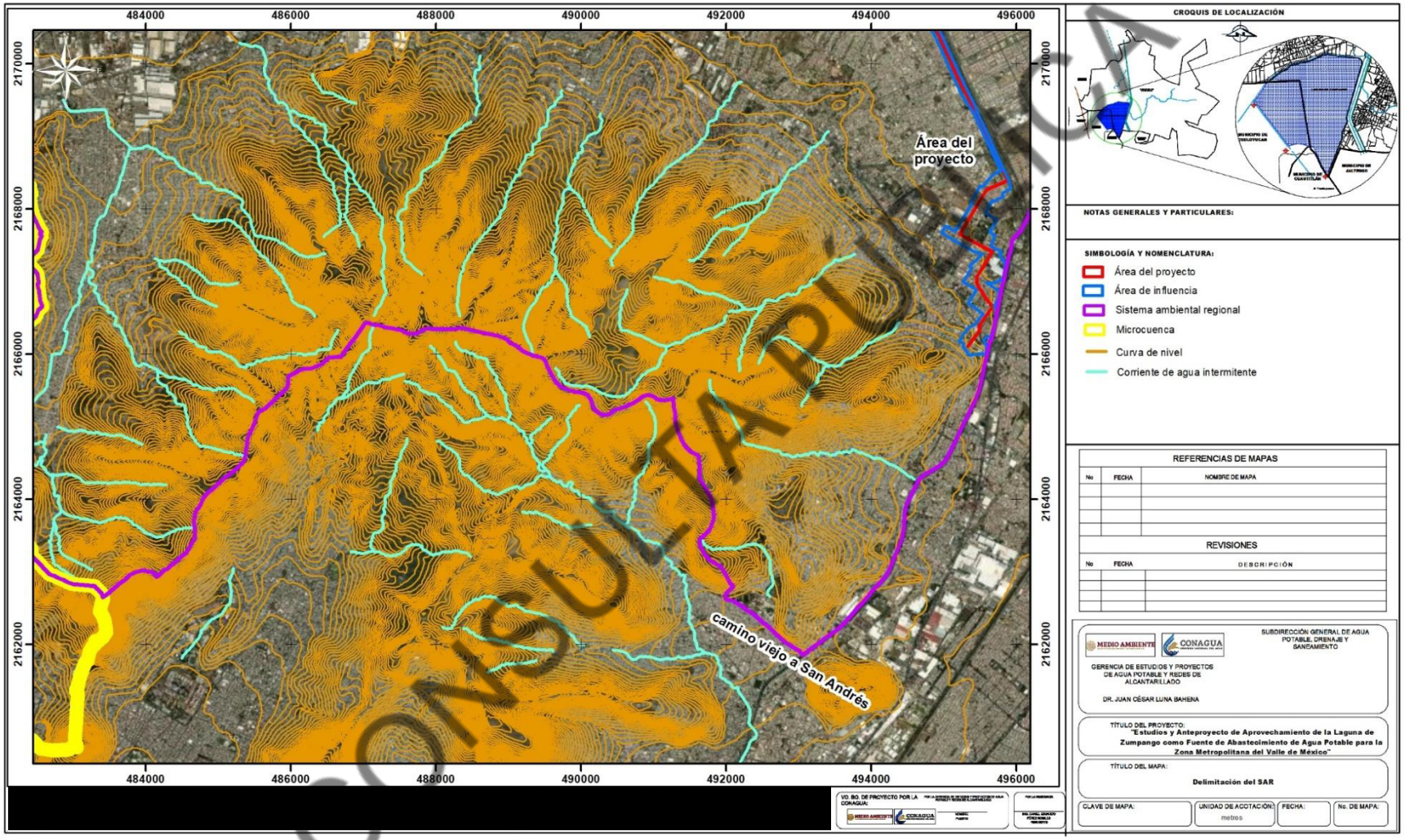
CONSULTA PÚBLICA

Por lo tanto, la delimitación del SAR se realizó partiendo del polígono de la microcuenca Valle de México, sin embargo, dada su extensión se identificaron rasgos para acotar dicha delimitación a una unidad de menores dimensiones. Para lo cual, en el software QGIS 3.28.10, se realizó la sobreposición de la microcuenca, curvas de nivel y otros rasgos topográficos a escala 1:50,000, tales como vialidades.

Conforme a este análisis el SAR se delimitó en su mayor parte al este, norte y oeste por el límite de la microcuenca Valle de México, mientras que al sur se delimitó por el parteaguas en la Sierra de Guadalupe, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

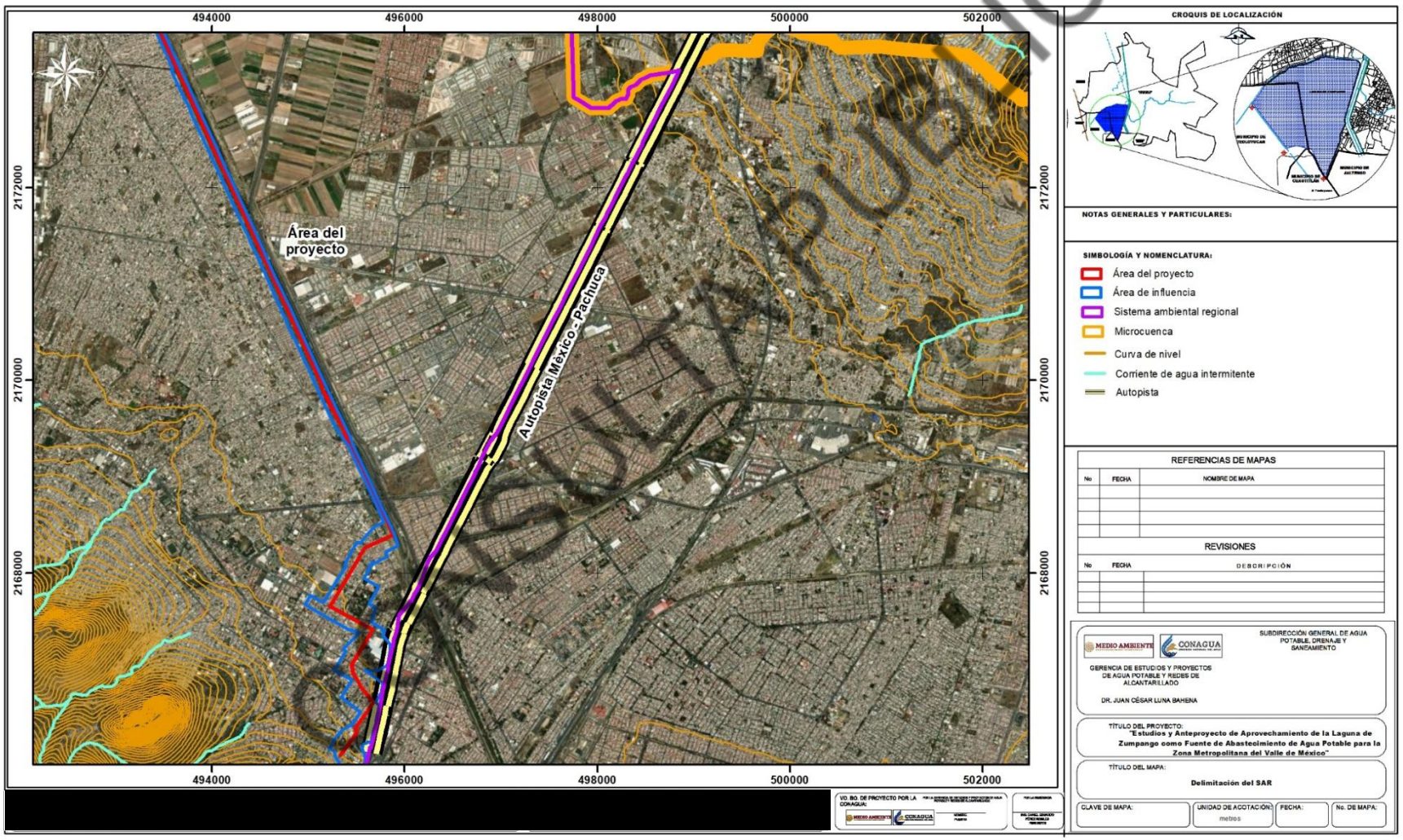
Figura 4-5 Delimitación Sur del SAR en Parteaguas de la Sierra de Guadalupe



CONSULTA PÚBLICA

Posteriormente se incorporó como límite la Autopista México-Pachuca con dirección sur a noreste, para continuar por el límite de la microcuenca Valle de México, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 4-6 Limite Sureste del SAR por la Autopista México – Pachuca

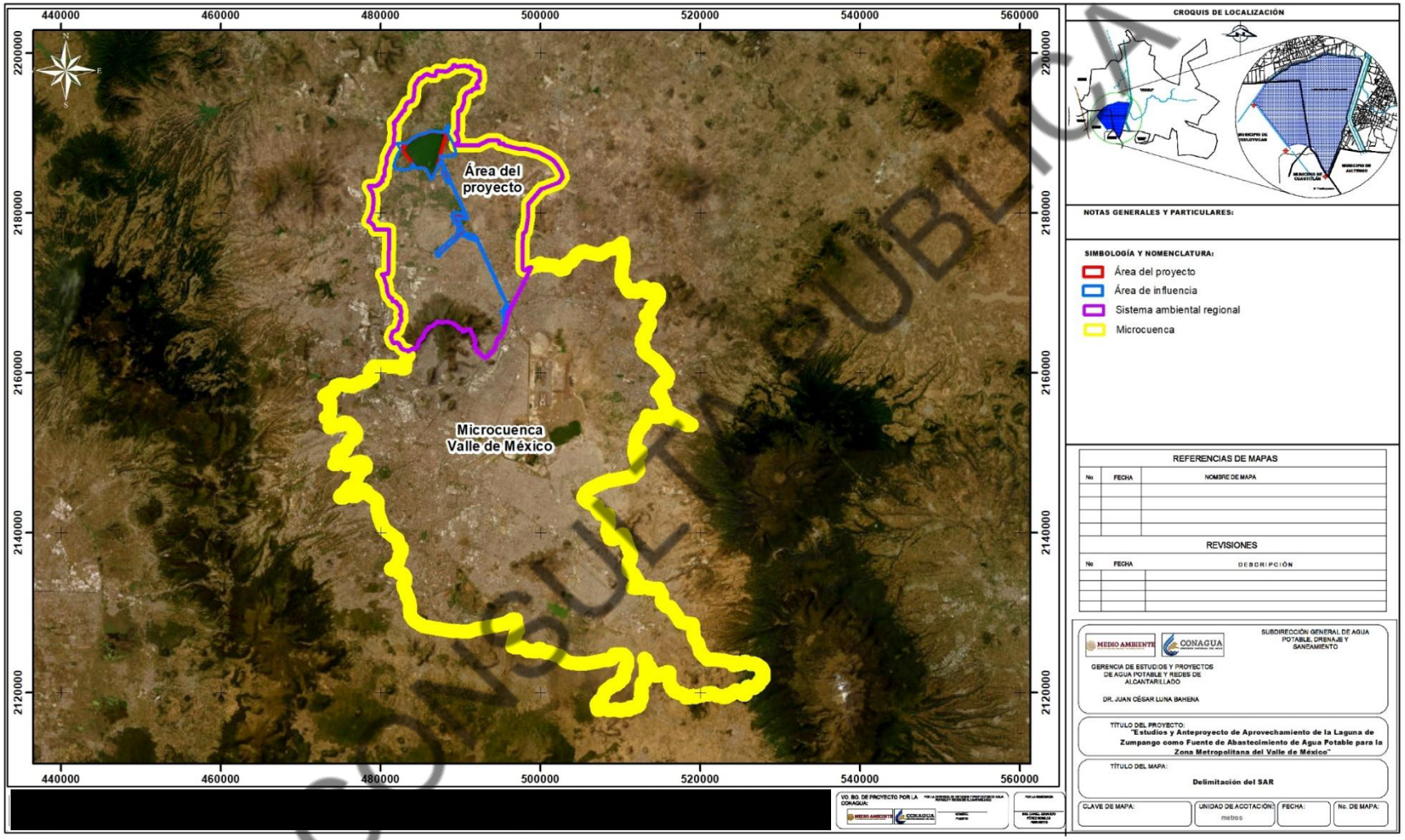


PÚBLICA

De esta forma, se obtuvo un polígono de menores dimensiones pero que integra los componentes ambientales que podrían tener alguna interacción con el Proyecto, partiendo de la base de las microcuencas, dicho polígono presenta una superficie de 49,872.1524 ha, este se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-7 Sistema Ambiental Regional Delimitado para el Proyecto



CONSULTA PÚBLICA

En el Anexo 05 se presentan el SAR y AI en formato kml y shapefile.

Finalmente se señala que, en el ámbito geopolítico, el SAR tiene incidencia en los municipios de Coacalco de Berriozábal, Coyotepec, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos, Hueypoxtla, Jaltenco, Melchor Ocampo, Nextlalpan, Tecámac, Teoloyucan, Tepotzotlán, Tequixquiac, Tlalnepantla de Baz, Tonanitla, Tultepec, Tultitlán y Zumpango; mientras que, el AI y área del Proyecto se encuentran totalmente en Ecatepec de Morelos, Jaltenco, Nextlalpan, Teoloyucan, Tultepec, Tultitlán y Zumpango

4.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La caracterización y el análisis del Sistema Ambiental Regional, incluye la descripción de las características de los recursos naturales con los que se cuenta tanto abióticos como bióticos sin dejar de lado las socioeconómicos que están involucrados en el desarrollo de este Proyecto y las de SAR, la finalidad de esto es presentar las condiciones ambientales del sitio antes de llevar a cabo la construcción del proyecto en sus distintas etapas, con lo cual se determinará la línea base de los componentes que conforman el SAR, de igual forma permitirá establecer de manera más clara cuáles serán las condiciones que se presenten antes, durante y después de la construcción del Proyecto.

En este sentido, en el siguiente apartado se presenta la descripción de los factores ambientales con los que interactúa el Proyecto a nivel SAR y AI, con base en información de fuentes oficiales y referencias científicas, proveniente principalmente de las siguientes instituciones:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
- Consejo Nacional de Población (CONAPO)
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

Así mismo, se incluye información de los recorridos y muestreos realizados en diferentes puntos del área del Proyecto, AI y el SAR (en adelante área de estudio).

4.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

4.2.1.1. Medio abiótico

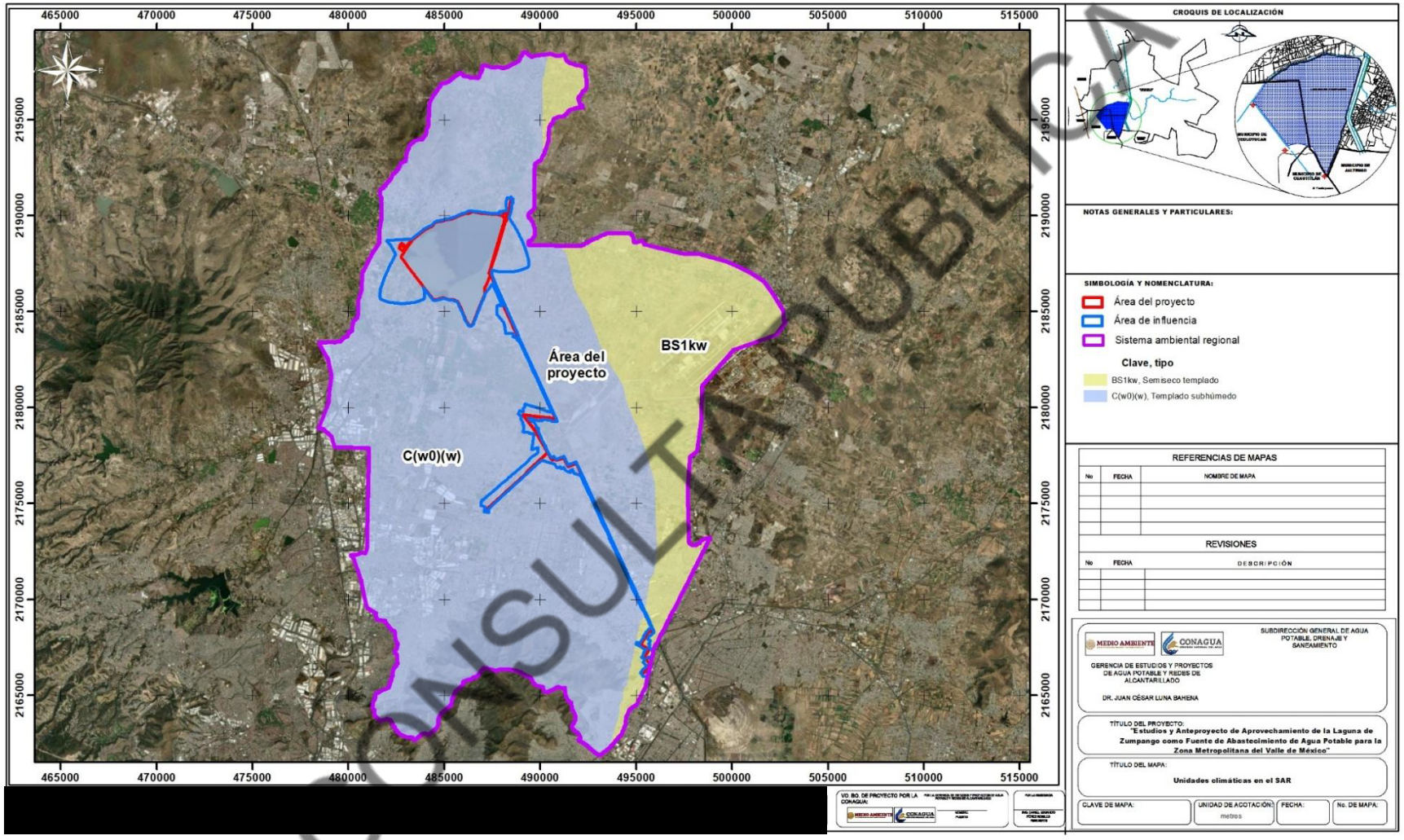
4.2.1.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos

a) Tipos de clima

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales climáticos, escala 1:1’000,000 del INEGI, el SAR presenta climas de tipo templado subhúmedo (C(w0)(w)) y semiseco templado (BS1kw), mientras que el AI y AP se ubican únicamente en el primero, siendo el que se ubica en la mayor extensión del SAR, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-8 Tipos de Clima Presentes en el Área de Estudio



CONSULTA PÚBLICA

El clima templado subhúmedo tiene una temperatura promedio media anual por debajo de los 18° C, comúnmente presenta una temporada invernal con una temperatura promedio de 10° C, y una temporada cálida, en los meses de primavera, con una temperatura de hasta 25° C, lo que muestra una oscilación térmica mayor a los 10 K (10° C) a lo largo del año. Sin embargo, en años atípicos se han registrado temperaturas que van desde 0° C hasta 35° C (Servicio Meteorológico Nacional, 2021).

La humedad relativa de este clima oscila entre el 30 y el 80% a lo largo del año según "Climate consultant (6.0.15)", donde el verano es la temporada más húmeda y el invierno la más seca, esto se debe a varios factores como la localización de cuerpos de agua cercanos y la precipitación pluvial que suele ser registrar un promedio anual menor a los 800 mm.

El clima semiseco templado corresponde a templado con verano cálido, temperaturas medias, anual 12° a 18 °C, del mes más frío entre 3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C, presenta régimen de lluvia de verano.

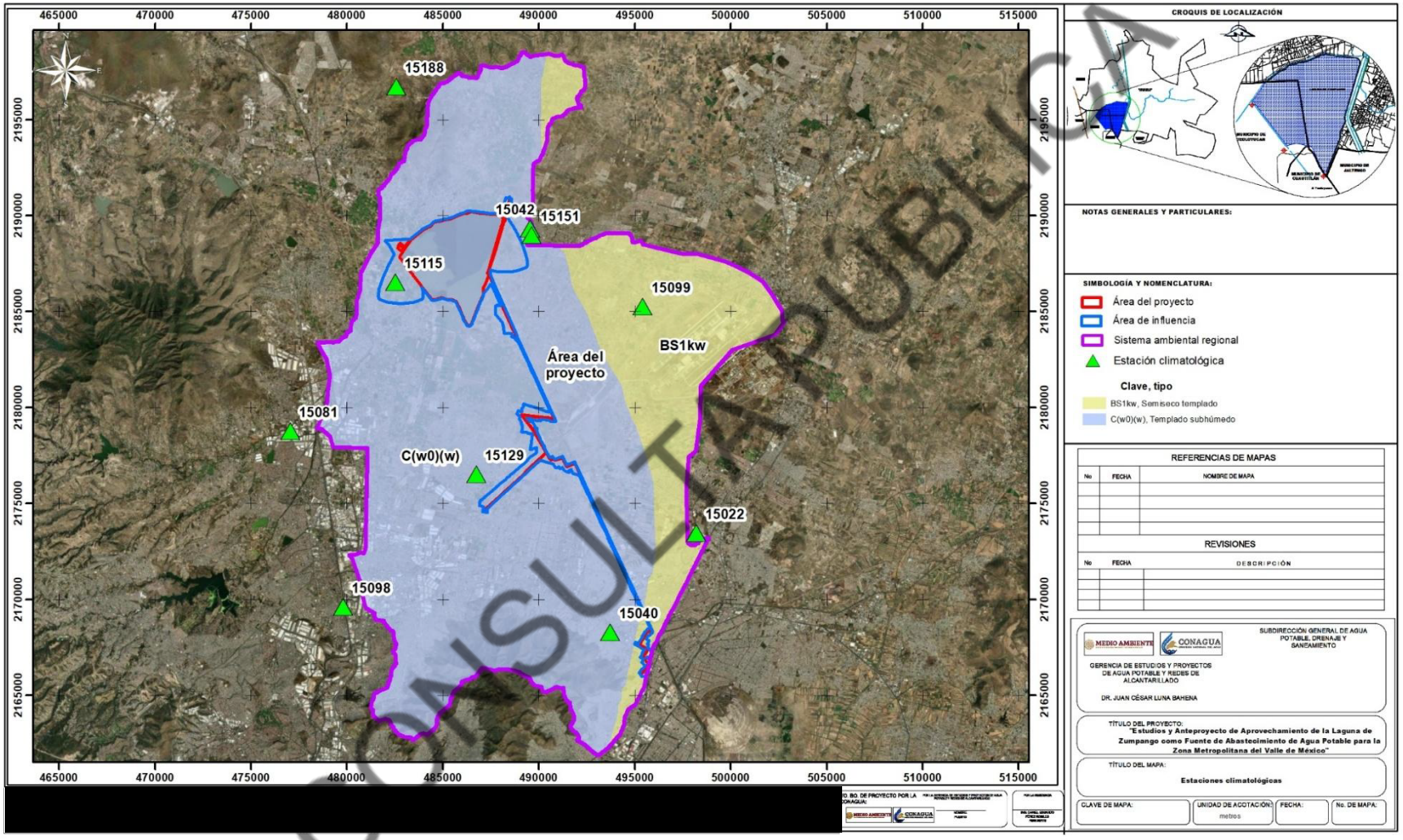
Sin embargo, estos son datos generalizados para los tipos de clima, por lo cual para contar con datos más precisos de las variables que caracterizan los tipos de climas se realizó la consulta de las estaciones climatológicas más cercanas, cuya información se describe en los siguientes apartados.

a) Precipitación y temperatura

Se consultó el archivo kmz de ubicación de las estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), como se observa en la siguiente figura, consulta de la cual se localizó la estación 15115 Santo Tomás Puente Colgante dentro del SAR, misma que cuenta con información completa de precipitación y temperatura para el periodo de 1991 a 2020 por lo tanto se consideró como referencia para la descripción de las variables de los tipos de clima presentes en el SAR, AI y AP.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-9 Estaciones Climatológicas Próximas al SAR



En la siguiente tabla se muestran los datos de precipitación y temperatura registrados por la estación, se observa que, la temperatura media se encuentra entre 11.2 y 17.6°C, con una media anual de 15°C, siendo los meses en los cuales la temperatura alcanza sus máximos valores mayo, junio y julio. En cuanto a precipitación la temporada de lluvias abarca de junio a septiembre con valores superiores a los 130 mm, y presenta una precipitación anual de 617.6 mm.

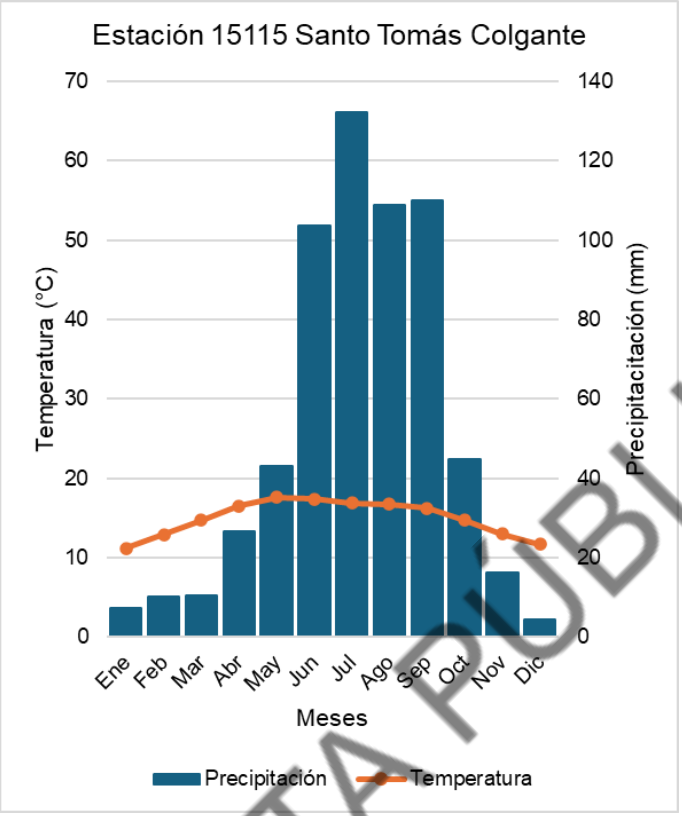
Tabla 4-4 Variables Climatológicas Registradas por las Estaciones Climatológicas, Estación 15115 Santo Tomás Colgante

Mes	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Ene	11.2	7.2
Feb	12.9	10.1
Mar	14.7	10.4
Abr	16.5	26.6
May	17.6	43.1
Jun	17.4	103.8
Jul	16.9	132.1
Ago	16.7	108.8
Sep	16.2	110.1
Oct	14.7	44.8
Nov	13	16.3
Dic	11.7	4.3
Promedio	15.0	-
Total	-	617.6

El comportamiento de los datos anteriores se visualiza en los siguientes diagramas ombrotérmicos, en donde además se identifican los periodos de sequía, es decir, cuando la precipitación es menor a 2 veces la temperatura, correspondiendo a los meses de noviembre a abril.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-10 Diagrama Ombrotérmico de la Información Registrada por la Estación



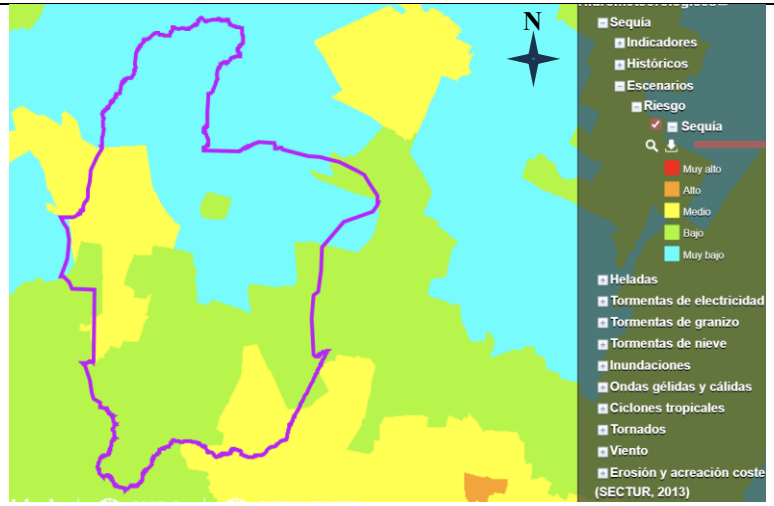
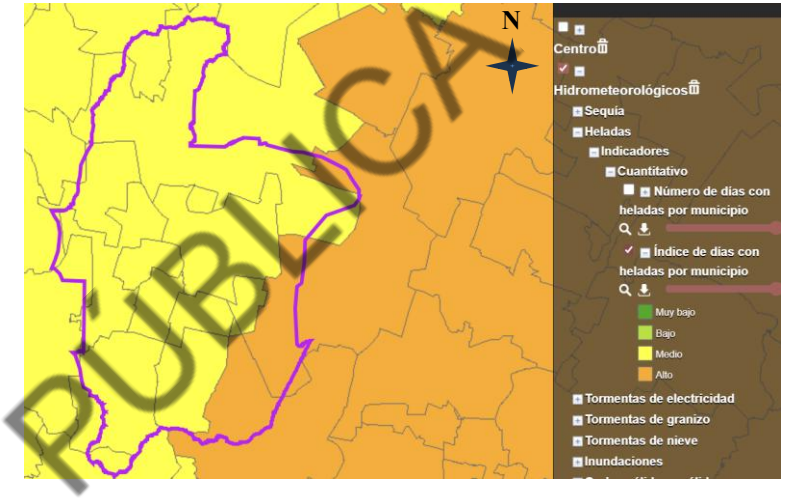
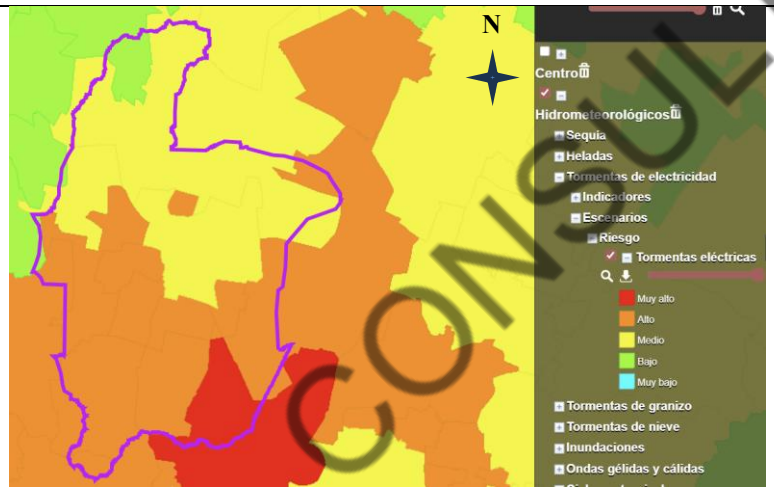
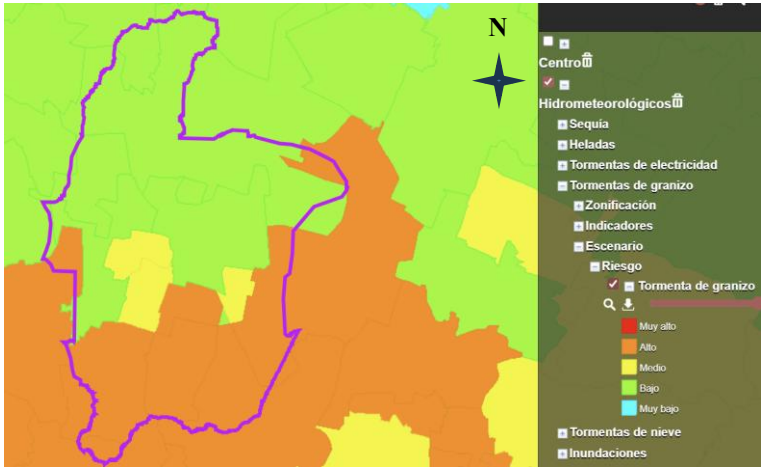
b) Fenómenos meteorológicos

De acuerdo con información del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED[1], 2021), en el área de estudio podrían presentarse los siguientes fenómenos meteorológicos, los cuales han sido clasificados de acuerdo con su riesgo, el cual es resultado del análisis de vulnerabilidad, peligro y exposición. Dado que, estos datos se presentan por municipio, en la siguiente tabla se muestra la información para los municipios sobre los cuales incide el SAR.

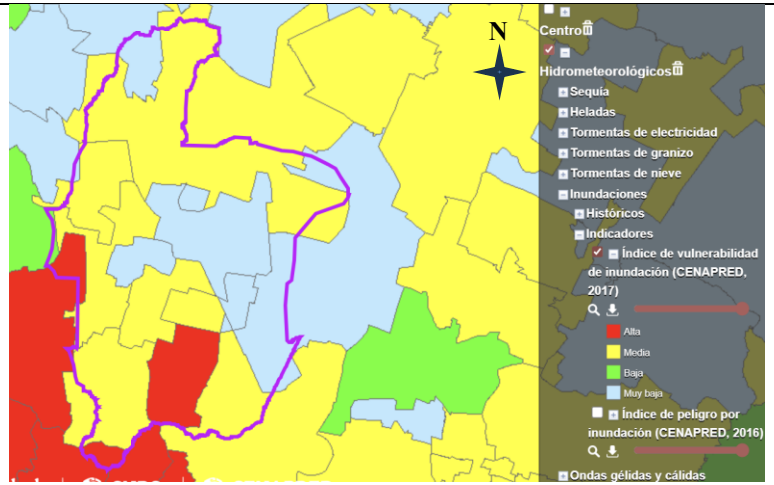
CONSULTA PÚBLICA

[1] http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

Tabla 4-5 Clasificación de Riesgo por la Presencia de Fenómenos Hidrometeorológicos en el SAR, AI y Proyecto

 Riesgo de muy bajo a medio por sequía, predominancia de riesgo muy bajo y bajo.	 De medio a alto índice de días con heladas, con predominancia de índice medio.
 Riesgo de bajo a muy alto por tormentas eléctricas, con predominancia de riesgo medio y alto.	 Riesgo de bajo a alto por tormenta de granizo, con predominancia de riesgo bajo.

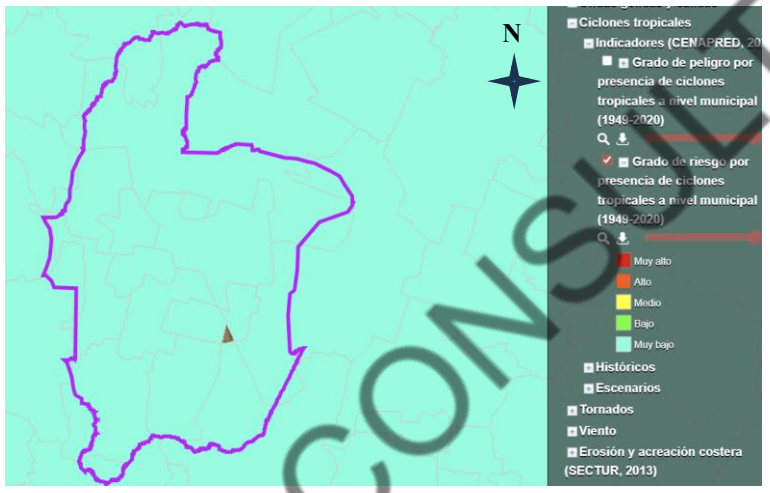
CONSULTA PÚBLICA



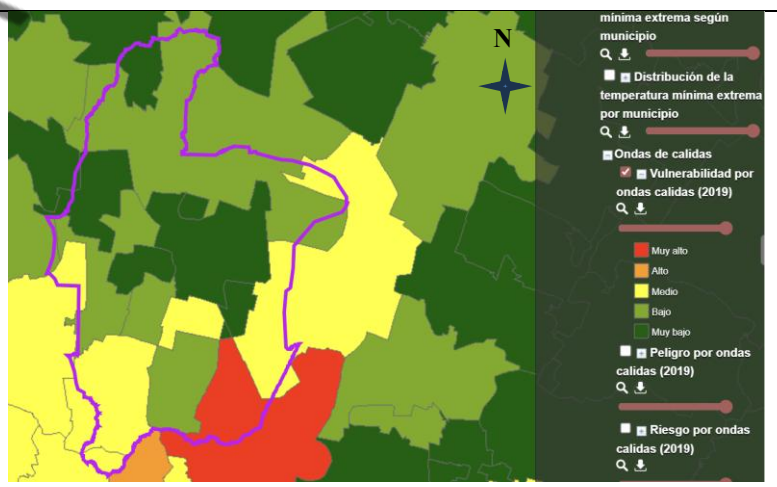
Vulnerabilidad de muy baja a alta por inundación, con predominancia de vulnerabilidad media.



Riesgo de medio a muy alto por bajas temperaturas, con predominancia de riesgo alto.



Riesgo muy bajo por presencia de ciclones tropicales.



Vulnerabilidad de muy baja, baja, media y muy alta por ondas cálidas, con predominancia de vulnerabilidad baja.

CONSULTA PÚBLICA

Como se observa en las figuras anteriores, los fenómenos que presentan el mayor riesgo para la población son tormentas eléctricas, granizo y bajas temperaturas; mientras que, los de menor importancia son vulnerabilidad por ondas cálidas, ciclones tropicales y sequías.

c) Microclima

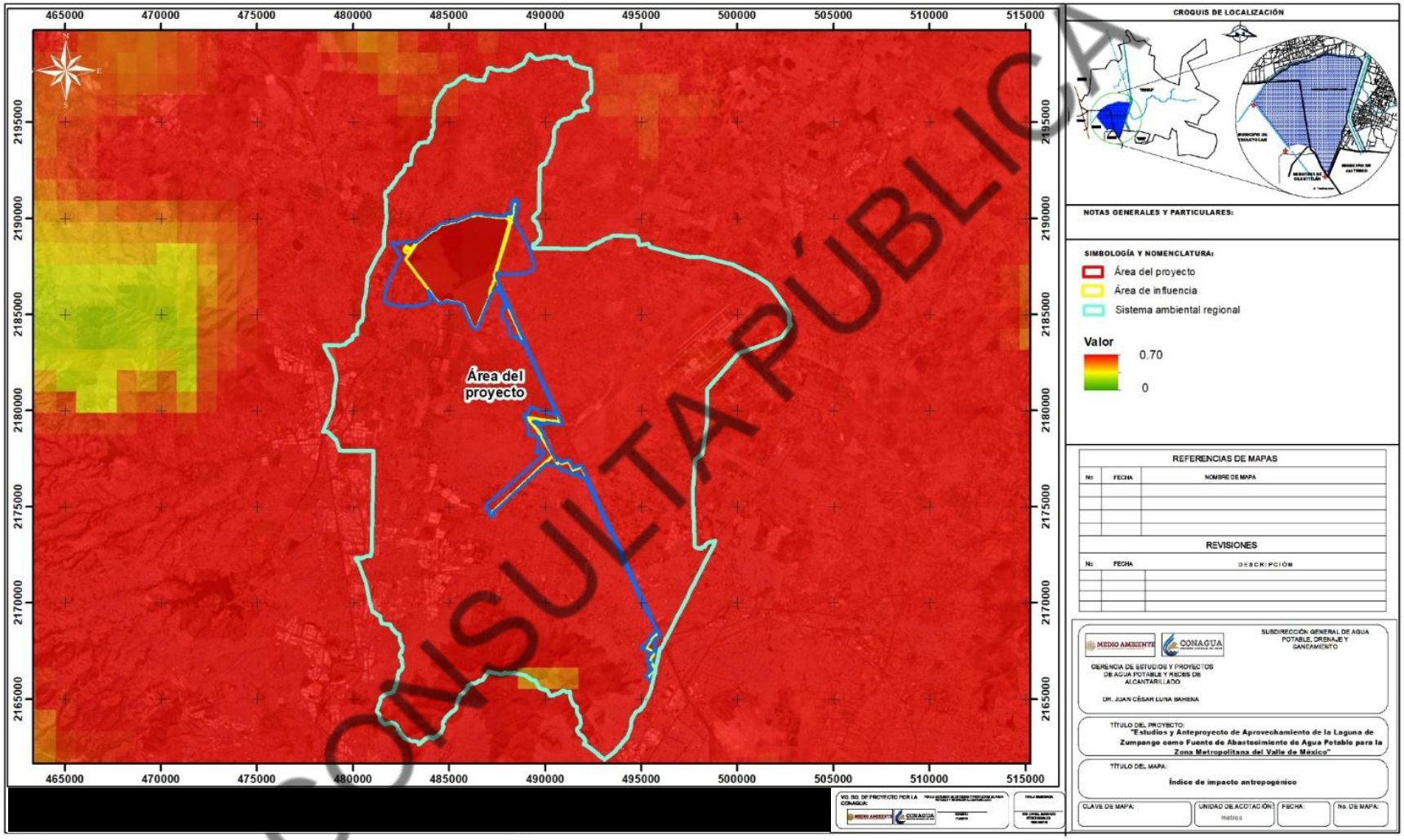
El concepto de microclima hace referencia al clima local o regional, en este caso a nivel del SAR, el cual dependerá de los componentes que este englobe; las variables climáticas que son modificadas son la temperatura y la humedad del aire, así como la demanda evaporativa, dependiendo del grado de perturbación del sitio.

Por lo tanto, para describir las superficies que han presentado modificaciones en su microclima por perturbación de origen antropogénico se empleó el Índice de Impacto antropogénico, este índice identifica las áreas que han sufrido la mayor modificación por actividades antropogénicas siendo las áreas que alcanzan un índice más cercano a 0.7.

A partir de dicho modelo, en la siguiente figura se observa que la mayor parte del SAR presenta un alto índice de impacto antropogénico (es decir, con un valor de 0.7), las áreas se han intervenido transformando sustancialmente la cobertura del suelo, en donde se observa dominancia de áreas agrícolas, así como presencia de asentamientos humanos, por lo tanto, los microclimas se han sido modificado prácticamente en toda el área de estudio.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-11 Índice de Impacto Antropogénico en el SAR



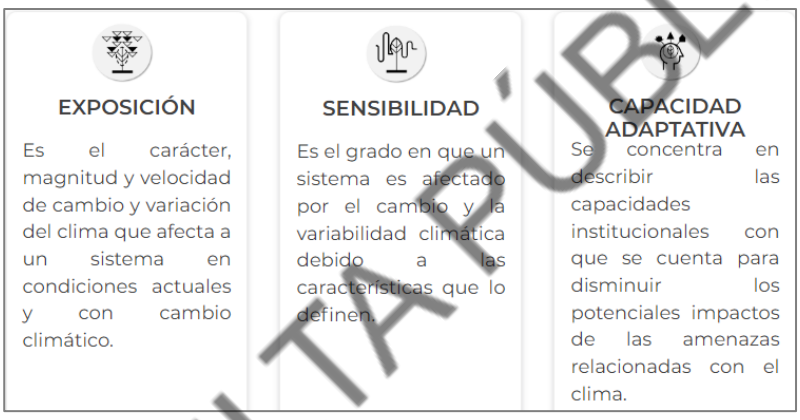
CONSULTA PÚBLICA

d) Vulnerabilidad al cambio climático

De acuerdo con la Ley General de Cambio Climático la vulnerabilidad se define como "el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos". La vulnerabilidad no sólo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto.

La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa (IPCC, 2007; LGCC, 2012), las cuales se definen como se muestra en la siguiente figura.

Figura 4-12 Variables que Integran la Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2022)



El análisis de la vulnerabilidad es el primer paso en el proceso de adaptación al cambio climático; permite identificar cuáles son las principales amenazas climáticas en el territorio, los problemas relacionados con éstas y sobre todo abordar las causas subyacentes que pueden incrementar los impactos en la sociedad. Los fenómenos extremos asociados al clima como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones tropicales, entre otros, revelan la vulnerabilidad en los ecosistemas y sistemas humanos (INECC, 2019).

El Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2024[2]) contiene los siguientes 6 tipos de vulnerabilidad, de las cuales las 3 primeras (inundaciones, deslaves y dengue) presentan la vulnerabilidad de la población a estos fenómenos, mientras que las 3 últimas se refieren a la vulnerabilidad de actividades económicas.

Vulnerabilidad de la población

- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones.
- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves.
- Vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue.

Vulnerabilidad de las actividades económicas

[2] https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/

CONSULTA PÚBLICA

- Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico.
- Vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

Con respecto a estos temas y la ubicación del área de estudio dependiendo del municipio es el tipo de vulnerabilidad que se presenta. Por lo tanto, en la siguiente tabla se muestra el grado de vulnerabilidad según el municipio y tema evaluado.

Tabla 4-6 Vulnerabilidad Actual al Cambio Climático

Municipio	Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves	Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones	SAR	AI	AP
Coacalco de Berriozábal	Bajo	Medio	x		
Coyotepec	Medio	Muy alto	x		
Cuautitlán	Bajo	Muy alto	x		
Cuautitlán Izcalli	Medio	Muy alto	x		
Ecatepec de Morelos	Medio	Muy alto	x	x	x
Hueypoxtla	Muy bajo	Muy bajo	x		
Jaltenco	Bajo	Alto	x	x	x
Melchor Ocampo	Bajo	Alto	x		
Nextlalpan	Muy bajo	Medio	x	x	x
Tecámac	Bajo	Medio	x		
Teoloyucan	Bajo	Alto	x	x	x
Tepotzotlán	Bajo	Medio	x		
Tequixquiac	Bajo	Muy bajo	x		
Tlalnepantla de Baz	Medio	Medio	x		
Tonanitla	Medio	Muy alto	x		
Tultepec	Muy bajo	Medio	x	x	x
Tultitlán	Bajo	Alto	x	x	x
Zumpango	Muy bajo	Muy bajo	x	x	x

CONSULTA PÚBLICA

Como se observa en la tabla anterior, la vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves es baja o muy baja en la mayoría de los municipios, lo cual se debe a su relieve de llanuras predominante en la mayor parte del territorio del SAR y en la totalidad del AI y AP. En cambio, la vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones es de alta a muy alta en la mayoría de los municipios del SAR, AI y AP, debido a su naturaleza lacustre. Con respecto a la vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue la mayoría de los municipios del SAR presenta de muy baja a media vulnerabilidad, por lo cual no es una vulnerabilidad de destacar.

La vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico, la vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico y Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones es variables, incluso hay varios municipios en donde no fueron evaluados estos temas, en aquellos que sí fueron evaluados va de baja a alta.

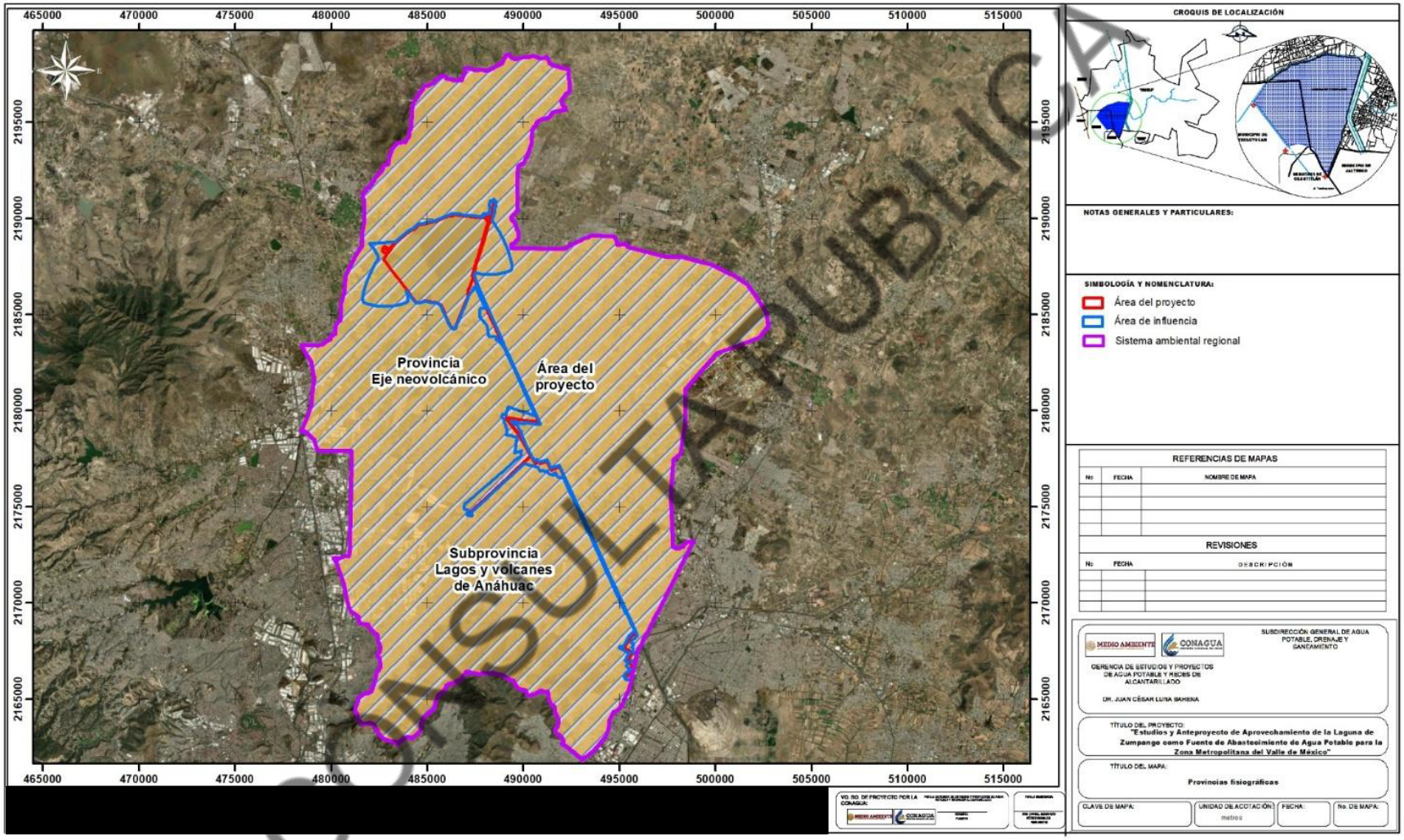
4.2.1.1.2. Geomorfología

a) Provincias y subprovincias fisiográficas

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales fisiográficos, escala 1:1’000,000, el SAR, AI y el Proyecto se ubican en la provincia fisiográfica “Eje Neovolcánico”, así como en la subprovincia “Lagos y Volcanes de Anáhuac”, como se muestra en las siguientes figuras.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-13 Ubicación del Área de Estudio con Respecto a las Provincias y Subprovincias Fisiográficas



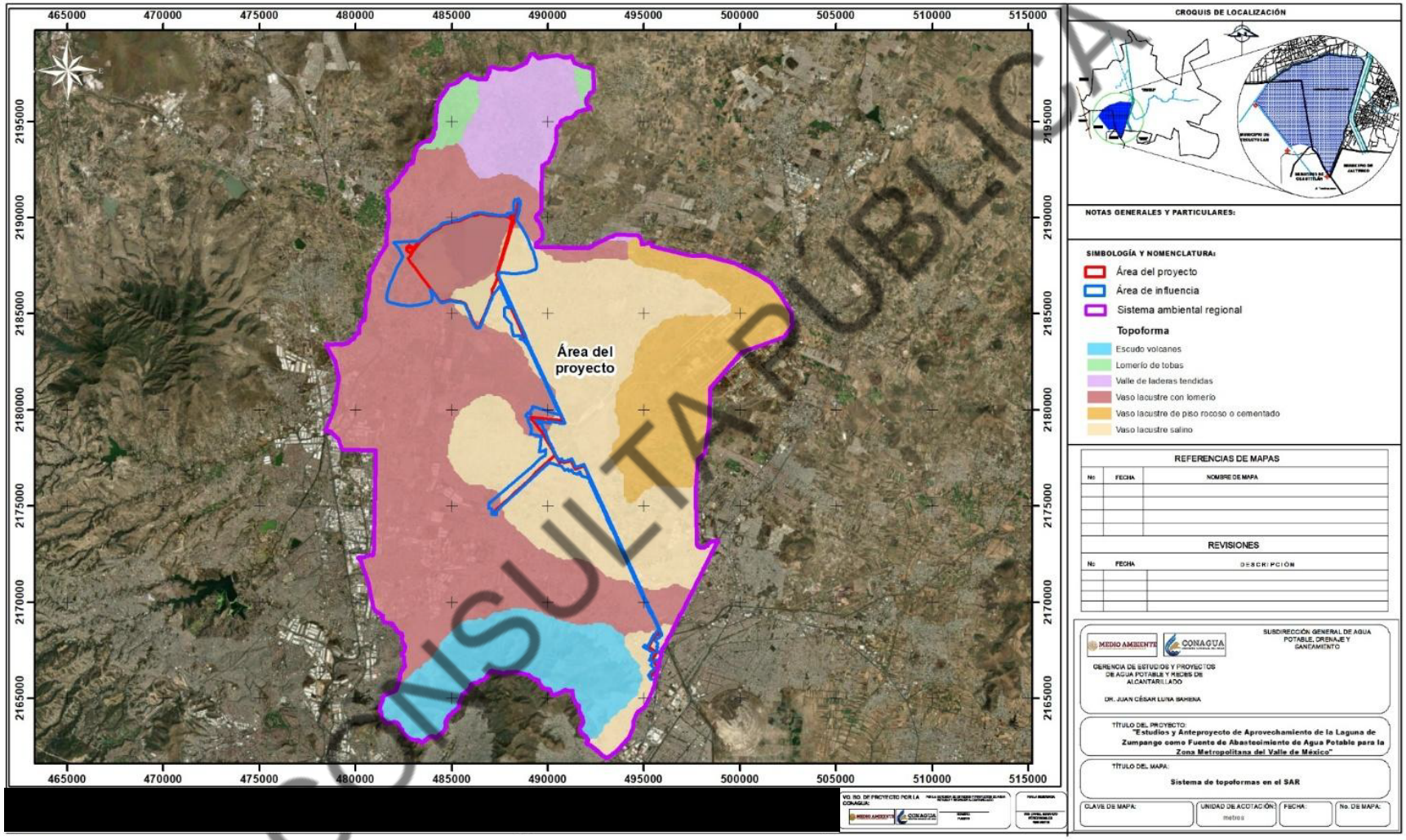
COPIA PÚBLICA CONSULTA

b) Sistema de topoformas

Conforme al Conjunto de datos vectoriales fisiográficos del INEGI, escala 1:1,000,000, el SAR se ubica en 6 sistemas de topoformas: lomerío de tobas, valle de laderas tendidas, vaso lacustre de piso rocoso o cementado, vaso lacustre con lomerío, vaso lacustre salino y escudo volcanes; mientras que el AI y AP se encuentran en las topoformas vaso lacustre salino y vaso lacustre con lomerío, como se muestra en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-14 Ubicación del Área de Estudio Respecto a las Topoformas



CONSULTA PÚBLICA

En las siguientes tablas se muestra la distribución en superficie de las diferentes topoformas presentes en el SAR, así como en el AI y AP, en donde se observa que, la mayor parte del SAR se encuentra sobre vaso lacustre con lomerío y la mayor parte del AI y AP se encuentran sobre vaso lacustre salino.

Tabla 4-7 Superficie por Topoformas Presente en el SAR.

Tipo	Descripción	Superficie (ha)
Llanura	Vaso lacustre con lomerío	20,443.2049
	Vaso lacustre de piso rocoso o cementado	5,940.6925
	Vaso lacustre salino	14,315.3905
Lomerío	Lomerío de tobas	801.5256
Sierra	Escudo volcanes	4,440.7566
Valle	Valle de laderas tendidas	2,924.4014
Total		**48,865.9714**

Tabla 4-8 Superficie por Topoformas Presente en el AI

Tipo	Descripción	Superficie (ha)
Llanura	Vaso lacustre con lomerío	2,258.7774
	Vaso lacustre salino	1,275.9029
Total		**3,534.6802**

Tabla 4-9 Superficie por Topoformas Presente en el AP

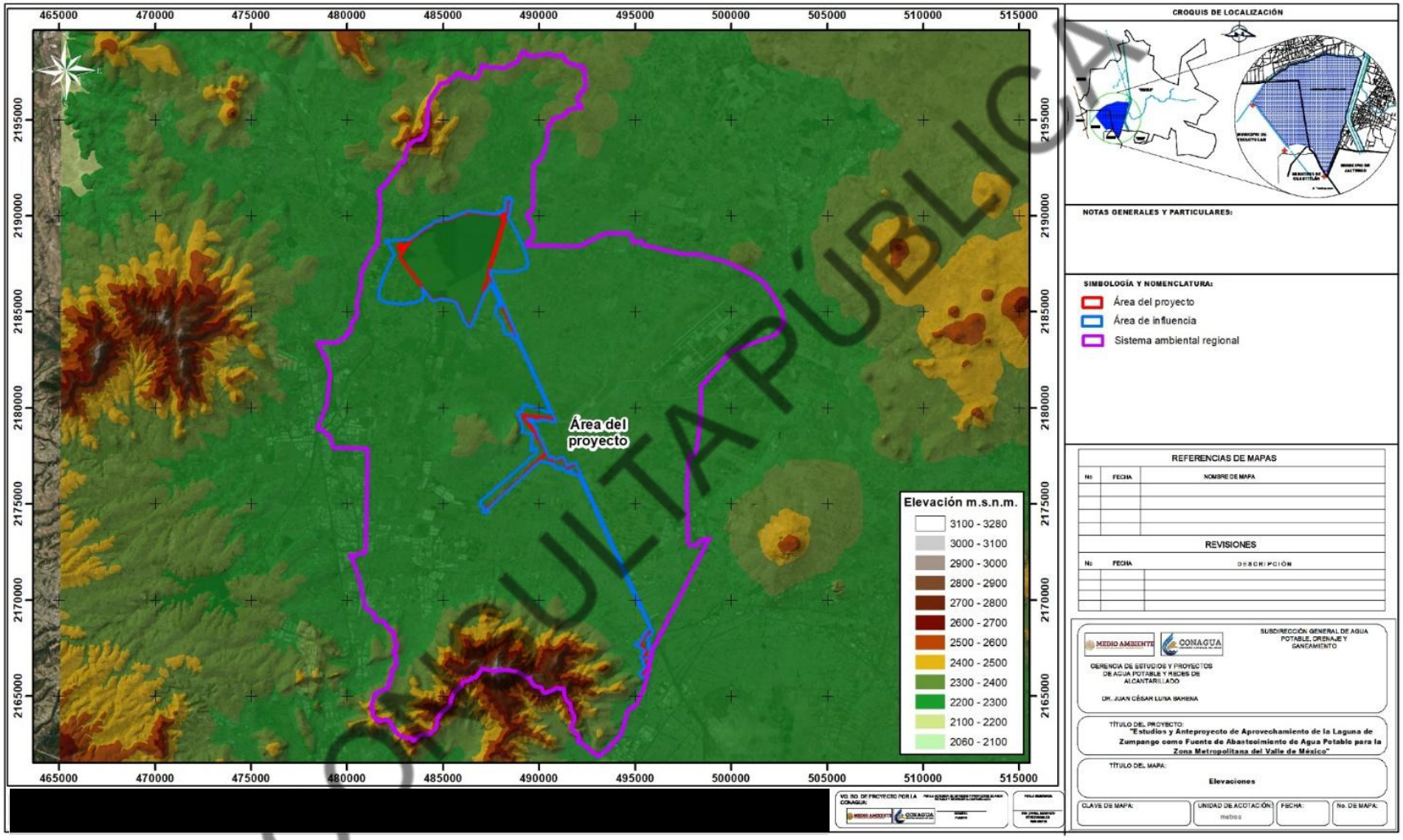
Tipo	Descripción	Superficie (ha)
Llanura	Vaso lacustre con lomerío	1,535.8504
	Vaso lacustre salino	359.9801
Total		**1,895.8304**

c) Relieve

Por otro lado, conforme a la consulta de curvas de nivel del conjunto de datos vectoriales topográficos escala 1:50,000 del INEGI, se observa que el SAR se encuentra en un rango de elevaciones de 2200 a los 3000 msnm, la mayor elevación se presenta en la zona sur en la Sierra de Guadalupe, mientras que el AI y el Proyecto presentan elevaciones en un rango de altitud de 2200 a 2300 msnm, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-15 Relieve Presente en el Área de Estudio



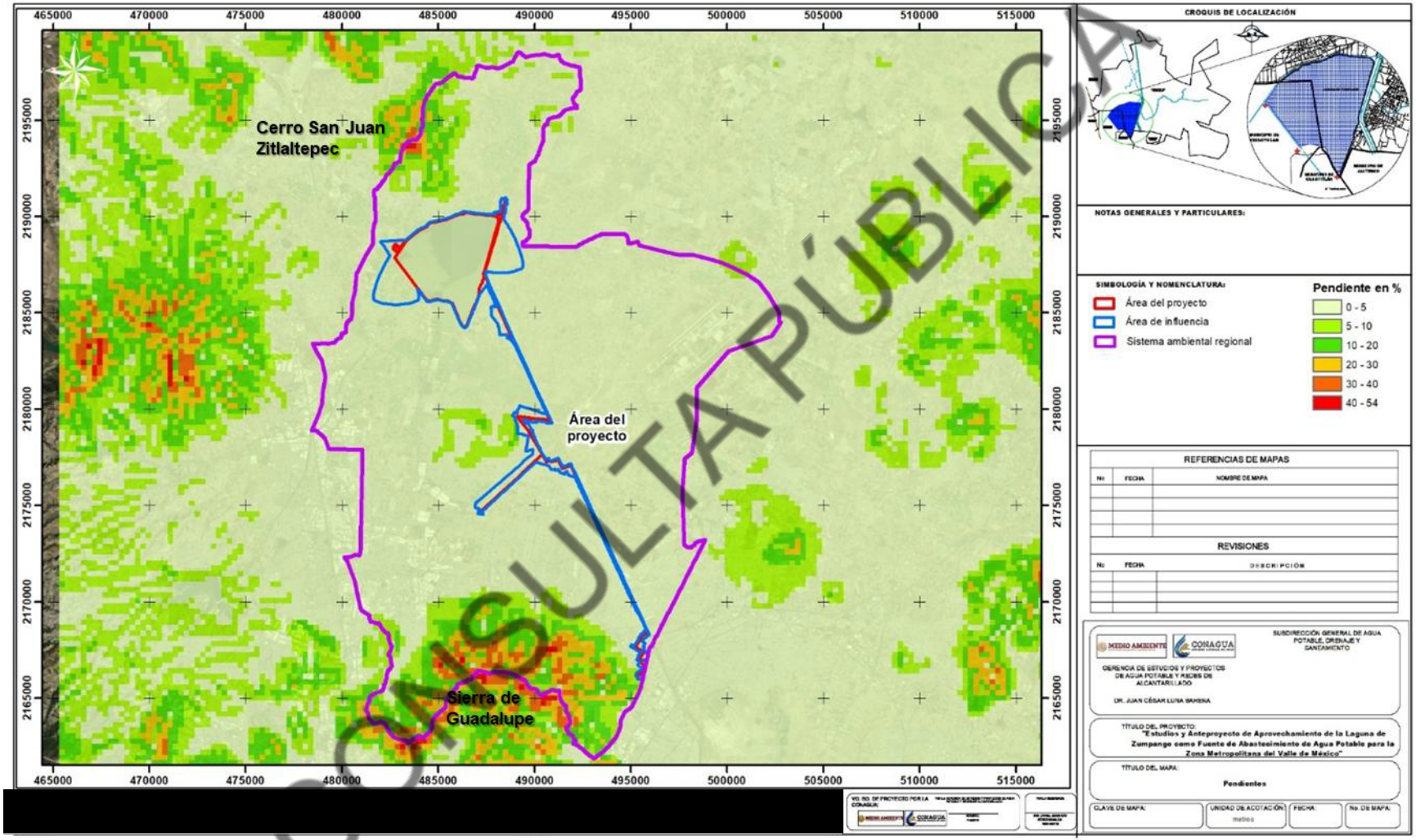
CONSULTA PÚBLICA

d) Pendientes

Por otro lado, otra característica del relieve es la pendiente, la cual indica la tasa de cambio de la elevación del terreno con la distancia a una dirección dada, con base en las curvas de nivel y la generación del modelo de pendientes, se observa que en el SAR la pendiente predominante se encuentra en un rango de 0 a 5%, la mayor pendiente se da en las elevaciones al norte y sur del SAR, especialmente en la Sierra de Guadalupe y Cerro San Juan Zitlaltepec en donde alcanza hasta 54%, mientras que el AI y AP se encuentran totalmente en un rango de 0 a 5%, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-16 Pendientes Presentadas en el Área de Estudio



CONSULTA PÚBLICA

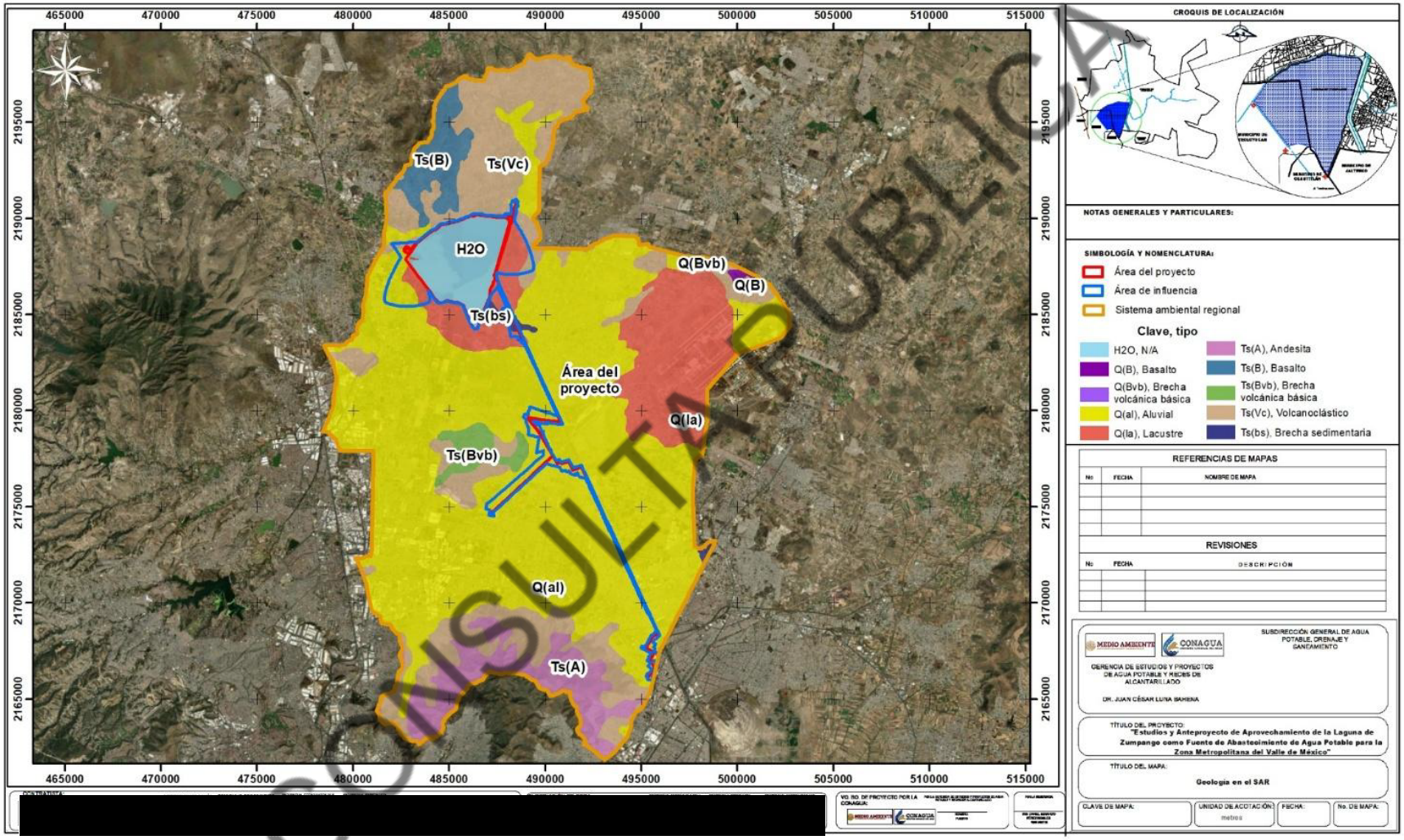
e) Tipos de roca

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales geológicos, continuo nacional, escala 1:1’000,000, los tipos de roca presentes en el SAR son rocas ígneas extrusivas de tipo volcanoclástica, básica e intermedia, sin embargo, la mayor parte se ubica sobre unidades de suelo aluvial sin basamento rocoso identificado por la cartografía. Mientras que, en el AI y área de Proyecto se distribuyen en rocas de tipo ígnea extrusiva volcanoclástica, y la mayor parte sobre unidades de suelo.

La distribución de estos tipos de roca en el área de estudio se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-17 Distribución de Tipos de Roca en el Área de Estudio



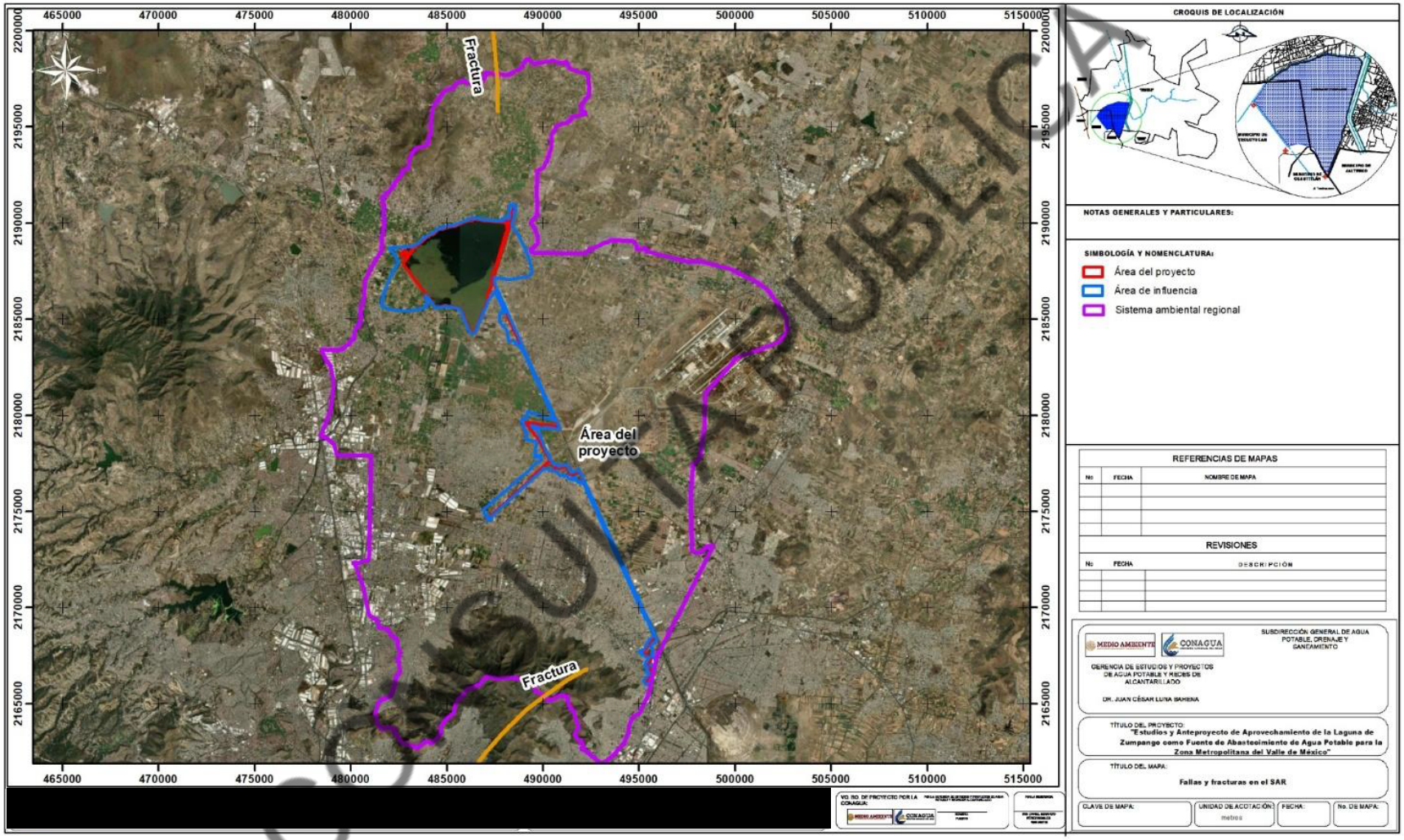
CONSULTA PÚBLICA

f) Fallas y fracturas

De acuerdo con el Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos, Continuo Nacional, Escala 1:1’000,000 del INEGI, el SAR tiene incidencia en dos fracturas, una se ubica en la zona norte y otra en la zona sur, mientras que el AI y AP no inciden sobre fallas o fracturas, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-18 Ubicación del Área de Estudio Respecto a Fallas y Fracturas Geológicas



COPIA NO CONTROLADA

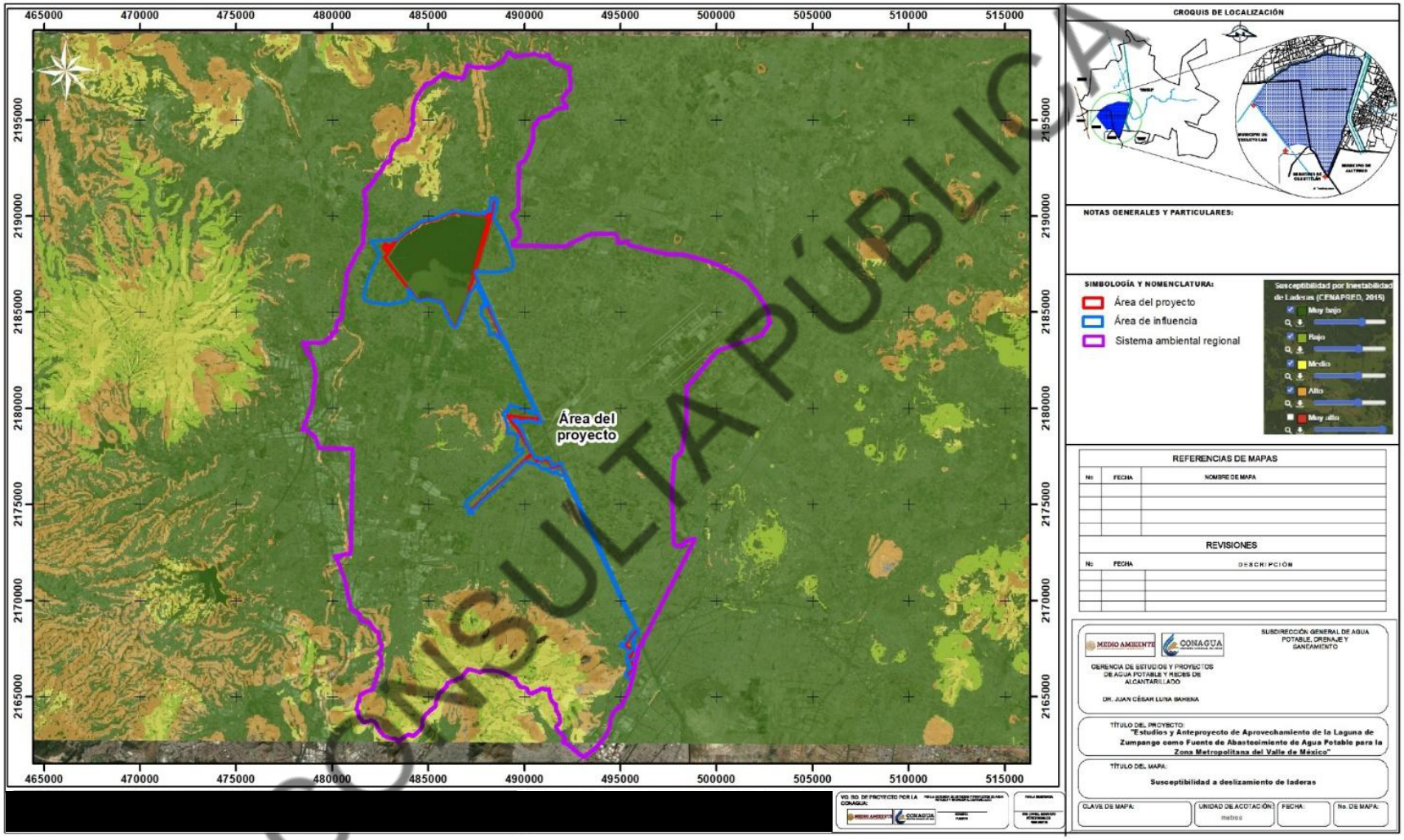
g) Susceptibilidad a fenómenos geológicos

- Deslizamiento de laderas

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, el SAR presenta un índice por susceptibilidad al deslizamiento de laderas predominantemente bajo, solo las zonas norte y sur presentan susceptibilidad de media a alta, mientras que, el AI y AP se encuentran en zonas de susceptibilidad baja dado que se trata de terrenos llanos, como se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-19 Susceptibilidad del Área de Estudio a Deslizamiento de Laderas



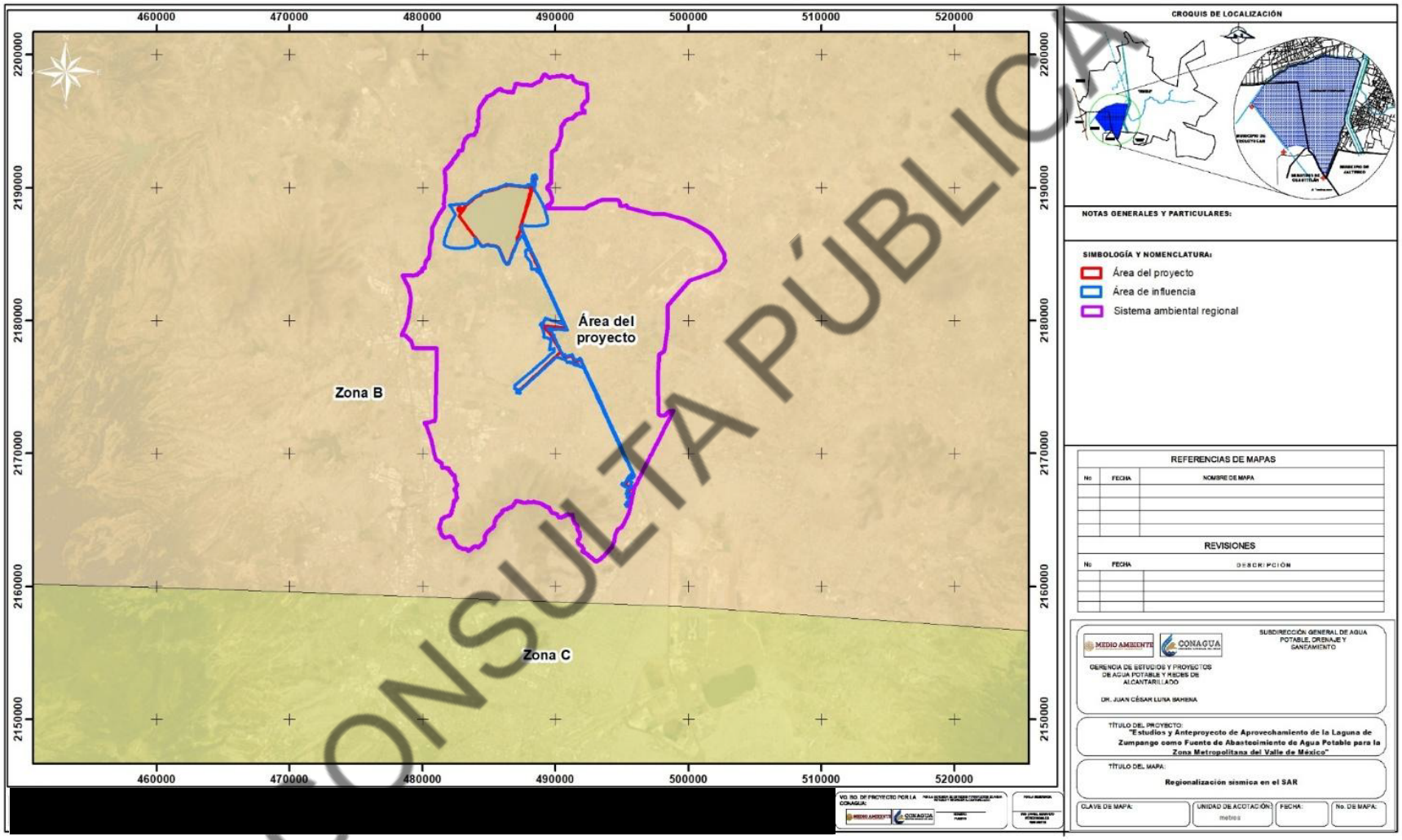
CONSULTA PÚBLICA

- Sismos

Respecto a la presencia de sismos, de acuerdo con la regionalización sísmica nacional de la Comisión Federal de Electricidad (2015), área de estudio se encuentran en la zona B, zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Esta zonificación se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-20 Ubicación del Área de Estudio con Respecto a la Regionalización Sísmica Nacional



CONSULTA PÚBLICA

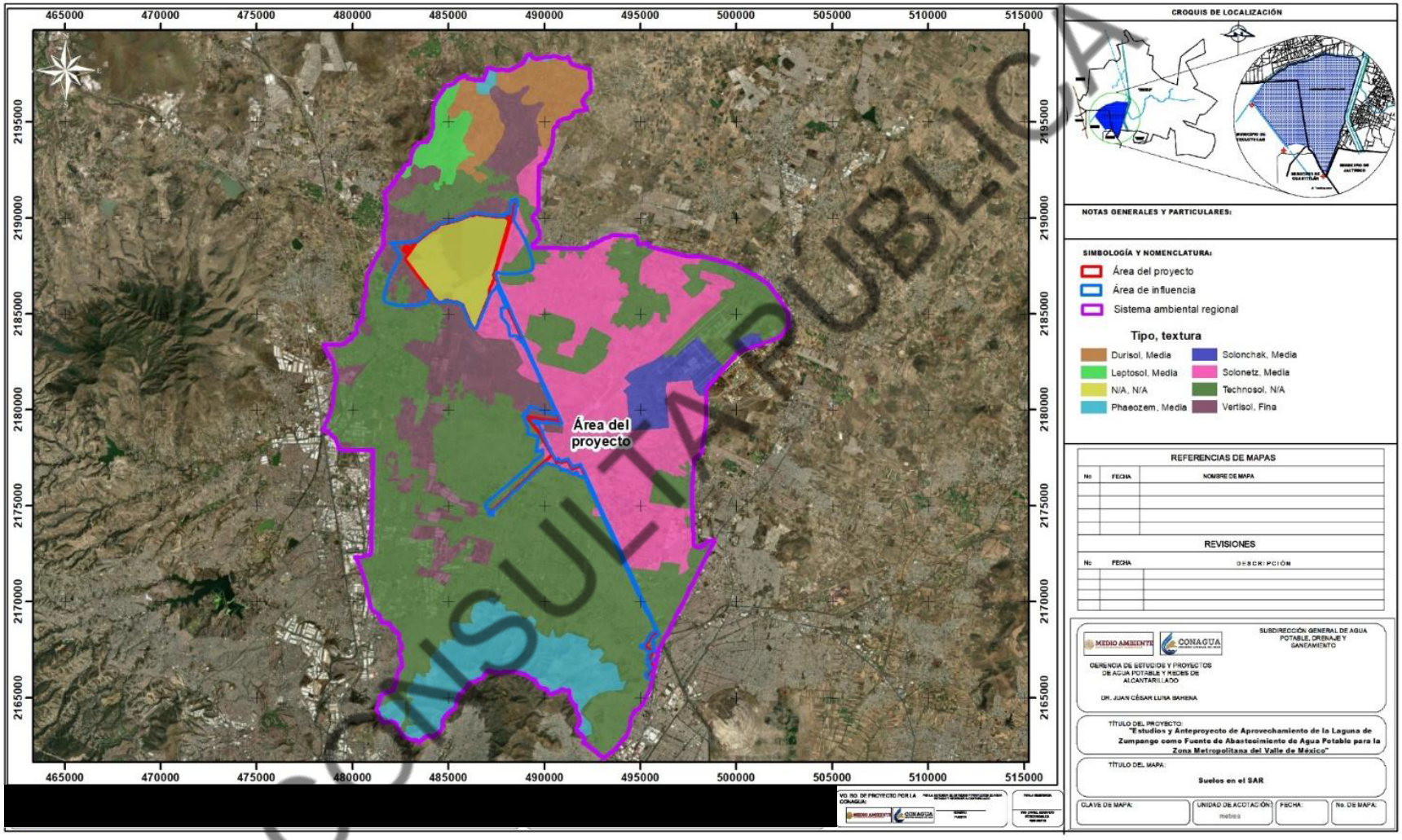
4.2.1.1.3. Suelo

a) Tipos de suelo

De acuerdo con la cartografía edafológica, escala 1:250 000, serie III del INEGI; en el área de estudio se distribuyen suelos de tipo durisol, leptosol, phaeozem, solonchak, solonetz, technosol y vertisol, de los cuales en el SAR los technosoles son los que ocupan mayor extensión, mientras que, en el AI y AP los de mayor extensión son los solonetz, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-21 Tipos de Suelo Presentes en el Área de Estudio



CONSULTA PÚBLICA

En la siguiente tabla se especifica la distribución en superficie por tipo de suelo y textura.

Tabla 4-10 Superficie por Tipo de Suelo en el SAR

Clave	Descripción	Textura	Superficie (ha)
DU	Durisol	Media	1,972.2967
LP	Leptosol	Media	868.5828
PH	Phaeozem	Media	3,901.5101
SA	Cuerpo de agua (Laguna de Zumpango)		1,842.4887
SC	Solonchak	Media	1,323.5668
SN	Solonetz	Media	10,349.9043
TC	Technosol	N/A	23,328.1622
VR	Vertisol	Fina	6,285.6407
Total general			**49,872.1524**

Tabla 4-11 Superficie por Tipo de Suelo en el AI

Clave	Descripción	Textura	Superficie (ha)
SA	Cuerpo de agua (Laguna de Zumpango)		1,842.2265
SN	Solonetz	Media	519.9799
TC	Technosol	N/A	712.1182
VR	Vertisol	Fina	460.3557
Total general			**3,534.6802**

Tabla 4-12 Superficie por Tipo de Suelo en el AP

Clave	Descripción	Textura	Superficie (ha)
SA	Cuerpo de agua (Laguna de Zumpango)		1,820.7290
SN	Solonetz	Media	33.8279
TC	Technosol	N/A	20.8084
VR	Vertisol	Fina	20.4651
Total general			**1,895.8304**

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con el INEGI y la Food and Agriculture Organization (IUSS, 2007), estos tipos de suelo presentan las siguientes características:

Tabla 4-13 Descripción de Tipos de Suelo

Tipo de suelo	Material parental	Ambiente	Desarrollo del perfil	Uso
Durisol Los Durisoles están principalmente asociados con superficies antiguas en ambientes áridos y semiáridos y acomodan suelos muy someros a moderadamente profundos, moderadamente bien a bien drenados que contienen sílice (SiO_2) secundaria dentro de 100 cm de la superficie del suelo.	Materiales ricos en sílice, principalmente depósitos aluviales y coluviales de cualquier clase de textura.	Planicies aluviales llanas a suavemente inclinadas, terrazas y planicies de piedemonte suavemente inclinadas en regiones áridas, semiáridas y mediterráneas.	Suelos fuertemente meteorizados con una capa dura de sílice secundaria (horizonte petrodúrico) o nódulos de sílice secundaria (horizonte dúrico); los Durisoles erosionados con horizontes petrodúricos expuestos son comunes en terrenos con pendientes suaves.	El uso agrícola de los Durisoles está limitado al pastoreo extensivo (praderas). Los Durisoles en ambientes naturales generalmente soportan suficiente vegetación para contener la erosión, pero en otras partes está muy extendida la erosión del suelo superficial. En regiones secas ocurren paisajes estables donde los Durisoles fueron erosionados hasta el duripan resistente. Los Durisoles pueden cultivarse con algún éxito donde hay suficiente agua disponible para riego. Un horizonte petrodúrico puede necesitar romperse o ser removido totalmente si forma una barrera para las raíces o la penetración de las raíces. Los niveles excesivos de sales solubles pueden afectar a los Durisoles en áreas bajas. El material duro de duripan se usa ampliamente en la construcción de caminos.
Leptosol Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas.	Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 porciento (en volumen) de tierra fina.	Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.	Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.	Los Leptosoles son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. El drenaje interno excesivo y la poca profundidad de muchos Leptosoles puede causar sequía aún en ambientes húmedos.
Phaeozem Los Phaeozems son suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales	Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos	Cálido a fresco (e.g. tierras altas tropicales) regiones	Un horizonte mólico (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems),	Los Phaeozems son suelos porosos, fértiles y son excelentes tierras agrícolas.

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de suelo	Material parental	Ambiente	Desarrollo del perfil	Uso
en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo.	(loess), till glaciario y otros.	moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal.	principalmente sobre horizonte subsuperficial cámbico o árgico.	
Solonchak Los Solonchaks son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas.	Virtualmente cualquier material no consolidado.	Regiones áridas y semiáridas, notablemente en áreas donde la napa freática ascendente alcanza el solum o donde hay algo de agua superficial presente, con vegetación de pastos y/o hierbas halófitas, y en áreas de riego con manejo inadecuado. Los Solonchaks en áreas costeras ocurren en todos los climas.	Desde débil a fuertemente meteorizados, muchos Solonchaks tienen un patrón de color gléyico a cierta profundidad. En áreas bajas con capa de agua somera, la acumulación de sales es mayor en la superficie del suelo (Solonchaks externos). Los Solonchaks donde el agua freática ascendente no alcanza el suelo superficial (o aún el solum) tienen la mayor acumulación de sales a cierta profuncidad debajo de la superficie del suelo.	La acumulación excesiva de sales en suelos afecta el crecimiento de las plantas. Los suelos fuertemente afectados por sales tienen poco valor agrícola. Se usan para pastoreo extensivo. Sólo después que las sales se han lavado del suelo (el cual entonces deja de ser un Solonchak) pueden esperarse buenos rendimientos. La aplicación de agua de riego no sólo debe satisfacer las necesidades del cultivo, pero debe aplicarse un exceso de agua por encima del requerimiento de riego para mantener el movimiento descendente en el suelo y lavar el exceso de sales de la zona de raíces.

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de suelo	Material parental	Ambiente	Desarrollo del perfil	Uso
Solonetz Los Solonetz son suelos con un horizonte subsuperficial arcilloso, denso, fuertemente estructurado, que tiene una proporción alta de iones Na y/o Mg adsorbidos. Los Solonetz que tienen Na2CO3 libre son fuertemente alcalinos (pH de campo > 8.5).	Materiales no consolidados, principalmente sedimentos de textura fina.	Los Solonetz están normalmente asociados con tierras planas en un clima con veranos secos y calurosos, o con (antiguos) depósitos costeros que contienen alta proporción de iones Na. Las mayores concentraciones de Solonetz están en pastizales planos o suavemente inclinados, francos o arcillosos (generalmente derivados de loess) en regiones semiáridas templadas y subtropicales.	Suelo superficial negro o pardo sobre un horizonte nátrico con elementos estructurales columnares fuertes con la parte superior redondeada. Los Solonetz bien desarrollados pueden tener un horizonte eluvial álbico (comenzando) directamente sobre el horizonte nátrico. Debajo del horizonte nátrico puede haber un horizonte cálcico o un horizonte gípsico. Muchos Solonetz tienen un pH de campo de alrededor de 8.5, indicativo de la presencia de carbonato de sodio libre.	La conveniencia para usos agrícolas de los Solonetz vírgenes está basada casi completamente por la profundidad y propiedades del suelo superficial. Se necesita un suelo superficial profundo (> 25 cm) rico en humus para la producción exitosa de cultivos arables. Sin embargo, la mayoría de los Solonetz sólo tienen un horizonte superficial mucho más somero, o incluso han perdido el horizonte superficial.
Tecnosol Los Tecnosoles combinan suelos cuyas propiedades están originadas por su origen técnico. Contienen una cantidad significativa de artefactos (algo en el suelo reconociblemente hecho o extraído de la tierra por el	Todo tipo de materiales hechos o expuestos por actividad humana que de otro modo no ocurrirían sobre la superficie de la tierra; la pedogénesis en	Principalmente en áreas urbanas e industriales, en áreas pequeñas, aunque en un patrón complejo de asociación con otros grupos.	Generalmente ninguno, aunque en vaciaderos antiguos puede observarse evidencia de pedogénesis natural, tal como translocación de arcilla. El desarrollo original del perfil puede todavía estar	Los Tecnosoles están fuertemente afectados por la naturaleza del material o la actividad humana que lo colocó. Son factibles de estar contaminados. Muchos Tecnosoles tienen que ser tratados con cuidado ya que pueden contener sustancias tóxicas resultantes de procesos industriales. Muchos Tecnosoles, en particular los de vertederos de basura, normalmente se cubren con una capa de material de suelo natural para permitir la revegetación. Tal capa forma parte del Tecnosol,

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de suelo	Material parental	Ambiente	Desarrollo del perfil	Uso
hombre), o están sellados por roca dura técnica (material duro creado por el hombre, que tiene propiedades diferentes a la roca natural). Incluyen suelos de desechos (rellenos, lodos, escorias, escombros o desechos de minería y cenizas), pavimentos con sus materiales subyacentes no consolidados, suelos con geomembranas y suelos construidos en materiales hechos por el hombre.	estos suelos está fuertemente afectada por materiales y su organización.		presente en suelos naturales contaminados.	siempre que se cumpla el requerimiento de 20 por ciento o más (en volumen,por promedio ponderado) de artefactos en los primeros 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad, de la definición de Tecnosol.
Vertisol Los Vertisoles suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. El nombre Vertisoles (del latín vertere, dar vuelta) se refiere al reciclado interno constante del material de suelo.	Sedimentos que contienen elevada proporción de arcillas expandibles, o arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de meteorización de rocas.	Depresiones y áreas llanas a onduladas, principalmente en climas tropicales, subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con una alternancia clara de estación seca y húmeda. La vegetación climax es savana, pastizal natural y/o bosque.	La expansión y contracción alternada de arcillas expandibles resulta en grietas profundas en la estación seca, y formación de slickensides y agregados estructurales cuneiformes en el suelo subsuperficial. El microrelieve gilgai es peculiar de los Vertisoles aunque no se encuentra comúnmente.	Grandes áreas de Vertisoles en los trópicos semiáridos están todavía sin utilizar o sólo se usan para pastoreo extensivo, cortar madera, quemar carbón y similares. Estos suelos tienen considerable potencial agrícola, pero el manejo adecuado es una precondición para la producción sostenida. La fertilidad química comparativamente buena y su ocurrencia en planicies llanas extensas donde puede considerarse la recuperación y el laboreo mecánico son ventajas de los Vertisoles. Las características físicas del suelo y, notablemente, su difícil manejo del agua causa problemas.

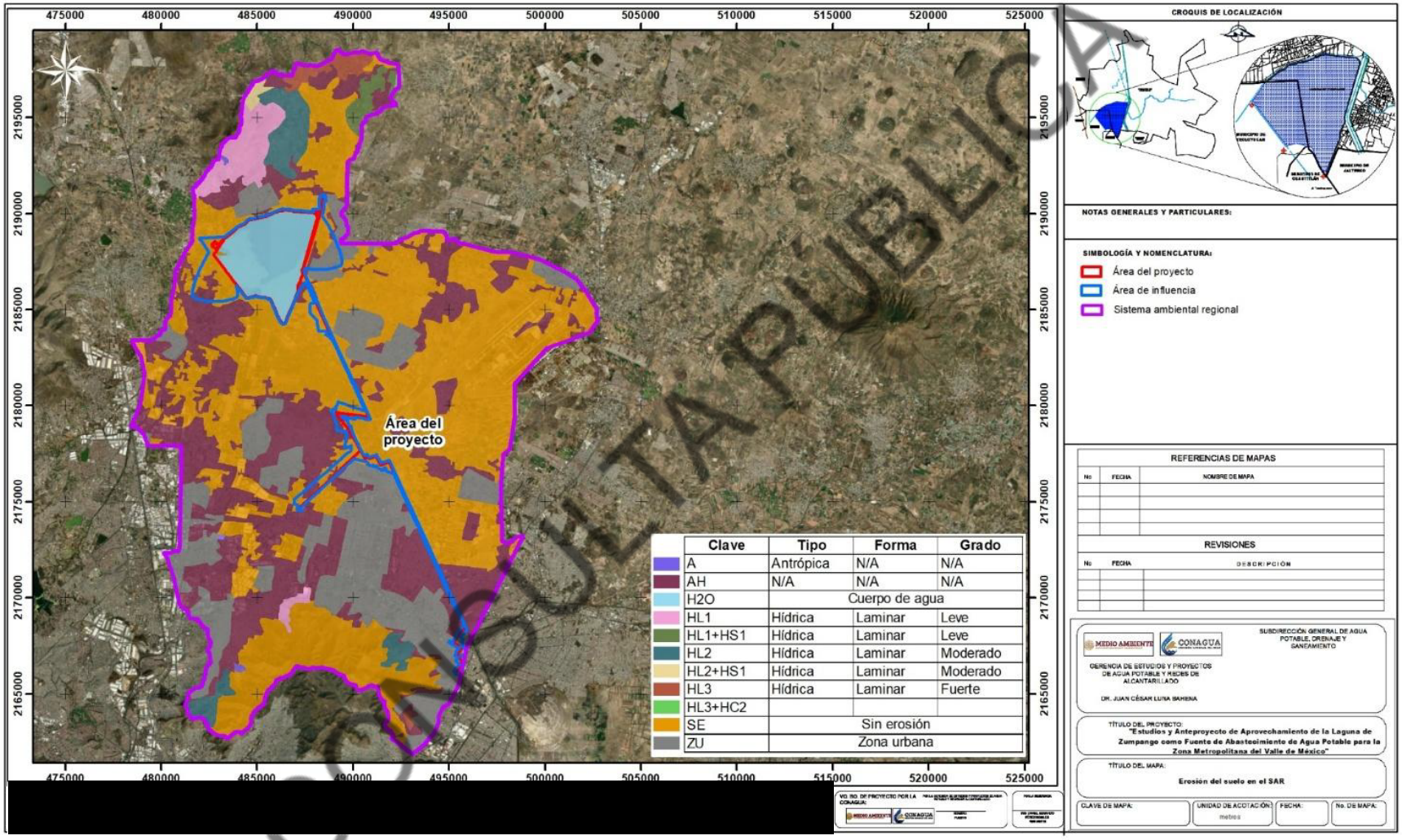
CONSULTA PÚBLICA

b) Procesos erosivos y degradación

Para identificar los procesos erosivos y de degradación que ocurren en el área de estudio, se consultó la cartografía de INEGI y CONABIO. De acuerdo con la cartografía de erosión, escala 1:250,000 del INEGI, en el suelo presente en el área de estudio se identifican procesos erosivos hídricos y antrópicos, así como áreas sin erosión, se reconocen áreas con suelos que han sido afectados por compactación y sellamiento clasificadas como asentamientos humanos (AH) y zona urbana (ZU), como se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-22 Tipos de Erosión Presentes en el Área de Estudio



COPIA PUBLICA

De acuerdo con la distribución de los diferentes tipos de erosión por superficie, se observa que en el SAR dominan las áreas clasificadas como sin erosión así como las áreas con asentamientos humanos en donde no se identifica algún tipo de erosión, estas áreas ocupan el 46.72 y 25.91% de la superficie total, respectivamente; mientras que las áreas que presentan algún tipo de erosión identificado por esta cartografía suman un porcentaje de 6.92%, los datos desglosados se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4-14 Superficie por Clase de Erosión en el SAR

Clave	Erosión primaria			Erosión secundaria			Superficie (ha)	Porcentaje
	Tipo	Forma	Grado	Tipo	Forma	Grado		
A	Antrópica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	42.1172	0.08%
AH	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12,786.5550	25.64%
H2O	Cuerpo de agua (Laguna de Zumpango)						1,825.9209	3.66%
HL1	Hídrica	Laminar	Leve	N	N	N	1,188.9130	2.38%
HL1+HS1	Hídrica	Laminar	Leve	HIDRICA	SURCOS	LEVE	377.7921	0.76%
HL2	Hídrica	Laminar	Moderado	N	N	N	1,263.7988	2.53%
HL2+HS1	Hídrica	Laminar	Moderado	HIDRICA	SURCOS	LEVE	112.4745	0.23%
HL3	Hídrica	Laminar	Fuerte	Hídrica	Laminar	Fuerte	453.1530	0.91%
HL3+HC2	Hídrica	Laminar	Fuerte	Hídrica	Cárcavas	Moderado	22.0406	0.04%
SE	Sin erosión						23,110.3020	46.34%
ZU	Zona urbana						8,689.0852	17.42%
Total							**49,872.1524**	**100.00%**

En el AI y área del Proyecto, se observa que no se identifica algún tipo de erosión, dado que la mayor parte corresponde a cuerpo de agua, también se observan áreas en donde ya no se da el proceso erosivo debido a la urbanización, como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 4-15 Superficie por Clase de Erosión en el AI

Clave	Erosión primaria			Erosión secundaria			Superficie (ha)	Porcentaje
	Tipo	Forma	Grado	Tipo	Forma	Grado		
AH	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	342.1042	9.68%
H2O	Cuerpo de agua (Laguna de Zumpango)						1,825.6584	51.65%
SE	Sin erosión						1,104.0449	31.23%
ZU	Zona urbana						262.8728	7.44%
Total							**3,534.6802**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-16 Superficie por Clase de Erosión en el AP

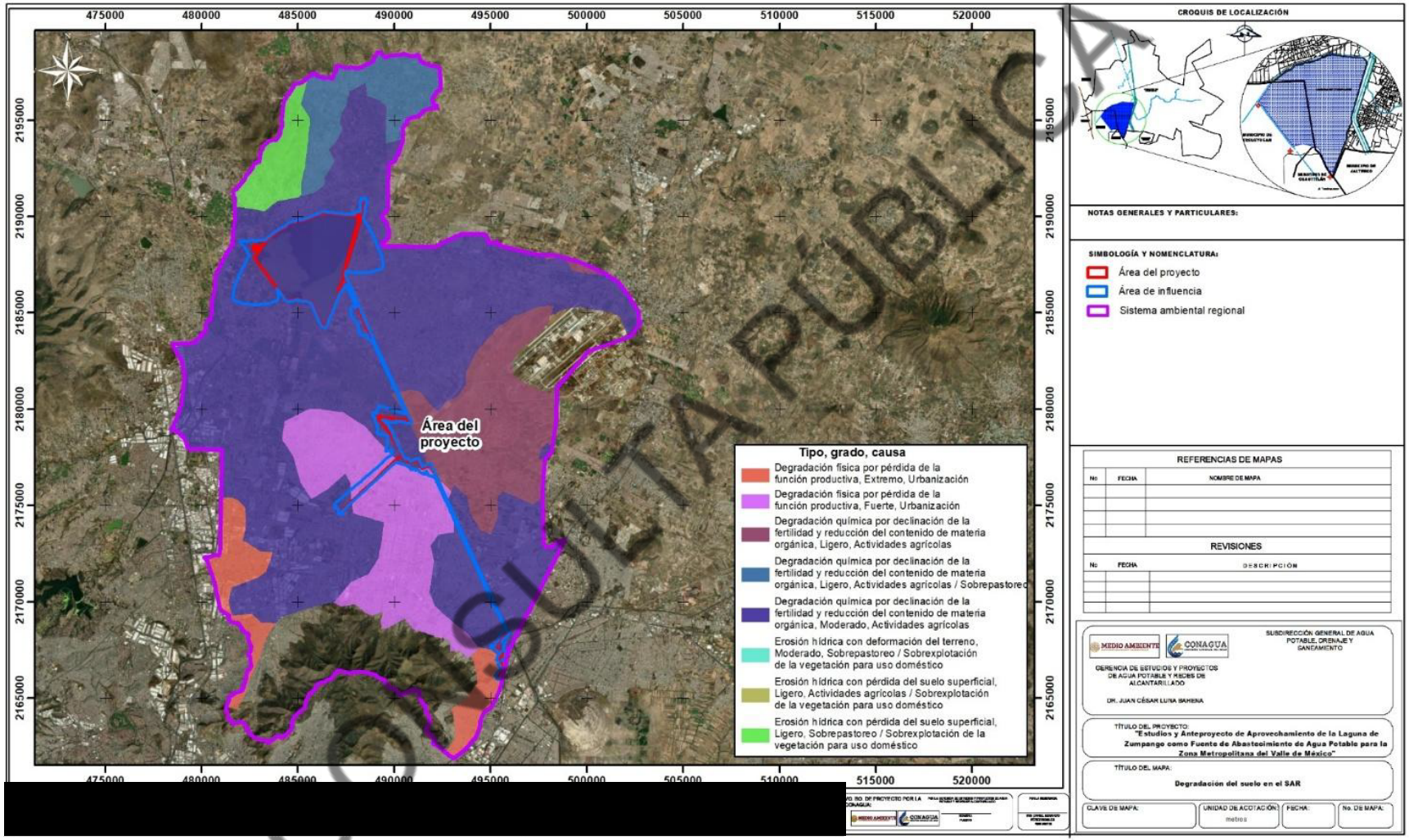
Clave	Erosión primaria			Erosión secundaria			Superficie (ha)	Porcentaje
	Tipo	Forma	Grado	Tipo	Forma	Grado		
AH	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9.1617	0.48%
H2O	Cuerpo de agua (Laguna de Zumpango)						1,807.6044	95.35%
SE	Sin erosión						72.8705	3.84%
ZU	Zona urbana						6.1938	0.33%
Total							**1,895.8304**	**100.00%**

Mientras que, de acuerdo con la cartografía de Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 (SEMARNAT, 2004[3]), se observa que la mayor superficie del SAR, AI y AP, presentan degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, en grado moderado y tiene como causa principal las actividades agrícolas, como se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

[3] SEMARNAT, 2004. Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/dsuelo/degra250kgw

Figura 4-23 Tipo, Grados y Causas de Degradación del Suelo Presentes en el Área de Estudio



COPIA PÚBLICA

En la siguiente tabla se muestra la superficie de incidencia de este tipo de degradación en el SAR, AI y AP, así como de la superficie sin registro de degradación.

Tabla 4-17 Degradación del Suelo en el SAR

Tipo de degradación	Grado	Superficie (ha)	Porcentaje
Sin registro de degradación		6,347.0678	12.73%
Degradación física por pérdida de la función productiva	Extremo	2,025.8136	4.06%
	Fuerte	5,140.1523	10.31%
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	7,142.8514	14.32%
	Moderado	27,912.3042	55.97%
Erosión hídrica con deformación del terreno	Moderado	4.8267	0.01%
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Ligero	1,299.1365	2.60%
Total general		49,872.1524	100.00%

Tabla 4-18 Degradación del Suelo en el AI

Tipo de degradación	Grado	Superficie (ha)	Porcentaje
Degradación física por pérdida de la función productiva	Extremo	34.3537	0.97%
	Fuerte	187.2851	5.30%
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	22.3992	0.63%
	Moderado	3,290.6423	93.10%
Total general		3,534.6802	100.00%

Tabla 4-19 Degradación del Suelo en el AP

Tipo de degradación	Grado	Superficie (ha)	Porcentaje
Degradación física por pérdida de la función productiva	Extremo	0.8278	0.04%
	Fuerte	6.4046	0.34%
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	3.6407	0.19%
	Moderado	1,884.9574	99.43%
Total general		1,895.8304	100.00%

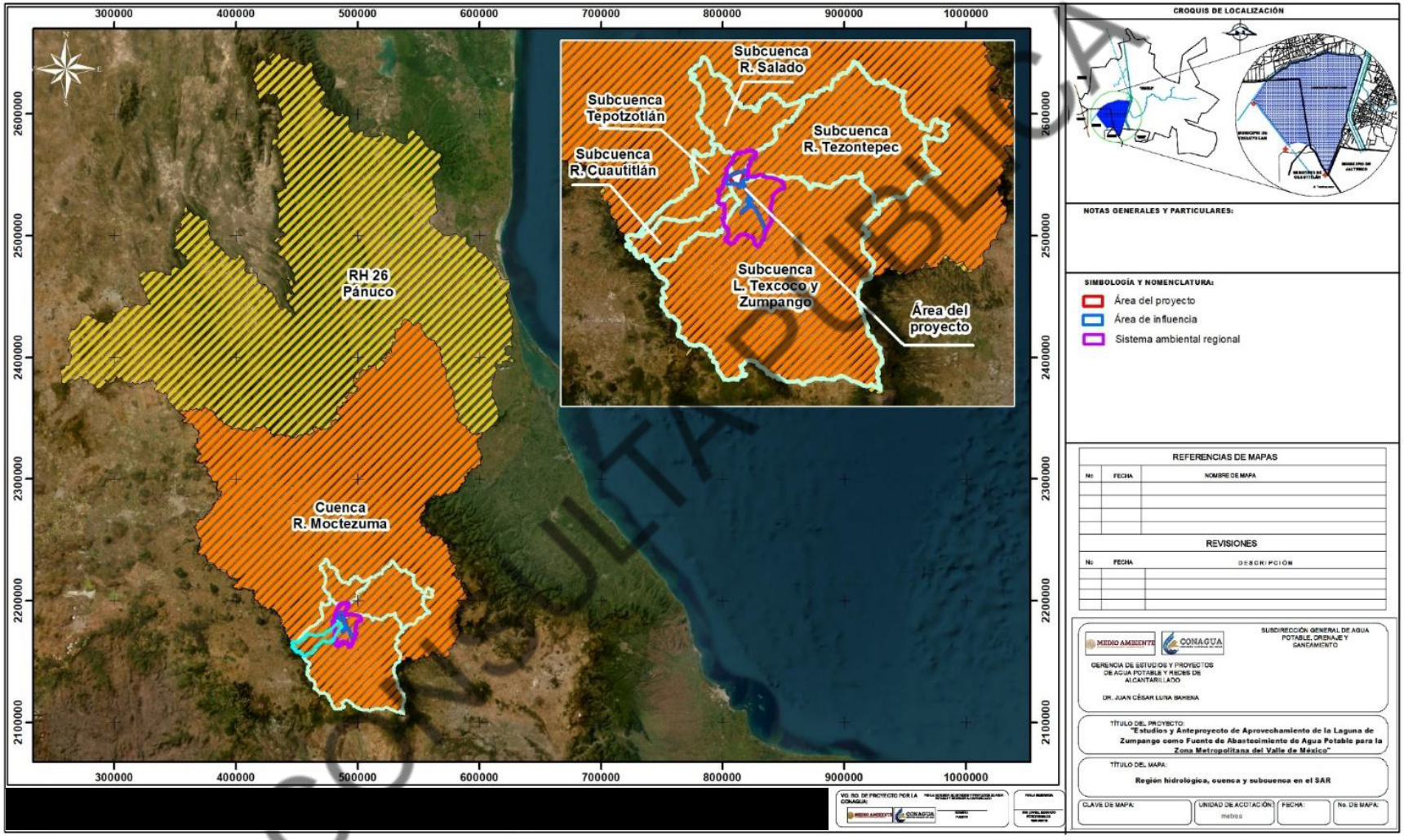
CONSULTA PÚBLICA

4.2.1.1.4. Agua superficial

a) Ubicación en el contexto de la región hidrológica, cuencas, subcuencas y microcuencas

De acuerdo con la información cartográfica de CONAGUA e INEGI, el SAR, AI y área del Proyecto se ubican dentro de la Región hidrológica RH 26 Pánuco, Cuenca R. Moctezuma, Subcuenca L. Texcoco y Zumpango, como se observa en la siguiente figura.

Figura 4-24 Ubicación del Área de Estudio con Respecto a las Regiones Hidrológicas, Cuencas y Subcuencas

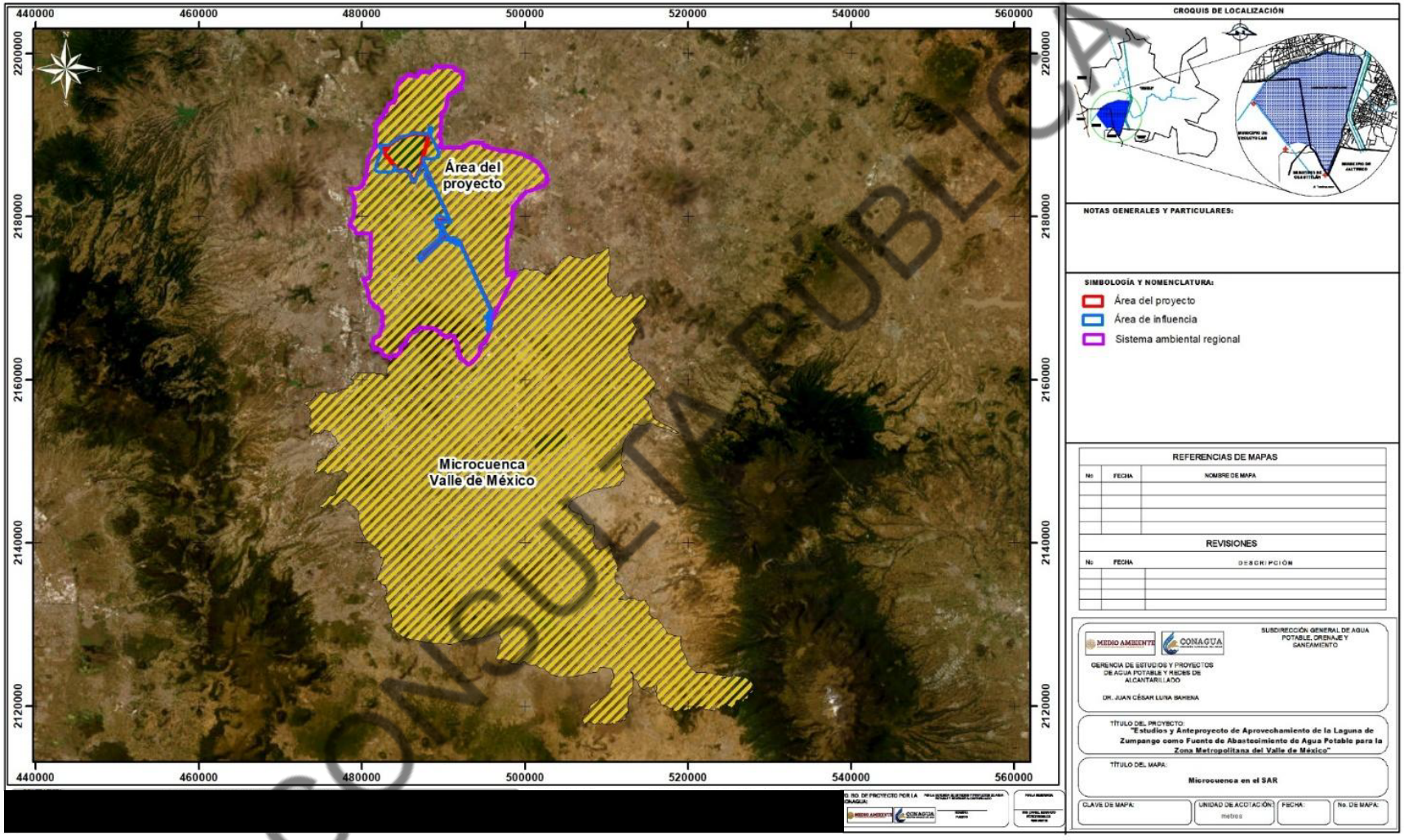


CONSULTA PÚBLICA

Mientras que, de acuerdo con el Programa Nacional de Microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido de 2007 y el SIGEIA, el SAR, AI y AP se ubican en la microcuenca Valle de México, como se observa en la siguiente tabla y figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-25 Ubicación del Área de Estudio Respecto a las Microcuencas de FIRCO



CONSULTA PÚBLICA

Respecto a su disponibilidad, conforme al ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos[4], publicado el 28 de diciembre de 2023 en el Diario Oficial de la Federación, las cuenca en las que se ubican el SAR, AI y el Proyecto; presenta los siguientes volúmenes **disponibles** a la salida con una clasificación de disponibilidad.

Tabla 4-20 Disponibilidad Media Anual de Aguas Superficiales

Nombre de la cuenca	Descripción	Tipo	Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica (D)*	SAR	AI	AP
Ciudad de México	Desde el nacimiento de los ríos Magdalena y Hondo o los Remedios, su confluencia con el Río las Avenidas de Pachuca, la conexión del Canal Nacional con el Río Churubusco y los aportes de la zona del Ex lago de Texcoco, hasta la conexión de los túneles de Tequisquiac con el Río Salado	Interconectada	1.250 Disponibilidad	X	X	X
Río Cuautitlán	Desde el nacimiento de varios Arroyos que conforman el Río Cuautitlán y su afluente el Río Tepotzotlán, hasta su confluencia con el Río Tula.	Interconectada	0.030 Disponibilidad	X	X	X
Río de las Avenidas de Pachuca	Desde el nacimiento del Río de las Avenidas de Pachuca y su confluencia con los Arroyos que bajan de los cerros Tultenango y Paila, hasta su descarga en la Laguna de Zumpango.	Interconectada	0.119 Disponibilidad	X	X	
Río Salado	Desde la conexión de los túneles de Tequisquiac, hasta su confluencia con el Río Tula.	Interconectada	2.335 Disponibilidad	X		

*En millones de metros cúbicos.

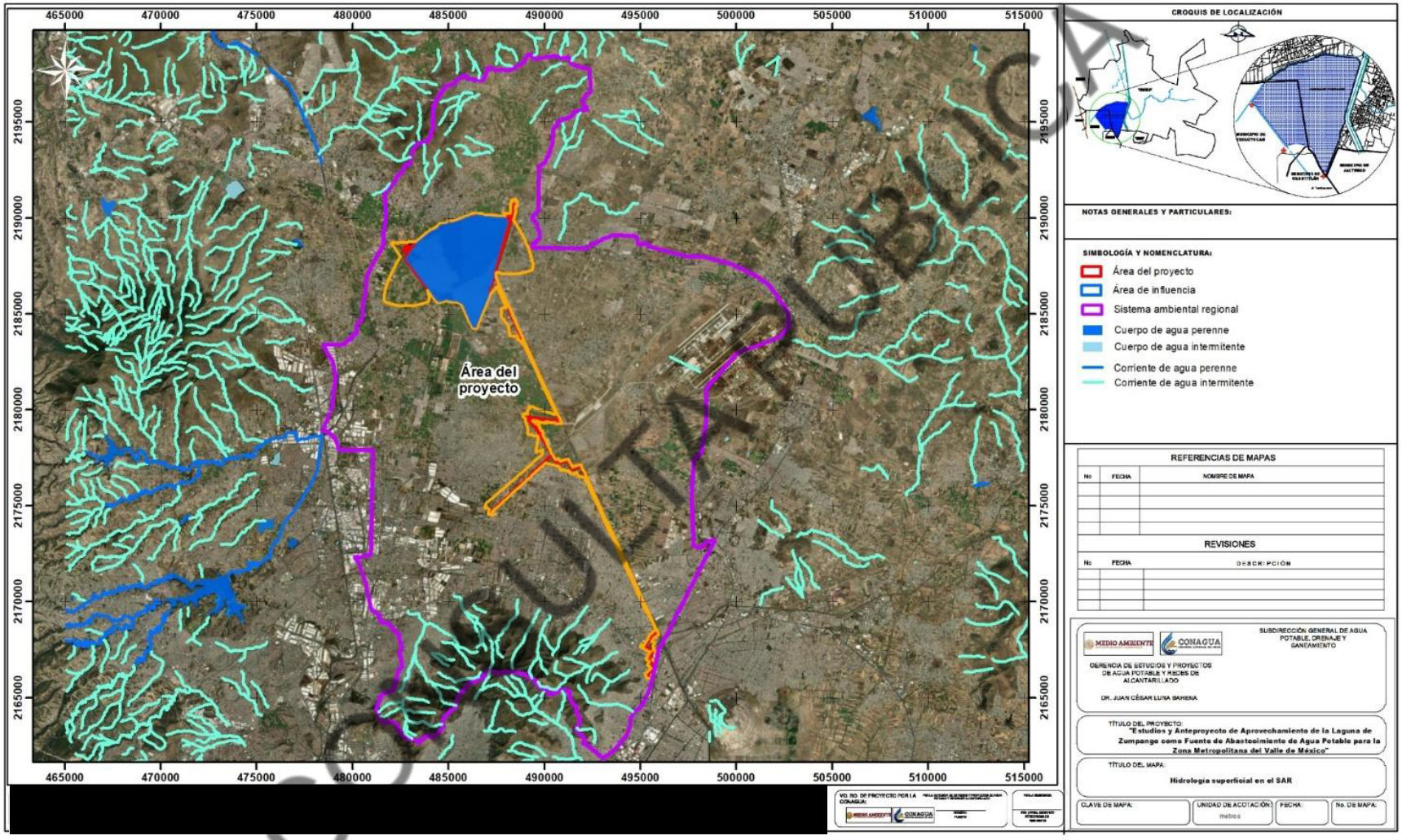
CONSULTA PÚBLICA

b) Hidrología superficial

Respecto a la presencia de escurrimientos y cuerpos de agua superficiales en el área de estudio, de acuerdo con la Red Hidrográfica del INEGI, escala 1:50,000, el SAR incide sobre una red de escurrimientos de tipo intermitente en las zonas de mayor pendiente, esto es al sur y norte del SAR, sin embargo, el AI y AP no se ubican sobre escurrimientos; en cuanto a cuerpos de agua sólo se identifica incidencia en la Laguna de Zumpango, como se aprecia en la siguiente figura.

[4] https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5712948&fecha=28/12/2023#gsc.tab=0

Figura 4-26 Hidrología Superficial en el SAR, AI y AP



c) Calidad de aguas superficiales

CONAGUA (2025[5]) pone a disposición los indicadores y semáforo de calidad del agua, estos son una herramienta cuantitativa que utiliza la Gerencia de Calidad de Agua de la Conagua para determinar cómo se encuentra la calidad del agua en diversos sitios de los cuerpos de agua nacionales, clasificados como lóticos, lénticos, costeros o subterráneos. Se determinan a partir de los resultados del monitoreo nacional que lleva a cabo la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA), operada por la Gerencia de Calidad del Agua, de la Subdirección General Técnica.

Los Indicadores superficiales son 8 parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes fecales (CF), *Escherichia coli* (E_COLI), Enterococos fecales (ENTEROC), porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto (OD_PORC) y Toxicidad aguda (TOX).

Con base en dicha información y como se muestra en la siguiente figura y tabla, se registraron 12 sitios de monitoreo de la calidad de aguas superficiales de la CONAGUA, de los cuales 11 sitios presentan un semáforo rojo, incumpliendo con uno o más de los siguientes parámetros: DBO, DQO, ENTEROC, y/o TOX; sólo el sitio GCALNR00135 ubicado en el Río Salado al norte de la Laguna de Zumpango presenta un semáforo amarillo, este presenta como contaminante *E. coli*, con valores que lo clasifican como fuertemente contaminada.

CONSULTA PÚBLICA

[5] CONAGUA, 2025. Indicadores de calidad del agua. https://www.gob.mx/conagua/articulos/indicadores-de-calidad-del-agua

Figura 4-27 Sitios de Muestreo de Agua Superficial en el Área de Estudio

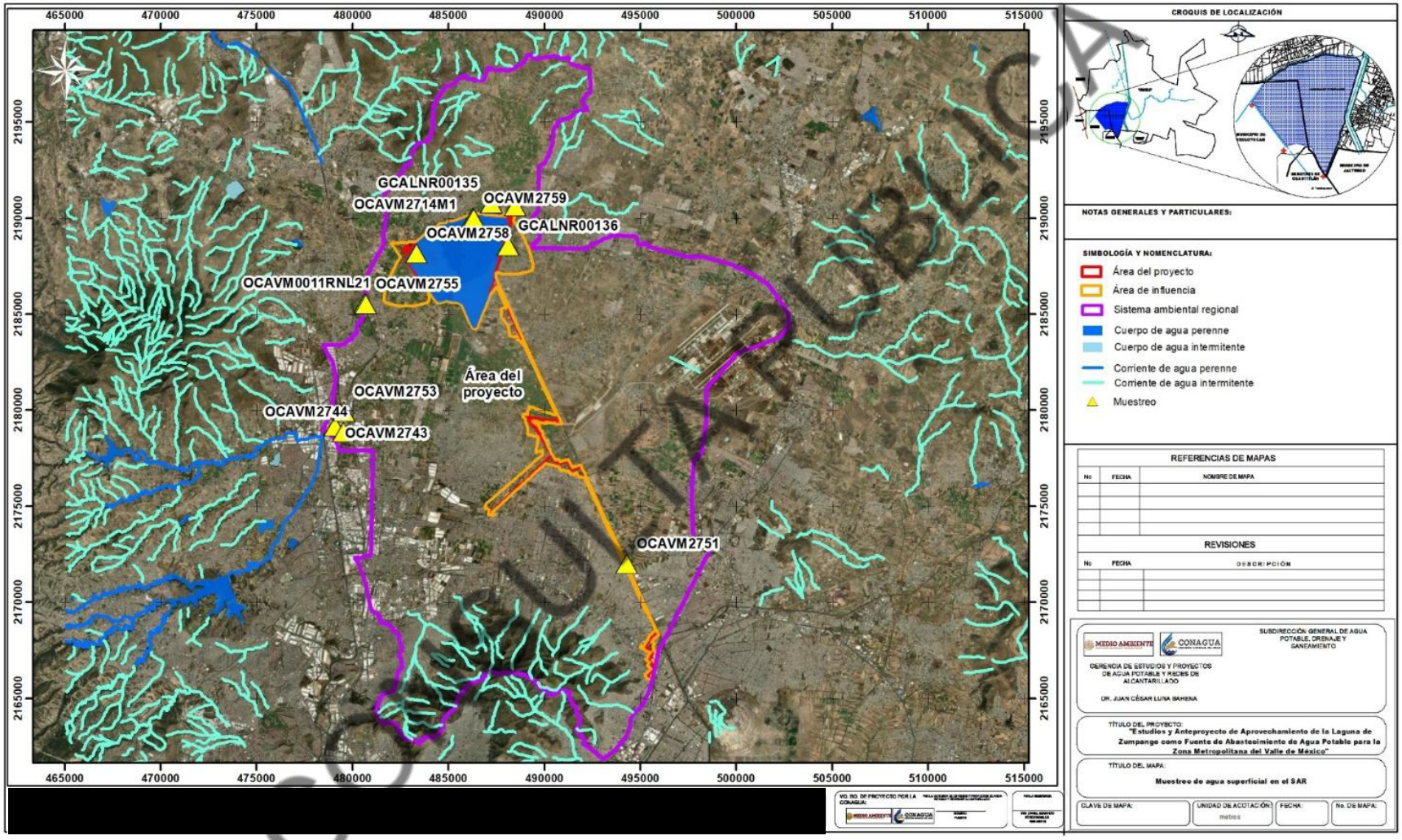


Tabla 4-21 Indicadores de Calidad de Aguas Superficiales

CLAVE SITIO	OCAVM2714M1	OCAVM2758	OCAVM2759	OCAVM0011RNL21	OCAVM2743	OCAVM2744	OCAVM2751	OCAVM2753	OCAVM2755	GCALNR00143	GCALNR00135	GCALNR00136
SITIO	EE. P. Gpe. Laguna De Zumpango, Est. Bombeo, Superficial	Lago De Zumpango 1	Lago De Zumpango 2	Canal Sto. Tomás	San Lorenzo (Hidrométrica)	Chenille Mexicana, S.A. De C.V. (Aguas Arriba)	Kilómetro 27 + 500	Aguas Arriba De La Presa Guadalupe	Santo Tomas Estructura (Obra de Toma)	Gran Canal	Propuesta Túnel Nuevo	Propuesta Río de las Avenidas (Colector)
MUNICIPIO	Zumpango	Teoloyucan	Zumpango	Teoloyucan	Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	Tecámac	Cuautitlán Izcalli	Coyotepec	Zumpango	Zumpango	Zumpango
CUENCA	Ciudad De México	Ciudad De México	Ciudad De México	Río Cuautitlán	Río Cuautitlán	Río Cuautitlán	Ciudad De México	Río Cuautitlán	Río Cuautitlán	Ciudad De México	Ciudad De México	Ciudad De México
CUERPO DE AGUA	Laguna De Zumpango	Lago De Zumpango	Laguna Zumpango	Canal Santo Tomás	Rio Cuautitlan	Emisor Poniente	Gran Canal	Rio Cuatitlan	Canal Santo Tomas	Río Salado	Río Salado	Río Salado
TIPO	Léntico (Estudio Especial)	Léntico (Humedal)	Léntico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico
SUBTIPO	LAGO	LAGO	LAGO	CANAL	ARROYO	DESCARGA	CANAL	ARROYO	CANAL	RÍO	RÍO	RÍO
LONGITUD	-99.13135	-99.15934	-99.13083	-99.184925	-99.19983	-99.19555	-99.054653	-99.19534	-99.18439	-99.110043	-99.12204	-99.11365
LATITUD	19.80593	19.78936	19.80577	19.76600833	19.70797	19.70521	19.643377	19.71481	19.76534	19.8116	19.81296	19.79289
PERIODO	2012-2024	2012-2024	2012-2024	2012-2024	2012-2024	2012-2024	2012-2024	2012-2024	2012-2024	2012-2024	2012-2024	2012-2024
DBO_mg/L	18.03	32.4	26.1	228	27	190.04	170.45	22.21	178.315	195.6	8.46	177
CALIDAD_DBO	Aceptable	Contaminada	Aceptable	Fuertemente contaminada	Aceptable	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Aceptable	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Aceptable	Fuertemente contaminada
DQO_mg/L	91.301	167.32	96.03	449.28	63.17	453.91	463.97	50.82	412.925	495.6	<10	516.25
CALIDAD_DQO	Contaminada	Contaminada	Contaminada	Fuertemente contaminada	Contaminada	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Contaminada	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Excelente	Fuertemente contaminada
SST_mg/L	39	48	52	83	40	104	123.335	36	93	170	7.5	123.81
CALIDAD_SST	Buena calidad	Buena calidad	Buena calidad	Aceptable	Buena calidad	Aceptable	Aceptable	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Excelente	Aceptable
CF_NMP100mL	5.732656753	38.71358958	10.41690849	<1	4740.881057	16969.47537	16268.69304	12872.67464	9400.524914			
CALIDAD_COLI_FEC	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Contaminada	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Contaminada			
E_COLI_NMP_100mL	5.732656753	36.37244356	9.786961636		11312.0705	17154.39117	4241.344809	12923.36752	15357.99164	>2419600	9110	>2419600
CALIDAD_E_COLI	Excelente	Excelente	Excelente		Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada
ENTEROC_NMP_100mL												
CALIDAD_ENTEROC												
OD_PORC					35.15	12.05	10	36.05	15.8			
CALIDAD_OD_PORC					Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada	Aceptable	Contaminada			
OD_PORC_SUP	69.25	72.65	56.55									
CALIDAD_OD_PORC_SUP	Buena calidad	Excelente	Buena calidad									
OD_PORC_MED	84.1	47.05	51.1									
CALIDAD_OD_PORC_MED	Excelente	Aceptable	Buena calidad									
OD_PORC_FON	29.1	58.95	55									
CALIDAD_OD_PORC_FON	Contaminada	Buena calidad	Buena calidad									

CONSULTA PÚBLICA

CLAVE SITIO	OCAVM2714 M1	OCAVM2 758	OCAVM2 759	OCAVM0011R NL21	OCAVM2743	OCAVM2744	OCAVM2751	OCAVM2753	OCAVM2755	GCALNR00143	GCALNR00 135	GCALNR00136
TOX_D_48_UT					<1	10.63	6.39	1.4	4			
CALIDAD_TOX_D_48					No tóxico	Toxicidad alta	Toxicidad alta	Toxicidad moderada	Toxicidad moderada			
TOX_V_15_UT					7.25	33.56	3333.33	5.39	37.98	18.44	<1	21.75
CALIDAD_TOX_V_15					Toxicidad alta	Toxicidad alta	Toxicidad alta	Toxicidad alta	Toxicidad alta	Toxicidad alta	No tóxico	Toxicidad alta
TOX_D_48_SUP_UT	1.11	1.19	<1									
CALIDAD TOX_D_48_SUP	Toxicidad baja	Toxicidad baja	No tóxico									
TOX_D_48_FON_UT	<1	1	<1									
CALIDAD_TOX_D_48_ FON	No tóxico	Toxicidad baja	No tóxico									
TOX_FIS_SUP_15_UT	<1	<1	<1									
CALIDAD_TOX_FIS_S UP_15	No tóxico	No tóxico	No tóxico									
TOX_FIS_FON_15_UT	<1	<1	<1									
CALIDAD_TOX_FIS_F ON_15	No tóxico	No tóxico	No tóxico									
SEMAFORO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	AMARILL O	ROJO
CONTAMINANTES	DQO, OD%F	DBO, DQO	DQO,	DBO, DQO	DQO, TOX_V, E_COLI, CF	DBO, DQO, TOX_D, TOX_V, E_COLI, CF, OD%,	DBO, DQO, TOX_D, TOX_V, E_COLI, CF, OD%,	DQO, TOX_V, E_COLI, CF	DBO, DQO, TOX_V, E_COLI, CF, OD%,	DBO, DQO, TOX_V, E_COLI, SST,	E_COLI,	DBO, DQO, TOX_V, E_COLI

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAGUA (2025).

DBO_mg/L Valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, en miligramos por litro.
DQO_mg/L Valor de la Demanda Química de Oxígeno, en miligramos por litro.
SST_mg/L Valor de los Solidos Suspendidos Totales, en miligramos por litro.
CF_NMP100mL Valor de los Coliformes Fecales, en número más probable por cien mililitros.
E_COLI_NMP_100mL Valor de *Escherichia coli*, en número más probable por cien mililitros.
ENTEROC_NMP_100mL Valor de Enterococos fecales, en número más probable por cien mililitros.
OD_PORC Valor de Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, en cuerpos loticos.
OD_PORC_SUP Valor de Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto superficial.
OD_PORC_MED Valor de Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto medio.
OD_PORC_FONValor de Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en fondo.
TOX_D_48_UT Valor de Toxicidad, Dafnia magna, 48 horas, Unidades de Toxicidad, en cuerpos loticos.
TOX_V_15_UT Valor de Toxicidad, Vibrio Fisheri, 15 minutos, Unidades de Toxicidad, en cuerpos loticos.
TOX_D_48_SUP_UT Valor de Toxicidad, Dafnia magna 48 horas, superficial, Unidades de Toxicidad.
TOX_D_48_FON_UT Valor de Toxicidad, Dafnia magna 48 horas, de fondo, Unidades de Toxicidad.
TOX_FIS_SUP_15_UT Valor de Toxicidad, Vibrio Fisheri, 15 minutos, superficial, Unidades de Toxicidad.
TOX_FIS_FON_15_UT Valor de Toxicidad, Vibrio Fisheri, 15 minutos, en fondo, Unidades de Toxicidad.
CALIDAD_COLI_FEC Clasificacion de la calidad del agua de acuerdo con el indicador Coliformes Fecales.
CONTAMINANTES Contaminantes presentes en incumplimiento (Contaminados): DBO, DQO, SST, CF, E_COLI, ENT_FEC, OD%S, OD%M, OD%F, TOX_S, TOX_F, TOX_L.
SEMAFORO Indica el nivel de contaminacion de acuerdo a los contaminantes presentes.

Si uno o más de los siguientes parámetros: DBO, DQO, ENTEROC, y/o TOX, incumplen.
Si los parámetros anteriores cumplen, pero uno o más de los siguientes parámetros: SST, OD_PORC, CF y/o E_COLI, incumplen
Cuando se da el cumplimiento de todos los indicadores

CONSULTA PÚBLICA

Específicamente en el área del Proyecto que incluye la Laguna de Zumpango se realizaron muestreos de calidad del agua, en época de estiaje y en época de lluvias, en ese sentido, el 15 de julio de 2025 se realizó la primera campaña de muestreo correspondiente a época de estiaje, y el 24 de septiembre de 2025 se llevó a cabo la segunda campaña durante temporada de lluvias. En ambos casos los análisis se efectuaron conforme a los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 (para descargas en cuerpos receptores) y en la NOM-127-SSA1-2021 (para agua para uso y consumo humano), con el propósito de contar con una línea base reciente y comparable. En seguida se presentan los sitios muestreados y los principales resultados; mientras que, en el Anexo 03 se presentan los estudios completos con anexos.

Sitios muestreados

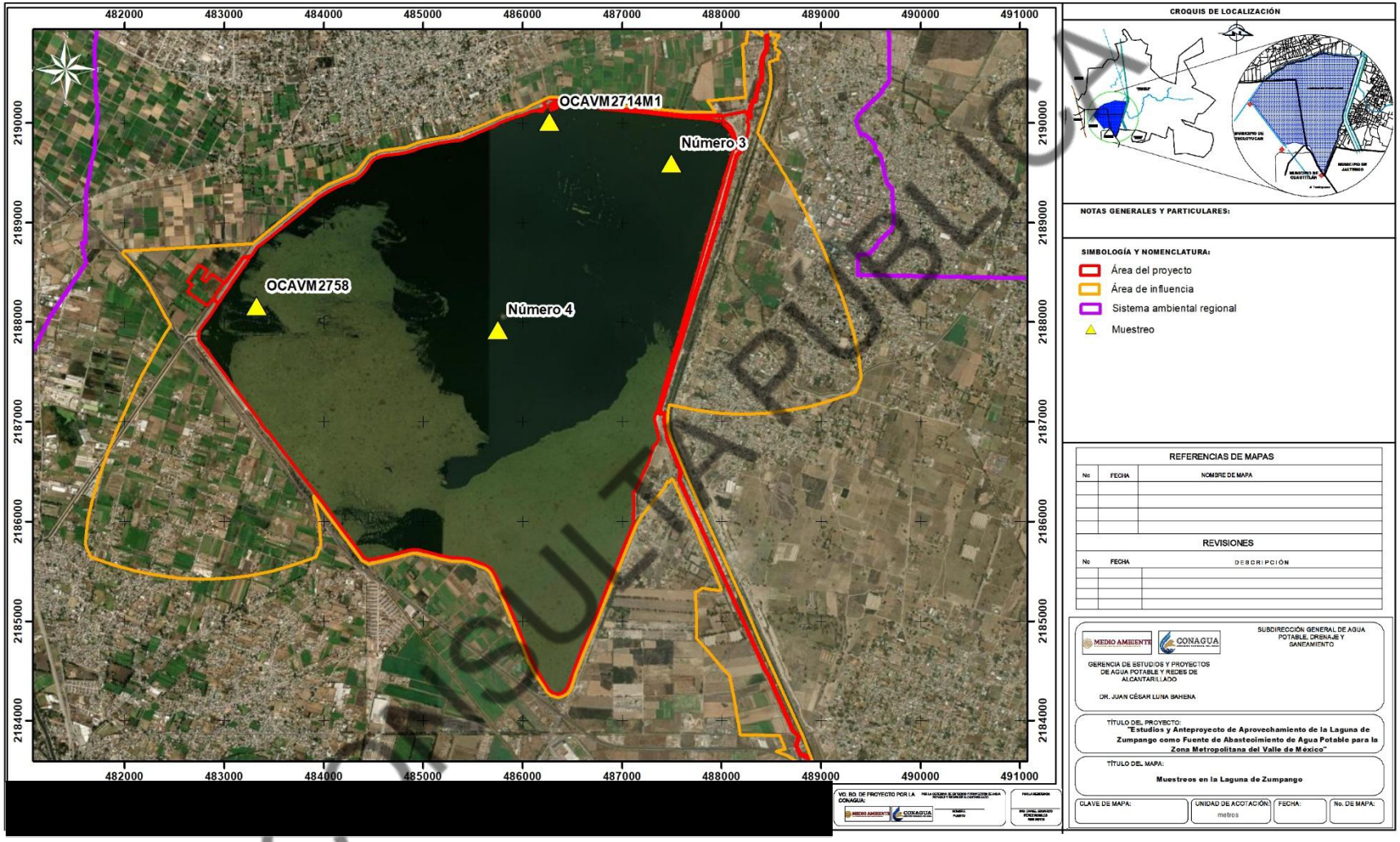
Se definieron cuatro puntos de muestreo en la Laguna de Zumpango, dichos sitios se nombraron de la siguiente manera: OCAVM2758[6], OCAVM2714M1[7], 3 y 4. Cabe señalar que para la segunda campaña de muestreo se procuró mantener la misma ubicación utilizada en estiaje; sin embargo, la presencia de lirio acuático y las condiciones de viento ocasionaron ligeros desplazamientos de las embarcaciones, por lo cual los puntos se ubicaron en posiciones muy cercanas a las originales, conservando su representatividad. Su ubicación se muestra en siguiente figura y posteriormente su tabla de coordenadas.

CONSULTA PÚBLICA

[6] Estación de monitoreo OCAVM2758- Punto ubicado en la estación de monitoreo ya existente para la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA), estación para la conocer la calidad de agua que se encuentra cerca de la entrada del canal Santo Tomás proveniente del Río Cuautitlán a la laguna.

[7] Estación de monitoreo OCAVM2758- Punto ubicado en la estación de monitoreo ya existente para la RENAMECA, estación para la conocer la calidad de agua que se encuentra cercad de la obra de toma de la planta de bombeo que actualmente se encuentra fuera de operación.

Figura 4-28 Localización de Puntos de Muestreo en la Laguna de Zumpango



COPIA PÚBLICA

Tabla 4-22 Ubicación de Sitios de Muestreo de Calidad del Agua en la Laguna de Zumpango.

Sitio de muestreo	Campaña de muestreo en época de estiaje		Campaña de muestreo en época de lluvia	
	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
OCAVM2758	19.78924167°	-99.159225°	19.794792°	-99.151272°
OCAVM2714M1	19.8059833°	-99.13110278°	19.805975°	-99.131003°
Número 3	19.80224167°	-99.11941111°	19.802353°	-99.119578°
Número 4	19.78708611°	-99.13605278	19.792467°	-99.133678°

CONSULTA PÚBLICA

Resultados época de estiaje

En esta subsección se presentan los resultados de análisis de calidad del agua reportados por el laboratorio INTERTEK +ABC ANALITIC.

Tabla 4-23 Resultados NOM 001 SEMARNAT 2021

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Contaminantes Básicos						
Temperatura	°C	21	22	20	21	32
Grasas y Aceites	mg/l	5.1	ND	ND	ND	21
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	16.3	ND	ND	ND	28
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	15	31.1	24.1	80	140
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	ND	ND	ND	ND	
Carbono Orgánico Fijo Total (COT)	mg/l	9.59	9.38	9.99	9.49	35
Nitrógeno Total	mg/l	1.905	0.711	1.989	1.71	30
Fósforo Total	mg/l	0.515	0.617	0.715	0.514	15
Huevos de Helminto	HH/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	NA
Escherichia Coli	NA	NA	NA	NA	NA	600
Enterococos Fecales	NMP/100 Ml	>=2400	4	23	43	500
pH en Campo	U pH	7	7.8	8.2	7.3	6 a 9
Color Verdadero (UV-Vis)A436 mm	m-1	1.3	1.2	1.3	1.2	436
Color Verdadero (UV-Vis) A 525 mm	m-1	0.4	0.4	0.5	0.4	525
Color Verdadero (UV-Vis)A620 mm	m-1	0.2	0.2	0.2	0.2	620
Toxicidad Vidrio Fischeri 1M(15)	EC50	>100	>100	>100	>100	2
Toxicidad Vidrio Fischeri (15 MIN)-1	UT	<1	<1	<1	<1	2
Conductividad Eléctolitica en Campo	us/cm	448	458	453	451	
Cloruros en Campo	mg/l	<1000	<1000	<1000	<1000	

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Metales Pesados y Cianuros						
Arsénico Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.2
Cadmio Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.2
Cianuros Totales	mg/l	0.002	0.002	0.002	0.002	2
Cobre Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	6
Cromo Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	1
Mercurio Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.01
Niquel Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	4
Plomo Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.4
Zinc Total	mg/l	0.007	0.001	0.004	0.004	20
Nitritos	mg/l	0.018	0.0173	0.0243	0.019	
Nitratos	mg/l	0.0067	0.0137	0.0351	0.018	

ND: No detectado por el límite de detección del método

Los límites permisibles en embalses, lagos y lagunas, evaluados según el valor instantáneo establecido por la norma, fueron cumplidos en las cuatro estaciones de monitoreo para los metales básicos.

De igual manera, en el caso de los metales pesados y cianuros, todos los resultados obtenidos en las descargas de aguas residuales hacia cuerpos receptores se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la normativa vigente.

Tabla 4-24 Resultados NOM 127 SSA1 2021

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Especificaciones Sanitarias Físicas						
Turbiedad	UNT	4.2	2.8	5.5	1.2	4
pH en Campo	U pH	7	7.9	8.2	7.3	6.5 a 8.5
Color Verdadero (Pt-Co)	U pt/Co	35	40	45	353	15
Especificaciones Sanitarias Químicas						
Ciaunuros Totales	mg/L	0.0018	0.0022	0.0026	0.0022	0.07
Dureza Total	mg/L CaCO3	169.3	176	164.8	164.8	500.00
Fluoruros	mg/L	0.3867	0.4356	0.4781	0.4296	1.50
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0.1949	0.2248	0.2363	0.1501	0.50
Nitratos	mg/L	ND	ND	0.0311	ND	11.00
Nitritos	mg/L	0.023	0.0228	0.0269	0.0227	0.90

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	286	294	284	272	1000.00
Sulfatos	mg/L	38.17	33.86	35.46	36.05	400.00
SAAM	mg/L	0.0199	0.0238	0.0188	0.0181	0.50
Especificaciones Sanitarias de Metales y Metaloides						
Aluminio	mg/L	0.0888	0.1048	0.3941	0.0648	0.20
Arsénico	mg/L	0.0062	0.074	0.007	0.0067	0.025
Bario	mg/L	0.0409	0.0545	0.0489	0.0384	1.30
Cadmio	mg/L	ND	ND	ND	ND	0.005
Cobre	mg/L	ND	ND	ND	ND	2.00
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	0.05
Hierro	mg/L	0.1538	0.1268	0.2767	0.0641	0.30
Manganeso	mg/L	0.0264	0.021	0.0311	0.0043	0.15
Mercurio	mg/L	ND	ND	ND	ND	0.006
Niquel	mg/L	ND	ND	ND	ND	0.07
Plomo	mg/L	ND	ND	ND	ND	0.01
Selenio	mg/L	ND	ND	ND	ND	0.04
Especificaciones Sanitarias Microbiológicas						
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>8	>8	8	>9	<1.1 o No Detectabe
Coliformes Totales	NA	NA	NA	NA	NA	Ausencia
Escherichia Coli	NA	NA	NA	NA	NA	Ausencia
Giardia Lamblia	NA	NA	NA	NA	NA	Ausencia
Especificaciones Sanitarias de Fitoxinas						
Microcistina-lr	NA	NA	NA	NA	NA	1
Especificaciones Sanitarias de Radiactividad						
Radioactividad Alfa	Bq/L	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0.5
Radioactividad Beta	Bq/L	<0.32	<0.32	0.32	<0.32	1
Especificaciones Sanitarias de Residuales de la desinfección						
Cloro Residual Libre	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	0.2 a 1.5
Yodo Residual Libre	NA	NA	NA	NA	NA	0.2 a 1.5
Plata	NA	NA	NA	NA	NA	0.05 a 0.1
Ozono	NA	NA	NA	NA	NA	
Especificaciones Sanitarias de Subproductos de la Desinfección-Trihalometanos						

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Bromodiclorometano	ug/L	ND	ND	ND	ND	60
Bromoformo	ug/L	ND	ND	ND	ND	100
Cloroformo	ug/L	1.01	0.83	0.94	0.66	300
Dibromoclorometano	ug/L	ND	ND	ND	ND	100
Especifificaciones Sanitarias de Subproductos de la desinfección- ácidos haloacéticos						
Ácido Cloroacético	ug/L	ND	ND	245.04	ND	20
Ácido Dicloroacetico	ug/L	ND	ND	ND	ND	50
Ácido Tricoloacético	ug/L	ND	ND	ND	ND	500
Especificaciones Sanitarias de Subproductos de la desinfección- aniones						
Bromatos	ug/L	NA	NA	NA	NA	10
Cloratos	ug/L	NA	NA	NA	NA	700
Cloritos	ug/L	NA	NA	NA	NA	700
Especificaciones Sanitarias de Subproductos de la desinfección- carbonilos						
Formaldehido	NA	NA	NA	NA	NA	900
Especificaciones Sanitarias de Compuestos Orgánicos Sintéticos						
Halogenados Adorbibles Fijos	mg/L	0.0164	0.0222	0.035	0.0164	0.01
No Halogenados	mg/L	ND	ND	ND	0.1451	0.025
Halogenados Adorbibles Purgadables	mg/L	ND	ND	ND	ND	0.05
Benceno	ug/L	ND	ND	ND	ND	10
Estireno	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
Etilbenceno	ug/L	ND	ND	ND	ND	300
Tolueno	ug/L	ND	ND	ND	ND	700
Xilenos (Suma de Isómeros)	ug/L	ND	ND	ND	ND	500
Compuestos Orgánicos Semivolátiles Clorados						
Hexaclorobutadeino	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.60
Pentaclorofenol	ug/L	ND	ND	ND	ND	9.0
Triclorofenol	ug/L	ND	ND	ND	ND	200
Epiclorohidrina (106-89-8)	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.40
Plaguicidas Clorados						
Alacloro	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
Suma de aldrin y dieldrin	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.03
Atrazina	ug/L	ND	ND	ND	ND	100
Clordano	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.2

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Cyanazina	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.6
DDT Y metabolitos	ug/L	ND	ND	ND	ND	1
Endrin	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.6
Lindano	ug/L	ND	ND	ND	ND	2
Metolacloro	ug/L	ND	ND	ND	ND	10
Metoxicloro	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
Pendimetalina	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
Terbutilazina	ug/L	ND	ND	ND	ND	7
Trifluralina	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
Herbicidas Clorados						
2,4 d	ug/L	ND	ND	ND	ND	30
Acido 2,4,5 Triclorofenoxiacetico	ug/L	ND	ND	ND	ND	9
Acido 2,4 Diclorofenoxibutirico	ug/L	ND	ND	ND	ND	9
Diclorprop	ug/L	ND	ND	ND	ND	100
Mecoprop	ug/L	ND	ND	ND	ND	10
Plaguicidas Clorados Derivados de Urea						
Clorotoluron	ug/L	ND	ND	ND	ND	30
Compuestos Orgpanicos no Halogenados						
AldicarB	ug/L	ND	ND	ND	ND	10
Carbofurano	ug/L	ND	ND	ND	ND	7
Acido Edetico	ug/L	ND	ND	ND	ND	600
Ácido Nitroacetico	ug/L	ND	ND	ND	ND	200
Acrilamida	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.5
Hidrocarburos Poliaromáticos						
Benzo Pireno	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.7
Plaguicidas Fosforados						
Clorpirifos	ug/L	ND	ND	ND	ND	30
Dimetoato	ug/L	ND	ND	ND	ND	6
Molinato	ug/L	ND	ND	ND	ND	6
Simazina	ug/L	ND	ND	ND	ND	2
Compuestos Orgánicos Semivolátiles No Clorados						
Di-(2-Etilhexil)ftalato	ug/L	ND	ND	ND	ND	8
Plaguicidas No Clorados Derivados de Urea						

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Isoproturon	ug/L	ND	ND	ND	ND	9
Compuesto Orgánicos Halogenados Volátiles						
2-Diclorobenceno	ug/L	ND	ND	ND	ND	100
2-Dicloroeteno (Cis+Trans)	ug/L	ND	ND	ND	ND	50
2-Dicloropropano	ug/L	ND	ND	ND	ND	40
2-Dicloroetano	ug/L	ND	ND	ND	ND	30
3-Dicloropropeno(Cis+Trans)	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
4-Diclorobenceno	ug/L	ND	ND	ND	ND	300
Cloruro De Vinilo	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.3
Diclorometano	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
Tetracloroeteno	ug/L	ND	ND	ND	ND	40
Tetracloruro De Carbono	ug/L	ND	ND	ND	ND	4
Tricloroeteno	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
2-Dibromoetano	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.4
2-Dibromo-3-Cloropropano	ug/L	ND	ND	ND	ND	1

ND: No detectado por el límite de detección del método
NA: No Aplica

Los resultados indican que la mayoría de los parámetros físicos, químicos, metales, microbiológicos, radiactividad, subproductos de desinfección y contaminantes orgánicos se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la norma para uso y consumo humano. Sin embargo, se detectaron algunas excepciones que superan los límites normativos.

Los resultados fueron analizados por sección conforme a la NOM-127-SSA1-2021. En la sección de especificaciones sanitarias físicas, se identificó que la turbiedad y el color verdadero superan los límites permisibles establecidos por la norma.

En cuanto a las especificaciones químicas, todos los parámetros se encuentran por debajo de los valores límite, por lo que presentan cumplimiento total.

Dentro de los metales y metaloides, se detectaron concentraciones superiores al límite permitido en dos casos: aluminio y arsénico, en puntos específicos de muestreo.

La sección microbiológica mostró un incumplimiento generalizado en coliformes fecales, lo que representa un riesgo sanitario si el agua no es tratada adecuadamente.

Los valores de radioactividad alfa y beta se encuentran por debajo de los límites permitidos, cumpliendo con lo establecido por la norma.

Respecto al cloro residual libre, este no se detectó en las muestras, lo cual indica que el agua no cuenta con desinfección efectiva dentro del rango requerido (0.2 a 1.5 mg/L).

En la sección de subproductos de desinfección, la mayoría de los parámetros cumplen con la norma, con la excepción del ácido cloro acético, que presentó una concentración elevada en uno de los puntos.

CONSULTA PÚBLICA

Finalmente, los compuestos orgánicos sintéticos, plaguicidas, herbicidas y demás contaminantes analizados no fueron detectados debido a que sus concentraciones se encuentran por debajo del límite de detección de los métodos analíticos utilizados, por lo que se consideran dentro de norma.

Resultados en época de lluvias

Los resultados analíticos emitidos por el laboratorio se presentan en las siguientes tablas. Los principales hallazgos son los siguientes:

1. Cumplimiento general:
    - Para la mayoría de los parámetros físicos, químicos, metales, toxicidad y radiactividad, los cuatro puntos de muestreo cumplen con los límites permisibles establecidos por la normatividad.
    - La DQO (13.4 a 21.7 mg/L), COT (~9 mg/L), nitrógeno total (1.7 a 3.1 mg/L) y fósforo total (no detectado a 0.036 mg/L) se encuentran muy por debajo de los valores límite de la NOM-001-SEMARNAT-2021, lo que indica baja carga orgánica en el periodo de lluvias.
2. Color verdadero (NOM-127):
    - El color verdadero (Pt-Co) presentó valores de 30 U Pt-Co en todos los puntos, por encima del límite de 15 U Pt-Co establecido para agua para uso y consumo humano.
    - Este comportamiento es consistente con lo observado en cuerpos de agua con alta producción de materia orgánica natural y presencia de lirio acuático, por lo que deberá considerarse en el diseño del tren de potabilización (etapas de oxidación/adsorción).
3. Parámetros microbiológicos:
    - Se detectaron coliformes fecales por arriba del límite permisible en los puntos OCAVM2758 y Punto 4, lo que confirma aportes de origen doméstico asociados a la cuenca de alimentación y a la operación del sistema de derivación.
    - Esta condición no impide el uso del agua como fuente, pero obliga a la incorporación de desinfección adecuada y barreras múltiples en la planta potabilizadora.
4. Metales y compuestos orgánicos:
    - Arsénico, cadmio, plomo, mercurio y demás metales regulados se encontraron por debajo de los límites de la NOM-127-SSA1-2021.
    - Los plaguicidas, herbicidas y compuestos orgánicos sintéticos no fueron detectados, o bien se encontraron por debajo del límite de detección, por lo que se consideran dentro de norma.
5. Desinfección en sitio:
    - El cloro residual libre no fue detectado en ninguna muestra, lo que confirma que la laguna no cuenta con un proceso de desinfección previo y que el agua se encuentra en condición cruda.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-25 Resultados NOM 001 SEMARNAT 2021

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Contaminantes Básicos						
Temperatura	°C	22	23	23	23	32
Grasas y Aceites	mg/l	ND	ND	ND	ND	21
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	ND	ND	ND	ND	28
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	13.4	20.9	21.7	12.5	140
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	ND	ND	ND	ND	
Carbono Orgánico Fijo Total (COT)	mg/l	9.18	9.22	9.21	8.78	35
Nitrógeno Total	mg/l	2.407	3.098	1.694	2.456	30
Fósforo Total	mg/l	ND	0.036	0.029	0.02	15
Huevos de Helminto	HH/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	NA
Escherichia Coli	NA	23	23	ND	23	600
Enterococos Fecales	NMP/100 Ml	15	9	ND	23	500
pH en Campo	U pH	7.2	7.3	7.6	7.3	6 a 9
Color Verdadero (UV-Vis)A436 mm	m-1	0.8	0.6	0.6	0.7	436
Color Verdadero (UV-Vis) A 525 mm	m-1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	525
Color Verdadero (UV-Vis)A620 mm	m-1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	620
Toxicidad Vidrio Fischeri 1M(15)	EC50	>100	>100	>100	>100	2
Toxicidad Vidrio Fischeri (15 MIN)-1	UT	<1	<1	<1	<1	2
Conductividad Eléctolitica en Campo	us/cm	338	375	376	337	
Cloruros en Campo	mg/l	<1000	<1000	<1000	<1000	
Metales Pesados y Cianuros						
Arsénico Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.2

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Cadmio Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.2
Cianuros Totales	mg/l	0.005	0.002	0.002	0.002	2
Cobre Total	mg/l	0.014	ND	ND	ND	6
Cromo Total	mg/l	0.014	ND	0.005	0.013	1
Mercurio Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.01
Niquel Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	4
Plomo Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.4
Zinc Total	mg/l	0.012	0.11	0.003	0.018	20
Nitritos	mg/l	0.0116	0.183	0.0163	0.0169	
Nitratos	mg/l	0.0252	0.0298	0.0181	0.0288	

ND: No detectado por el límite de detección del método

Tabla 4-26 Resultados NOM 127 SSA1 2021

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Especificaciones Sanitarias Físicas						
Turbiedad	UNT	0.85	1.2	1	1.1	4
pH en Campo	U pH	7.2	7.3	7.6	7.3	6.5 a 8.5
Color Verdadero (Pt-Co)	U pt/Co	30	30	30	30	15
Especificaciones Sanitarias Químicas						
Ciaunuros Totales	mg/l	0.0025	0.002	0.002	0.002	0.07
Dureza Total	mg/l CaCO3	117.8	125	121.4	126.8	500.00
Fluoruros	mg/l	0.3367	0.3542	0.3194	0.3333	1.50
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0.0918	0.071	0.0697	0.1286	0.50
Nitratos	mg/l	0.0294	0.0189	0.0238	0.022	11.00
Nitritos	mg/l	0.0161	0.0153	0.0156	0.016	0.90
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	208	228	234	240	1000.00
Sulfatos	mg/l	24.43	20.77	22.6	24.85	400.00
SAAM	mg/l	0.0176	0.0216	0.0213	0.0209	0.50
Especificaciones Sanitarias de Metales y Metaloides						
Aluminio	mg/l	0.0139	0.0169	0.0268	ND	0.20
Arsénico	mg/l	0.0023	ND	0.0027	ND	0.025

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Bario	mg/l	0.0621	0.0608	0.0469	0.0108	1.30
Cadmio	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.005
Cobre	mg/l	ND	ND	ND	ND	2.00
Cromo Total	mg/l	ND	ND	0.0042	ND	0.05
Hierro	mg/l	0.0398	0.0597	0.0621	ND	0.30
Manganeso	mg/l	0.005	0.016	0.0174	ND	0.15
Mercurio	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.006
Niquel	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.07
Plomo	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.01
Selenio	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.04
Especificaciones Sanitarias Microbiológicas						
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>8	4.6	4.6	>8	<1.1 o No Detectabe
Coliformes Totales	NA	NA	NA	NA	NA	Ausencia
Escherichia Coli	NA	23	23	ND	23	Ausencia
Giardia Lamblia	NA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	Ausencia
Especificaciones Sanitarias de Fitoxinas						
Microcistina-lr	NA	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	1
Especificaciones Sanitarias de Radiactividad						
Radioactividad Alfa	Bq/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5
Radioactividad Beta	Bq/L	<0.33	<0.33	<0.33	0.34	1
Especificaciones Sanitarias de Residuales de la desinfección						
Cloro Residual Libre	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2 a 1.5
Yodo Residual Libre	NA	NA	NA	NA	NA	0.2 a 1.5
Plata	NA	NA	NA	NA	NA	0.05 a 0.1
Ozono	NA	NA	NA	NA	NA	
Especificaciones Sanitarias de Subproductos de la Desinfección-Trihalometanos						
Bromodiclorometano	ug/l	ND	ND	ND	ND	60
Bromoformo	ug/l	ND	ND	ND	ND	100
Cloroformo	ug/l	ND	ND	ND	ND	300
Dibromoclorometano	ug/l	ND	ND	ND	ND	100
Especifificaciones Sanitarias de Subproductos de la desinfección- ácidos haloacéticos						

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Ácido Cloroacético	ug/l	ND	ND	ND	ND	20
Ácido Dicloroacetico	ug/l	ND	ND	ND	ND	50
Ácido Tricoloacético	ug/l	ND	ND	ND	ND	500
Especificaciones Sanitarias de Subproductos de la desinfección- aniones						
Bromatos	ug/l	NA	NA	NA	NA	10
Cloratos	ug/l	NA	NA	NA	NA	700
Cloritos	ug/l	NA	NA	NA	NA	700
Especifificaciones Sanitarias de Subproductos de la desinfección- carbonilos						
Formaldehido	NA	NA	NA	NA	NA	900
Especifificaciones Sanitarias de Compuestos Orgánicos Sintéticos						
Halogenados Adorbibles Fijos	mg/l	0.081	0.0402	0.0422	0.0337	0.01
No Halogenados	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.025
Halogenados Adorbibles Purgadables	mg/l	ND	ND	ND	ND	0.05
Benceno	ug/l	ND	ND	ND	0.2	10
Estireno	ug/l	ND	ND	ND	ND	20
Etilbenceno	ug/l	ND	ND	ND	0.17	300
Tolueno	ug/l	ND	ND	0.14	1.36	700
Xilenos (Suma de Isómeros)	ug/l	ND	ND	ND	0.95	500
Compuestos Orgánicos Semivolátiles Clorados						
Hexaclorobutadeino	ug/l	ND	ND	ND	ND	0.60
Pentaclorofenol	ug/l	ND	ND	ND	ND	9.0
Triclorofenol	ug/l	ND	ND	ND	ND	200
Epiclorohidrina (106-89-8)	ug/l	ND	ND	ND	ND	0.40
Plaguicidas Clorados						
Alacloro	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
Suma de aldrin y dieldrin	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.03
Atrazina	ug/L	ND	ND	ND	ND	100
Clordano	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.2
Cyanazina	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.6
DDT Y metabolitos	ug/L	ND	ND	ND	ND	1
Endrin	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.6

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Lindano	ug/L	ND	ND	ND	ND	2
Metolacloro	ug/L	ND	ND	ND	ND	10
Metoxicloro	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
Pendimetalina	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
Terbutilazina	ug/L	ND	ND	ND	ND	7
Trifluralina	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
Herbicidas Clorados						
2,4 d	ug/l	ND	ND	ND	ND	30
Acido 2,4,5 Triclorofenoxiacetico	ug/l	ND	ND	ND	ND	9
Acido 2,4 Diclorofenoxibutirico	ug/l	ND	ND	ND	ND	9
Diclorprop	ug/l	ND	ND	ND	ND	100
Mecoprop	ug/l	ND	ND	ND	ND	10
Plaguicidas Clorados Derivados de Urea						
Clorotoluron	ug/l	ND	ND	ND	ND	30
Compuestos Orgpanicos no Halogenados						
AldicarB	ug/l	ND	ND	ND	ND	10
Carbofurano	ug/l	ND	ND	ND	ND	7
Acido Edetico	ug/L	ND	ND	ND	ND	600
Acido Nitroacetico	ug/L	ND	ND	ND	ND	200
Acrilamida	ug/l	ND	ND	ND	ND	0.5
Hidrocarburos Poliaromáticos						
Benzo Pireno	ug/l	ND	ND	ND	ND	0.7
Plaguicidas Fosforados						
Clorpirifos	ug/L	ND	ND	ND	ND	30
Dimetoato	ug/L	ND	ND	ND	ND	6
Molinato	ug/L	ND	ND	ND	ND	6
Simazina	ug/l	ND	ND	ND	ND	2
Compuestos Orgánicos Semivolátiles No Clorados						
Di-(2-Etilhexil)ftalato	ug/l	0.4	ND	ND	ND	8
Plaguicidas No Clorados Derivados de Urea						
Isoproturon	ug/l	ND	ND	ND	ND	9

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Unidades	OCAVM2758	OCAVM2714M1	Punto 3	Punto 4	Límite Permisible
Compuesto Orgánicos Halogenados Volátiles						
2-DICLOROBENCENO	ug/L	ND	ND	ND	ND	100
2-DICLOROETENO (CIS+TRANS)	ug/L	ND	ND	ND	ND	50
2-DICLOROPROPANO	ug/L	ND	ND	ND	ND	40
2-DICLOROETANO	ug/L	ND	ND	ND	ND	30
3-DICLOROPROPENO(CIS+TRANS)	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
4-DICLOROBENCENO	ug/L	ND	ND	ND	ND	300
CLORURO DE VINILO	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.3
DICLOROMETANO	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
TETRACLOROETENO	ug/L	ND	ND	ND	ND	40
TETRACLORURO DE CARBONO	ug/L	ND	ND	ND	ND	4
TRICLOROETENO	ug/L	ND	ND	ND	ND	20
2-DIBROMOETANO	ug/L	ND	ND	ND	ND	0.4
2-DIBROMO-3-CLOROPROPANO	ug/L	ND	ND	ND	ND	1

ND: No detectado por el límite de detección del método
NA: No Aplica

En general, los resultados de la campaña de lluvias muestran que, hidrométricamente, la laguna recibe volúmenes diluidos y con baja carga orgánica, pero con presencia de indicadores microbiológicos, lo cual es consistente con su función actual como vaso regulador que recibe mezclas de escurrimientos pluviales y residuales en proporciones 80-20 o 90-10.

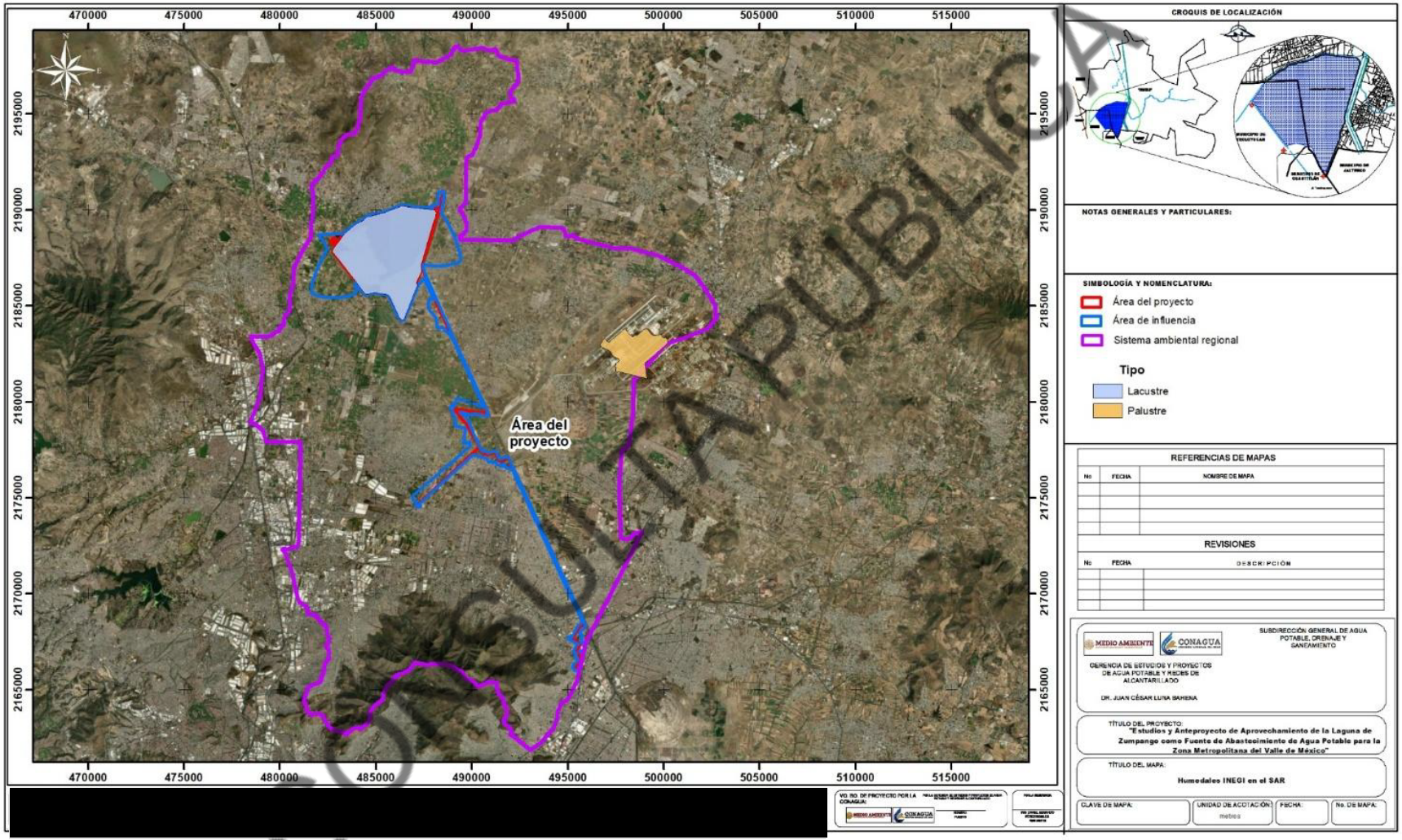
Los resultados obtenidos en la caracterización de la calidad del agua durante la temporada de lluvias confirman que la Laguna de Zumpango mantiene condiciones adecuadas para su aprovechamiento como fuente de abastecimiento, siempre que el recurso sea sometido a un proceso integral de tratamiento. Si bien la carga orgánica y los niveles de metales pesados son bajos, la presencia de color elevado y coliformes fecales evidencia la influencia de aportes pluviales mezclados con descargas residuales, condición típica de un cuerpo regulador.

c) Humedales

De acuerdo con la capa vectorial de humedales potenciales de INEGI el SAR, AI y AP tiene incidencia en humedal lacustre correspondiente a la Laguna de Zumpango, el SAR también incide en un humedal de tipo palustre ubicado en la zona oriente, como se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-29 Humedales Potenciales en el Área de Estudio (INEGI)

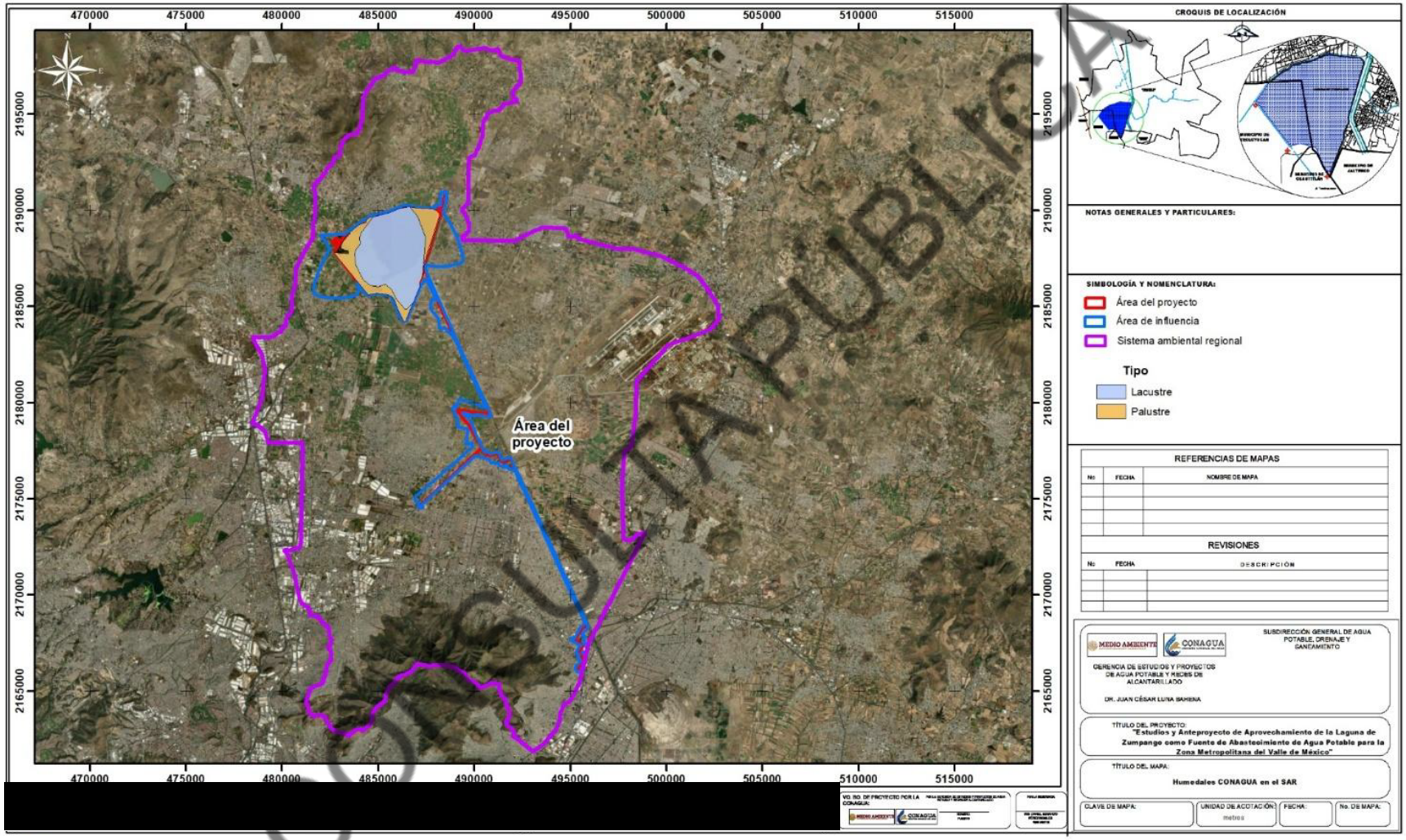


COPIA PÚBLICA

De acuerdo con la capa vectorial de humedales de CONAGUA el SAR, AI y AP tienen incidencia en humedal lacustre y palustre correspondiente al polígono de la Laguna de Zumpango, como se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-30 Humedales en el Área de Estudio (CONAGUA)



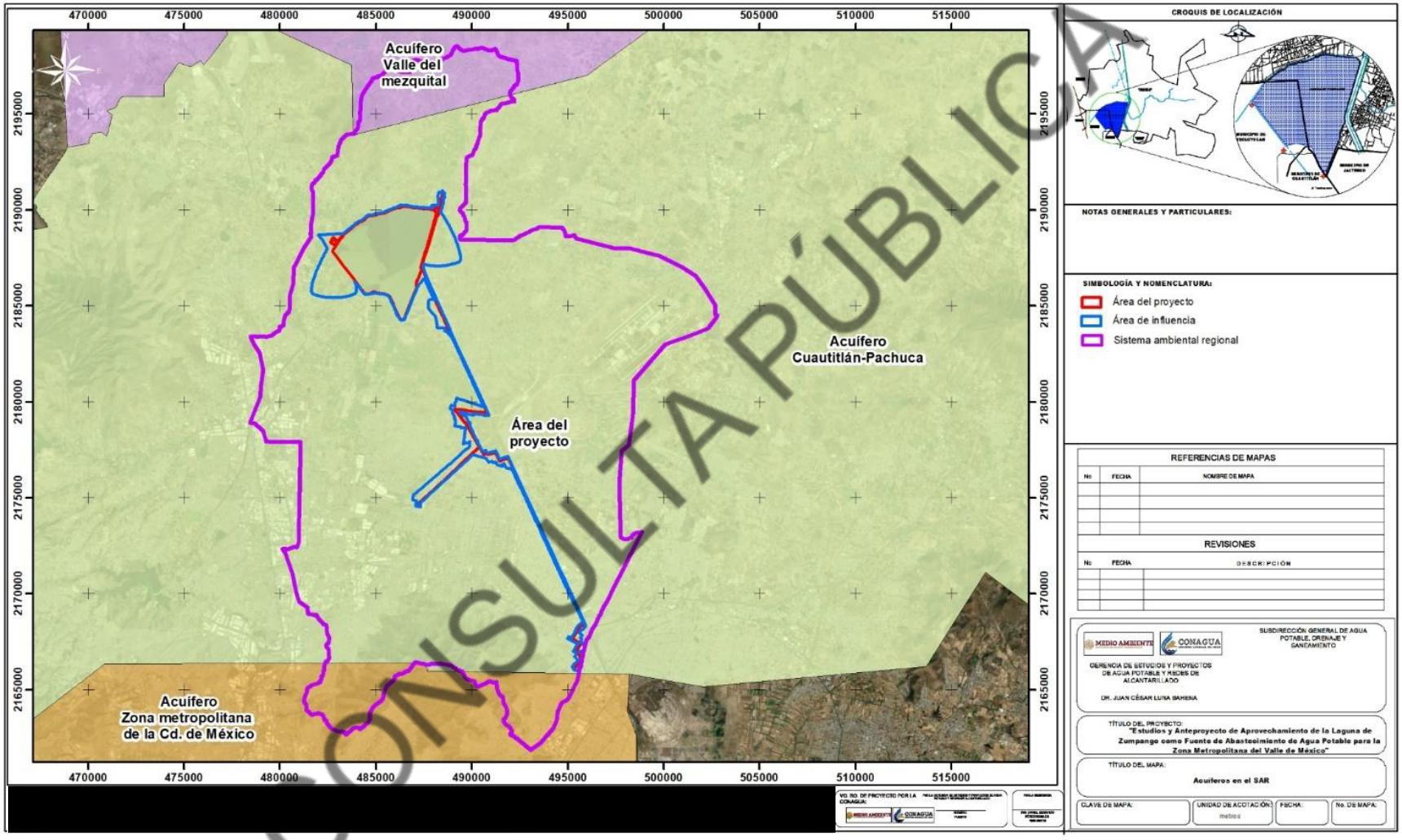
COPIA PÚBLICA

4.2.1.1.5. Agua subterránea

Con respecto a la hidrología subterránea, de conformidad con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) el SAR en su mayor superficie, así como la totalidad del AI y AP se encuentran en el acuífero Cuautitlán - Pachuca, sólo una mínima superficie del SAR incide en el acuífero Valle del Mezquital y Zona Metropolitana de la Ciudad de México, como se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-31 Ubicación del Área de Estudio Respecto a los Acuíferos



CONSULTA PÚBLICA

Características del acuífero

Conforme a la CONAGUA (2023[8]), el acuífero Cuautitlán – Pachuca sobre el cual se ubica la mayor parte del área de estudio presenta las siguientes características destacables:

- Tipo de acuífero: de acuerdo a los materiales que conforman el valle, se considera que el acuífero de Cuautitlán-Pachuca es de tipo semiconfinado.
- Profundidad del nivel estático: en la porción noreste del valle el nivel estático varía entre los 100 y 50 m, en la parte central varía entre los 100 y 120 m, mientras que en el extremo sur el nivel estático varía entre 65 y 120 m de profundidad.
- Elevación del nivel estático: la configuración de la elevación piezométrica muestra que, el agua del subsuelo, desde el punto de vista regional, se desplaza del norte hacia el sur, interpretándose que las sierras que delimitan la cuenca, actúan como zonas de recarga de los acuíferos alojados en el subsuelo del valle, por otra parte, se observa que, el bombeo de los pozos de los sistemas de Tizayuca y Téllez provocaron un cono de abatimiento definido por el equipotencial 2230 msnm. Otras zonas de abatimiento se encuentran en los alrededores de Tizayuca, donde la densidad de obras se encuentra bastante concentrada. Finalmente se estiman recargas laterales, procedentes de la sierra enclavada en el límite occidental del valle.
- Censo de aprovechamientos e hidrometría del bombeo: El censo de aprovechamientos hidráulicos subterráneos de 1990-1991, reportado por GRAVAMEX, 1999, reveló la existencia de 1038 aprovechamientos, de los cuales 386 son utilizados para fines agrícolas, 371 público urbano, 96 doméstico, 77 pecuario, 73 industrial, 18 comercial y servicios, 9 recreativo y 8 en la generación de energía eléctrica; con los cuales, se explota un volumen del orden de 483.328084 hm3/año. Del volumen extraído 52.620979 hm3/año es utilizado para fines agrícolas, 400.408743 hm3/año es para uso público urbano, 4.02 hm3/año para uso doméstico, 13.969999 hm3/año para uso industrial, 3.473262 hm3/año para uso pecuario, 1.087092 hm3/año para uso recreativo, 2.574092 hm3/año para uso comercial o servicios y los restantes 5.173915 hm3/año se utilizan en la generación de energía eléctrica.

Disponibilidad de aguas subterráneas

Según el Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las Regiones Hidrológico-Administrativas que se indican, publicado en el Diario Oficial de la Federación (2023[9]), estos acuíferos presentan las siguientes características:

Tabla 4-27 Disponibilidad de los Acuíferos Sobre los que Incide el Área de Estudio

Acuífero	Clave	R hm³/año	DNC hm³/año	VEAS hm³/año	DMA hm³/año	Área de estudio
Valle del Mezquital	13.10	515.0	293.0	191.537257	30.462743	SAR
Cuautitlán - Pachuca	1508	356.7	0.0	586.642637	-229.942637	SAR, AI, AP
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	0901	512.8	0.0	993.22991432	-480.429914	SAR

[8] CONAGUA, 2023. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html
[9] https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5708074&fecha=09/11/2023#gsc.tab=0

CONSULTA PÚBLICA

Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA), Descarga Natural Comprometida (DNC), Recarga Media Anual (R), Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS).

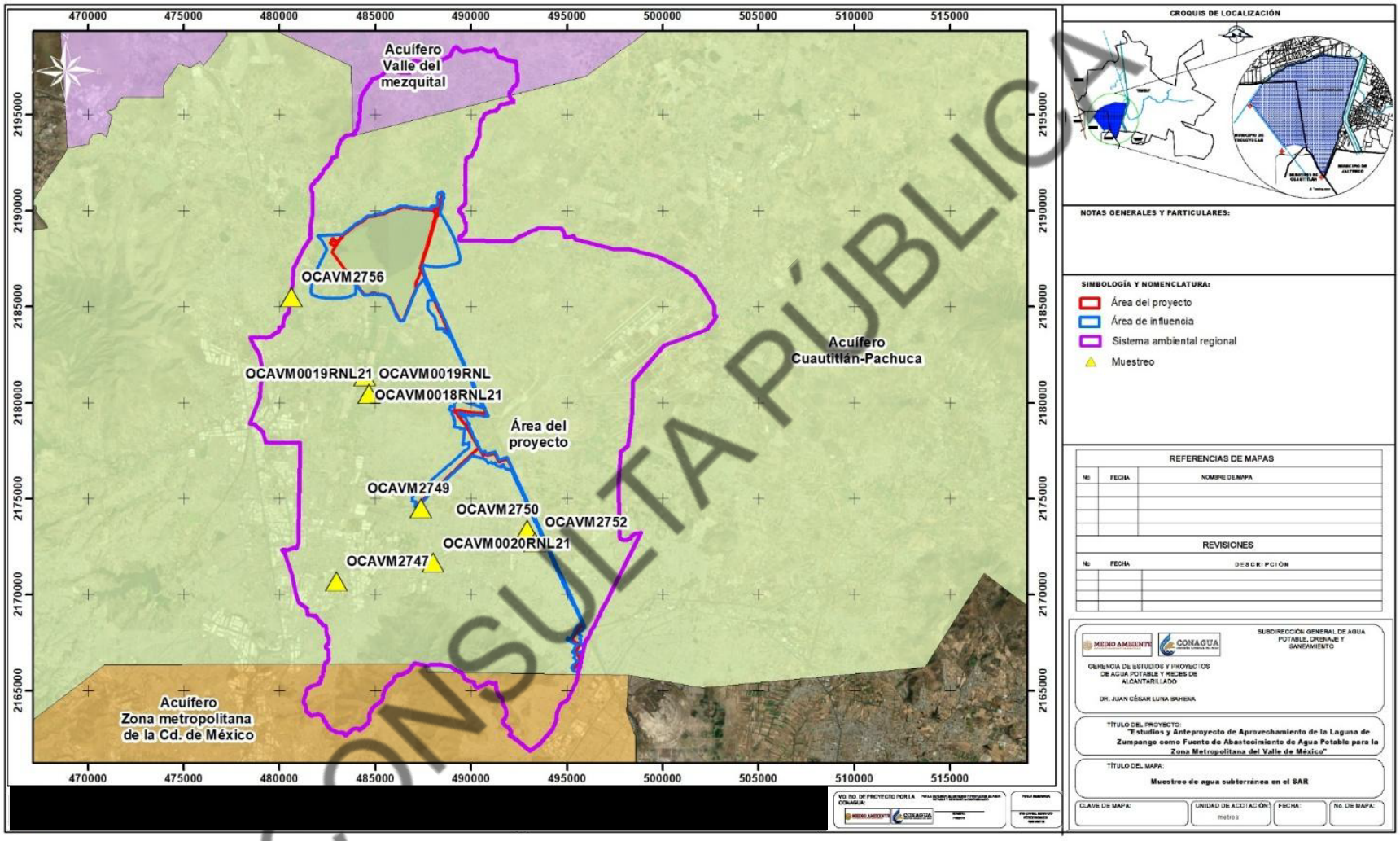
Conforme a los datos anteriores, se puede observar que el acuífero Cuautitlán – Pachuca sobre el cual se ubica la mayor parte del SAR y la totalidad del AI y AP, así como el acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México en donde se ubica parcialmente el SAR, presentan déficit de aguas subterráneas, solo el acuífero Valle de Mezquital presenta disponibilidad.

Calidad

En lo que respecta a su calidad, se localizaron 9 sitios de muestreo de aguas subterráneas para el acuífero Cuautitlán - Pachuca, para el periodo de 2012 a 2024, su ubicación se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-32 Sitios de Muestreo de Calidad de Aguas Subterráneas



CONSULTA PÚBLICA

De los 9 sitios identificados, 3 presentan una buena calidad ya que presentaron un semáforo verde, es decir cumplimiento de todos los indicadores analizados, siendo estos 14 parámetros: 14 parámetros: Fluoruros (FLUORUROS), Coliformes fecales (COLI_FEC), Nitrógeno de Nitratos (N_NO3), Arsénico Total (AS_TOT), Cadmio Total (CD_TOT), Cromo Total (CR_TOT), Mercurio Total (HG_TOT), Plomo Total (PB_TOT), Alcalinidad (ALC), Conductividad eléctrica (CONDUCT), Dureza Total (DUR), Sólidos Disueltos Totales (SDT), Hierro Total (FE_TOT) y Manganeso Total (MN_TOT); 2 sitios presentaron una calidad media o semáforo amarillo dado que, presentaron una calidad indeseable para el parámetro de alcalinidad; y 4 sitios presentaron un semáforo rojo, es decir, incumplen con los parámetros de plomo, cromo, hierro y manganeso, lo cual implica que para los sitios con contaminantes de plomo y cromo se trata de aguas no aptas como abastecimiento de agua potable, mientras que para el caso de los sitios con excedentes de hierro y manganeso se describe como sin efectos a la salud pero el agua puede presentar colación. Estos indicadores se muestran en la siguiente tabla:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-28 Indicadores de Calidad de Aguas Subterráneas

Clave	OCAVM0018RNL21	OCAVM0019RNL	OCAVM0019RNL21	OCAVM0020RNL21	OCAVM2747	OCAVM2749	OCAVM2750	OCAVM2752	OCAVM2756
Sitio	POZO CJ 70 RANCHO SAN ISIDRO	POZO CK 13 EXHACIENDA SAN MATEO	POZO CK 13 EX HACIENDA SAN MATEO	POZO BS-1 RANCHO EL ROSARIO	POZO RFC-3 CAMINO _OP_NORTE LOS REYES-ECATEPEC	POZO RFC-15-BIS CAM_OP_NORTE LOS REYES	POZO RE- 10 BIS CAM_OP_NORTE LOS REYES	POZO 27 NORTE LOS REYES	POZO RT-28-BIS PUEBLO DE TEOLOYUCAN
Municipio	Cuautitlán	Melchor Ocampo	Melchor Ocampo	Coacalco de Berriozábal	Tultitlán	Tultepec	Ecatepec de Morelos	Ecatepec de Morelos	Teoloyucan
Acuífero	Cuautitlán-Pachuca	Cuautitlán-Pachuca	Cuautitlán-Pachuca	Cuautitlán-Pachuca	Cuautitlán-Pachuca	Cuautitlán-Pachuca	Cuautitlán-Pachuca	Cuautitlán-Pachuca	Cuautitlán-Pachuca
Subtipo	Pozo	Pozo	Pozo	Pozo	Pozo	Pozo	Pozo	Pozo	Pozo
Alcalinidad mg/L	380.964	579.805	343.04	722.82	212.685	330.34	365.6	369.18	389.11
Calidad alcalinidad	Alta	Indeseable como FAAP	Alta	Indeseable como FAAP	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Conductividad mS/cm	636	1730	825.5	1754.5	614.85	819.65	1027	1720.5	1323.5
Calidad conductividad	Buena para riego	Permisible para riego	Permisible para riego	Permisible para riego	Buena para riego	Permisible para riego	Permisible para riego	Permisible para riego	Permisible para riego
Sólidos disueltos totales (SDT) mg/L	394	-	702	1134	440	500	764	1012	496
Calidad SDT riego agrícola	Excelente para riego	-	Cultivos sensibles	Cultivos con manejo especial	Excelente para riego	Excelente para riego	Cultivos sensibles	Cultivos con manejo especial	Excelente para riego
Calidad SDT salinidad	Potable - Dulce	-	Potable - Dulce	Ligeramente salobres	Potable - Dulce	Potable - Dulce	Potable - Dulce	Ligeramente salobres	Potable - Dulce
Fluoruros mg/L	-	-	-	-	0.3508	0.3259	0.442	0.5784	0.3394
Calidad fluoruros	-	-	-	-	Baja	Baja	Media	Media	Baja
Dureza mg/L	247.71	425.74	306.31	290.64	151.065	159.685	311.875	416.3088	234.26
Calidad dureza	Potable - Dura	Potable - Dura	Potable - Dura	Potable - Dura	Potable - Dura	Potable - Dura	Potable - Dura	Potable - Dura	Potable - Dura
Coliformes fecales (coli fec) NMP/100 mL	19.18332609	20	8.306623863	10.72380529	8.508868166	<7,979946940913 05	<7,59515758618483	<7,5951575861 8483	12.26686347
Calida coli fec	Buena calidad	Buena calidad	Buena calidad	Buena calidad	Buena calidad	Buena calidad	Buena calidad	Buena calidad	Buena calidad
Nitrógeno de Nitratos N NO3 mg/L	-	-	-	-	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015

CONSULTA PÚBLICA

Clave	OCAVM0018RNL21	OCAVM0019RNL	OCAVM0019RNL21	OCAVM0020RNL21	OCAVM2747	OCAVM2749	OCAVM2750	OCAVM2752	OCAVM2756
Calidad N_no3	-	-	-	-	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Arsénico total mg/L	-	-	-	-	<0.00130105333333333	<0.001301	<0.001301	<0.001301	<0.001301
Calidad arsénico total	-	-	-	-	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Cadmio total mg/L	-	-	-	-	0.135033333	1.17E-03	1.20E-03	<0.0012	<0.0012
Calidad cadmio total	-	-	-	-	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Cromo mg/L	-	-	-	-	1.55E-03	1.69E-02	1.97E-02	4.69E-02	<0.00154
Calidad cromo total	-	-	-	-	No apta como FAAP*	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Mercurio total mg/L	4.95E-02	4.40E-02	<0.0015	<0.0015	3.68E-03	5.95E-03	2.14E-03	0.22420375	<0.00318375
Calidad mercurio total	-	-	-	-	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Plomo total mg/L	0.1105	<0.02	<0.025	<0.025	0.107115	5.77E-02	0.484128571	3.57E-02	8.76E-02
Calidad plomo total	-	-	-	-	Potable - Excelente	No apta como FAAP	No apta como FAAP	No apta como FAAP	Potable - Excelente
Manganeso total mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calidad manganeso total	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Sin efectos en la salud - Puede dar color al agua	Potable - Excelente
Hierro Total mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calidad hierro total	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Sin efectos en la salud - Puede dar color al agua	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Semáforo	**Verde**	**Amarillo**	**Verde**	**Amarillo**	**Rojo**	**Rojo**	**Rojo**	**Rojo**	**Verde**
Contaminantes	-	ALC,	-	ALC,	CR,	PB,	PB, FE,	PB, MN,	-

*FAAP: fuente de abastecimiento de agua potable.

CONSULTA PÚBLICA

4.2.1.1.6. Aire

En este apartado se describe la calidad del aire de acuerdo con los datos del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM), el cual presente información de contaminantes clasificados como criterio: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amonio (NH3), emitidos por las distintas fuentes.

El Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM), clasifica 4 tipos de fuentes emisoras de contaminantes:

Tabla 4-29 Tipos de Fuentes Emisoras de Contaminantes

Tipo	Fuente	Descripción
Antropogénica	Fuente fija	Son las instalaciones de ubicación fija, que tienen como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales de manufactura las cuales pueden generar emisiones contaminantes a la atmósfera.
	Fuente de área	Las fuentes de área representan aquellas fuentes pequeñas, numerosas y dispersas, y no pueden ser incluidas de manera eficiente en un inventario de fuentes fijas, sin embargo, colectivamente las fuentes de área representan un porcentaje significativo de las emisiones de contaminantes. En las fuentes de área se incluyen los comercios, servicios, casas habitación, entre otros.
	Fuentes móviles	Se trata de los vehículos con motores de combustión y similares, que debido a su funcionamiento generan o pueden a generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Las fuentes móviles carreteras incluyen: tractocamiones, autobuses, camiones, automóviles, motocicletas; mientras que las fuentes móviles no carreteras comprenden: aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, embarcaciones, equipo y maquinarias.
Natural	Fuentes biogénicas y erosión	Se trata de cualquier fuente o proceso natural en la vegetación y los suelos que generen emisiones, suelen incluirse las emisiones biogénicas, las emisiones del suelo y la erosión eólica.

CONSULTA PÚBLICA

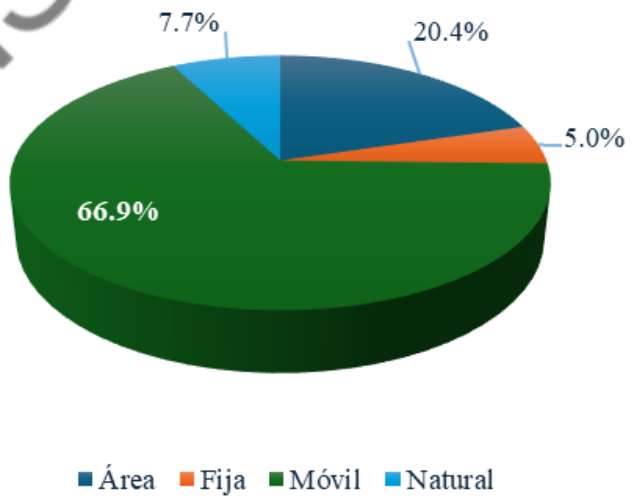
Esta información se presenta por municipio, por lo tanto, en este caso se describe para los municipios de en los cuales tiene presencia el SAR.

Como se observa en la siguiente tabla y gráficas, la mayor cantidad de contaminantes es emitida en los municipios de Ecatepec de Morelos y Tlalnepantla de Baz; en cuanto a las cantidades por tipo de fuente, se observa que la mayor cantidad de emisiones ocurre por fuentes móviles seguidas de fuentes de área.

Tabla 4-30 Toneladas de Contaminantes Criterio Emitidos en los Municipios en Donde se Encuentra el Área de Estudio

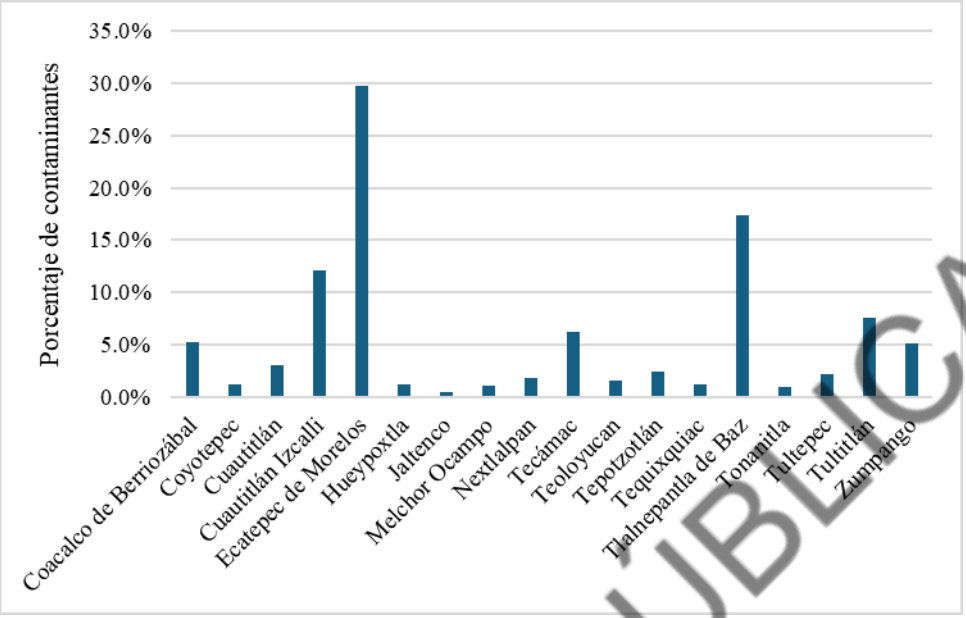
Municipio	Cantidad en toneladas					Porcentaje del total
	Área	Fija	Móvil	Natural	Total	
Coacalco de Berriozábal	3,229.83	75.17	16,791.84	38.88	**20,135.72**	**5.2%**
Coyotepec	676.06	1.42	1,539.66	2,559.90	**4,777.05**	**1.2%**
Cuautitlán	2,528.00	655.72	6,635.34	1,792.16	**11,611.21**	**3.0%**
Cuautitlán Izcalli	7,404.96	6,969.41	30,546.69	1,675.91	**46,596.96**	**12.1%**
Ecatepec de Morelos	19,636.30	2,748.92	91,770.66	39.33	**114,195.21**	**29.7%**
Hueypoxtla	1,584.98	0.57	960.61	2,035.86	**4,582.01**	**1.2%**
Jaltenco	537.98		831.00	352.86	**1,721.84**	**0.4%**
Melchor Ocampo	897.32	170.39	1,715.37	1,186.28	**3,969.37**	**1.0%**
Nextlalpan	2,357.08	1.14	884.94	3,633.89	**6,877.05**	**1.8%**
Tecámac	7,184.57	235.41	14,084.81	2,135.29	**23,640.08**	**6.2%**
Teoloyucan	1,622.01	13.45	2,556.28	1,590.26	**5,782.00**	**1.5%**
Tepotzotlán	3,271.79	1,435.76	3,343.22	1,128.05	**9,178.83**	**2.4%**
Tequixquiac	1,533.44		1,117.17	1,915.56	**4,566.17**	**1.2%**
Tlalnepantla de Baz	9,306.61	5,032.83	52,010.74	108.68	**66,458.86**	**17.3%**
Tonanitla	809.13		184.57	2,409.31	**3,403.01**	**0.9%**
Tultepec	1,615.77	7.47	5,102.69	1,413.34	**8,139.27**	**2.1%**
Tultitlán	6,095.98	1,872.15	20,601.93	266.31	**28,836.37**	**7.5%**
Zumpango	7,897.91	4.46	6,230.92	5,265.15	**19,398.44**	**5.1%**
Total general	**78,189.73**	**19,224.25**	**256,908.43**	**29,547.01**	**383,869.42**	**100.0%**
Porcentaje del total	**20.4%**	**5.0%**	**66.9%**	**7.7%**	**100.0%**	

Figura 4-33 Contaminantes Emitidos por Tipo de Fuente



CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-34 Porcentaje de Contaminantes Criterio por Municipio



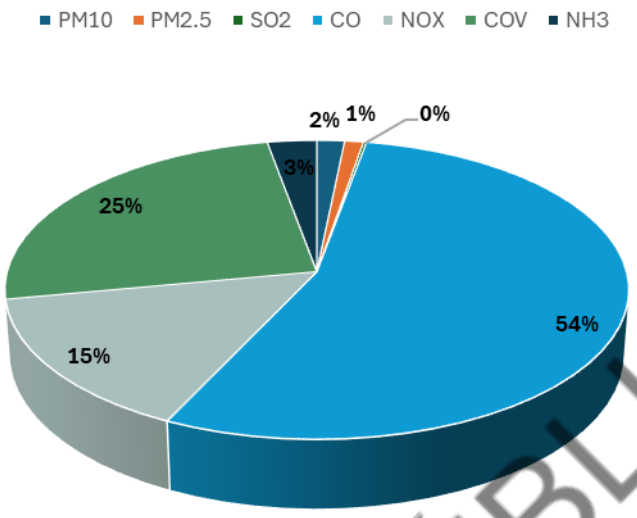
Con respecto a los contaminantes emitidos en los municipios mencionados, en la siguiente tabla y figura se observa que la mayor cantidad corresponde a CO, seguido de COV y NOx; los CO y NOx provienen de fuentes móviles como vehículos, los de COV provienen principalmente de fuentes de área y también móviles.

Tabla 4-31. Cantidad de contaminantes emitidos.

Contaminante criterio	Total ton	Porcentaje
PM10	6,172.80	1.6%
PM2.5	4,166.79	1.1%
SO2	701.01	0.2%
CO	208,069.29	54.2%
NOx	57,531.65	15.0%
COV	96,222.86	25.1%
NH3	11,005.02	2.9%
Total	383,869.42	100.0%

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-35 Porcentaje de Contaminantes Criterio



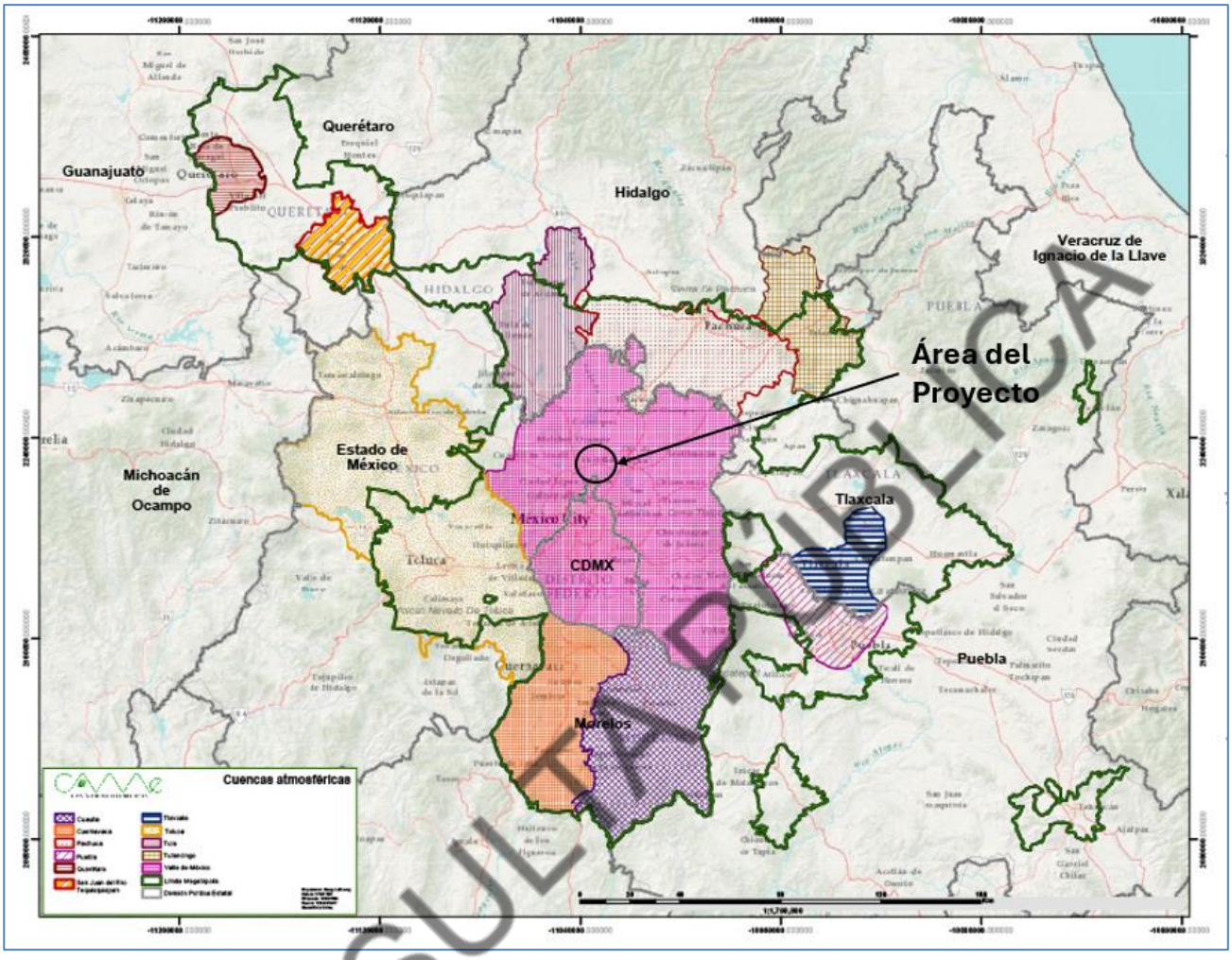
Por otro lado, de acuerdo con el INEEC, los principales gases responsables del efecto invernadero natural son los siguientes. En el caso del ozono (O3), el INEM comprende la estimación de sus dos principales precursores: óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, ambos sobresalientes en las gráficas anteriores.

- El vapor de agua (H2O) producido por la evaporación del agua.
- El dióxido de carbono (CO2) generado a partir de la respiración de los seres vivos, la descomposición de la materia orgánica muerta y los incendios naturales.
- El metano (CH4) emitido por los humedales y los rumiantes durante su proceso digestivo.
- El óxido nitroso (N2O) producido por la descomposición bacteriana de la materia orgánica.
- El ozono (O3) cuando resulta de la unión natural de tres átomos de oxígeno.

Por otra parte, se han identificado 67 cuencas atmosféricas en el país que el Gobierno Federal ha adoptado como sitios que deben ser atendidos por los ProAire. Éstas se refieren a regiones geográficas delimitadas parcial o totalmente por obstáculos de origen natural como líneas costeras, formaciones montañosas, entre otros, que atrapan volúmenes de aire de tal manera que dentro de estas se modifica la circulación general del mismo, dando lugar a la formación de vientos locales, diferentes del flujo libre, que influyen en la dispersión de contaminantes que provienen de su interior o de fuentes exógenas. Con respecto a estas unidades, el área de estudio se localiza en la cuenca atmosférica Valle de México, la cual abarca la zona norte y oriente del estado de México y la totalidad de la CDMX, como se observa en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-36 Ubicación del Área de Estudio en Una de las 67 Cuencas Atmosféricas



CONSULTA PÚBLICA

4.2.1.1.7. Confort sonoro

El confort sonoro es aquella situación en la que el nivel de ruido provocado por las actividades humanas resulta adecuado para el descanso, la comunicación y la salud de las personas (Anta y Enríquez, 2013).

La intensidad de las ondas sonoras se mide en decibeles, y cuando éstos se disparan el sonido se convierte en ruido. El límite de ruido aceptado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 65 decibeles, mientras que en nuestro país la NOM-081-SEMARNAT-1994 y el Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido, establecen las siguientes referencias:

Tabla 4-32 Límites Máximos Permisibles de Ruido

Tipo de fuente	Zona/tipo de vehículo	Horario/tiempo de exposición	Límite máximo permisible dB (A)	Referencia
Fijas	Residencial (exteriores)	6:00 a 22:00	55	Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido y NOM-081-SEMARNAT-1994-Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Ref. 03/12/2013
		22:00 a 6:00	50	
	Industriales y comerciales	6:00 a 22:00	68	
		22:00 a 6:00	65	
	Escuelas (áreas exteriores de juego)	Durante el juego	55	
	Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento.	4 horas	100	
Móviles	Automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares			
	Hasta 3 000 kg		79	
	Más de 3 000 kg y hasta 10 000 kg		81	
	Más de 10 000 kg		84	
	Motocicletas, bicicletas y triciclos motorizados		84	

Este factor ambiental ha sido poco estudiado, particularmente en el SAR no se cuenta con estudios que refieran a la contaminación por ruido, sin embargo, de acuerdo con las referencias normativas, así como con referencias bibliográficas acerca de los dB que emiten algunas fuentes e información acerca de las actividades que se realizan en el SAR, y conforme a las observaciones realizadas durante la visita al sitio, se pueden inferir los niveles de ruido comúnmente presentes en la región.

En el SAR generalmente las principales fuentes de emisión de ruidos serían móviles, específicamente vehículos de todo tipo, los cuales, conforme a las siguientes referencias podrían generar hasta 90 dB, especialmente en las áreas aledañas a las vialidades, como es el caso del área del Proyecto y su AI en la zona de la línea de conducción.

Tabla 4-33 Niveles de Ruido Generado por Diferentes Fuentes

Generador de ruido	Potencia sonora dB
Ruido de hojas	15
Zumbido de mosquito	45
Conversación normal	55
Sonido de pájaros	60
Aspiradora	70
Ruido de tráfico	80

CONSULTA PÚBLICA

Generador de ruido	Potencia sonora dB
Compresor de aire	90
Martillo neumático	100
Retroexcavadora	77.8
Minicargador	87.5
Motoniveladora	82.7
Excavadora	80.5
Camión Mixer	90.6
Camión cisterna	69.6

4.2.1.2. Medio biótico

En este apartado se describe la diversidad de tipos de vegetación, flora y fauna presente en el SAR, AI y área del Proyecto, en donde se incluye información cartográfica, bibliográfica e información derivada de observaciones y recorridos realizados en el sitio.

En este apartado se presentan los principales resultados del estudio de Caracterización de la vegetación, realizado para el Proyecto, AI y SAR, el cual se incluye en extenso como anexo 08, y del estudio de Caracterización de fauna incluido como anexo 09.

4.2.1.2.1. Uso de suelo y vegetación

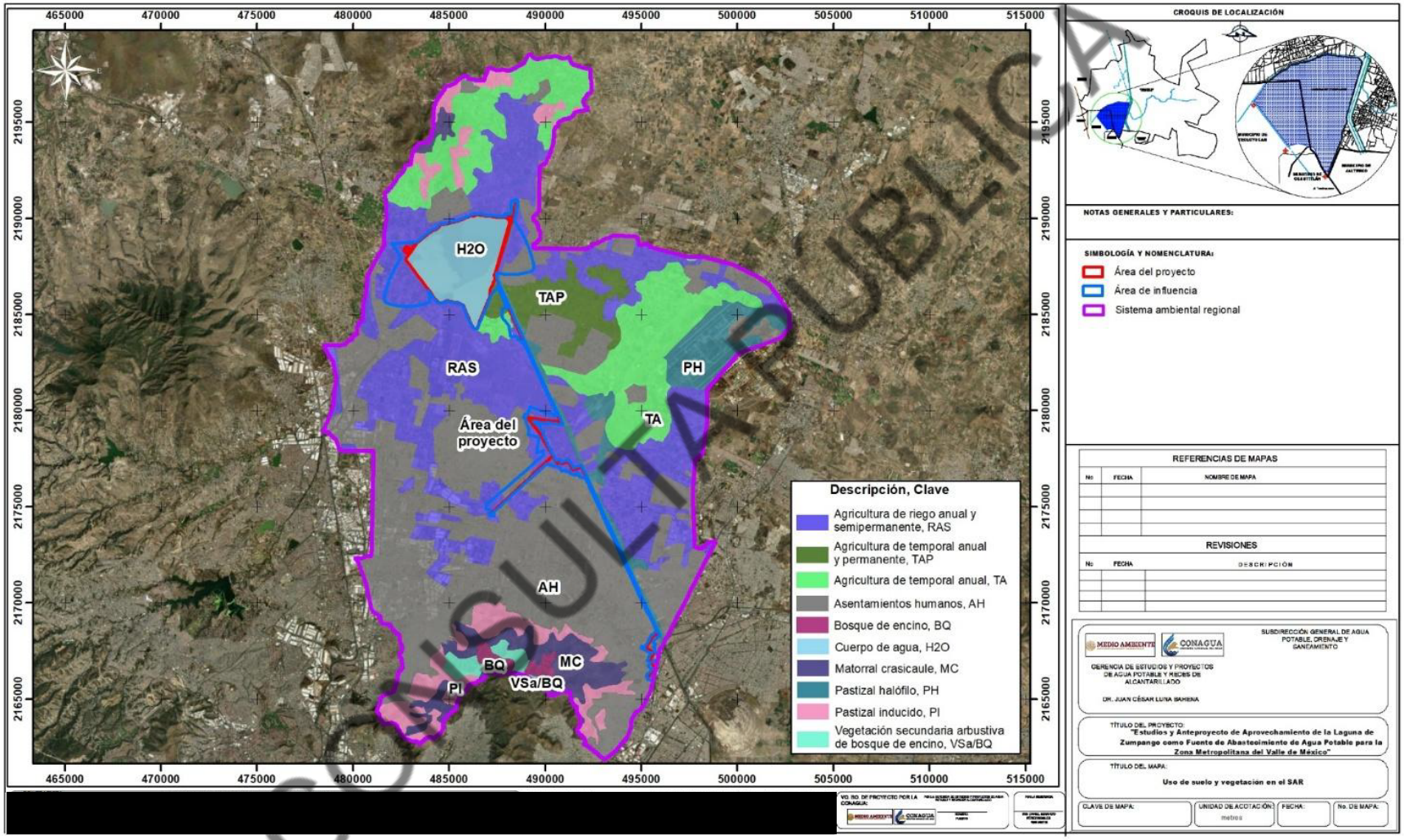
La presencia de uso de suelo y vegetación presente en el SAR y AI se identificó con base en la cartografía de uso de suelo y vegetación (USV), serie VII escala 1:250 000 del INEGI (2017); mientras que, para el área del Proyecto, se llevó a cabo además la reclasificación del USV con base en los puntos visitados, interpretación de imágenes satelitales de Google Earth e imágenes aéreas obtenidas con dron, obteniéndose una capa digitalizada en formato shapefile y kmz en el sofware QGIS, mismo que se incluye como anexo 07 de la MIA-R.

a) Uso de suelo y vegetación en el SAR y AI

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación (USV), serie VII escala 1:250 000 del INEGI (2017), se observó que en el SAR se tiene la presencia de tipos de vegetación de bosque de encino en fase primaria y secundaria, matorral crasicaule (sin embargo, las actividades del Proyecto no se desarrollan dentro de esa área) y; también se tienen usos de suelo no forestales de pastizal halófilo, pastizal inducido, agricultura, asentamientos humanos y cuerpo de agua, siendo dominantes los usos de agricultura y asentamientos humanos; como se observa en la **Figura 4-37**.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-37 Uso de Suelo y Vegetación del Área de Estudio de Acuerdo con el INEGI



CONSULTA PÚBLICA

En la siguiente tabla se evidencia que, el SAR presenta en la mayor parte de su superficie (38.9%) asentamientos humanos y agricultura de riego anual y semipermanente (27.1%), pastizal halófilo en el 4.9%, y sólo una mínima proporción presenta vegetación forestal correspondiente a matorral crasicaule en el 3.5% de la superficie, y bosque de encino en el 1.5% considerando su vegetación primaria y secundaria.

Tabla 4-34 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación Presente en el SAR Conforme a INEGI

Clave	Descripción	Ha	Porcentaje
AH	Asentamientos humanos	19,410.0769	38.9%
BQ	Bosque de encino	294.1633	0.6%
H2O	Cuerpo de agua	1,830.8919	3.7%
MC	Matorral crasicaule	1,760.2477	3.5%
PH	Pastizal halófilo	2,431.0276	4.9%
PI	Pastizal inducido	2,505.5404	5.0%
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	13,492.1844	27.1%
TA	Agricultura de temporal anual	6,105.6457	12.2%
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	1,591.2634	3.2%
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	451.1112	0.9%
Total general		49,872.1524	100.0%

Conforme a esta cartografía, en el AI la mayor parte de la superficie (51.8%) se encuentra ocupada por cuerpo de agua correspondiente a la Laguna de Zumpango, seguida de agricultura de riego anual y semipermanente en el 30.2%, y pastizal halófilo (4.8%).

Tabla 4-35 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación Presente en el AI Conforme a INEGI

Clave	Descripción	Ha	Porcentaje
AH	Asentamientos humanos	409.0874	11.6%
H2O	Cuerpo de agua	1,830.6843	51.8%
PH	Pastizal halófilo	170.5112	4.8%
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	1,069.0589	30.2%
TA	Agricultura de temporal anual	32.5992	0.9%
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	22.7393	0.6%
Total general		3,534.6802	100.0%

CONSULTA PÚBLICA

b) Uso de suelo y vegetación en el AP

USV conforme a INEGI

Conforme a la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VII escala 1:250 000 del INEGI el área del Proyecto general se ubica la mayor parte en cuerpo de agua correspondiente a la Laguna de Zumpango, así como otros usos de suelo como asentamientos humanos y agricultura; destaca su incidencia en áreas clasificadas por el INEGI como pastizal halófilo en 29.0303 ha.

Tabla 4-36 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación Presente en el AP General Conforme a INEGI

Clave	Descripción	Ha	Porcentaje
AH	Asentamientos humanos	10.8305	0.6%
H2O	Cuerpo de agua	1,813.7235	95.7%
PH	Pastizal halófilo	29.0303	1.5%
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	42.2443	2.2%
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	0.0019	0.0%
Total general		1,895.8304	100.0%

Dado que no toda el área del Proyecto tendrá incidencia de componentes, en la siguiente tabla también se presenta la tabla de USV del INEGI sólo para las áreas que resultarán afectadas por el desplante de algún tipo de estructura, correspondiente a una superficie de 122.2203 ha.

Tabla 4-37 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación Presente en el Área con Desplante de Componentes del Proyecto Conforme a INEGI

Clave	Descripción	Total afectación (ha)	Porcentaje
AH	Asentamientos humanos	10.8305	8.9%
H2O	Cuerpo de agua	56.1513	45.9%
PH	Pastizal halófilo	26.0576	21.3%
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	29.1809	23.9%
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	0.0000	0.0%
Total general		122.2203	100.0%

USV determinado en campo

De la superficie general del Proyecto de 1,895.8304 ha, se obtiene que 2.9123 ha corresponden agricultura, 14.9641 ha a áreas desprovistas de vegetación, 0.5685 ha a asentamientos humanos, 0.0365 ha a canales, 1,828.0572 ha a cuerpo de agua, 0.6050 ha a hileras de arbolado, 4.5417 ha a pastizal cultivado, 2.6479 ha a pastizal halófilo y 41.4972 ha a pastizal inducido, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4-38 Superficies por Usos de Suelo y Vegetación de Campo en el Área Total del Proyecto

Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha	Porcentaje %
Agricultura	2.9123	0.15
Área desprovista de vegetación	14.9641	0.79
Asentamientos humanos	0.5685	0.03
Canal	0.0365	0.00
Cuerpo de agua	1,828.0572	96.43

CONSULTA PÚBLICA

Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha	Porcentaje %
Hileras de arbolado	0.6050	0.03
Pastizal cultivado	4.5417	0.24
Pastizal halófilo	2.6479	0.14
Pastizal inducido	41.4972	2.19
Suma	**1,895.8304**	**100.00**

Así mismo, en la siguiente tabla se muestra el USV determinado en campo para la superficie que presentará desplante de componentes del Proyecto, ya sean temporales o permanentes, correspondiente a una superficie total de 122.2203 ha.

Tabla 4-39 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación de Campo en el Área de Desplante de Componentes del Proyecto

Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie con afectación permanente o temporal (ha)
Agricultura	2.9123
Área desprovista de vegetación	14.8796
Asentamientos humanos	0.5685
Canal	0.0365
Cuerpo de agua	54.9454
Hileras de arbolado	0.6050
Pastizal cultivado	4.5417
Pastizal halófilo	2.6479
Pastizal inducido	41.0833
Suma	122.2203

Así mismo, en la siguiente tabla se desglosa el uso de suelo y vegetación por tipo de afectación.

Tabla 4-40 Superficie por Uso de Suelo y Vegetación de Campo con Respecto al Tipo de Afectación en el AP

Uso de suelo y vegetación de campo	Afectación			Superficie en ha
	Permanente (ha)	Temporal (ha)	Sin afectación (ha)	
Agricultura	0.2888	2.6235		2.9123
Área desprovista de vegetación	6.1011	8.7785	0.0845	14.9641
Asentamientos humanos	0.0769	0.4917		0.5685
Canal	0.0083	0.0282		0.0365
Cuerpo de agua	54.9454		1,773.1118	1,828.0572
Hileras de arbolado	0.6050			0.6050
Pastizal cultivado	4.5417			4.5417

CONSULTA PUBLICA

Uso de suelo y vegetación de campo	Afectación			Superficie en ha
	Permanente (ha)	Temporal (ha)	Sin afectación (ha)	
Pastizal halófilo	2.6479			2.6479
Pastizal inducido	12.5016	28.5817	0.4139	41.4972
Suma	**81.7168**	**40.5035**	**1,773.6102**	**1,895.8304**

De acuerdo con el análisis anterior de los usos de suelo y vegetación presentes en el área del Proyecto de la PTAP-R se sitúa dentro de la vegetación caracterizada como pastizal halófilo en una superficie de 2.6479 ha.

La superficie identificada con cobertura de pastizal halófilo no se considera vegetación forestal para efectos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, debido a que corresponde a una comunidad predominantemente herbácea asociada a zonas salinas e hidrófilas, con condiciones de disturbio y fragmentación derivadas de actividades antrópicas e infraestructura existente en el entorno de la Laguna de Zumpango.

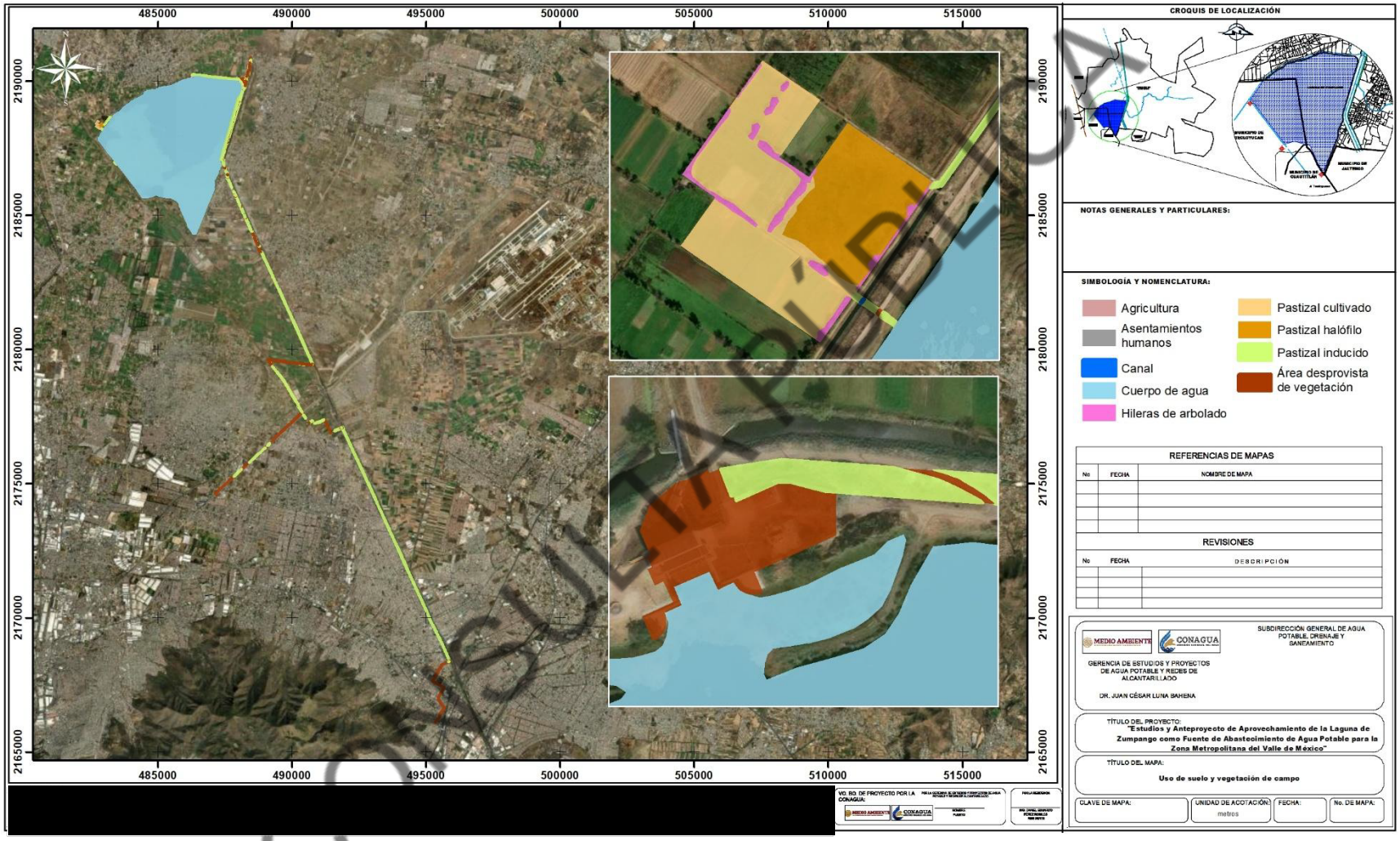
Si bien esta cobertura vegetal presenta importancia ecológica local como vegetación asociada al humedal, no constituye un ecosistema forestal en términos de composición, estructura y vocación del suelo conforme a los criterios técnicos aplicados para la identificación de terrenos forestales y vegetación forestal previstos en la LGDFS y su Reglamento.

La cobertura observada carece de estrato arbóreo o arbustivo dominante, continuidad ecológica forestal y características propias de bosques, selvas, vegetación de zonas áridas o ecosistemas forestales análogos, por lo que no se configura el supuesto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En las siguientes figuras se muestra la distribución de estos usos de suelo en las diferentes zonas del área del Proyecto.

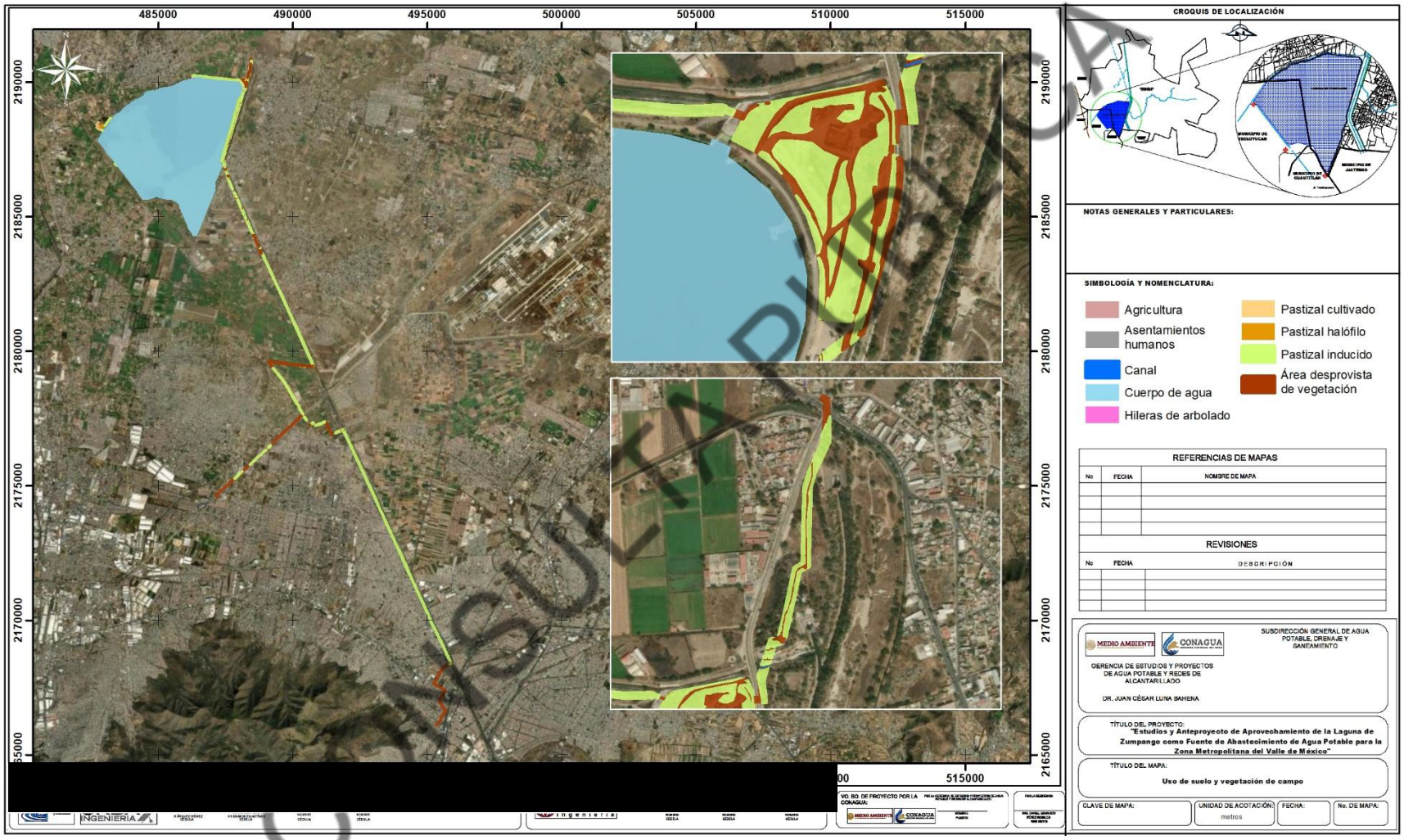
CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-38 Uso de Suelo y Vegetación Determinado en Campo en el AP (1 de 5)



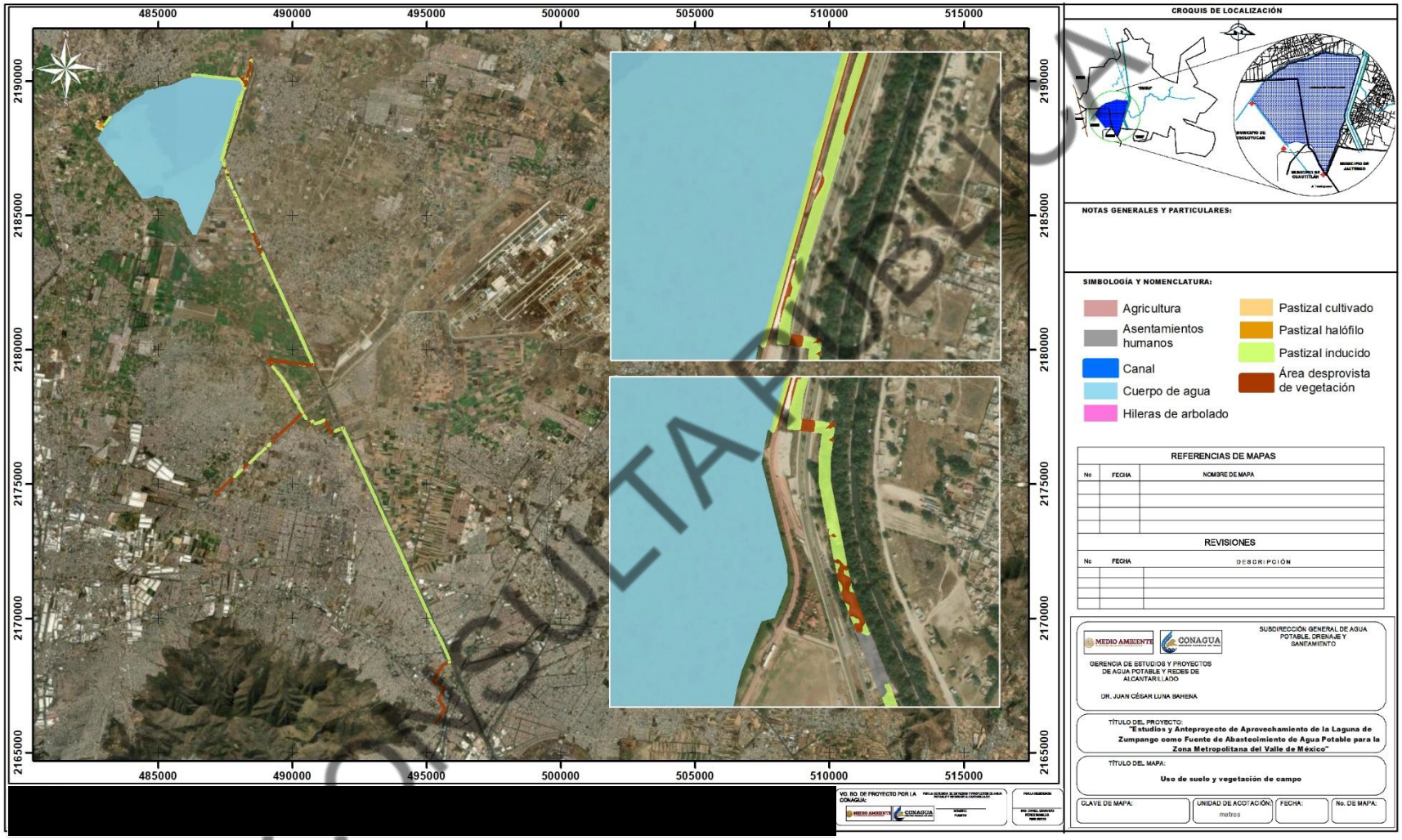
COPIA PÚBLICA

Figura 4-39 Uso de Suelo y Vegetación Determinado en Campo en el AP (2 de 5)



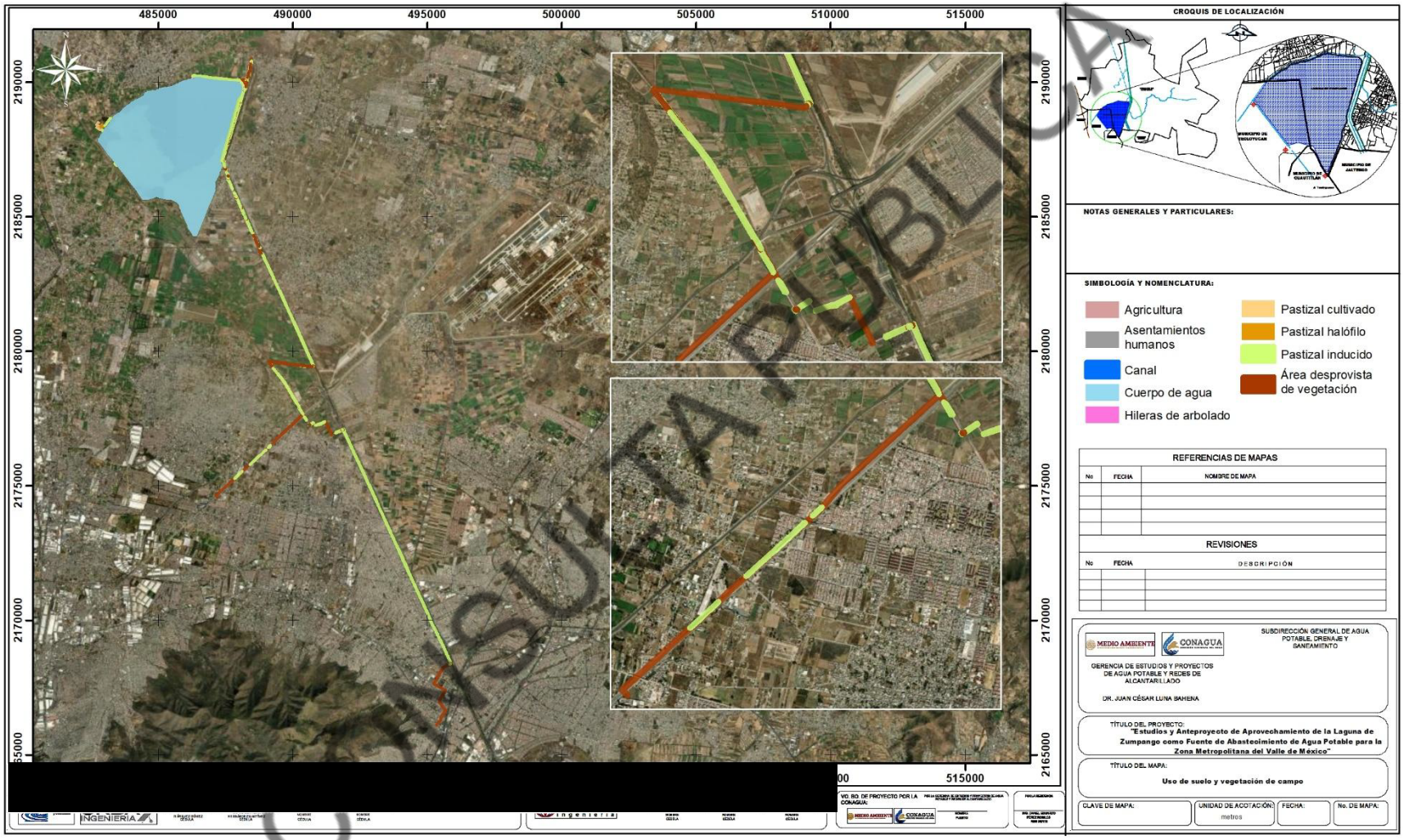
COMISIÓN PÚBLICA

Figura 4-40 Uso de Suelo y Vegetación Determinado en Campo en el AP (3 de 5)



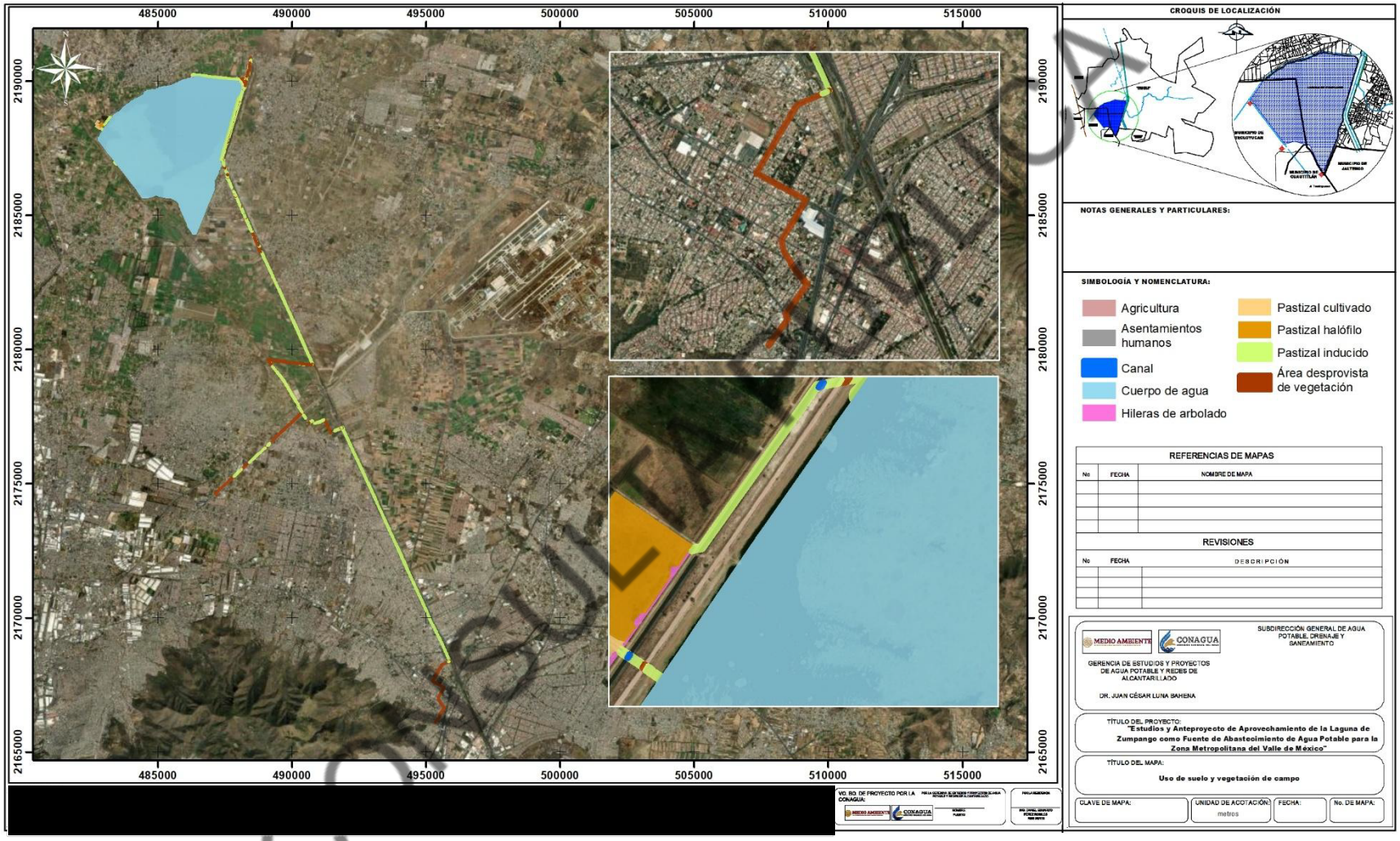
CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-41 Uso de Suelo y Vegetación Determinado en Campo en el AP (4 de 5)



COPIA PÚBLICA

Figura 4-42 Uso de Suelo y Vegetación Determinado en Campo en el AP (5 de 5)



c) Descripción de usos de suelo y vegetación presentes en el SAR, AI y AP

En seguida se muestra la descripción de los usos de suelo y vegetación presentes en el área de estudio, conforme a la Guía para la interpretación de la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI y conforme a las observaciones de campo, como parte de la metodología para identificar el uso de suelo y vegetación de campo se tomaron fotografías aéreas con drone marca DJI modelo Air 2S, estaa fueron tomadas los días del 22 al 25 de septiembre de 2025, 30 de noviembre de 2025, 14 de diciembre de 2025 y 28 de marzo de 2026.

- Bosque de encino (SAR)

Este tipo de vegetación se tiene identificado en fase primaria y secundaria únicamente en la zona sur del SAR en la Sierra de Guadalupe.

Este tipo de vegetación se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Preferentemente se encuentra sobre la exposición norte y oeste, pero se le puede encontrar en otras. Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus* (más de 200 especies en México); estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, el tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos. En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos.

Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnolifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, Q. *scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Son arboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

- Matorral crasicaule (SAR)

Se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte del país. Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. Algunas especies comunes son: *O. hyptiacantha, O. robusta, O. leucotricha, O. cantabrigiensis, O. tomentosa, O. violacea, O. imbricata (Cardenche), O. cholla* (Cholla), y otras diversas asociaciones que dependiendo del gradiente latitudinal y de tipos de suelos puede tener una diferente fisonomía. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4 m, excepcionalmente más, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la presencia de numerosas plantas herbáceas y otras cilindropuntias.

- Desprovisto de vegetación

Son áreas que carecen de cobertura vegetal. Dentro del área de estudio, estas áreas corresponden a vialidades, caminos y brechas en donde no hay un uso aparente, se incluyó esta clasificación como resultado de la clasificación del USV de campo en el AP, como se evidencia en las siguientes fotografías.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-43 Áreas Desprovistas de Vegetación Correspondientes a Brechas de Terracería Sobre la Cual Incidirá Parte de la Trayectoria de Línea de Conducción





- Asentamientos humanos

Un asentamiento humano se define como el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que la integran, (SNIEG, 2010).

Dentro del SAR y AI este uso de suelo corresponde a las diferentes localidades que forman parte de la Zona Metropolitana del Valle de México, principalmente de los municipios Tultitlán, Ecatepec de Morelos, Coacalco de Berriozábal, Tultepec, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Melchor Ocampo y Teoloyucan, por mencionar los que ocupan mayor superficie.

- Cuerpo de agua

Extensión del territorio cubierta por agua, que en el caso del área de estudio comprende la Laguna de Zumpango, sus condiciones se muestran en las siguientes evidencias fotográficas, en donde se observa que algunas zonas de este cuerpo de agua se encuentran cubiertas por vegetación hidrófila de lirio (*Pontederia crassipes*).

Figura 4-44 Cuerpo de Agua Laguna de Zumpango





CONSULTA PÚBLICA

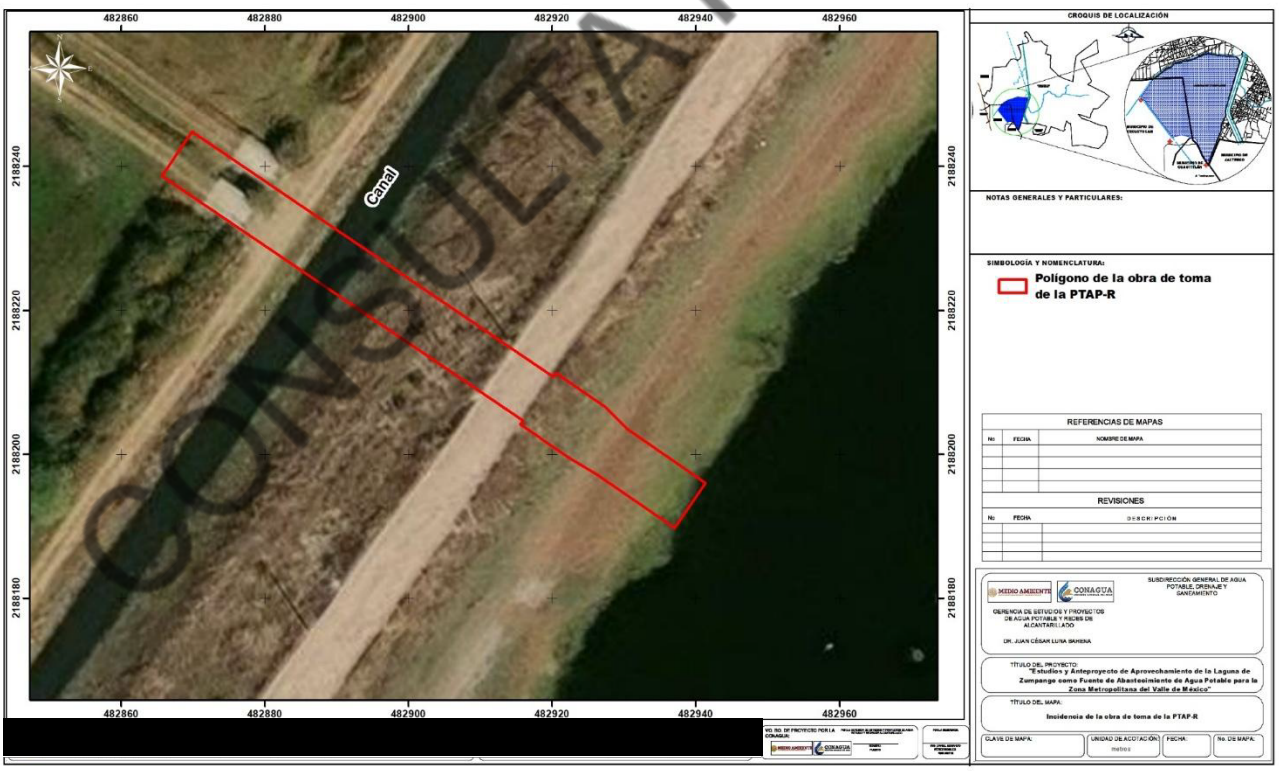




- Canal

Se incluyó está clasificación en el USV del área del Proyecto con el fin de indicar el área de incidencia de este en sus cruces con canales, y con el fin de diferenciarlos del cuerpo de agua correspondiente a la Laguna de Zumpango. Los cruces serán con los componentes PTAP-R, Obra de desfogue de PTAP-R y línea de conducción, como se muestra en las siguientes figuras.

Figura 4-45 Cruce con Canal de la Obra de Toma de la PTAP-R



CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-46 Incidencia en Canal del Desfogue de la PTAP-R

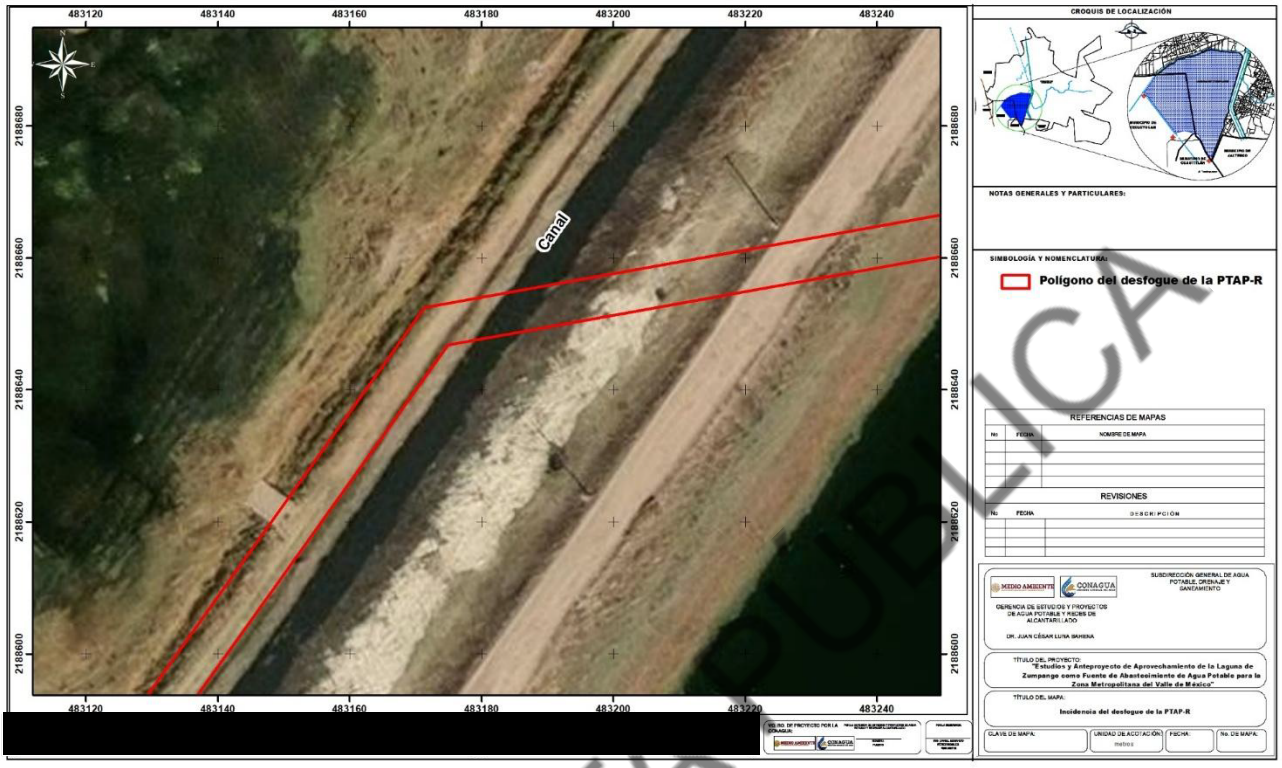
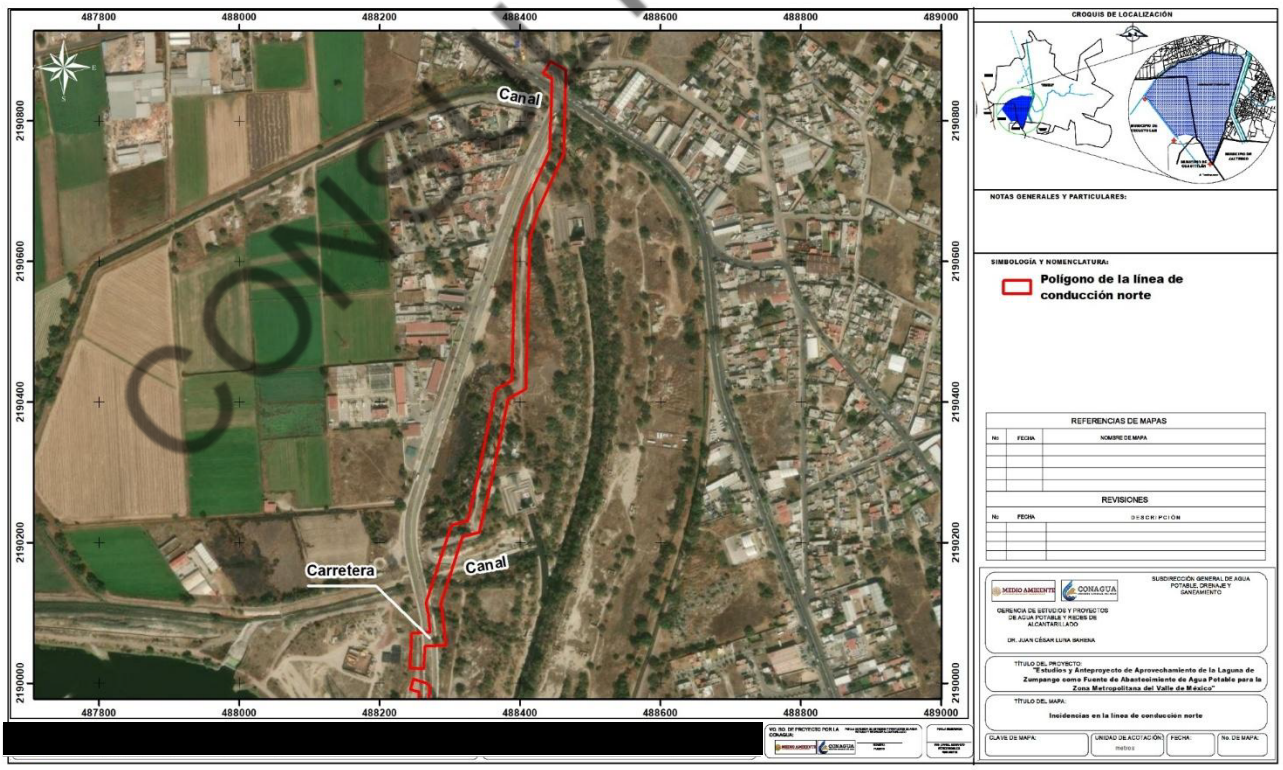
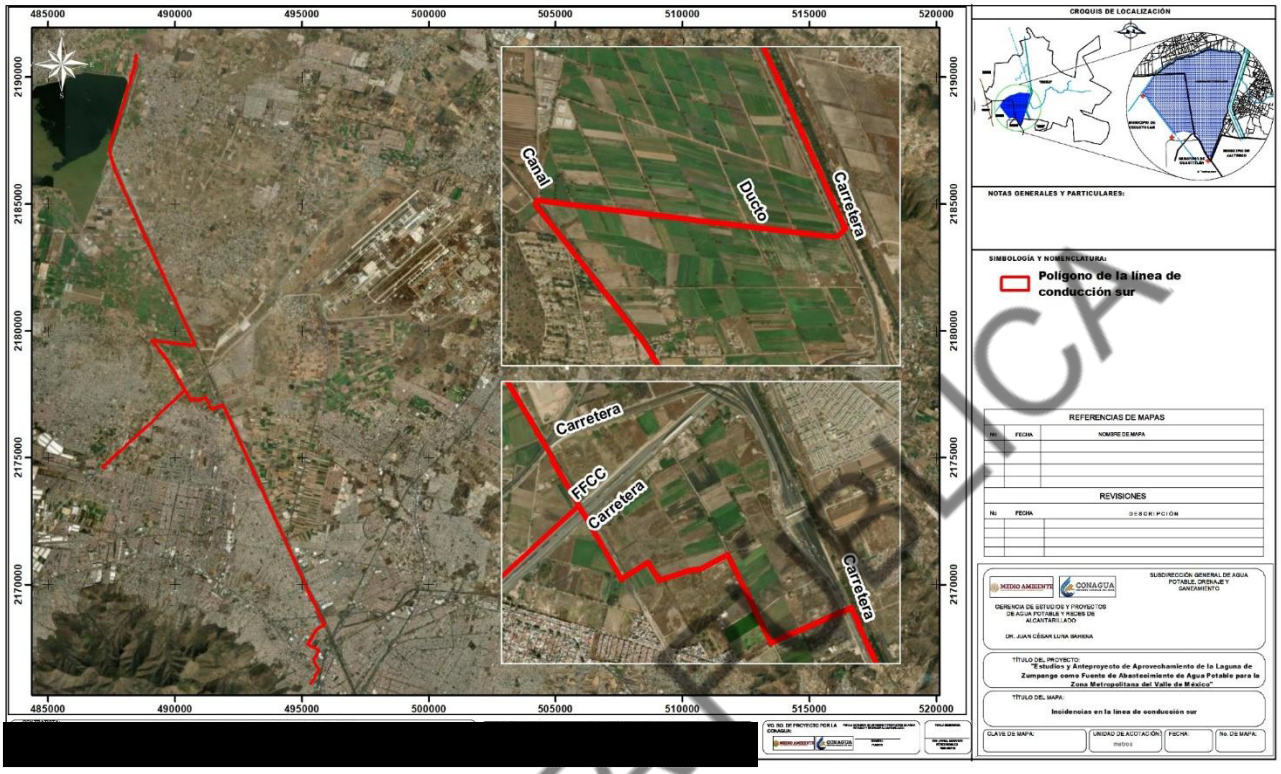


Figura 4-47 Cruces en la Línea de Conducción Norte



COPIA CONTROLADA

Figura 4-48 Cruces en la Línea de Conducción Sur (2 de 3)



- Pastizal inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

En los sitios visitados principalmente en el AI y área del Proyecto se observó la presencia de pastizal inducido con ejemplares arbóreos dispersos de *Casuarina sp*., *Schinus molle* (pirul), *Eucalyptus sp*. (eucalipto), así como ejemplares del género Opuntia (nopales).

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-49 Áreas con Presencia de Pastizal Inducido

	
Pastizal inducido en la trayectoria de línea de conducción.	Pastizal inducido en el predio de la planta potabilizadora.

- Agricultura

En el área de estudio se tiene registrado el uso de agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de temporal anual y agricultura de temporal anual y permanente, usos de suelo que presentan las siguientes características:

Agricultura de riego: estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a parir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural.

Agricultura de temporal: tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

Anuales: son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

Semipermanentes: su ciclo vegetativo dura entre dos y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.

CONSULTA PÚBLICA

Permanentes: la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

En el caso del área del Proyecto, este tiene incidencia en áreas agrícolas en su componente línea de conducción, como se muestra en las siguientes evidencias fotográficas.

Figura 4-50 Uso de Suelo Agrícola en la Línea de Conducción de Agua Potable





- Pastizal halófilo

Comunidad de gramíneas y graminoides que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras.

Su distribución comprende todo el Altiplano, desde Chihuahua y Coahuila, hasta Jalisco, Michoacán, Valle de México, Puebla y Tlaxcala, así como de algunas porciones de planicies costeras de la parte norte del país. Cuando los cloruros y los sulfatos son las sales predominantes, el pH del suelo donde se desarrollan estos pastizales se mantiene generalmente entre 7 y 8.5, en cambio, de ser los carbonatos los más abundantes, la reacción es fuertemente alcalina. Estos suelos, por lo común, son de textura arcillosa y de drenaje deficiente y muchas veces están sujetos a inundaciones más o menos prolongadas.

La humedad del suelo, así como el contenido de sales y su alcalinidad pueden tener una variación acentuada a lo largo del año y muchas veces también de un año a otro.

Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas. Los pastizales halófilos del Altiplano varían por lo común, de bajos a medianos (hasta 80 cm de alto) y, en general, son densos. Con el objetivo de estimular la aparición de retoños tiernos estos pastizales son quemados periódicamente.

En general, las gramíneas dominantes son más bien rígidas y solo sus partes tiernas constituyen un forraje atractivo para el ganado. Desde luego que las gramíneas no son las únicas plantas que pueden crecer en tales condiciones, pero con frecuencia son las dominantes y las que definen la fisonomía de las comunidades vegetales que ahí habitan.

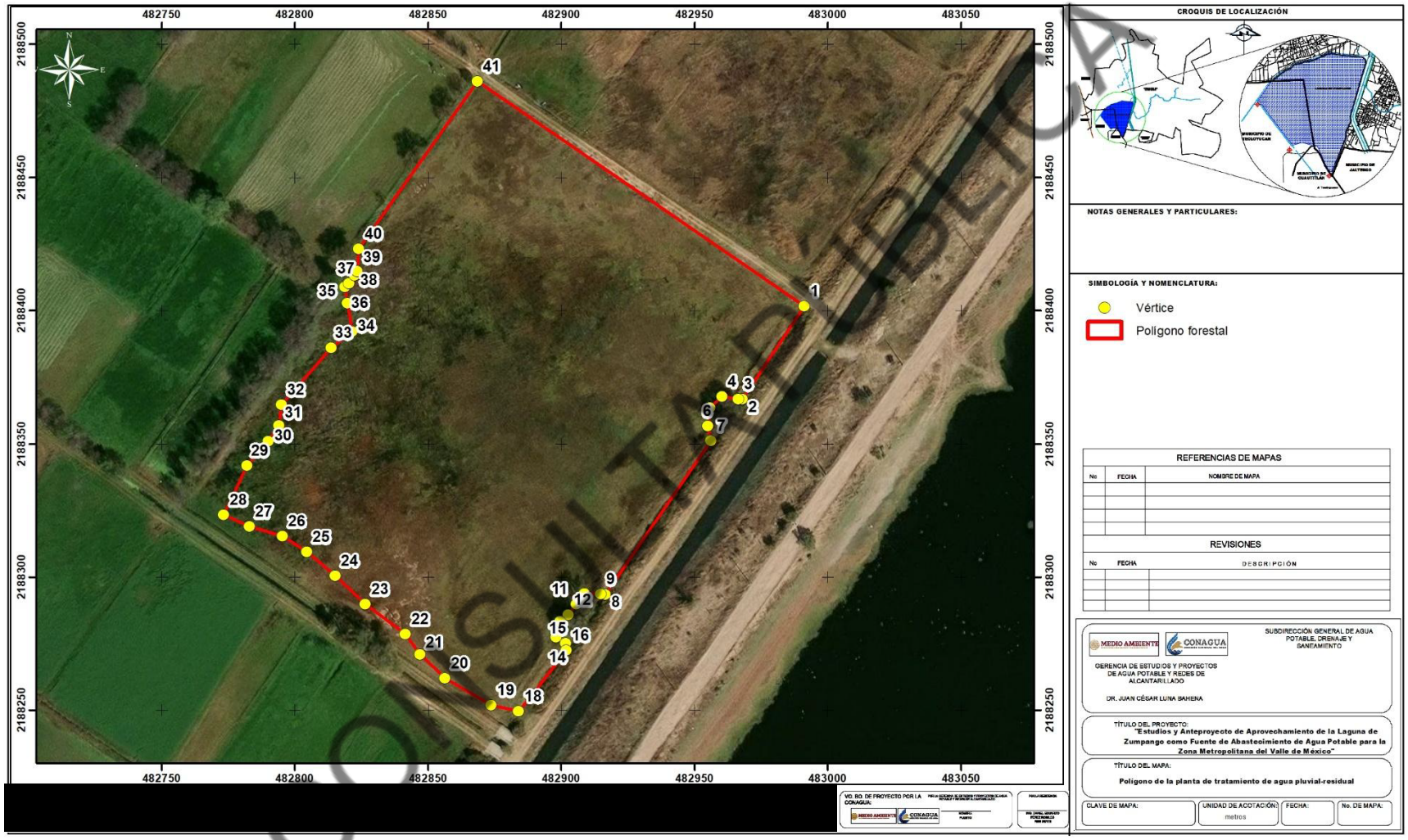
Este tipo de vegetación se identificó en el SAR, AI y AP, específicamente en el AP la cartografía del INEGI señala una superficie mayor con este tipo de vegetación, correspondiente a una superficie total

CONSULTA PÚBLICA

de 29.0303 ha y una superficie de afectación de 26.0576 ha, sin embargo, con base en el trabajo de campo se determinó que la superficie total y de afectación corresponde a 2.6479 ha, dado que la mayor parte de la zona indicada por el INEGI con pH comprende áreas modificadas asociadas al Gran Canal, no obstante con base en los puntos de verificación en esta zona se observó que se trata de pastizal inducido, áreas desprovistas de vegetación y asentamientos humanos, no se observó dominancia de especies características de pastizal halófilo; mientras que en el predio en donde se ubicará la PTAP-R se identificó este tipo de vegetación, cuya ubicación se muestra en la siguiente figura. Las coordenadas de esta área, así como sus archivos shapefile y kmz se encuentran en el Anexo 2.4.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-51 Ubicación de Pastizal Halófilo en el Área del Proyecto



CONSULTA PÚBLICA

- **Hileras de arbolado**

Se trata de individuos aislados que fueron plantados a manera de cortinas rompevientos o como líneas divisorias de parcelas, en estas franjas se observaron ejemplares principalmente de sauces, fresnos y eucalipto, los cuales no presentan una continuidad ecosistémica. Las cantidades contabilizadas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4-41 Cantidad de Ejemplares Arbóreos Presentes en las Hileras de Arbolado

Especie	Nombre común	Número de ejemplares
Salix babylonica	Sauce	54
Eucaliptus camaldulensis	Eucalipto	1
Fraxinus uhdei	Fresno	5
Total		60

CONSULTA PÚBLICA

En el estrato herbáceo de estas franjas prosperan especies típicas de vegetación ruderal, cuya composición se caracteriza por la presencia de especies sinantrópicas que prosperan en sitios perturbados, como es esta zona, en la cual se realizan labores de cultivo del pastizal adyacente. En la siguiente figura se muestran las hileras de arbolado presentes en la PTAP-R.

Figura 4-52 Hileras de Arbolado Presentes en el Área PTAP-R



En el estudio de Caracterización de vegetación incluido como anexo 08 se incluye mayor cantidad de evidencias fotográficas de los diferentes usos de suelo y vegetación, así como la descripción de los sitios visitados por componente del Proyecto.

4.2.1.2.2. Flora

La identificación de la flora presente en el área de estudio se llevó a cabo por medio de revisión bibliográfica a nivel del SAR y sitios de verificación en el AI y AP.

a) Listado potencial de especies con distribución en el área de estudio

Con la finalidad de presentar información de flora de la región que cubre el SAR, dada su extensión y restricciones de acceso y seguridad para llevar a cabo un muestreo o verificación en diversos puntos de esta zona, se elaboró un listado de especies florísticas con distribución potencial tanto en el SAR, como en las áreas del Proyecto y AI, para lo cual se consultaron diferentes bases de datos de colecciones científicas, tales como Global Biodiversity Information Facility (GBIF[10]), Integrated Digitalized Biocollections[11] (iDigBio), el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México[12] (SNIB) y Naturalista[13] de CONABIO; estas bases de datos incluyen información a nivel nacional e internacional, concentra todos los registros provenientes de colecciones científicas y cuenta con registros georreferenciados, por lo cual fue posible ubicarlos en el contexto del SAR y AI.

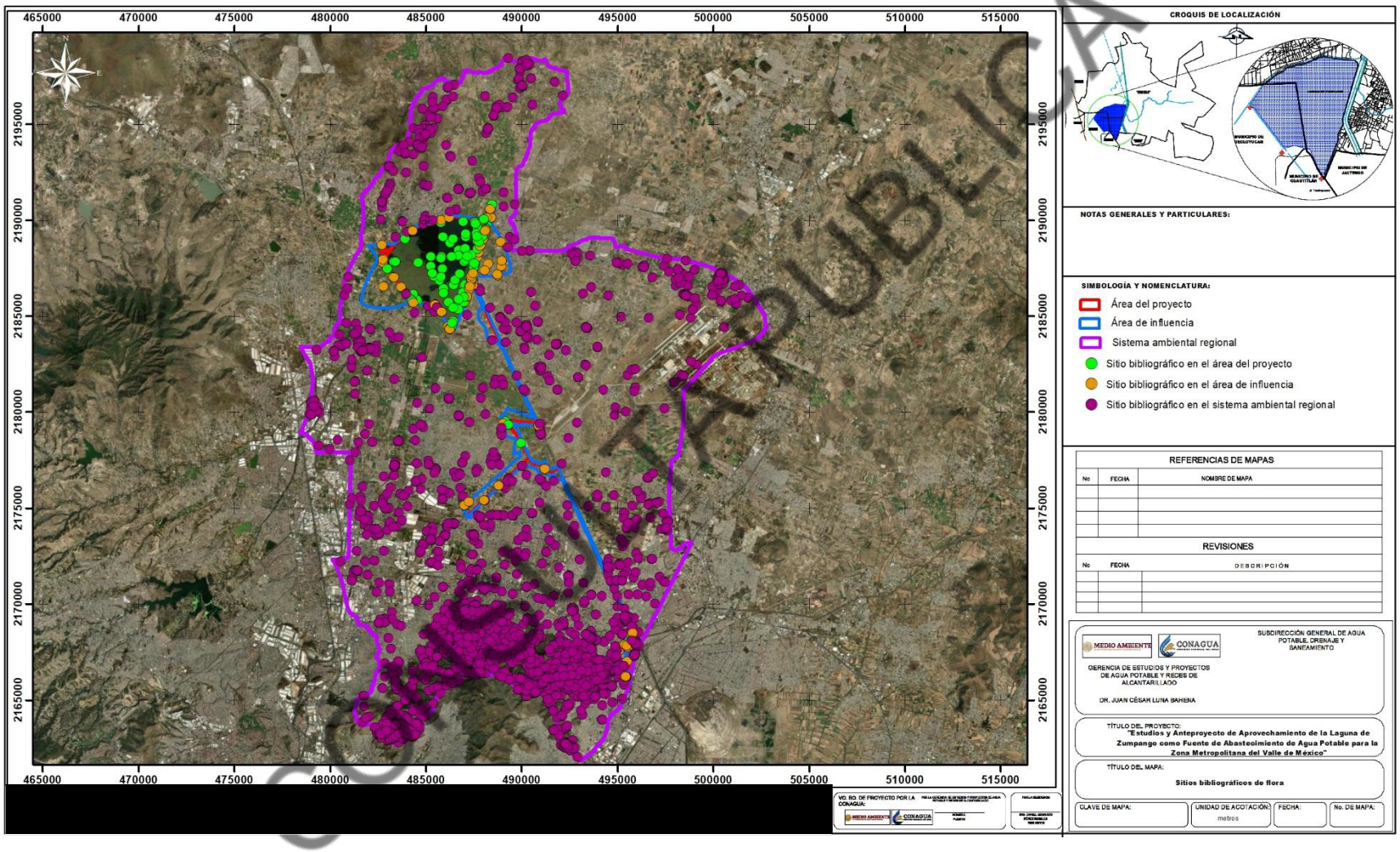
De los registros obtenidos, se procedió a filtrar aquellos registros con incidencia en el SAR, AI y AP en el software QGIS 3.28.10, para posteriormente realizar su depuración en una hoja de cálculo de Excel, eliminando aquellos datos correspondientes a registros con fecha anterior a 2010, taxones fósiles, extintos y nombres no validados.

Como resultado de la revisión bibliográfica realizada, se obtuvo el registro de 633 especies correspondientes a 373 géneros, 113 familias, 43 órdenes y 6 clases; de las cuales en el AI incidieron 120 especies y 66 en el AP. En la siguiente figura se muestra la distribución de los registros en el área de estudio, en donde se observa que, la mayoría de los registros se concentran en la zona sur en la Sierra de Guadalupe.

CONSULTA PÚBLICA

[10]GBIF. https://www.gbif.org/
[11]INDIGBIO. https://www.idigbio.org/
[12]SNIB. https://www.snib.mx/
[13]Naturalista. https://www.naturalista.mx/

Figura 4-53 Distribución de Registros Bibliográficos de Flora en el Área de Estudio



En la siguiente tabla se muestra el listado de las especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o endémicas registradas, indicándose su clasificación taxonómica, nombre común, forma de crecimiento, ambiente, categorías de riesgo y distribución, de estas se indican aquellas que incidieron en el AI o AP, mientras que, el listado completo, así como el archivo shapefile de los registros se incluye como anexo 8.2.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-42 Listado de Especies de Flora en Riesgo y Endémicas Registradas Bibliográficamente Para el Área de Estudio

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente[14]	Forma de crecimiento[15]	Nombre común	CITES[16]	IUCN[17]	NOM 059[18]	Distribución[19]
Lycopodiopsida	Selaginellales	Selaginellaceae	*Selaginella nothohybrida*	T	Ep, Et, H	Selaginela	-	-	-	End
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	*Eryngium comosum*	T	Hp	Raíz del sapo	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Sprekelia formosissima*	T	H	Azalea	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Zephyranthes fosteri*	T	Bu, Ge, Hp	Flor de mayo	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Zephyranthes minuta*	T	Ge	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave albomarginata*	T	Hp, Ro, Sc	Maguey	-	EN	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave filifera*	T	Ro, Sc	Maguey	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave funkiana*	T	Hp, Ro, Sc	Ixtle de Jaumave	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave inaequidens*	T	Ro, Sc	Maguey	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave mapisaga*	T	Ro, Sc	Aguamiel	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave salmiana*	T	Ro, Sc	Agave	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Echeandia nana*	T	Ge, Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Polianthes geminiflora*	T	Ge, Tu	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Yucca filifera*	T	A, Ab, Ar, Ro	Akgalukut (Totonaco)	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Iridaceae	*Tigridia vanhouttei*	T	Bu, Ge	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Domingoa kienastii*	T	Hp	-	Ap II	-	-	End
Magnoliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Govenia capitata*	T	Hp	-	Ap II	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ageratina calaminthifolia*	T	Ar	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ageratina deltoidea*	T	-	Peshtó (Otomí)	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ageratina espinosarum*	T	A	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ageratina glabrata*	T	Ar, H	Cuajilote	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ageratina petiolaris*	T	Ar, H	Amargocilla	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Aldama buddlejiformis*	T	A, Ar	Cerote	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Aldama excelsa*	T	-	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Aldama linearis*	T	-	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis sordescens*	T	Ar	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Chromolaena pulchella*	T	-	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Cirsium ehrenbergii*	T	Hp	Cardo santo	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Cirsium rhaphilepis*	T	-	Cardo santo	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Cirsium velatum*	T	-	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dahlia merckii*	D; T	Hp	Dalia	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dahlia moorei*	T	Hp	Dalia	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dahlia sorensenii*	T	Hp	Dalia	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dugesia mexicana*	T	-	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dyssodia pinnata*	T	-	Rosilla	-	-	-	End

[14] T: terrestre, D: dulceacuícola.
[15] A: Árbol, Ab: Arborescente, Ar: Arbusto, Be: Bejuco, Bu: Bulbosa, Ep: Epífita, Et: Epilítica, Ge: Geófita, Gl: Globosa deprimida, H: Hierba, Ha: Hierba anual, Hp: Hierba perenne, Ho: Holoepífita, Li: Liana, Ro: Rosetófila, Su: Subarbusto, Sc: Suculenta, Sf: Sufrútice, Tr: Trepadora, Co: Columnar, Ru: Rupícola, Tu: Tuberosa.
[16] Apéndice de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.
[17] Categoría de riesgo en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Vida Silvestre: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, DD: Datos insuficientes, VU: Vulnerables, EN: En peligro.
[18] Categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr: Sujeta a protección especial, A: Amenazada.
[19] Distribución: End: endémica, Na: nativa.

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente[14]	Forma de crecimiento[15]	Nombre común	CITES[16]	IUCN[17]	NOM 059[18]	Distribución[19]
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dyssodia tagetiflora*	T	Ha, Hp	Amorcillo	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Erigeron pubescens*	T	-	Manzanilla cimarrona	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Grindelia inuloides*	T	Su	Palancapatli (Náhuatl)	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Heterotheca inuloides*	T	Hp	Acahua	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Isocoma veneta*	T	-	Damiana	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Lasianthaea aurea*	T	Hp	Peonía	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Pittocaulon praecox*	T	A, Ar	Candelerillo	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Porophyllum linaria*	T	Ha	Cola de coyote	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Roldana lobata*	T	A, Ar, Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tagetes lunulata*	T	Ha	Cempaxochitl (Náhuatl)	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tridax coronopifolia*	T	Ha, Hp	Coronilla	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Verbesina ovata*	T	-	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Verbesina serrata*	T	A, Ar	Vara blanca	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Verbesina tetraptera*	T	-	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Verbesina virgata*	T	Ab, Hp	Gordolobo del monte	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Zaluzania augusta*	T	Ar	Cenicilla	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Zaluzania triloba*	T	Hp	Hediondilla	-	-	-	End
Magnoliopsida	Asterales	Campanulaceae	*Lobelia gruina*	T	Hp	Lobelia	-	-	-	End
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	*Lithospermum strictum*	T	Hp	Hierba de las perlas	-	-	-	End
Magnoliopsida	Brassicales	Brassicaceae	*Chaunanthus petiolatus*	T	Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Coryphantha ottonis*	T	Sc	Biznaga	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Echinocereus cinerascens*	T	Sc	Agritos	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Ferocactus latispinus*	T	Gl, Sc	Biznaga	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Lophocereus marginatus*	T	Ar, Co, Sc	Cardón órgano parado	Ap II	DD	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Mammillaria discolor*	T	Sc	Biznaga de diversos colores	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Mammillaria magnimamma*	T	Sc	Biznaga de Ríoverde	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Mammillaria rhodantha*	T	Sc	Biznaga de cabezas aureas	Ap II	LC	A	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Myrtillocactus geometrizans*	T	Ab, Ar, Co, Sc	Bastó (Otomí)	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Nyctocereus serpentinus*	T	Ab, Ar, Sc	Cactus serpiente	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia auberi*	T	Sc	Lengua de vaca	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia cochenillifera*	T	Sc	Bi-aa (Zapoteco)	Ap II	DD	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia hyptiacantha*	T	Ar, Sc	Cadillo	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia lasiacantha*	T	Ar, Sc	Nopal	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia leucotricha*	T	Ab, Ar, Sc	Cambray	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia robusta*	T	Ab, Sc	Bartolona	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia streptacantha*	T	Ab, Ar, Sc	Caha	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Pachycereus pecten-aboriginum*	T	Ab, Co, Sc	Bataya mahuali	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Selenicereus hamatus*	T	Li, Sc	Pitayita nocturna de espolones	Ap II	LC	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Stenocactus crispatus*	T	Sc	Biznaga	Ap II	DD	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Stenocactus obvallatus*	T	Sc	Biznaga	Ap II	DD	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Montiaceae	*Phemeranthus napiformis*	T	Ab, Tu	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Caryophyllales	Plumbaginaceae	*Plumbago pulchella*	T	-	Chab-ak (Maya)	-	-	-	End

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente[14]	Forma de crecimiento[15]	Nombre común	CITES[16]	IUCN[17]	NOM 059[18]	Distribución[19]
Magnoliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Tradescantia sillamontana*	T	Ab, Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Cornales	Loasaceae	*Mentzelia hispida*	T	Ar	Amor seco	-	-	-	End
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Cucurbita radicans*	T	Ab, Tu	Calabacilla	-	EN	-	End
Magnoliopsida	Dioscoreales	Dioscoreaceae	*Dioscorea galeottiana*	T	Ge, Tr, Tu	Cabeza de brujo	-	-	-	End
Magnoliopsida	Ericales	Polemoniaceae	*Loeselia coerulea*	T	-	Huachichile	-	-	-	End
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Brongniartia intermedia*	T	A, Ar, H, Sf	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Erythrina americana*	T	A	Alcaparra	-	LC	A	End
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Erythrina leptorhiza*	T	Hp	Cochizquilitl (Náhuatl)	-	-	-	End
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Ricoa leptophylla*	T	Ar	Charrasquillo	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Fabales	Polygalaceae	*Polygala appressipilis*	T	Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus deserticola*	T	A, Ar	Chaparro	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus microphylla*	T	A, Ar	Ahuacocoztli (Náhuatl)	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Asclepias notha*	T	Hp	Hierba de leche	-	-	-	End
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Asclepias ovata*	T	Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Cascabela thevetioides*	T	A, Ar	Cabrito	-	NT	-	End
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Chthamalia pedunculata*	T	-	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Funastrum elegans*	T	Li	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Orthosia angustifolia*	T	Be, Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Gentianales	Gentianaceae	*Gentiana spathacea*	T	Hp	Cola de tlacuache	-	-	Pr	End
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Bouvardia longiflora*	T	Ar	Cuan-guiña (Zapoteco)	-	-	-	End
Magnoliopsida	Geraniales	Geraniaceae	*Geranium potentillifolium*	T	Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	*Dicliptera peduncularis*	T	H	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia amarissima*	T	Hp	Chia	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia chamaedryoides*	T	Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia elegans*	T	Ar, Hp	Hierba del barretero	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia hirsuta*	T	Ha	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia laevis*	T	Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia melissodora*	T	Ar, Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia mexicana*	T	Ar, Hp	Cuasia	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia patens*	T	Ha, Hp	Flor de gatillo	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia polystachia*	T	Hp	Cenicilla	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Lentibulariaceae	*Pinguicula acuminata*	T	Hp, Ro	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Oleaceae	*Menodora helianthemoides*	T	Hp	Jazmincillo del monte	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Orobanchaceae	*Castilleja scorzonerifolia*	T	Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Orobanchaceae	*Lamourouxia brachyantha*	T	Ab, Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Orobanchaceae	*Lamourouxia dasyantha*	T	Ab, Ar	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Orobanchaceae	*Lamourouxia rhinanthifolia*	T	Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Orobanchaceae	*Silviella prostrata*	T	Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Scrophulariaceae	*Buddleja parviflora*	T	A, Ar, Sf	Aguacatillo	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	*Priva grandiflora*	T	-	Pionillo	-	-	-	End
Magnoliopsida	Liliales	Liliaceae	*Calochortus barbatus*	T	Ge, Hp	Gallito	-	-	-	End
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	*Gaudichaudia cynanchoides*	T	Tr	Hierba del zorro	-	-	-	End

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente[14]	Forma de crecimiento[15]	Nombre común	CITES[16]	IUCN[17]	NOM 059[18]	Distribución[19]
Magnoliopsida	Malpighiales	Passifloraceae	*Passiflora exsudans*	T	Li	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Malpighiales	Passifloraceae	*Passiflora karwinskii*	T	Ar, Tr	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Pavonia candida*	T	A, Ar	-	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Nymphaeales	Nymphaeaceae	*Nymphaea mexicana*	D	H	Cabeza de negro	-	-	A	Na
Magnoliopsida	Poales	Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei*	T	Ho	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Poales	Bromeliaceae	*Tillandsia prodigiosa*	T	Ho	Cadena	-	-	-	End
Magnoliopsida	Poales	Bromeliaceae	*Viridantha lepidosepala*	T	Ho, Ru	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Ranunculales	Berberidaceae	*Berberis moranensis*	T	A, Ar	Agrillo	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	*Bursera cuneata*	T	A, Ar	Copal	-	NT	-	End
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Echeveria coccinea*	T	Et, Hp, Ro, Sc	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Echeveria mucronata*	T	Ab, Sc	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Echeveria secunda*	T	Hp, Ro, Sc	Conchita	-	-	-	End
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum dendroideum*	T	Ar, Ep, Sc	Lipa-cum-ma-uai (Chontal de Oaxaca)	-	-	-	End
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum greggii*	T	Ab, Sc	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum morganianum*	T	Hp, Sc	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum oxypetalum*	T	Ab, Sc	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Evolvulus prostratus*	T	Hp	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea decasperma*	T	Ge, Tr, Tu	-	-	-	-	End
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea stans*	T	Ge, Tu	Santa María del campo	-	-	-	End
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Datura ceratocaula*	D; T	Ha	Nexehuac (Náhuatl)	-	-	-	End
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Lycianthes dejecta*	T	Hp, Li	Chiche de perra	-	-	-	End
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Physalis sulphurea*	T	-	-	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Zygophyllales	Krameriaceae	*Krameria pauciflora*	T	-	-	-	-	-	End
Pinopsida	Cupressales	Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	T	A, Ar	Cedro	-	LC	Pr	Na
Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pinus greggii*	T	A	Ocote	-	VU	-	End

CONSULTA PÚBLICA

Como se observa en la tabla anterior, se registraron 5 especies presentes en alguna categoría de riesgo de la NOM-059 así como 142 especies endémicas.

Conforme a la incidencia de los registros de especies en la cartografía de USV del INEGI serie VII, se observó que las especies en riesgo fueron registradas en 7 usos de suelo y vegetación registrados en el SAR, principalmente matorral crasicaule y asentamientos humanos, como se muestra en la siguiente tabla, en donde se indica la cantidad de especies y registros obtenidos por USV. Se observa que también los usos de suelo no forestales presentan ciertas especies en riesgo, especialmente asentamientos humanos.

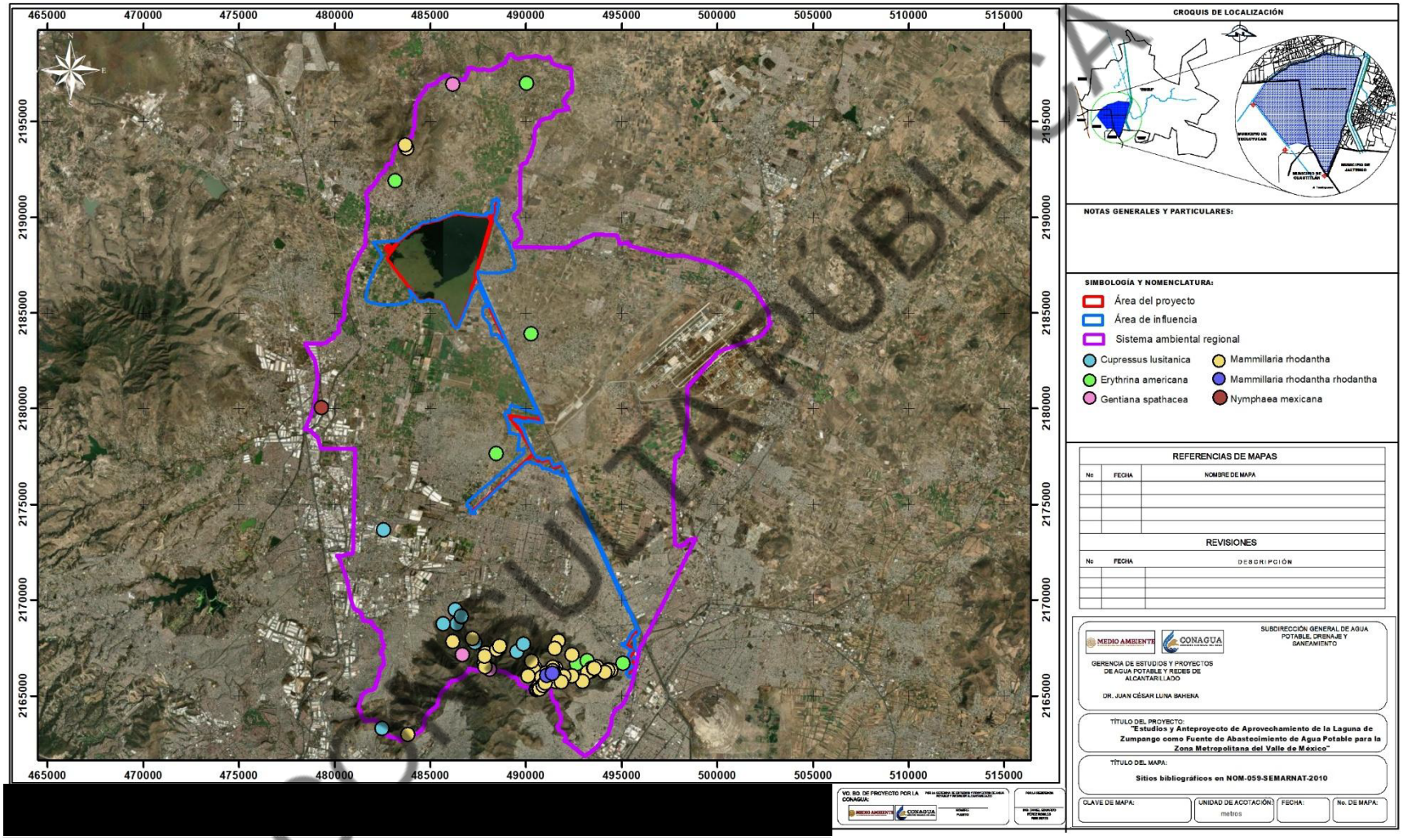
Tabla 4-43 Tipos de Vegetación en Donde se Encuentran las Especies en Riesgo con Registro Bibliográfico Dentro del Área de Estudio

Clave	USV	Registros	Especies
AH	Asentamientos humanos	12	4
BQ	Bosque de encino	7	2
MC	Matorral crasicaule	83	3
PI	Pastizal inducido	7	2
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	1	1
TA	Agricultura de temporal anual	1	1
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	6	2

En la siguiente figura, se muestra la distribución de los registros de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR, AI y AP, en donde se observa que la mayoría se concentran en la Sierra de Guadalupe al sur del SAR.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-54 Distribución de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR, AI y AP



En el caso de las especies endémicas, conforme a la sobreposición de estos registros con la cartografía de USV del INEGI, se observó que estas especies tienen una amplia distribución en los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR, la mayor parte de los registros se localizaron en los tipos de vegetación de matorral crasicaule y pastizal inducido, así mismo, una cantidad importante se encontraron en bosque de encino e incluso en asentamientos humanos, esto obedece a que varias especies aún y cuando son endémicas a México, se trata de especies herbáceas o arbustivas que pueden encontrarse en diferentes ambientes, inclusive en ambientes perturbado puesto que algunas son de carácter ruderal, es decir que pueden crecer a orillas de caminos o en parcelas en descanso. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de registros obtenidos por USV en el SAR.

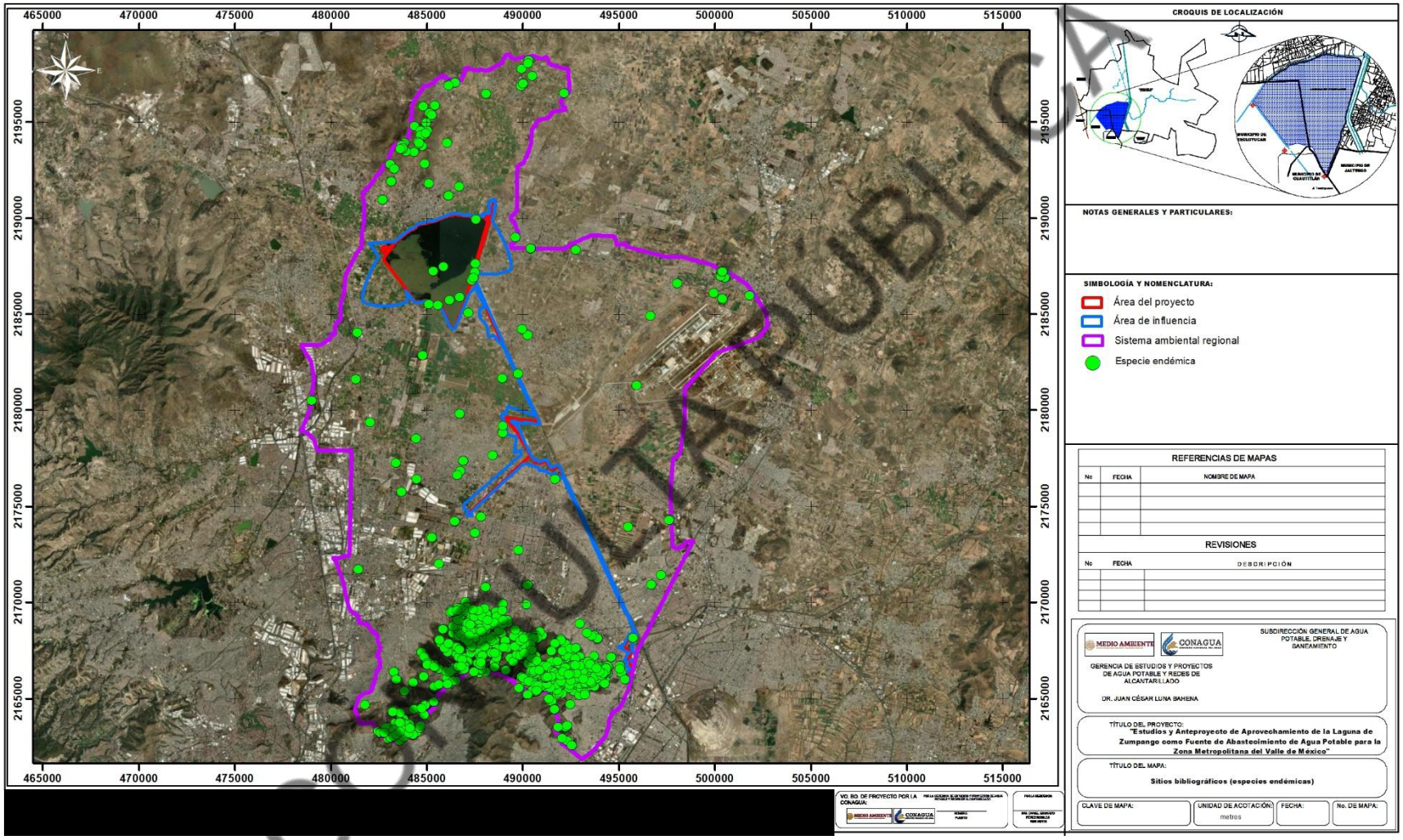
Tabla 4-44 Tipos de Vegetación en Donde se Encuentran las Especies Endémicas con Registro Bibliográfico Dentro del Área de Estudio

Clave	USV	Registros	Especies
AH	Asentamientos humanos	158	48
BQ	Bosque de encino	44	30
H2O	Cuerpo de agua	6	5
MC	Matorral crasicaule	723	99
PH	Pastizal halófilo	4	3
PI	Pastizal inducido	264	67
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	18	16
TA	Agricultura de temporal anual	25	15
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	2	2
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	92	49

La distribución de las especies endémicas según los registros bibliográficos se muestra en la siguiente figura, en donde se observa una amplia distribución, aunque la mayoría se concentran en la Sierra de Guadalupe al sur del SAR.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-55 Distribución de Registros de Especies Endémicas en el Área de Estudio



Por otro lado, se localizaron 44 especies en el Apéndice II del CITES, así como 4 especies en alguna categoría de amenaza (EN y VU) según la lista roja de la IUCN, no se registraron especies prioritarias para la conservación según el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 05 de marzo de 2014.

b) Riqueza y composición de especies registradas en el área del Proyecto y área de influencia

Metodología

El área del Proyecto se ubica en una zona con alto grado de modificación por las actividades antropogénicas, principalmente, agricultura, asentamientos humanos e infraestructura urbana, por lo cual la distribución de la flora nativa se ha visto afectada a tal grado que actualmente se observan en su mayoría pastizales inducidos que persisten como áreas verdes asociadas a entornos predominantemente urbanos y agrícolas; en este contexto se consideró innecesaria la realización de muestreos y obtención de parámetros ecológicos, puesto que en su mayor parte se trata de áreas modificadas que no reflejarían la importancia ecológica de las especies en su entorno natural; si bien una parte del predio en donde se ubicará la Planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales (PTAP-R) presenta vegetación de tipo pastizal halófilo, es importante señalar que para esta zona se realizó un recorrido del área total a fin de obtener la superficie cubierta por esta vegetación y al mismo tiempo registrar a las especies ahí presentes, destacando la importancia de sus especies dominantes y su relevancia como humedal y hábitat para la fauna silvestre.

De manera que, para conocer el uso de suelo y vegetación presente en el área del Proyecto, así como las especies que ahí se encuentran, se realizaron visitas a los diferentes componentes del Proyecto, así como a ciertos puntos del AI en donde se consideraron áreas seguras para la toma de fotografías, para lo cual se establecieron puntos de verificación que fueron visitados en distintas fechas, así como recorridos en los componentes Planta de Potabilización y PTAP-R. Dichos puntos fueron visitados los días del 22 al 25 de septiembre de 2025, 30 de noviembre de 2025, 14 de diciembre de 2025 y 28 de marzo de 2026.

Las coordenadas de los sitios visitados, el uso de suelo registrado y las fechas de visita se muestran en la siguiente tabla, mientras que, en el **Anexo 8.1** se incluyen los archivos shapefile y kmz de estos sitios.

Tabla 4-45 Coordenadas de los Sitios de Verificación

ID SITIO	X	Y	Ubicación	USV observado	Fecha de levantamiento	Componente del Proyecto
1	487993	2189336	AP	Pastizal inducido	23/09/2025	Humedal artificial
2	487739	2188489	AP	Pastizal inducido	23/09/2025	Humedal artificial
3	487606	2188006	AP	Pastizal inducido	23/09/2025	Humedal artificial
4	487364	2186916	AI	Pastizal inducido	23/09/2025	-
5	487245	2186549	AI	Pastizal inducido	23/09/2025	-
6	487123	2186127	AI	Pastizal inducido	23/09/2025	-
7	486839	2185287	AI	Pastizal inducido	23/09/2025	-

CONSULTA PÚBLICA

ID SITIO	X	Y	Ubicación	USV observado	Fecha de levantamiento	Componente del Proyecto
8	486308	2184268	AI	Pastizal inducido	23/09/2025	-
9	485957	2184895	AI	Pastizal inducido	23/09/2025	-
10	485651	2185537	AI	Pastizal inducido	23/09/2025	-
11	484478	2185618	AI	Pastizal inducido	23/09/2025	-
12	483798	2186415	AI	Pastizal inducido	24/09/2025	-
13	483094	2187338	AI	Pastizal inducido	24/09/2025	-
14	482976	2188260	AI	Pastizal inducido	25/09/2025	-
15	483325	2188783	AI	Pastizal inducido	25/09/2025	-
16	483885	2189229	AI	Pastizal inducido	25/09/2025	-
17	484501	2189655	AI	Pastizal inducido	25/09/2025	-
18	485275	2189839	AI	Pastizal inducido	25/09/2025	-
19	486151	2190161	AI	Pastizal inducido	25/09/2025	-
20	487185	2190120	AI	Pastizal inducido	25/09/2025	-
21	483139	2188699	AI	Pastizal halófilo	24/09/2025	-
22	482998	2188430	AI	Pastizal halófilo	24/09/2025	-
23	485342	2185564	SAR	Pastizal halófilo	25/09/2025	-
24	485830	2185073	SAR	Pastizal halófilo	25/09/2025	-
25	482652	2188170	AI	Agricultura	30/11/2025	-
26	482711	2188036	AI	Agricultura	30/11/2025	-
27	487804	2188699	AP	Cuerpo de agua	24/09/2025	Humedal artificial
28	487539	2187771	AP	Cuerpo de agua	24/09/2025	Humedal artificial
29	487342	2187113	AP	Cuerpo de agua	24/09/2025	Humedal artificial
30	487091	2185929	AP	Cuerpo de agua	24/09/2025	Laguna de Zumpango
31	482734	2187897	AP	Cuerpo de agua	24/09/2025	Laguna de Zumpango
32	485395	2189839	AP	Cuerpo de agua	24/09/2025	Laguna de Zumpango
33	488156	2189983	AP	Pastizal inducido	22/09/2025	Planta potabilizadora
34	486266	2190212	AP	Área desprovista de vegetación	28/03/2026	Obra de toma PP
35	486226	2190173	AP	Área desprovista de vegetación	28/03/2026	Obra de toma PP
36	486634	2190216	AP	Pastizal inducido	28/03/2026	Línea de conducción PP
37	487150	2190148	AP	Pastizal inducido	28/03/2026	Línea de conducción PP
38	487610	2190101	AP	Pastizal inducido	28/03/2026	Línea de conducción PP
39	488359	2190370	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción norte
40	488279	2190121	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción norte
41	488152	2189663	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
42	488047	2189349	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
43	487924	2188906	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur

CONSULTA PÚBLICA

ID SITIO	X	Y	Ubicación	USV observado	Fecha de levantamiento	Componente del Proyecto
44	487754	2188356	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
45	487621	2187940	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
46	487468	2187465	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
47	487426	2187024	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
48	487567	2186546	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
49	487716	2186112	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
50	487868	2185775	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
51	488029	2185424	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
52	488132	2185199	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
53	488210	2185032	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
54	488290	2184847	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
55	488399	2184604	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
56	488637	2184085	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
57	488747	2183755	AP	Área desprovista de vegetación	30/11/2025	Línea de conducción sur
58	488904	2183512	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
59	489053	2183211	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
60	489338	2182585	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
61	489490	2182265	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
62	489787	2181614	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
63	489984	2181195	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
64	490277	2180553	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
65	490508	2180018	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
66	490722	2179436	AP	Agricultura y área desprovista de vegetación	14/12/2025	Línea de conducción sur
67	490347	2179473	AP	Agricultura y área desprovista de vegetación	14/12/2025	Línea de conducción sur
68	489917	2179519	AP	Agricultura y área desprovista de vegetación	14/12/2025	Línea de conducción sur
69	489109	2179624	AP	Agricultura y área desprovista de vegetación	14/12/2025	Línea de conducción sur
70	489727	2178762	AP	Área desprovista de vegetación	14/12/2025	Línea de conducción sur
71	489949	2178396	AP	Área desprovista de vegetación	30/11/2025	Línea de conducción sur
72	490128	2178099	AP	Área desprovista de vegetación	30/11/2025	Línea de conducción sur
73	490443	2177536	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur

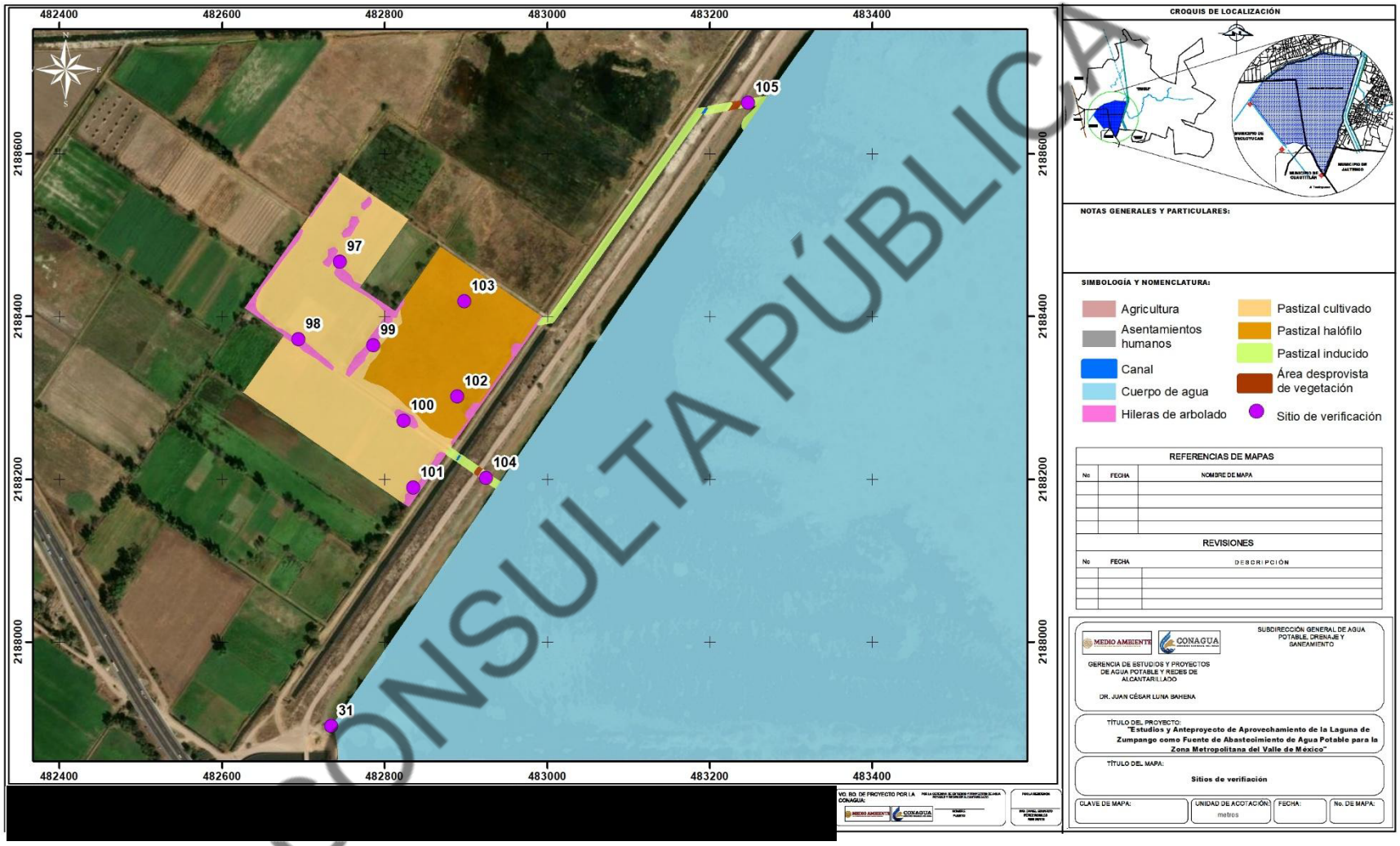
CONSULTA PÚBLICA

ID SITIO	X	Y	Ubicación	USV observado	Fecha de levantamiento	Componente del Proyecto
74	490603	2177259	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
75	488516	2175912	AP	Área desprovista de vegetación	30/11/2025	Línea de conducción sur
76	488082	2175515	AP	Área desprovista de vegetación	30/11/2025	Línea de conducción sur
77	487176	2174596	AP	Área desprovista de vegetación	30/11/2025	Línea de conducción sur
78	490978	2177300	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
79	491399	2176958	AP	Agricultura y área desprovista de vegetación	30/11/2025	Línea de conducción sur
80	491690	2177025	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
81	491922	2176974	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
82	492218	2176334	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
83	492562	2175596	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
84	492836	2175001	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
85	493057	2174518	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
86	493318	2173935	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
87	493618	2173284	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
88	493852	2172776	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
89	494122	2172188	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
90	494366	2171651	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
91	494575	2171201	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
92	494749	2170822	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
93	494908	2170473	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
94	495084	2170080	AP	Pastizal inducido	30/11/2025	Línea de conducción sur
95	495530	2169160	AP	Pastizal inducido	28/03/2026	Línea de conducción sur
96	495798	2168567	AP	Pastizal inducido	28/03/2026	Línea de conducción sur
97	482744	2188467	AP	Pastizal cultivado	28/03/2026	PTAP-R
98	482694	2188372	AP	Pastizal cultivado	28/03/2026	PTAP-R
99	482786	2188365	AP	Pastizal halófilo y pastizal cultivado	28/03/2026	PTAP-R
100	482823	2188272	AP	Pastizal cultivado	28/03/2026	PTAP-R
101	482835	2188190	AP	Pastizal cultivado	28/03/2026	PTAP-R
102	482889	2188302	AP	Pastizal halófilo	28/03/2026	PTAP-R
103	482898	2188419	AP	Pastizal halófilo	28/03/2026	PTAP-R
104	482925	2188202	AP	Pastizal inducido	28/03/2026	Obra de toma PTAP-R
105	483247	2188663	AP	Pastizal inducido	28/03/2026	Obra de toma PTAP-R

Así mismo, en la siguiente figura se muestra la distribución de los sitios con respecto al AP, AI y SAR.

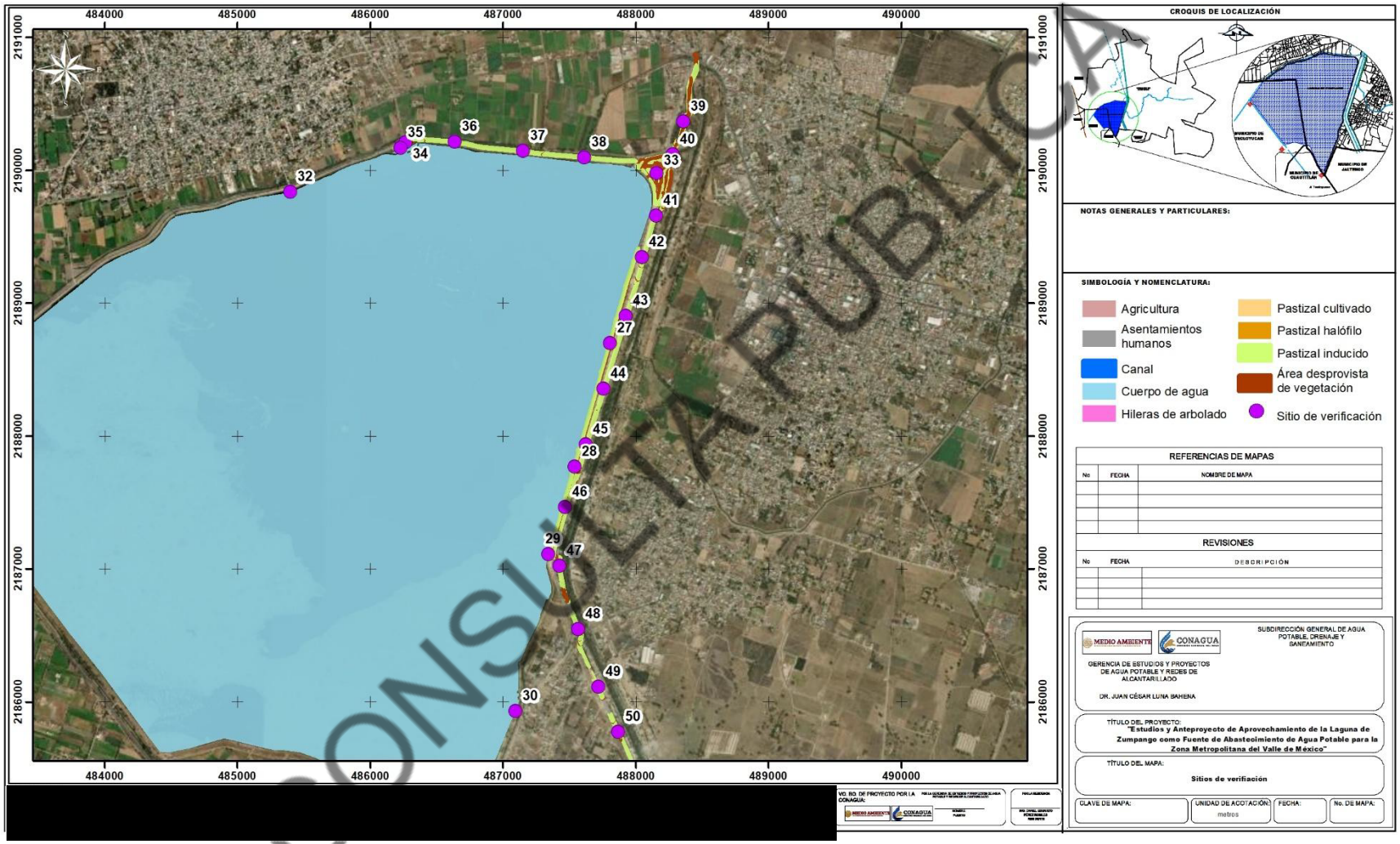
CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-56 Distribución de los Sitios de Muestreo en el AP (1 de 4)



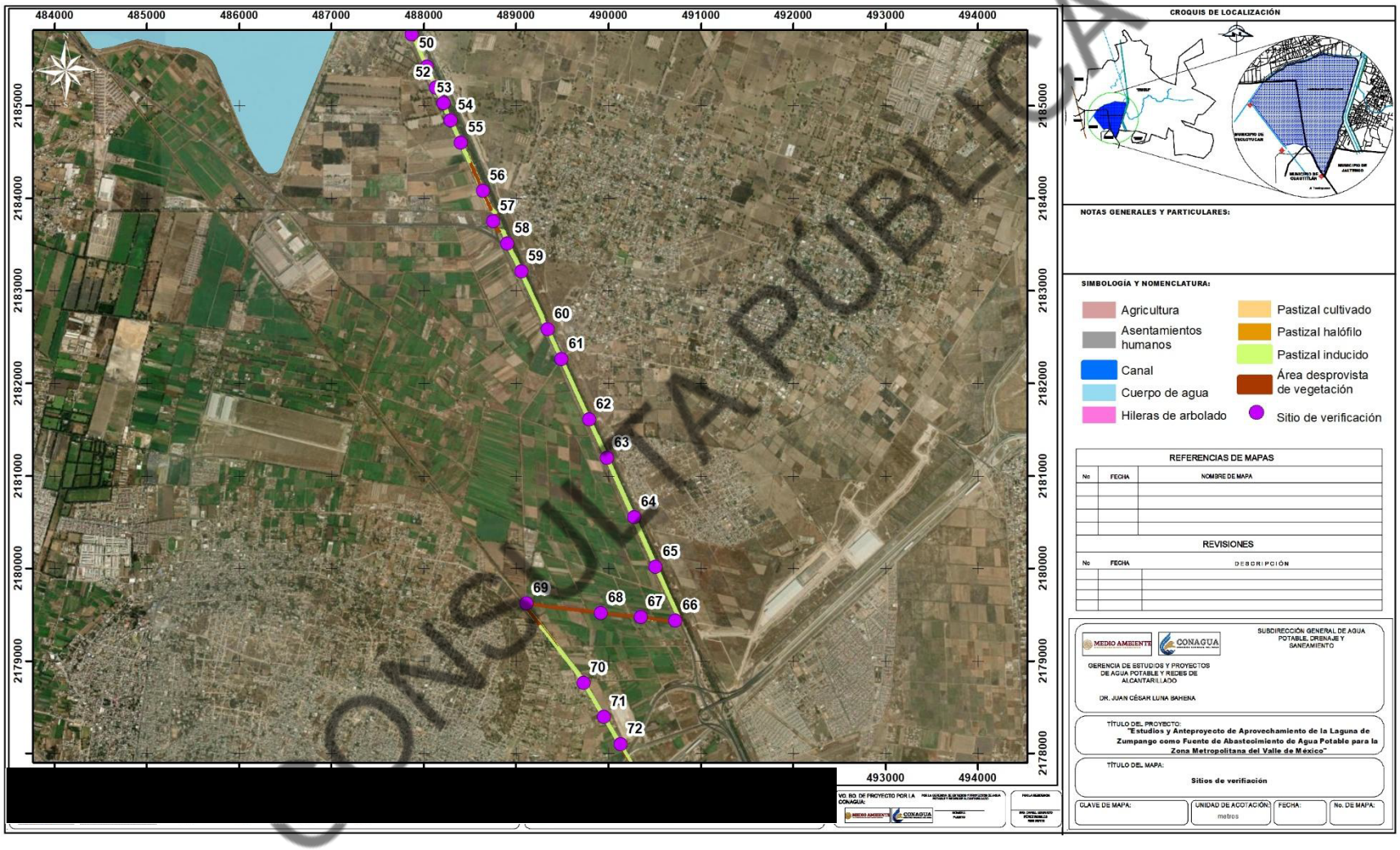
CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-57 Distribución de los Sitios de Muestreo en el AP (2 de 4)



CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-58 Distribución de los Sitios de Muestreo en el AP (3 de 4)



CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-59 Distribución de los Sitios de Muestreo en el AP (4 de 4)

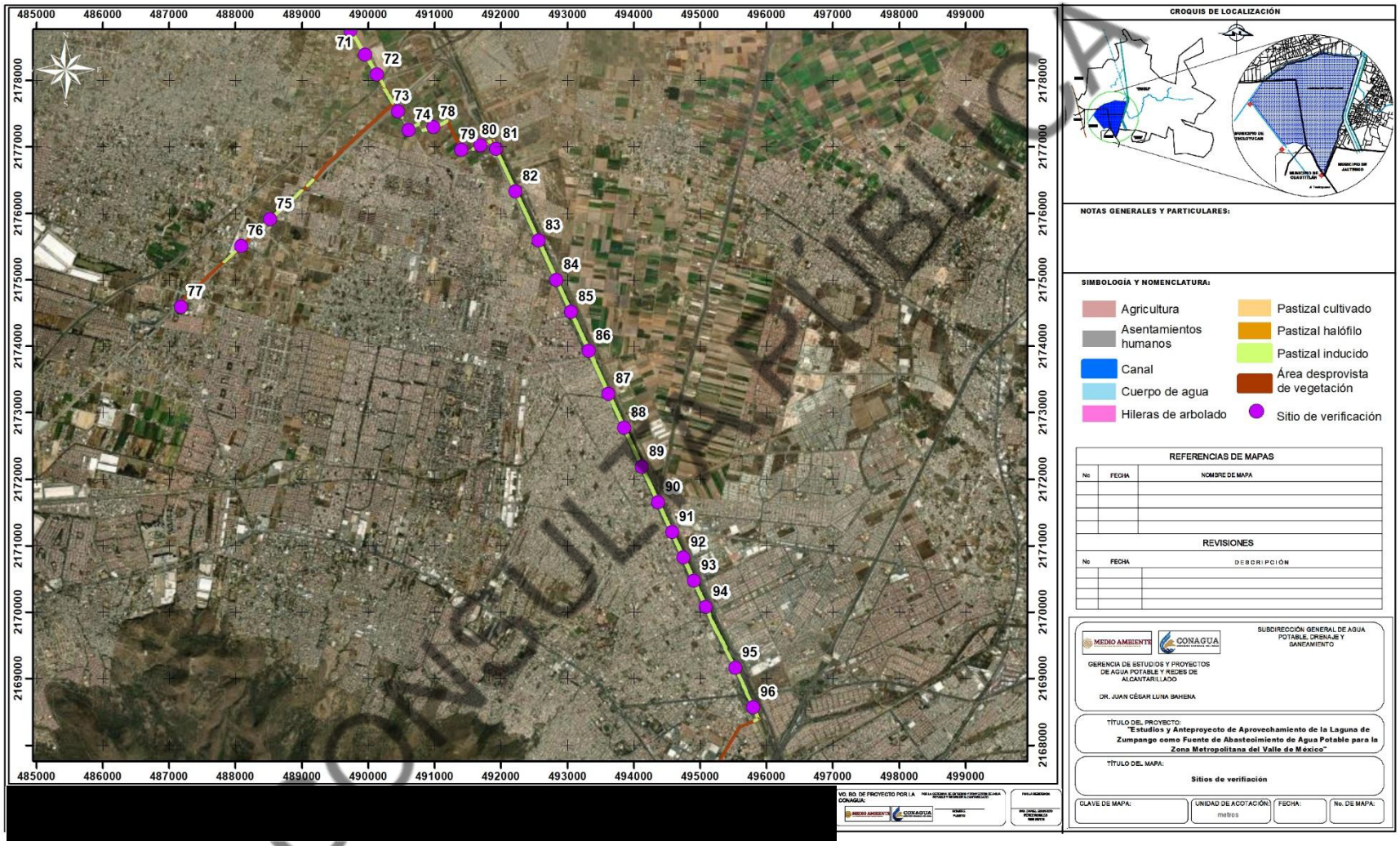
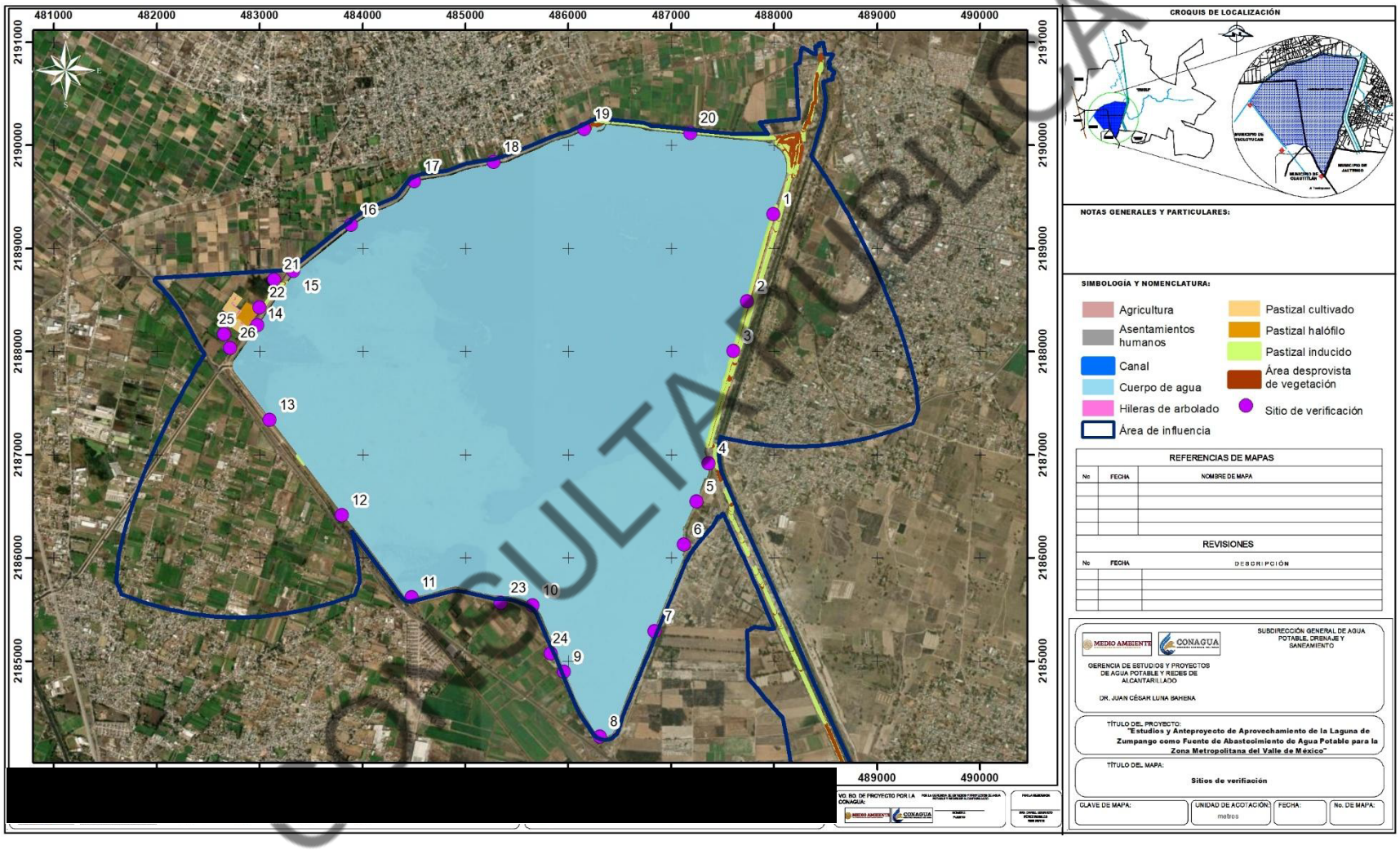


Figura 4-60 Sitios en el Área de Influencia



CONSULTA PÚBLICA

Al llegar a estos puntos de verificación se registró la coordenada, el uso de suelo observado, así como las especies de flora avistadas en cada sitio; en el caso de los predios para la planta potabilizadora (PP) y PTAP-R se realizó un recorrido de las áreas totales de esos predios. En el predio de la PP se midió su diámetro a la altura del pecho (DAP) en cm, así como la altura en m, contabilizándose la cantidad de individuos de especies arbóreas y suculentas (cactáceas), mientras que, en el predio para la ubicación de la PTAP-R se contabilizaron los ejemplares arbóreos presentes en las hileras de arbolado.

Resultados

- **Composición**

Como resultado de los sitios de verificación se observaron un total de 83 especies, pertenecientes a 72 géneros, 33 familias, 19 órdenes y 2 clases, de las cuales 72 se registraron en el AI y 67 en el área del Proyecto. El listado de dichas especies se muestra en la siguiente tabla, indicando si fueron registradas en el AI o en el AP, así como su clasificación taxonómica y categoría de riesgo, así mismo se indica el área correspondiente al componente del Proyecto que se ubicará en ese sitio según la siguiente relación:

1: tanque regulador;

2: obra de toma de la planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales;

3: planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales;

4: desfogue de planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales;

5: dique;

6: humedal artificial;

7: obra de toma de la planta potabilizadora;

8: planta potabilizadora;

9: línea de conducción norte sur.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-46 Listado de Especies Registradas en los Sitios de Verificación

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	Ambiente	NOM-059	IUCN	CITES	Forma de vida	Ubicación	Componente[20]
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck	Maguey Pulquero	End	T	-	LC	-	Suc, Ro	AI, AP	9
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Yucca gigantea* Lem.	Izote Gigante	N	T	-	DD	-	A	AI	
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Batamote	N	T	-		-	Ar	AI, AP	2, 8
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens aurea* (Aiton) Sherff	Té de Milpa	N	T	-		-	H	AI, AP	9
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens pilosa* L.	Aceitilla	N	T	-		-	H	AI, AP	2, 6, 8, 9
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Cirsium vulgare* (Savi) Ten.	Cardo Común	In	T	-		-	H	AI, AP	9
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Cosmos bipinnatus* Cav.	Girasol Morado	N	T	-		-	H	AI, AP	6, 8, 9
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dyssodia papposa* (Vent.) Hitchc.	Flamenquilla	N	T	-		-	H	AP	8
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Florestina pedata* (Cav.) Cass.	Hierba de Santa Lucía	N	T	-		-	H	AI, AP	2
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Helianthus tubaeformis* Jacq.	Gigantón	N	T	-		-	H	AI, AP	6, 8
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Helminthotheca echioides* (L.) Holub	Abrojo Europeo	In	T	-		-	H	AI, AP	6, 9
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus* L.	Nube Cimarrón	N	T	-		-	H	AI, AP	9
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Pluchea carolinensis* (Jacq.) G. Don	Canela	N	T	-	LC	-	Ar	AP	8
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Sanvitalia procumbens* Lam.	Ojo de Gallo	N	T	-		-	H	AI, AP	8, 9
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Schkuhria pinnata* (Lam.) Kuntze ex Thell.	Escobilla	N	T	-		-	H	AI, AP	2, 9
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.	Acahual	N	T	-		-	H	AP	8, 9
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.	Diente de León	In	T	-		-	H	AI	
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Zaluzania augusta* (Lag.) Sch. Bip.	Hierba Blanca	End	T	-		-	Ar	AI, AP	2, 8
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Zinnia peruviana* (L.) L.	Gallito de Monte	N	T	-		-	H	AI, AP	8
Magnoliopsida	Brassicales	Brassicaceae	*Eruca vesicaria ssp. sativa* (Mill.) Thell.	Rucola Silvestre	In	T	-		-	H	AI, AP	9
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Amaranthus cruentus* L.	Quintonil Blanco o Alegría	N	T	-		-	H	AI, AP	9
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Suaeda splendens* Gren. & Godr.	Sargadilla	In	T, D			-	H	AI	
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia tunicata* (Lehm.) F.M. Knuth	Abrojo	N	T	-	LC	-	Suc	AI, AP	2, 9
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia lasiacantha* Pfeiff.	Nopal de Cerro	End	T	-	LC	II	Suc	AI, AP	6, 7, 8, 9
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia robusta* H.L. Wendl. ex Pfeiff.	Nopal Camueso	End	T	-	LC	II	Suc	AI, AP	2, 6, 9
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia streptacantha* Lem.	Nopal Cardón	End	T	-	LC	II	Suc	AI, AP	9
Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	*Mirabilis jalapa* L.	Maravilla	N	T	-		-	H	AI	
Magnoliopsida	Caryophyllales	Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra* L.	Mazorquilla	N	T	-		-	H	AI, AP	6
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	*Rumex obtusifolius* L.	Lengua de Vaca	In, Ex	T	-		-	H	AI, AP	9
Magnoliopsida	Caryophyllales	Tamaricaceae	*Tamarix ramosissima* Ledeb.	Pino Salado Eurasiático	In	T, D	-	LC	-	A	AI, AP	8
Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	*Pontederia crassipes* Mart.	Lirio Acuático Sudamericano	In	D	-		-	Ac	AI, AP	1, 4, 5, 6
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Sicyos microphyllus* Kunth	Amole	N	T	-		-	H	AI, AP	8
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Dalea foliolosa* (Aiton) Barneby	Almaraduz	N	T	-		-	H	AI, AP	6, 8

[20] 1: tanque regulador; 2: obra de toma de la planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales; 3: planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales; 4: desfogue de planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales; 5: dique; 6: humedal artificial; 7: obra de toma de la planta potabilizadora; 8: planta potabilizadora; 9: línea de conducción norte sur.

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	Ambiente	NOM-059	IUCN	CITES	Forma de vida	Ubicación	Componente[20]
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Dalea leporina* (Aiton) Bullock	Escobilla	N	T	-		-	H	AI, AP	9
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Dalea obovatifolia* Ortega	Ratoncillo	N	T	-	LC	-	H	AI, AP	6, 8
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Erythrina americana* Mill.	Colorín	End	T	A		-	A	AI	
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Medicago sativa* L.	Alfalfa Asiática	In	T	-	LC	-	H	AI	
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Neltuma laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite Blanco	N	T	-	LC	-	A	AI, AP	2, 6, 8, 9
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Senna multiglandulosa* (Jacq.) H.S. Irwin & Barneby	Retama	N	T	-	LC	-	Ar	AI, AP	9
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Trifolium repens* L.	Trébol Blanco	In	T	-		-	H	AI	
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Vachellia schaffneri* (S. Watson) Seigler & Ebinger	Huizache Prieto	N	T	-		-	A	AI, AP	8
Magnoliopsida	Fagales	Casuarinaceae	*Casuarina cunninghamiana* Miq.	Casuarina	In	T	-	LC	-	A	AI, AP	8, 9
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	*Jacaranda mimosifolia* D. Don	Jacaranda Sudamericana	In	T	-	VU	-	A	AI, AP	9
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia reflexa* Hornem.	Salvia de Menta	N	T	-		-	H	AI, AP	2, 7, 9
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia tiliifolia* Vahl	Salvia Hoja de Tilo	N	T	-		-	H	AI, AP	7, 8
Magnoliopsida	Lamiales	Oleaceae	*Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh.	Fresno Mexicano	N	T	-	LC	-	A	AI, AP	3, 9
Magnoliopsida	Lamiales	Oleaceae	*Ligustrum lucidum* W.T. Aiton	Trueno Chino	In	T	-	LC	-	A	AI, AP	9
Magnoliopsida	Lamiales	Scrophulariaceae	*Buddleja cordata* Kunth	Tepozán Blanco	End	T	-	LC	-	A	AI, AP	6, 8, 9
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	*Aloysia citrodora* Paláu	Cedrón	In	T	-		-	Ar	AP	8
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Ricinus communis* L.	Higuerilla	In	T	-		-	Ar	AI, AP	6, 8, 9
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	*Salix babylonica* L.	Sauce Llorón	In	T, D	-		-	A	AI, AP	3, 9
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	*Salix bonplandiana* Kunth	Ahuejote	N	T, D	-	LC	-	A	AI	
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Malvastrum lacteum* (Aiton) Garcke	Malvavisco	N	T	-		-	H	AI	
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don	Hierba del Negro	N	T	-		-	H	AI, AP	2, 6, 7, 8
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.	Eucalipto Rojo	In	T	-		-	A	AI, AP	3, 8, 9
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	*Eucalyptus polyanthemos* Schauer	Eucalipto Rojo	In	T	-		-	A	AP	8
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	*Eucalyptus populnea* F. Muell.	Poplar Box	In	T	-	VU	-	A	AP	8
Magnoliopsida	Poales	Cyperaceae	*Cyperus esculentus* L.	Cebollín	In	T, D	-	LC	-	H	AI, AP	3
Magnoliopsida	Poales	Cyperaceae	*Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult.	Tule	N	T, D	-	LC	-	H	AI	
Magnoliopsida	Poales	Cyperaceae	*Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják	Junco Espadaña	N	T, D	-		-	Ac	AI, AP	3, 9
Magnoliopsida	Poales	Juncaceae	*Juncus balticus* Willd.	Fiebre del Báltico	N	T, D	-	LC	-	H	AI	
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	*Arundo donax* L.	Carrizo Asiático Gigante	In	T	-	LC	-	H	AP	8, 9
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	*Cenchrus longisetus* M.C. Johnst.	Zacate Africano Plumoso	In	T	-		-	H	AI, AP	2, 6, 7, 9
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	*Cenchrus setaceus* (Forssk.) Morrone	Zacate Africano	In	T	-	LC	-	H	AI, AP	6, 9
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	*Chloris gayana* Kunth	Zacate de Rodas	In	T	-		-	H	AP	8, 9
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	*Chloris virgata* Sw.	Barbas de Indio	N	T	-		-	H	AI, AP	7, 8
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	*Distichlis spicata* (L.) Greene	Huizapol	End	T	-	LC	-	H	AI, AP	3
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.	Pasto Dentado	In	T	-	LC	-	H	AI	
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	*Lolium multiflorum* Lam.	Ballico Anual	In	T	-		-	H	AI	
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	*Melinis repens* (Willd.) Zizka	Pasto Africano Rosado	In, Ex	T	-		-	H	AI, AP	6, 8, 9

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	Ambiente	NOM-059	IUCN	CITES	Forma de vida	Ubicación	Componente[20]
Magnoliopsida	Poales	Typhaceae	*Typha domingensis* Pers.	Tule	N	T, D	-	LC	-	Ac	AI	
Magnoliopsida	Ranunculales	Papaveraceae	*Argemone ochroleuca* Sweet	Cardo Santo	N	T	-		-	H	AI, AP	9
Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	*Aronia arbutifolia* (L.) Pers.	Aronia roja	N	T	-		-	Ar	AP	8
Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	*Prunus persica* (L.) Batsch	Durazno	In	T	-		-	A	AP	8
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	*Schinus molle* L.	Pirul	In	T	-	LC	-	A	AI, AP	2, 6, 7, 8, 9
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Kalanchoe daigremontiana* Raym.-Hamet & H. Perrier	Planta Lagarto de Madagascar	In, Ex	T	-		-	Suc	AI	
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea* (L.) Roth	Campanilla Morada	N	T	-		-	H	AI, AP	2, 6
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Datura stramonium* L.	Toloache	N	T	-		-	H	AI, AP	9
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Nicotiana glauca* Graham	Tabaquillo Sudamericano	In	T	-		-	Ar	AI, AP	2, 6, 7, 8, 9
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum rostratum* Dunal	Ayohuiztle	N	T	-		-	H	AI, AP	7
Pinopsida	Pinales	Cupressacea	*Hesperocyparis lusitanica* (Mill.) Bartel	Cedro Blanco	N	T	Pr	LC	-	A	AI	
Pinopsida	Pinales	Cupressacea	*Juniperus scopulorum* Sarg.	Enebro de Las Rocallosas	N	T	-	LC	-	A	AP	8
Pinopsida	Pinales	Cupressacea	*Taxodium mucronatum* Ten.	Ahuehuete	N	T	-	LC	-	A	AI, AP	9

CONSULTA PÚBLICA

- **Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Se registraron sólo 2 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Erythrina americana* (colorín) en la categoría de Amenazada y *Hesperocyparis lusitanica* (cedro blanco) en la categoría de Sujeta a Protección Especial; ambas fueron registradas en el área de influencia, específicamente en la vegetación de pastizal inducido presente en los bordos de la Laguna de Zumpango, en el área del Proyecto no fueron registradas especies en dicha NOM.

- **Especies endémicas**

Con respecto a las especies endémicas, mediante los trabajos de campo se registraron 8 especies, todas presentes en el AI y 7 presentes en el AP, estas se retoman en la siguiente tabla, en donde se especifica el área del componente del Proyecto en donde se registraron:

Tabla 4-47 Especies Endémicas

Especie	Nombre común	Forma de vida	Ubicación	Componente del Proyecto[21]					
				2	3	6	7	8	9
Agave salmiana	Maguey Pulquero	Suc, Ro	AI, AP						1
Zaluzania augusta	Hierba Blanca	Ar	AI, AP	1				1	
Opuntia lasiacantha	Nopal de Cerro	Suc	AI, AP			1	1	1	1
Opuntia robusta	Nopal Camueso	Suc	AI, AP	1		1			1
Opuntia streptacantha	Nopal Cardón	Suc	AI, AP						1
Erythrina americana	Colorín	A	AI						
Buddleja cordata	Tepozán Blanco	A	AI, AP			1		1	1
Distichlis spicata	Huizapol	H	AI, AP		1				

- **Especies listadas en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación, publicado en el DOF el 05/03/2014.**

Durante los trabajos de campo realizados no se identificaron especies listadas en este Acuerdo.

- **Especies exóticas o invasoras**

Por otro lado, se registró una gran proporción de especies invasoras o exóticas, con un total de 31 especies en esta clasificación de las 78 especies reportadas, lo que significa el 39.7% del total de las especies, estas se muestran en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

[21] 2: obra de toma de la planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales; 3: planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales; 6: humedal artificial; 7: obra de toma de la planta potabilizadora; 8: planta potabilizadora; 9: línea de conducción norte sur.

Tabla 4-48 Especies Exóticas o Invasoras

Especie	Nombre común	Distribución	Forma de vida	Ubicación
Cirsium vulgare	Cardo Común	In	H	AI, AP
Helminthotheca echioides	Abrojo Europeo	In	H	AI, AP
Taraxacum officinale	Diente de León	In	H	AI
Eruca vesicaria ssp. sativa	Rucola Silvestre	In	H	AI, AP
Suaeda splendens	Sargadilla	In	H	AI
Rumex obtusifolius	Lengua de Vaca	In, Ex	H	AI, AP
Tamarix ramosissima	Pino Salado Eurasiático	In	A	AI, AP
Pontederia crassipes	Lirio Acuático Sudamericano	In	Ac	AI, AP
Medicago sativa	Alfalfa Asiática	In	H	AI
Trifolium repens	Trébol Blanco	In	H	AI
Casuarina cunninghamiana	Casuarina	In	A	AI, AP
Jacaranda mimosifolia	Jacaranda Sudamericana	In	A	AI, AP
Ligustrum lucidum	Trueno Chino	In	A	AI, AP
Aloysia citrodora	Cedrón	In	Ar	AP
Ricinus communis	Higuerilla	In	Ar	AI, AP
Salix babylonica	Sauce Llorón	In	A	AI, AP
Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto Rojo	In	A	AI, AP
Eucalyptus polyanthemos	Eucalipto Rojo	In	A	AP
Eucalyptus populnea	Poplar Box	In	A	AP
Cyperus esculentus	Cebollín	In	H	AI, AP
Arundo donax	Carrizo Asiático Gigante	In	H	AP
Cenchrus longisetus	Zacate Africano Plumoso	In	H	AI, AP
Cenchrus setaceus	Zacate Africano	In	H	AI, AP
Chloris gayana	Zacate de Rodas	In	H	AP
Echinochloa crus-galli	Pasto Dentado	In	H	AI
Lolium multiflorum	Ballico Anual	In	H	AI
Melinis repens	Pasto Africano Rosado	In, Ex	H	AI, AP
Prunus persica	Durazno	In	A	AP
Schinus molle	Pirul	In	A	AI, AP
Kalanchoe daigremontiana	Planta Lagarto de Madagascar	In, Ex	Suc	AI
Nicotiana glauca	Tabaquillo Sudamericano	In	Ar	AI, AP

CONSULTA PÚBLICA

- **Individuos por remover**

En las siguientes tablas se resume el número de individuos contabilizados en los predios con presencia de ejemplares arbóreos, correspondiente a los pros en donde se ubicará la PTAP-R y la PP.

Tabla 4-49 Cantidad de Ejemplares Arbóreos Presentes en las Hileras de Arbolado de la PTAP-R

Especie	Nombre común	Número de ejemplares
Salix babylonica	Sauce	54
Eucaliptus camaldulensis	Eucalipto	1
Fraxinus uhdei	Fresno	5
Total		60

Tabla 4-50 Inventario de Ejemplares Arbóreos y Cactáceas Presentes en el Predio de la PP

Forma de vida	Especie	Nombre común	Suma de Núm. de individuos
Árbol	*Buddleja cordata*	Tepozán Blanco	8
	Casuarina cunninghamiana	Casuarina	3
	Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto Rojo	9
	Eucalyptus polyanthemos	Eucalipto Rojo	1
	Eucalyptus populnea	Poplar Box	3
	Juniperus scopulorum	Enebro de Las Rocallosas	106
	Neltuma laevigata	Mezquite Blanco	9
	Prunus persica	Durazno	1
	Schinus molle	Pirul	25
	Tamarix ramosissima	Pino Salado Eurasiático	4
	Vachellia schaffneri	Huizache Prieto	2
Cactáceas	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de Cerro	18
Total de individuos			189

CONSULTA PÚBLICA

c) Síntesis y conclusiones de USV y flora

Con base en la cartografía de uso de suelo y vegetación (USV), serie VII escala 1:250 000 del INEGI (2017), se observó que en el SAR se tiene la presencia de tipos de vegetación de bosque de encino en fase primaria y secundaria solo en el 1.5% de su superficie; matorral crasicaule en el 3.5% y; también se tienen usos de suelo no forestales de pastizal halófilo en el 4.9%, pastizal inducido en el 5%, algún tipo de agricultura en el 42.5%, asentamientos humanos en el 38.9% y cuerpo de agua en el 3.7%, siendo dominantes los usos de agricultura y asentamientos humanos.

En el AI la mayor parte de la superficie (51.8%) se encuentra ocupada por cuerpo de agua correspondiente a la Laguna de Zumpango, seguida de agricultura de riego anual y semipermanente en el 30.2% y pastizal halófilo (4.8%).

En el AP si bien la cartografía mencionada señala la presencia sólo de asentamientos humanos, cuerpo de agua, pastizal halófilo y agricultura, con base en la reclasificación realizada derivado de trabajos de campo e interpretación de imágenes aéreas se obtuvo una zonificación más detallada que incluye agricultura, área desprovista de vegetación, asentamientos humanos, canal, cuerpo de agua, hileras de arbolado, pastizal cultivado, pastizal halófilo y pastizal inducido.

Con base en esta clasificación, de la superficie general del Proyecto de 1,895.8304 ha, se obtiene que 2.9123 ha corresponden agricultura, 14.9641 ha a áreas desprovistas de vegetación, 0.5685 ha a asentamientos humanos, 0.0365 ha a canales, 1,828.0572 ha a cuerpo de agua, 0.6050 ha a hileras de arbolado, 4.5417 ha a pastizal cultivado, 2.6479 ha a pastizal halófilo y 41.4972 ha a pastizal inducido.

Mientras que, de la superficie del Proyecto con desplante de componentes correspondiente a 122.2203 ha, se obtiene que 2.9123 ha corresponden agricultura, 14.8796 ha a áreas desprovistas de vegetación, 0.5685 ha a asentamientos humanos, 0.0365 ha a canales, 54.9454 ha a cuerpo de agua, 0.6050 ha a hileras de arbolado, 4.5417 ha a pastizal cultivado, 2.6479 ha a pastizal halófilo y 41.0833 ha a pastizal inducido.

Con respecto a la diversidad de flora presente en el área de estudio, la revisión bibliográfica realizada de registros que se han llevado a cabo desde 2010 en la región muestran que esta zona podría resguardar al menos 633 especies conocidas en los sitios estudiados, especialmente en áreas mejor conservadas como la zona de la Sierra de Guadalupe, que es en donde se concentra la mayoría de los registros, otros más se concentran en torno a la Laguna de Zumpango y el resto se encuentran dispersos en áreas agrícolas, pastizales y asentamientos humanos, las cuales prosperan como acompañantes de los cultivos agrícolas, o bien, en los alrededores de las habitaciones humanas, o la orilla de los caminos, lo anterior, dado que se trata de especies que se comportan como arvenses o ruderales, tolerantes o afines a las modificaciones de la vegetación nativa.

A pesar de las intensas modificaciones de la región se registraron 5 especies presentes en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como 142 especies endémicas; las especies en riesgo fueron registradas principalmente matorral crasicaule y asentamientos humanos; mientras que, las especies endémicas registradas tienen una amplia distribución en los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR, la mayor parte de los registros se localizaron en vegetación de matorral crasicaule y pastizal inducido, así mismo, una cantidad importante se encontraron en bosque de encino e incluso en asentamientos humanos, esto obedece a que varias especies aún y cuando son endémicas a México, se trata de especies herbáceas o arbustivas que pueden encontrarse en diferentes ambientes, dado que se comportan como ruderales. En ambos casos la mayoría de los registros se concentran al sur del SAR en la Sierra de Guadalupe.

De acuerdo con dicha revisión bibliográfica en el AI incidieron 120 especies y 66 en el AP; mientras que, conforme a los sitios de verificación realizados en ambas zonas se confirmó la presencia de un total de 83 especies, de las cuales 72 se registraron en el AI y 67 en el área del Proyecto, de estas se registraron sólo 2 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Erythrina americana* (colorín) en la categoría de Amenazada y *Hesperocyparis lusitanica* (cedro blanco) en la categoría de Sujeta a Protección Especial; ambas fueron registradas sólo en el área de influencia; así mismo se

CONSULTA PÚBLICA

registraron 8 especies endémicas, todas presentes en el AI y 7 presentes en el AP, estas últimas corresponde a *Agave salmiana*, *Zaluzania augusta*, *Opuntia lasiacantha*, *Opuntia robusta, Opuntia streptacantha, Erythrina americana, Buddleja cordata* y *Distichlis spicata.*

Sin embargo, también se registró una proporción del 39.7% de especies invasoras o exóticas, es decir, un total de 31 especies de las 78 especies reportadas; las cuales son un indicador de áreas con alto grado de modificación, principalmente por la agricultura y asentamientos humanos.

Por lo tanto, se concluye que si bien el SAR comprende una zona con alto grado de modificación, aún presenta fragmentos de vegetación que resguardan la mayor cantidad de las especies nativas, endémicas y en riesgo; así mismo, este tipo de especies se pueden encontrar también en convivencia con áreas modificadas incluso por asentamientos humanos y agricultura en donde se encuentran relictos de vegetación, por lo tanto, si bien la mayor parte del área del Proyecto se ubica en terrenos no forestales, es importante implementar medidas de protección de las especies con alguna importancia ecológica, específicamente el rescate y reubicación antes de iniciar las obras.

4.2.1.2.1. Fauna

La identificación de la fauna presente en el área de estudio se llevó a cabo por medio de revisión bibliográfica a nivel del SAR y muestreo en el AP, así como en algunas zonas del AI y SAR en donde fue posible el acceso seguro de los especialistas que llevaron a cabo las actividades.

a) Listado potencial de especies con distribución en el área de estudio

Para conocer la diversidad de fauna silvestre dentro del SAR, se revisaron datos históricos en la base de datos del Global Biodiversity Information Facility (GBIF), esta consulta se realizó en marzo del 2026.

De esta base de datos se tomó la información de ubicación y los nombres de las especies, esta información fue de utilidad para generar el listado bibliográfico, que sirvió de referencia en los muestreos de campo, además de ampliar la información obtenida con los muestreos. Para el procesado de datos, se hizo un filtrado de datos, se usaron únicamente aquellos que se reportan a partir del año 2000, aquellos datos que cuentan con un nombre científico, es decir no se usan los datos que solo se reportan hasta género, se realiza la homogeneización de nombres científicos, evitando el uso de sinonimias. Adicional a lo mencionado, se revisan los nombres científicos y comunes, la referencia para estos nombres corresponde a la plataforma de ENCICLOVIDA de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Derivado de la revisión bibliográfica realizada dentro de la base de datos del Global Biodiversity Information Facility (GBIF) para el área del polígono del SAR del proyecto, se obtuvo un listado de especies de fauna silvestre integrado únicamente por especies de las Clases *Amphibia*, *Aves, Mammalia*, *Reptilia* y Actinopteri.

Se obtuvieron 357 especies reportadas de fauna silvestre, perteneciente al *Phylum Chordata*, de las cuales cuatro especies pertenecen a la *Clase Amphibia*; 303 de la *Clase Aves*; 20 de la *Clase Mammalia*, 25 especies de la *Clase Reptilia* y 5 a la Clase Actinopteri.

CONSULTA PÚBLICA

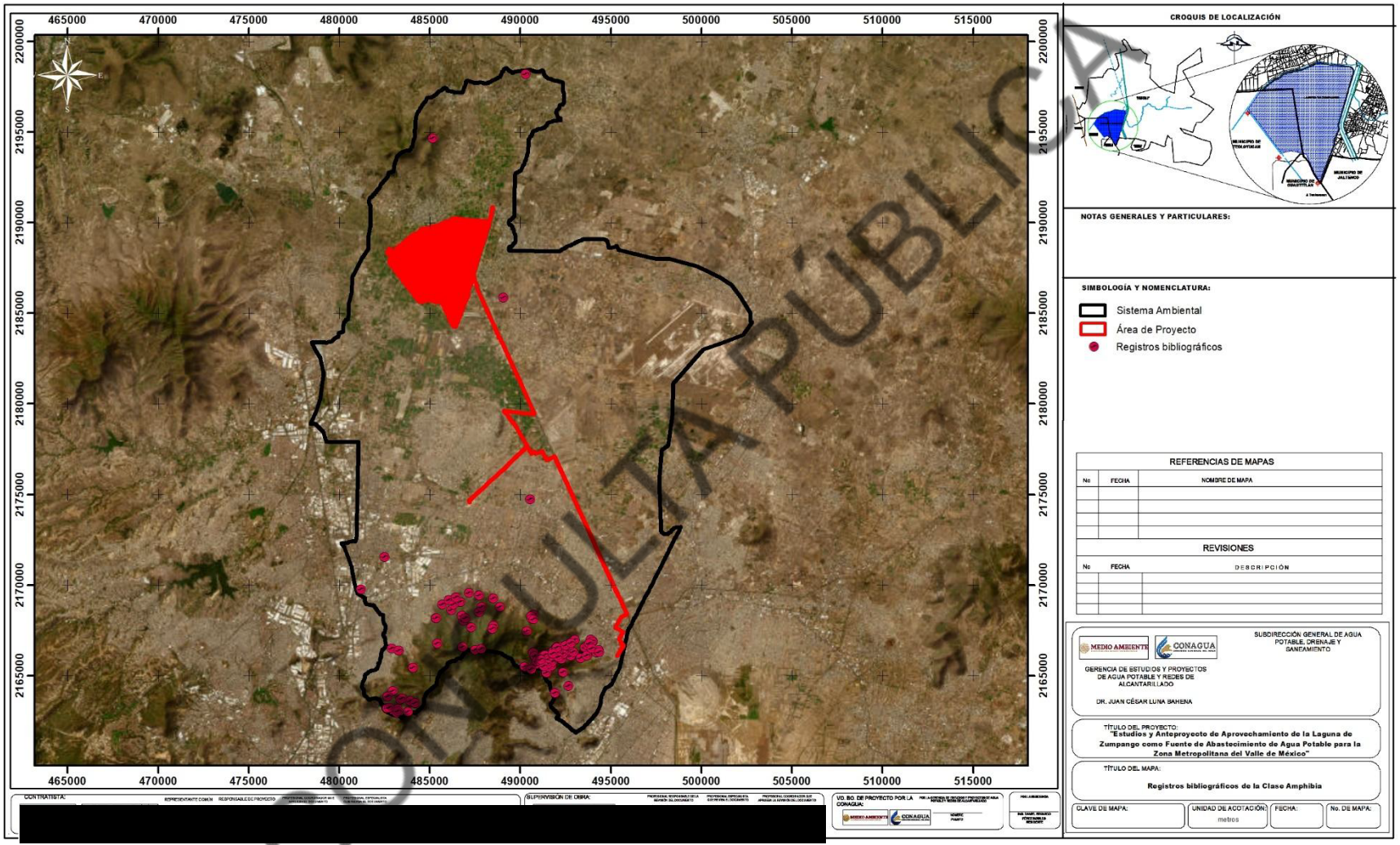
En cuanto a su estatus de protección por parte de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se tiene un total de 45 especies dentro de alguna categoría de la norma, 14 de las especies dentro de la categoría de amenazada, 6 especies en peligro de extinción, y 25 especies sujetas a protección especial.

Respecto al atributo de ser distribución, se encontró que se tienen un total de 276 especies nativas, 13 especies consideradas como exótico-invasoras, 39 especies endémicas, 23 especies semiendémicas, y 5 especies cuasiendémicas.

En las siguientes imágenes se muestra la ubicación de los registros bibliográficos por clase taxonómica.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-61 Ubicación de Registros Bibliográficos de la Clase *Amphibia* Dentro de la Zona de Estudio



COPIA CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-62 Ubicación de Registros Bibliográficos de la Clase *Aves* Dentro de la Zona de Estudio

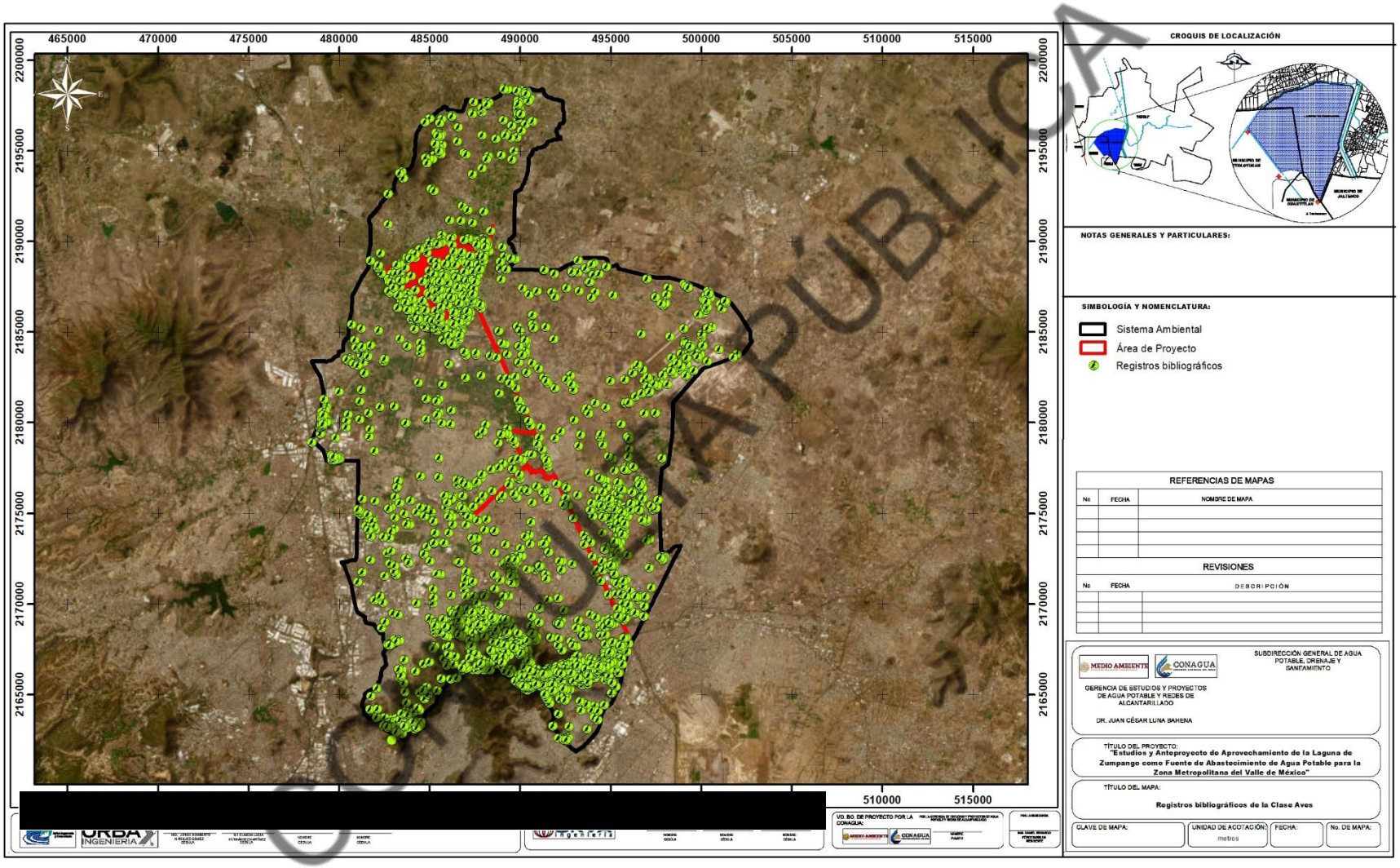
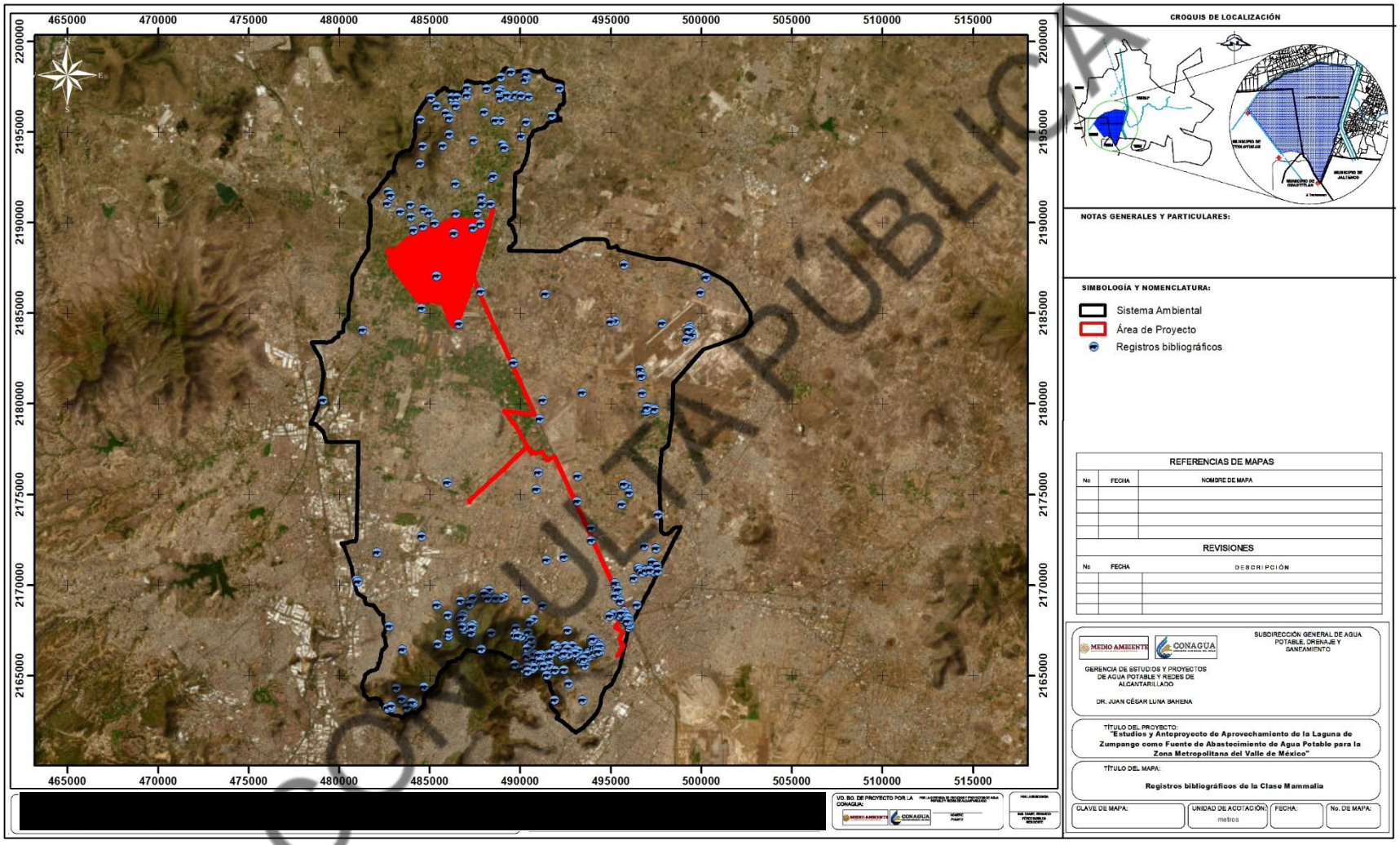
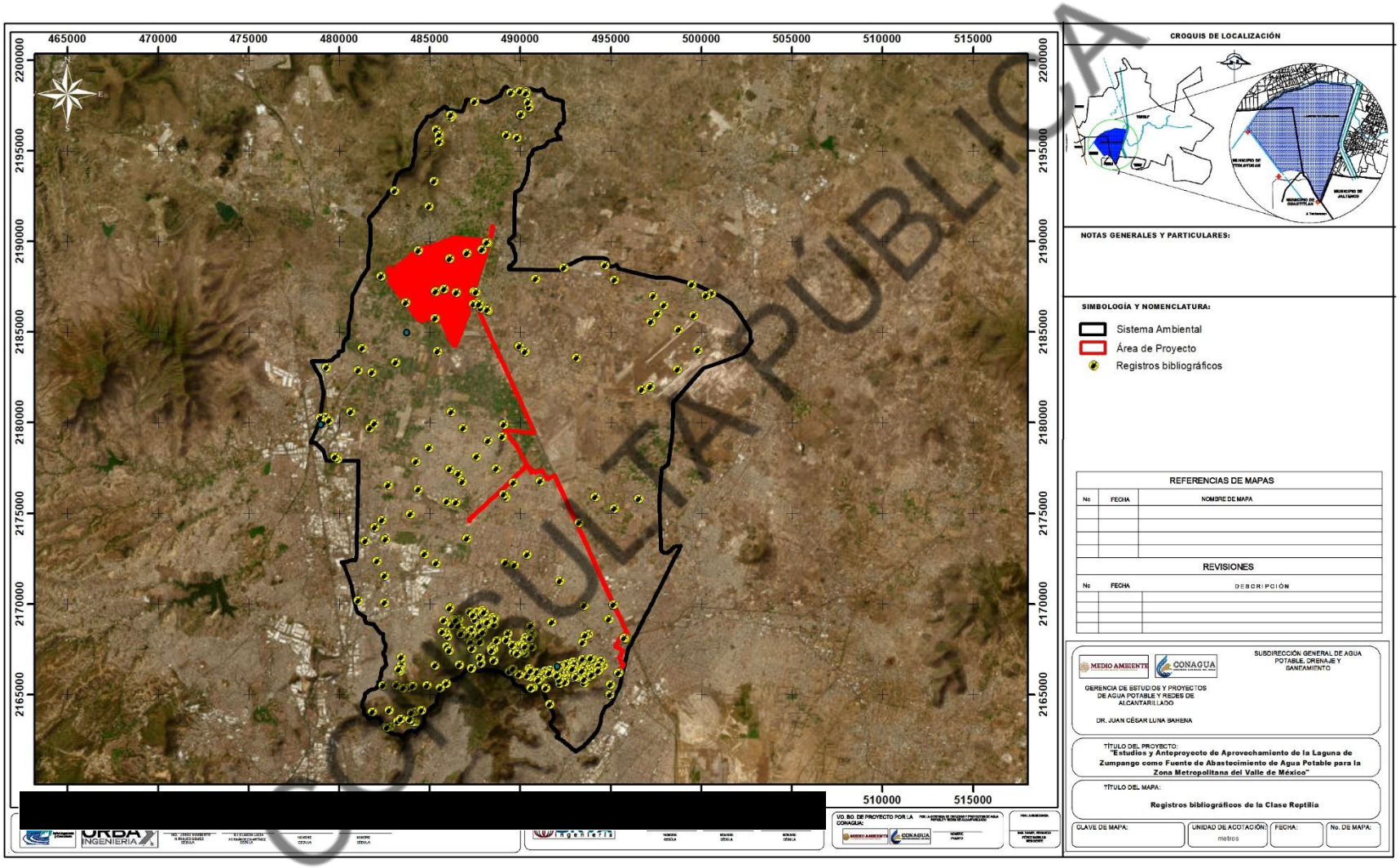


Figura 4-63 Ubicación de Registros Bibliográficos de la Clase *Mammalia* Dentro de la Zona de Estudio



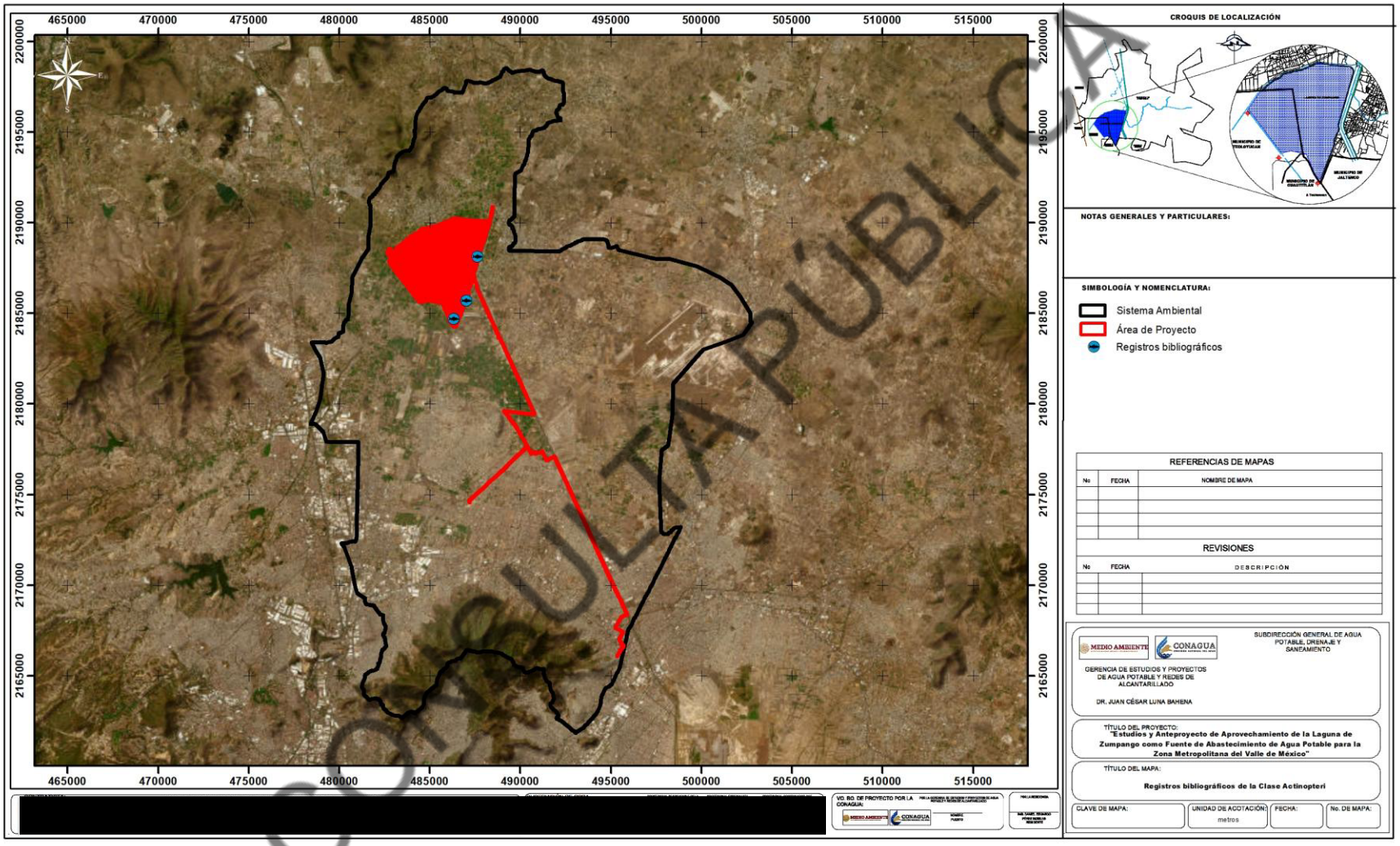
CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-64 Ubicación de Registros Bibliográficos de la Clase *Reptilia* Dentro de la Zona de Estudio



COPIA PÚBLICA

Figura 4-65 Ubicación de Registros Bibliográficos de la Clase Actinopteri Dentro de la Zona de Estudio



CONSULTA PÚBLICA

A continuación, se presenta un listado de especies con registros bibliográficos que se encuentran en alguna categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN, CITES), en el ANEXO 9.3 se incluye el listado bibliográfico completo.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-51 Especies Reportadas para el Área de Estudio que se Encuentran Catalogadas en Alguna Categoría de Protección por IUCN, CITES o la NOM-059-SEMARNAT-2010

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[22]	Distribución	NOM-059[23]	UICN[24]	CITES[25]
Amphibia	*Anura*	*Hylidae*	*Dryophytes arenicolor*	Ranita de cañón	NA	Nativa	Pr	LC	SC
Amphibia	*Anura*	*Hylidae*	*Dryophytes eximius*	Rana arborícola de montaña	NA	Endémica	Pr	LC	SC
Amphibia	*Anura*	*Ranidae*	*Lithobates neovolcanicus*	Rana leopardo	NA	Nativa	Pr	CR	SC
Amphibia	*Anura*	*Scaphiopodidae*	*Spea multiplicata*	Sapo montícola de espuela	NA	Nativa	Pr	LC	SC
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	MI,R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Buteo albicaudatus*	Aguililla cola blanca	R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	MI,MV,R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	R,MI	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Buteo lineatus*	Aguililla pecho rojo	MI,R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	T,MI	Nativa	Pr	LC	Apéndice II

CONSULTA PÚBLICA

[22] Categoría de residencia de aves: R-residente, MI-migratorio de invierno, MV-migratorio de invierno, T-transitorio, NA-no aplica
[23] NOM-059-SEMARNAT-2010: SC-sin categoría, A-amenazada, Pr-protección especial, P: en peligro de extinción
[24] IUCN: LC-preocupación menor, NT-casi amenazado, VU-vulnerable, CR-peligro crítico, EN-en peligro.
[25] CITES: SC-sin categoría.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[22]	Distribución	NOM-059[23]	UICN[24]	CITES[25]
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	MI,R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Accipitriformes*	*Pandionidae*	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	MI,R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Anas diazi*	Pato mexicano	R,MI	Nativa	A	LC	SC
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Cairina moschata*	Pato real	R	Nativa	P	LC	SC
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	R	Nativa	SC	LC	Apéndice III
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Dendrocygna bicolor*	Pijije canelo	R	Nativa	SC	LC	Apéndice III
Aves	*Apodiformes*	*Apodidae*	*Cypseloides niger*	Vencejo Negro	MV,T	Nativa	SC	Vu	SC
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	MV,MI	Semiendémica	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	MI,T	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Basilinna leucotis*	Colibrí orejas blancas	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Calothorax lucifer*	Colibrí lucifer	MV,MI,R	Semiendémica	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Colibri thalassinus*	Colibrí orejas violetas	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[22]	Distribución	NOM-059[23]	UICN[24]	CITES[25]
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	R	Semiendémica	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Eugenes fulgens*	Colibrí magnífico	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Heliomaster constantii*	Colibrí Picudo Occidental	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Lampornis clemenciae*	Colibrí garganta azul	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	R	Semiendémica	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Saucerottia beryllina*	Colibrí berilo	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Selasphorus calliope*	Zumbador Garganta Rayada	MI,T	Semiendémica	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Selasphorus heloisa*	Zumbador mexicano	R	Endémica	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Selasphorus platycercus*	Zumbador cola ancha	R,MI,MV	Semiendémica	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Selasphorus rufus*	Zumbador Canelo	MI,T	Nativa	SC	NT	Apéndice II
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Tilmatura dupontii*	Colibrí cola pinta	R	Nativa	A	LC	Apéndice II
Aves	*Charadriiformes*	*Charadriidae*	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	R,MI	Nativa	SC	NT	SC
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Calidris himantopus*	Playero zancón	MI,T	Nativa	SC	NT	SC
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Calidris mauri*	Playero Occidental	MI,T	Nativa	A	LC	SC
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	MI	Nativa	SC	NT	SC
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo	MI	Nativa	SC	NT	SC

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[22]	Distribución	NOM-059[23]	UICN[24]	CITES[25]
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	MI	Nativa	SC	VU	SC
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor	MI	Nativa	SC	NT	SC
Aves	*Falconiformes*	*Falconidae*	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	MI	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Falconiformes*	*Falconidae*	*Falco femoralis*	Halcón fajado	R	Nativa	A	LC	Apéndice II
Aves	*Falconiformes*	*Falconidae*	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	R,MI	Nativa	Pr	LC	Apéndice I
Aves	*Falconiformes*	*Falconidae*	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	R,MI	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Galliformes*	*Odontophoridae*	*Cyrtonyx montezumae*	Codorniz de Moctezuma	R	Nativa	Pr	LC	SC
Aves	*Gruiformes*	*Rallidae*	*Rallus tenuirostris*	Rascón azteca	R	Endémica	P	NT	SC
Aves	*Passeriformes*	*Cardinalidae*	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	MI,MV	Nativa	Pr	LC	SC
Aves	*Passeriformes*	*Laniidae*	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	R,MI	Nativa	SC	NT	SC
Aves	*Passeriformes*	*Motacillidae*	*Anthus spragueii*	Bisbita llanera	MI	Nativa	SC	VU	SC
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	MI,T	Nativa	A	LC	SC
Aves	*Passeriformes*	*Turdidae*	*Myadestes occidentalis*	Clarín jilguero	R	Nativa	Pr	LC	SC
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Contopus cooperi*	Papamoscas Boreal	T,MI,MV	Nativa	SC	NT	SC
Aves	*Pelecaniformes*	*Ardeidae*	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro norteño	MI,R	Nativa	A	LC	SC
Aves	*Podicipediformes*	*Podicipedidae*	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	R	Nativa	Pr	LC	SC

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[22]	Distribución	NOM-059[23]	UICN[24]	CITES[25]
Aves	*Psittaciformes*	*Psittacidae*	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Aves	*Psittaciformes*	*Psittacidae*	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	R	Nativa	A	LC	Apéndice II
Aves	*Psittaciformes*	*Psittacidae*	*Amazona farinosa*	Loro corona azul	R	Nativa	P	LC	Apéndice II
Aves	*Psittaciformes*	*Psittacidae*	*Amazona finschi*	Loro corona lila	R	Endémica	P	EN	Apéndice I
Aves	*Psittaciformes*	*Psittacidae*	*Amazona oratrix*	Loro cabeza amarilla	R	Cuasiendémica	P	EN	Apéndice I
Aves	*Psittaciformes*	*Psittacidae*	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	R	Nativa	Pr	VU	Apéndice II
Aves	*Strigiformes*	*Strigidae*	*Asio flammeus*	Búho Sabanero	MI	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Aves	*Strigiformes*	*Strigidae*	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	R,MI	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Strigiformes*	*Strigidae*	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Strigiformes*	*Strigidae*	*Megascops kennicottii*	Tecolote del Oeste	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Strigiformes*	*Strigidae*	*Psiloscops flammeolus*	Tecolote Ojos Oscuros	R,MV,MI	Semiendémica	SC	LC	Apéndice II
Aves	*Strigiformes*	*Tytonidae*	*Tyto furcata*	Lechuza de campanario	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Mammalia	*Chiroptera*	*Phyllostomidae*	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo	NA	Nativa	A	NT	SC
Mammalia	*Chiroptera*	*Phyllostomidae*	*Leptonycteris yerbabuenae*	Murciélago magueyero menor	NA	Nativa	Pr	NT	SC
Mammalia	*Rodentia*	*Geomyidae*	*Cratogeomys fumosus*	Tuza humeada	NA	Endémica	A	LC	SC
Reptilia	*Squamata*	*Anguidae*	*Barisia imbricata*	Lagarto alicante de las montañas	NA	Endémica	Pr	LC	SC
Reptilia	*Squamata*	*Colubridae*	*Pituophis deppei*	Alicante	NA	Endémica	A	LC	SC

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[22]	Distribución	NOM-059[23]	UICN[24]	CITES[25]
Reptilia	*Squamata*	*Colubridae*	*Salvadora bairdi*	Culebra chata mexicana	NA	Endémica	Pr	LC	SC
Reptilia	*Squamata*	*Colubridae*	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	NA	Nativa	A	LC	SC
Reptilia	*Squamata*	*Colubridae*	*Thamnophis eques*	Culebra nómada de agua	NA	Nativa	A	LC	SC
Reptilia	*Squamata*	*Colubridae*	*Thamnophis scaliger*	Culebra listonada de montaña cola corta	NA	Endémica	A	VU	SC
Reptilia	*Squamata*	*Phrynosomatidae*	*Phrynosoma cornutum*	Lagartija cornuda texana	NA	Nativa	SC	LC	Apéndice II
Reptilia	*Squamata*	*Phrynosomatidae*	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	NA	Endémica	A	LC	Apéndice II
Reptilia	*Squamata*	*Phrynosomatidae*	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	NA	Nativa	Pr	LC	SC
Reptilia	*Squamata*	*Viperidae*	*Crotalus aquilus*	Cascabel obscura de Querétaro	NA	Endémica	Pr	LC	SC
Reptilia	*Squamata*	*Viperidae*	*Crotalus molossus*	Cushishin	NA	Nativa	Pr	LC	SC
Actinopteri	*Cyprinodontiformes*	*Goodeidae*	*Girardinichthys viviparus*	*Mexclapique de la Cuenca de México*	*NA*	*Endémica*	*P*	*EN*	*SC*

CONSULTA PÚBLICA

b) Resumen de la metodología de muestreo

Para realizar el muestreo de vertebrados terrestres se eligió un muestreo direccionado, como primer paso se revisaron las categorías de uso de suelo y vegetación presente dentro del AP, para la selección de los sitios de muestreo se utilizaron principios propios del método de muestreo, como se describirá más adelante, se usaron principalmente Puntos de Conteo de Aves, por lo que, para la ubicación de los sitios, se basó en el distanciamiento de los sitios.

Para el AP se establecieron puntos de conteo cada 500 m de distanciamiento entre cada punto. En el caso de los puntos para el SAR, se utilizó el mismo criterio, sin embargo, durante la visita de campo, se descartaron o bien se agregaron puntos, dicha elección fue realizada por los especialistas de fauna silvestre, algunos de los criterios para eliminar sitios fue la falta de acceso, o bien condiciones de riesgo para los especialistas, entre otros.

Las actividades de monitoreo de fauna silvestre se realizaron 2 temporadas, la primera en el mes de septiembre y la segunda en diciembre del año 2025, se realizaron un total de 57 puntos de conteo de aves dentro del AP y 38 dentro del SAR.

La descripción de las técnicas de muestreo, actividades realizadas y evidencias fotográficas de estas se incluyen en la Caracterización de fauna presentada en el anexo 9, así como en el anexo 9.1.

En la siguiente tabla se indican sus coordenadas UTM (Datum WGS-84, zonas 14N) y posteriormente se muestra su distribución gráfica.

Tabla 4-52 Ubicación de los Puntos de Conteo de Aves para el AP

Nombre	Fecha de realización	Coordenada X	Coordenada Y
AP 01	23/09/2025	488459	2190875
AP 02	23/09/2025	488356	2190387
AP 03	23/09/2025	487976	2190021
AP 04	23/09/2025	488121	2189737
AP 05	23/09/2025	487986	2189309
AP 06	23/09/2025	487940	2188950
AP 07	23/09/2025	487741	2188490
AP 08	06/12/2025	487623	2188058
AP 09	06/12/2025	487346	2187086
AP 10	06/12/2025	487229	2186494
AP 11	23/09/2025	487057	2185812
AP 12	23/09/2025	486849	2185291
AP 13	23/09/2025	486654	2184832
AP 14	23/09/2025	486277	2184294

CONSULTA PÚBLICA

Nombre	Fecha de realización	Coordenada X	Coordenada Y
AP 15	23/09/2025	485951	2184893
AP 16	23/09/2025	485753	2185355
AP 17	23/09/2025	485318	2185619
AP 18	23/09/2025	484850	2185700
AP 19	23/09/2025	484467	2185605
AP 20	23/09/2025	484048	2186084
AP 21	23/09/2025	483691	2186547
AP 22	23/09/2025	483219	2187172
AP 23	23/09/2025	482913	2187569
AP 24	23/09/2025	482791	2188030
AP 25	23/09/2025	483037	2188378
AP 26	23/09/2025	483394	2188837
AP 27	23/09/2025	483677	2189061
AP 28	23/09/2025	484125	2189372
AP 29	23/09/2025	484704	2189700
AP 30	23/09/2025	485578	2189938
AP 31	23/09/2025	486057	2190118
AP 32	23/09/2025	486960	2190146
AP 33	06/12/2025	487746	2186062
AP 34	07/12/2025	488157	2185152
AP 35	06/12/2025	488562	2184238
AP 36	06/12/2025	488989	2183329
AP 37	06/12/2025	489410	2182426
AP 38	06/12/2025	489832	2181522
AP 39	06/12/2025	490251	2180607
AP 40	06/12/2025	490652	2179690
AP 41	06/12/2025	489736	2178786
AP 42	06/12/2025	490234	2177921
AP 43	06/12/2025	489637	2176973
AP 44	07/12/2025	488913	2176282

CONSULTA PÚBLICA

Nombre	Fecha de realización	Coordenada X	Coordenada Y
AP 45	07/12/2025	488185	2175605
AP 46	07/12/2025	487447	2174923
AP 47	07/12/2025	490754	2177348
AP 48	07/12/2025	491427	2176913
AP 49	07/12/2025	491991	2176813
AP 50	07/12/2025	492414	2175907
AP 51	07/12/2025	492830	2174994
AP 52	06/12/2025	493248	2174090
AP 53	06/12/2025	493675	2173183
AP 54	07/12/2025	494082	2172272
AP 55	07/12/2025	494505	2171366
AP 56	07/12/2025	494921	2170462
AP 57	07/12/2025	495868	2168421

Tabla 4-53 Ubicación de los Puntos de Conteo de Aves para el SAR.

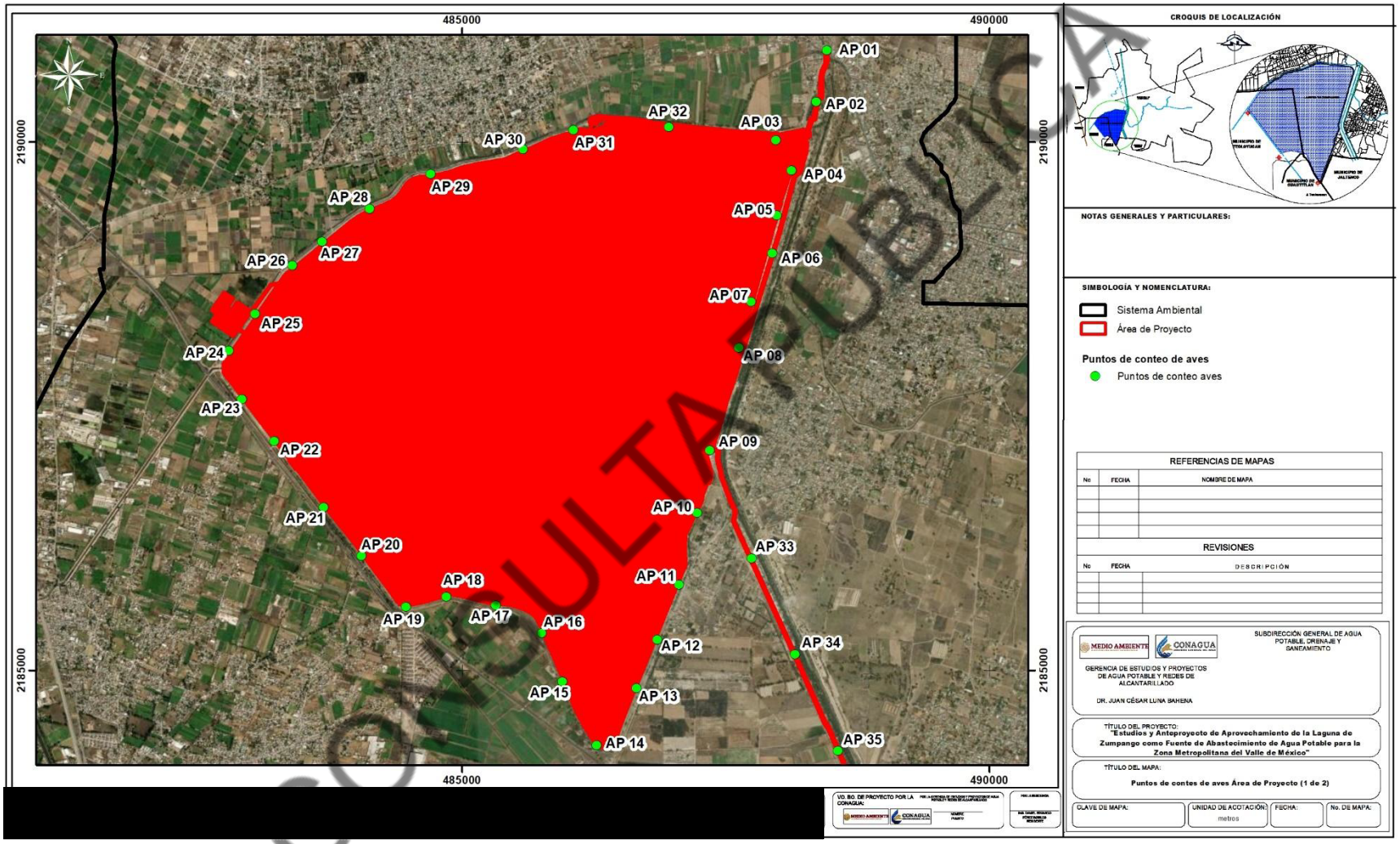
Nombre	Fecha de realización	Coordenada X	Coordenada Y
SA 01	24/09/2025	489538	2187540
SA 02	24/09/2025	488998	2187274
SA 03	24/09/2025	488337	2188282
SA 04	24/09/2025	488218	2188889
SA 05	24/09/2025	488376	2189373
SA 06	24/09/2025	488554	2189928
SA 07	25/09/2025	487860	2188206
SA 08	25/09/2025	487636	2187499
SA 09	24/09/2025	487517	2186974
SA 10	24/09/2025	487877	2186057
SA 11	25/09/2025	488187	2185390
SA 12	24/09/2025	488503	2184677
SA 13	24/09/2025	488758	2184164

CONSULTA PÚBLICA

Nombre	Fecha de realización	Coordenada X	Coordenada Y
SA 14	25/09/2025	488661	2182901
SA 15	25/09/2025	488885	2182423
SA 16	07/12/2025	489352	2180811
SA 17	06/12/2025	490397	2179161
SA 18	07/12/2025	488531	2181183
SA 19	25/09/2025	487527	2182436
SA 20	25/09/2025	487219	2183034
SA 21	06/12/2025	484973	2183318
SA 22	25/09/2025	485639	2184025
SA 23	25/09/2025	485374	2184368
SA 24	25/09/2025	485029	2184812
SA 25	24/09/2025	485750	2185010
SA 26	24/09/2025	485508	2185216
SA 27	24/09/2025	485292	2185500
SA 28	07/12/2025	481952	2186967
SA 29	06/12/2025	481911	2187891
SA 30	06/12/2025	482180	2189152
SA 31	23/09/2025	481987	2190247
SA 32	24/09/2025	482924	2188570
SA 33	07/12/2025	482795	2189263
SA 34	07/12/2025	483347	2189346
SA 35	07/12/2025	486717	2190639
SA 36	07/12/2025	487213	2190583
SA 37	25/09/2025	487705	2190350
SA 38	25/09/2025	488069	2190717

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-66 Ubicación de los Puntos de Conteo en el AP (1 de 2)



CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-67 Ubicación de los Puntos de Conteo en el AP (2 de 2)

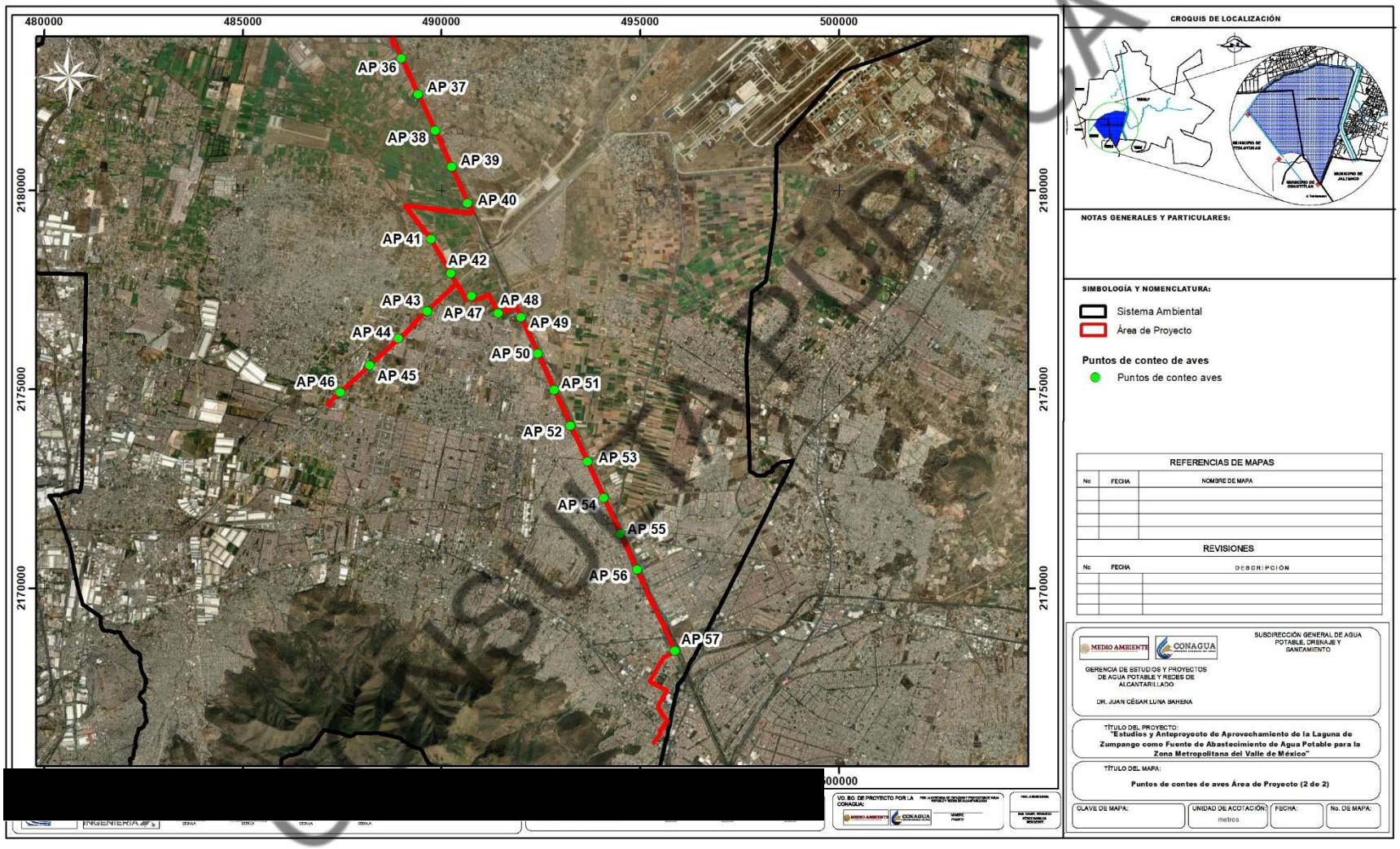
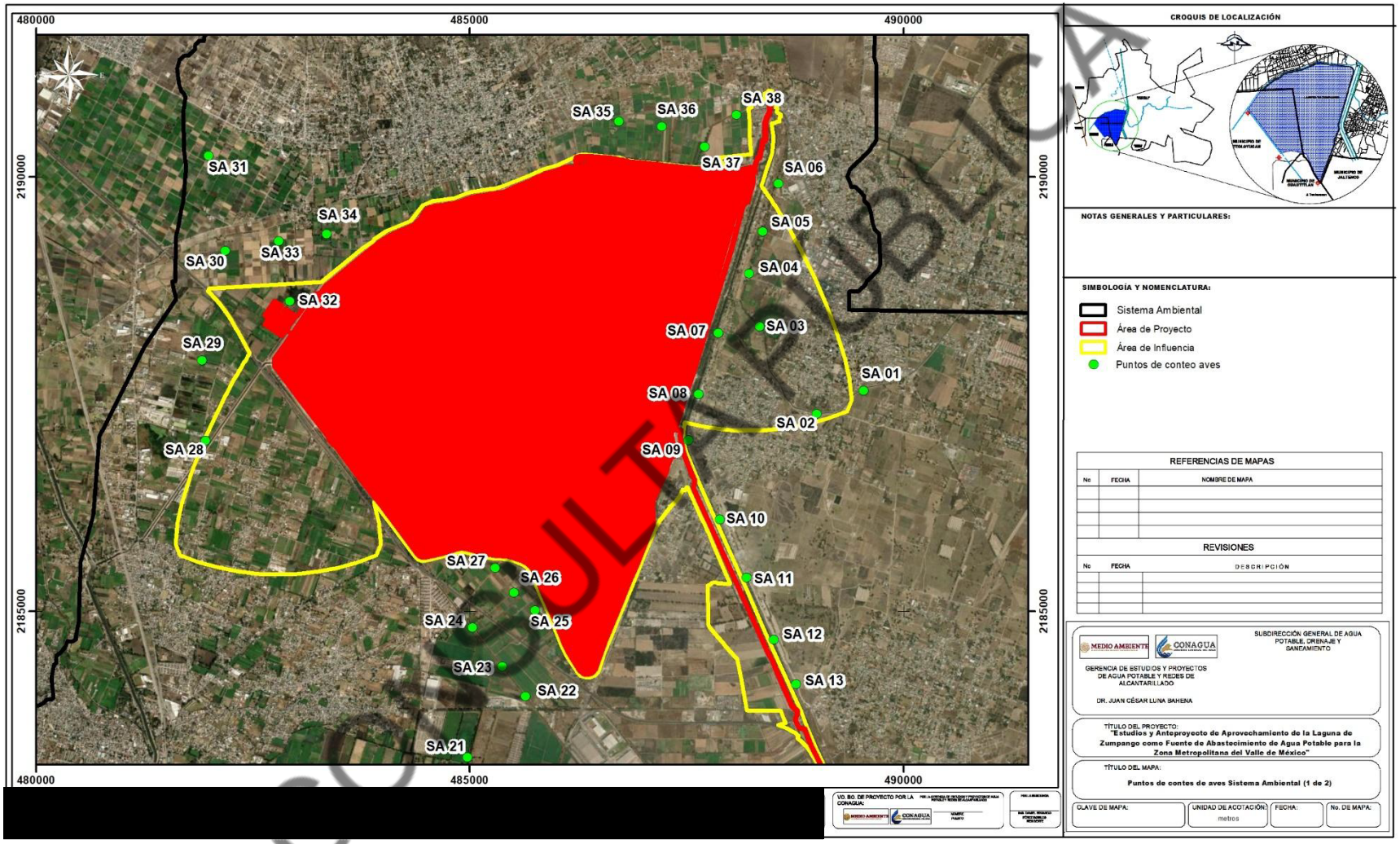
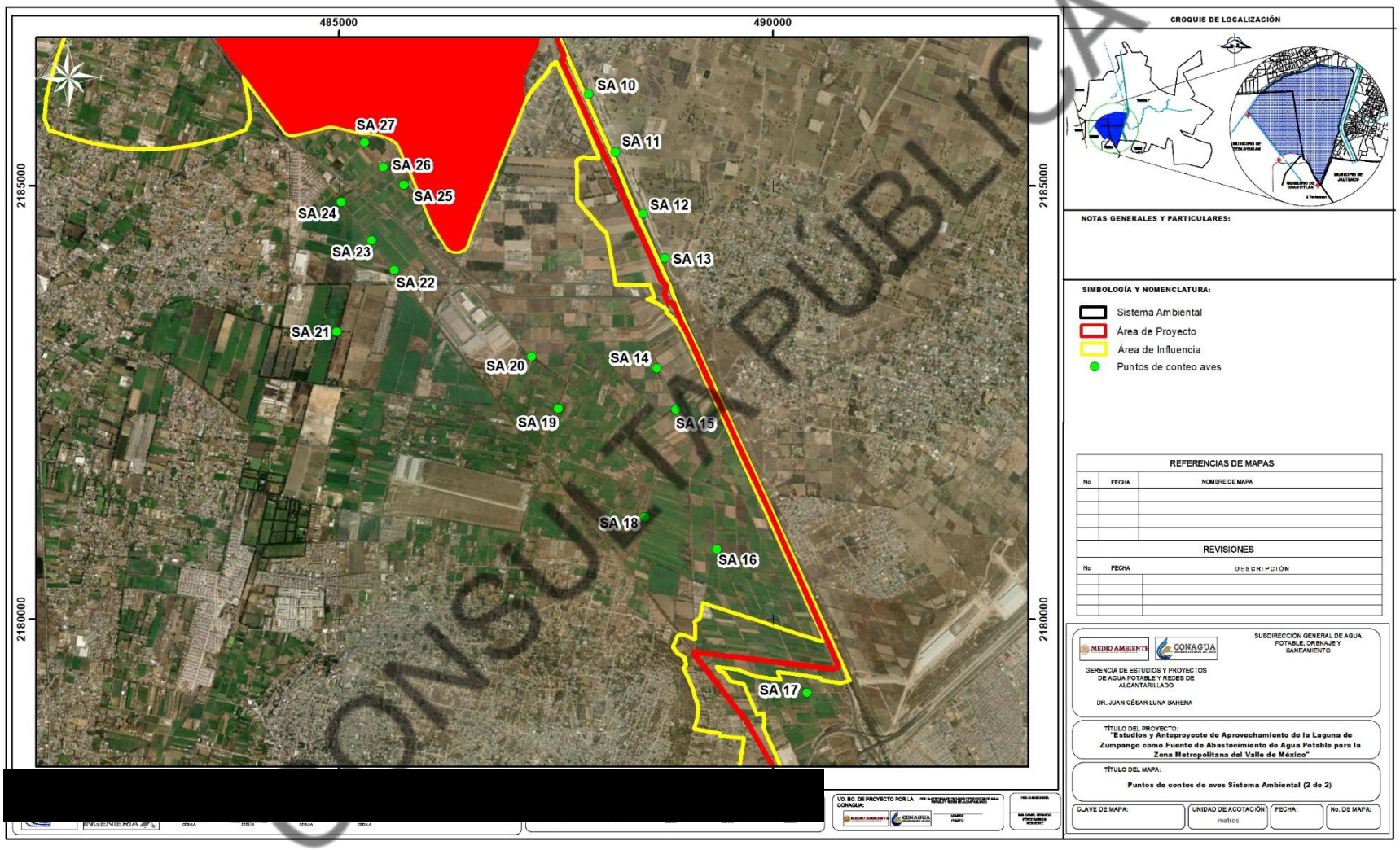


Figura 4-68 Ubicación de los Puntos de Conteo en el SAR (1 de 2)



CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-69 Ubicación de los Puntos de Conteo en el SAR (2 de 2)



CONSULTA PÚBLICA

Asimismo, se realizaron 10 transectos dentro del AP y 10 transectos dentro del SAR. En las siguientes tablas se indican sus coordenadas UTM (Datum WGS-84, zonas 14N) y posteriormente se muestra su ubicación gráfica.

Tabla 4-54 Ubicación de los Transectos Dentro del AP

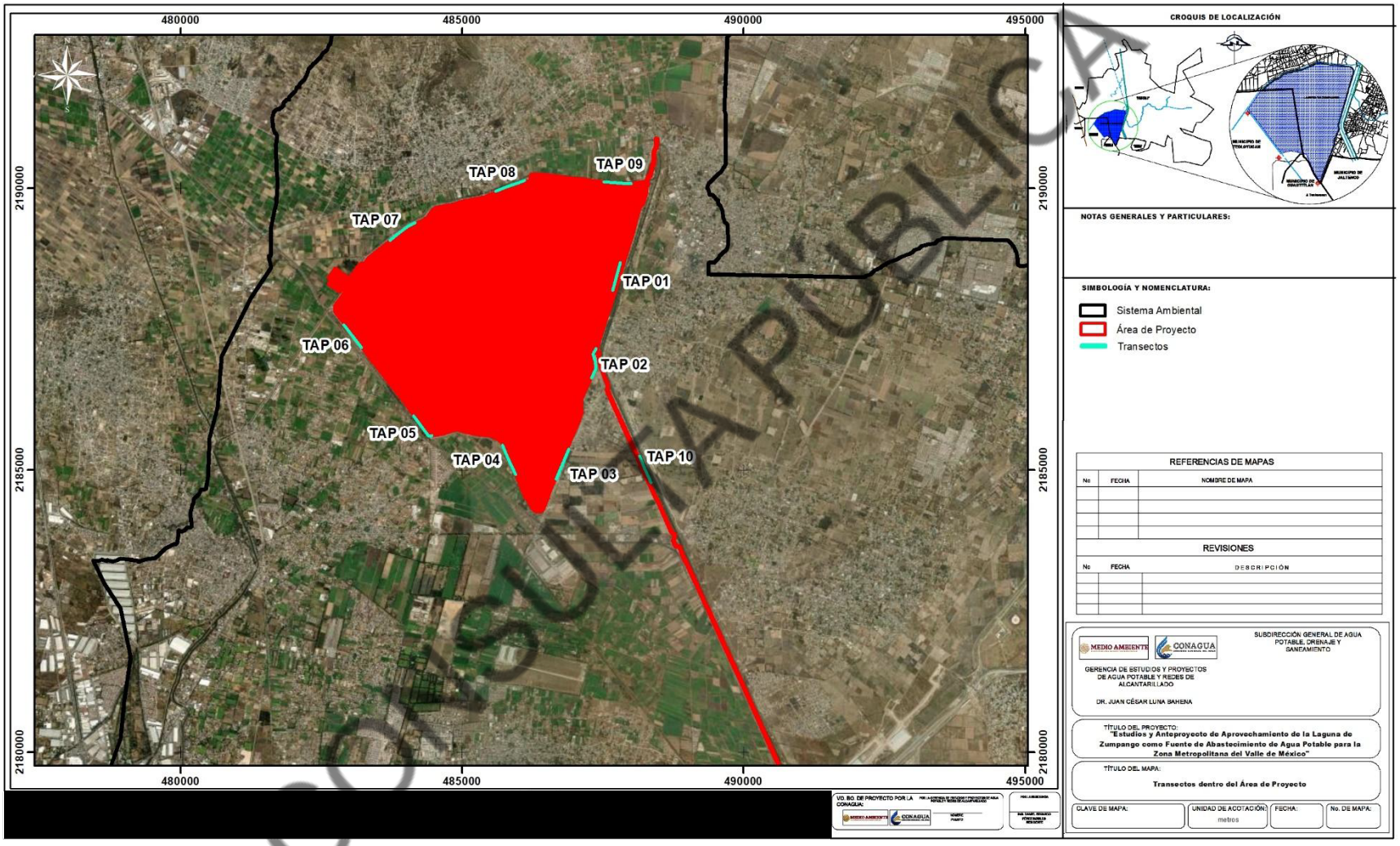
Nombre	Fecha de realización	Inicio		Final	
		Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
TAP 01	23/09/2025	487802	2188680	487670	2188184
TAP 02	23/09/2025	487376	2187160	487291	2186638
TAP 03	23/09/2025	486888	2185374	486667	2184844
TAP 04	23/09/2025	485951	2184921	485711	2185440
TAP 05	23/09/2025	484461	2185612	484131	2185966
TAP 06	23/09/2025	483207	2187172	482901	2187577
TAP 07	23/09/2025	483714	2189076	484158	2189389
TAP 08	23/09/2025	485587	2189947	486105	2190144
TAP 09	23/09/2025	488148	2185249	488348	2184782
TAP 10	23/09/2025	487504	2190113	488004	2190083

Tabla 4-55 Ubicación de los Transectos Dentro del SAR

Nombre	Fecha de realización	Inicio		Final	
		Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
TSAR 01	23/09/2025	489542	2187545	489070	2187268
TSAR 02	23/09/2025	488377	2188213	487972	2188602
TSAR 03	23/09/2025	487500	2186974	487674	2186475
TSAR 04	23/09/2025	488491	2184686	488695	2184198
TSAR 05	23/09/2025	485374	2185593	485026	2185175
TSAR 06	23/09/2025	485349	2184415	485647	2184007
TSAR 07	23/09/2025	482280	2188436	482618	2188579
TSAR 08	23/09/2025	483181	2189332	483173	2188816
TSAR 09	23/09/2025	487531	2182446	487328	2181911
TSAR 10	23/09/2025	488639	2182946	488879	2182427

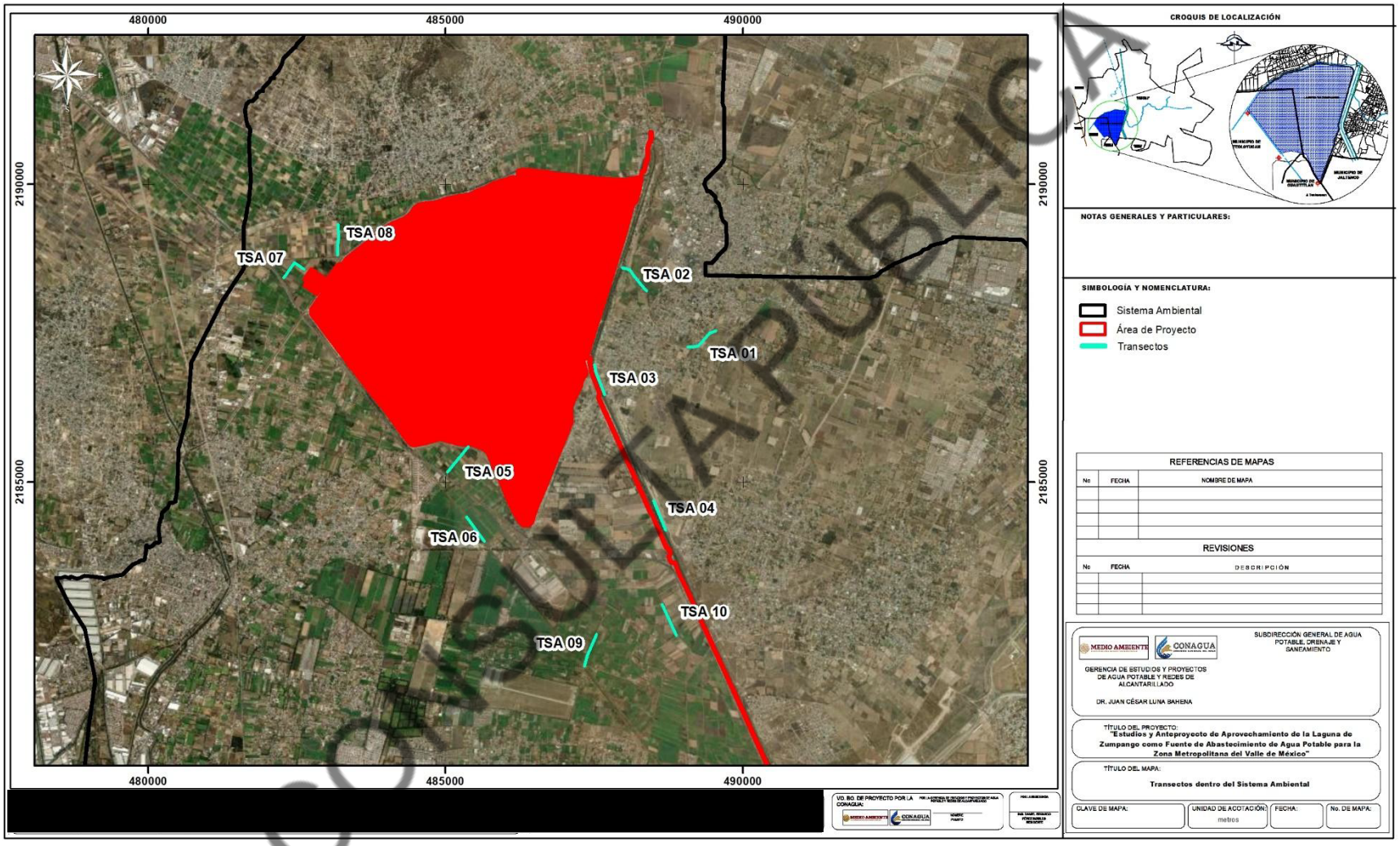
CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-70 Ubicación de los Transectos de Muestreo en el AP



CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-71 Ubicación de los Transectos de Muestreo en el SAR



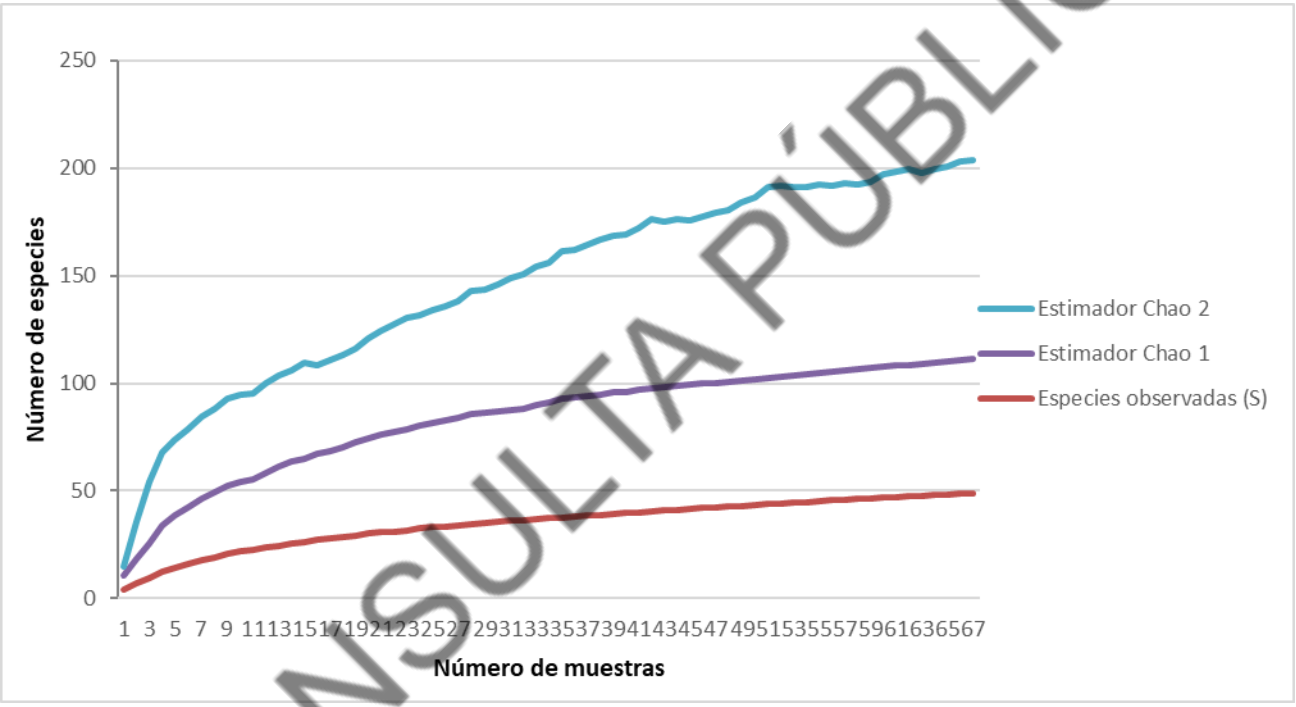
CONSULTA PÚBLICA

c) Resultados

Representatividad de la muestra

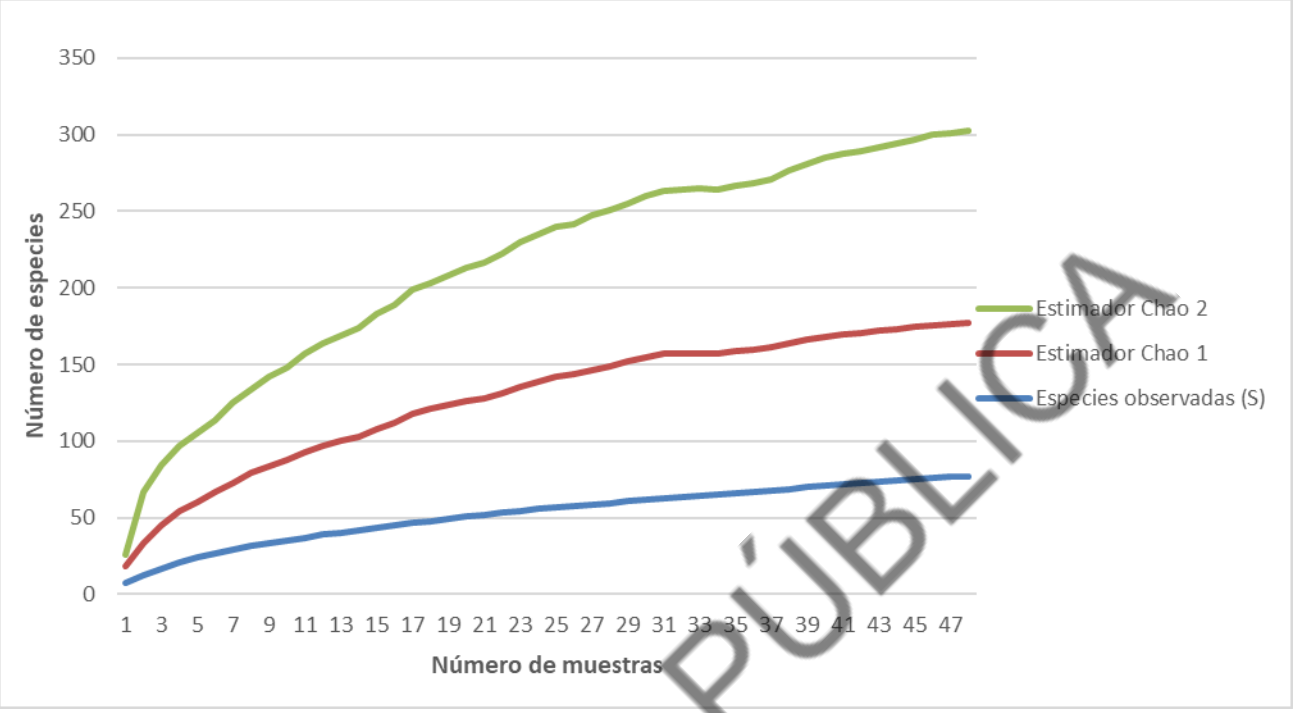
En cuanto a los resultados de las curvas de acumulación de especies, se obtuvo que la eficiencia de muestreo varía de acuerdo con el estimador utilizado, de acuerdo con Chao 1 se tuvo una eficiencia del 79%, y para el estimador Chao 2 fue de 53% en el AP, mientras que en el SAR se tuvo una eficiencia del 77% para Chao 1, y de acuerdo con el estimador Chao 2 fue de 61%; la representación de las curvas de acumulación se muestra en las siguientes figuras, mientras que, en el estudio de Caracterización de fauna presentado en el anexo 9 se muestra el desglose numérico de los resultados.

Figura 4-72 Curvas de Acumulación de Especies Para los Sitios de Muestreo del AP



CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-73 Curvas de Acumulación de Especies Para los Sitios de Muestreo del SAR



CONSULTA PÚBLICA

Composición

Se obtuvieron total de 87 especies de vertebrados terrestres, de las cuales 82 especies pertenecen a la Clase *Aves*, dos a la Clase *Mammalia*, tres a la Clase *Reptilia*, en total se realizaron 4,203 registros de diferente naturaleza (avistamientos, cantos, registros de excretas, entre otros).

En el Anexo 9.4 se incluye la bitácora de campo de los registros realizados. En la siguiente tabla se presenta el listado de especies y su polígono dónde fue registrada.

Tabla 4-56 Especies Registradas Durante los Monitoreos de Fauna Silvestre

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[26]	Distribución	NOM-059[27]	UICN[28]	CITES[29]	AP	SAR
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II		X
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II		X
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Anas acuta*	Pato golondrino	MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Anas diazi*	Pato mexicano	R,MI	Nativa	A	LC	SC	X	X
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Anas platyrhynchos*	Pato de collar	MI,R	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	R	Nativa	SC	LC	Apéndice III		X
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Dendrocygna bicolor*	Pijije canelo	R	Nativa	SC	LC	Apéndice III	X	X
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Oxyura jamaicensis*	Pato tepalcate	MI,R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño	MI	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules	MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	MI,T	Nativa	SC	LC	Apéndice II	X	
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Basilinna leucotis*	Colibrí orejas blancas	R	Nativa	SC	LC	Apéndice II	X	

CONSULTA PÚBLICA

[26] Categoría de residencia de aves: R-residente, MI-migratorio de invierno, MV-migratorio de invierno, T-transitorio, NA-no aplica
[27] NOM-059-SEMARNAT-2010: SC-sin categoría, A-amenazada, Pr-protección especial, P: en peligro de extinción
[28] IUCN: LC-preocupación menor, NT-casi amenazado, VU-vulnerable, CR-peligro crítico, EN-en peligro.
[29] CITES: SC-sin categoría.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[26]	Distribución	NOM-059[27]	UICN[28]	CITES[29]	AP	SAR
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	R	Semiendémica	SC	LC	Apéndice II		X
Aves	*Cathartiformes*	*Cathartidae*	*Cathartes aura*	Zopilote aura	R	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Charadriiformes*	*Charadriidae*	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	R,MI	Nativa	SC	NT	SC	X	X
Aves	*Charadriiformes*	*Recurvirostridae*	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	R,MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Phalaropus tricolor*	Falaropo pico largo	T,MI	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	MI	Nativa	SC	VU	SC		X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Columba livia*	Paloma asiática bravía	R	Exótica-invasora	SC	LC	SC		X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	R	Exótica-invasora	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	R,MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Zenaida macroura*	Huilota Común	R,MI	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Falconiformes*	*Falconidae*	*Caracara plancus*	Carancho	R	Nativa	SC	LC	SC	X	
Aves	*Falconiformes*	*Falconidae*	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	R,MI	Nativa	Pr	LC	Apéndice I		X
Aves	*Falconiformes*	*Falconidae*	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	R,MI	Nativa	SC	LC	Apéndice II	X	X
Aves	*Gruiformes*	*Rallidae*	*Fulica americana*	Gallareta americana	R,MI	Nativa	SC	LC	SC	X	X

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[26]	Distribución	NOM-059[27]	UICN[28]	CITES[29]	AP	SAR
Aves	*Gruiformes*	*Rallidae*	*Gallinula galeata*	Gallineta frente roja	R,MI	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Aegithalidae*	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	R	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Cardinalidae*	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	R	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Cardinalidae*	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	MI,R,MV	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Cardinalidae*	*Piranga rubra*	Piranga roja	MI,MV	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Cardinalidae*	*Spiza americana*	Arrocero americano	T,MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Fringillidae*	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Fringillidae*	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Hirundinidae*	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	MV,MI,R,T	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	R,MI	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas	MI,MV	Semiendémica	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	R,MV	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	R,MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Xanthocephalus xanthocephalus*	Tordo cabeza amarilla	MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Laniidae*	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	R,MI	Nativa	SC	NT	SC	X	X

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[26]	Distribución	NOM-059[27]	UICN[28]	CITES[29]	AP	SAR
Aves	*Passeriformes*	*Mimidae*	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Motacillidae*	*Anthus rubescens*	Bisbita Norteamericana	MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	MI,T	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	MI,R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Leiothlypis celata*	Chipe Oliváceo	MI,R	Nativa	SC	LC	SC	X	
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Parkesia motacilla*	Chipe arroyero	MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	MI,R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	MI,MV,T,R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Setophaga townsendi*	Chipe de Townsend	MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Passerellidae*	*Melospiza melodia*	Gorrión cantor	R,MI	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Passerellidae*	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Passerellidae*	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero	MI,R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Passerellidae*	*Peucaea botterii*	Zacatonero de Botteri	MI,R	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Passerellidae*	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Passeridae*	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	R	Exótica-invasora	SC	LC	SC	X	X

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[26]	Distribución	NOM-059[27]	UICN[28]	CITES[29]	AP	SAR
Aves	*Passeriformes*	*Polioptilidae*	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	MI,R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	Passeriformes	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	MI	Nativa	SC	LC	SC	X	
Aves	*Passeriformes*	*Sturnidae*	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto eurasiático	R	Exótica-invasora	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Thraupidae*	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	R	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Troglodytidae*	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	R	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Troglodytidae*	*Cistothorus palustris*	Saltapared Pantanero	MI,R	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Troglodytidae*	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Troglodytidae*	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	R,MI,T	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Turdidae*	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	R,MI	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Empidonax hammondii*	Papamoscas de Hammond	MI,T	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	R,MI	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	R,MI	Nativa	SC	LC	SC	X	
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	R,MI	Semiendémica	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Vireonidae*	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	MI,R	Nativa	SC	LC	SC		X

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría residencia aves[26]	Distribución	NOM-059[27]	UICN[28]	CITES[29]	AP	SAR
Aves	*Passeriformes*	*Vireonidae*	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	R	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Pelecaniformes*	*Ardeidae*	*Ardea ibis*	Garza ganadera	R,MI	Exótica-invasora	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Pelecaniformes*	*Ardeidae*	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	MI,R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Pelecaniformes*	*Threskiornithidae*	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	MI,R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Piciformes*	*Picidae*	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	R	Nativa	SC	LC	SC		X
Aves	*Piciformes*	*Picidae*	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	R	Nativa	SC	LC	SC	X	
Aves	*Podicipediformes*	*Podicipedidae*	*Podiceps nigricollis*	Zambullidor Orejón	MI,R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Aves	*Podicipediformes*	*Podicipedidae*	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso	R,MI	Nativa	SC	LC	SC	X	
Aves	*Suliformes*	*Phalacrocoracidae*	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán Neotropical	R	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Mammalia	*Carnivora*	*Procyonidae*	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	NA	Nativa	SC	LC	SC		X
Mammalia	*Rodentia*	*Sciuridae*	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de Rocas	NA	Nativa	SC	LC	SC	X	X
Reptilia	*Squamata*	*Natricidae*	*Thamnophis melanogaster*	Culebra de agua de panza negra	NA	Endémica	A	EN	SC	X	
Reptilia	*Squamata*	*Phrynosomatidae*	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	NA	Nativa	Pr	LC	SC	X	X
Reptilia	*Squamata*	*Phrynosomatidae*	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	NA	Endémica	SC	LC	SC	X	

CONSULTA PÚBLICA

- **Especies Protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010**

De las especies registradas durante el muestreo en campo se registraron 5 especies que se encuentran dentro de alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dos de ellas en categoría de amenazada y tres en protección especial, estas se destacan en la siguiente tabla:

Tabla 4-57 Especies Registradas Durante el Muestreo Presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Clase	Especie	Nombre común	NOM-059[30]	AP	SAR
Aves	*Anas diazi*	Pato mexicano	A	X	X
Aves	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr		X
Aves	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr		X
Reptilia	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	X	X
Reptilia	*Thamnophis melanogaster*	Culebra de agua de panza negra	A	X	

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación de las especies registradas en campo y que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4-58 Ubicación de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Reportadas en Campo

Clase	Especie	Nombre común	Tipo de registro	NOM	ni	Coordenada X	Coordenada Y
Aves	*Anas diazi*	Pato mexicano	Avistamiento	A	10	484125	2189372
Aves	*Anas diazi*	Pato mexicano	Avistamiento	A	1	485508	2185216
Aves	*Anas diazi*	Pato mexicano	Avistamiento	A	1	485292	2185500
Aves	*Anas diazi*	Pato mexicano	Avistamiento	A	7	482924	2188570
Aves	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Avistamiento	Pr	1	488661	2182901
Aves	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Avistamiento	Pr	1	488069	2190717
Aves	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Avistamiento	Pr	1	488758	2184164
Reptilia	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Avistamiento	Pr	1	485587	2189947
Reptilia	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Avistamiento	Pr	1	488148	2185249
Reptilia	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Avistamiento	Pr	1	487500	2186974
Reptilia	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Avistamiento	Pr	1	482280	2188436
Reptilia	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Avistamiento	Pr	4	487531	2182446

[30] NOM-059-SEMARNAT-2010: SC-sin categoría, A-amenazada, Pr-protección especial, P: en peligro de extinción

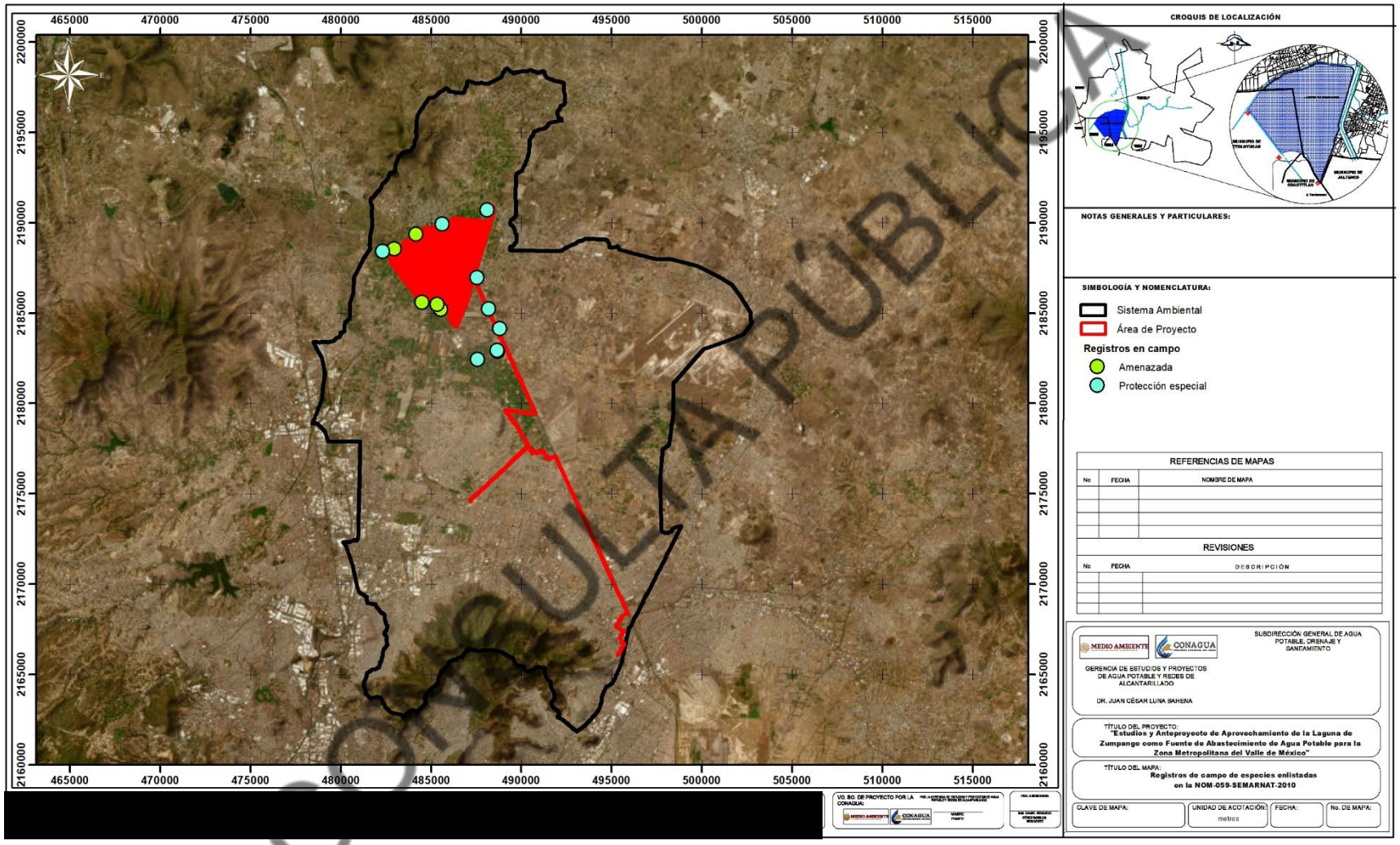
CONSULTA PÚBLICA

Clase	Especie	Nombre común	Tipo de registro	NOM	ni	Coordenada X	Coordenada Y
Reptilia	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Avistamiento	Pr	3	488639	2182946
Reptilia	*Thamnophis melanogaster*	Culebra de agua panza negra	Avistamiento	A	2	484461	2185612

En la siguiente figura se muestra la ubicación de ejemplares registrados en campo de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-74 Ubicación de Ejemplares de Especies Enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Registrados en Campo



COPIA PÚBLICA

- **Especies endémicas**

La revisión de la distribución de las especies registradas en campo mostró que se tienen 77 especies nativas, dos especies endémicas, y tres semiendémicas. En la siguiente tabla se presenta la lista de especies de interés por su endemismo.

Tabla 4-59 Especies Endémicas o Semiendémicas Registradas Durante los Muestreos

Clase	Especie	Nombre común	Residencia	Distribución
Aves	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	R	Semiendémica
Aves	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas	MI,MV	Semiendémica
Aves	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	R,MI	Semiendémica
Reptilia	*Thamnophis melanogaster*	Culebra de agua de panza negra	NA	Endémica
Reptilia	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	NA	Endémica

- **Especies exóticas o invasoras**

De las especies registradas durante los muestreos 4 son consideradas como exóticas o invasoras, se tiene registro de *Ardea ibis, Columba livia, Passer domesticus, Streptopelia decaocto y Sturnus vulgaris*.

Estas especies suelen encontrarse en ambientes modificados con una fuerte presión antrópica, asociada a la perdida de vegetación original o bien la presencia de asentamientos humanos. La revisión de especies exóticas-invasoras, resulta de importancia ya que sus impactos ecológicos sobre los ecosistemas, afectar negativamente a las especies nativas y endémicas, a tal grado de causar el desplazamiento de estas, e incluso su extinción local.

- **Especies listadas en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación, publicado en el DOF el 05/03/2014.**

De la revisión realizada, se obtuvo las siguientes especies como parte del Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación, publicado en el DOF el 05/03/2014. A continuación, se presenta el listado de especies incluidas en este listado y que fueron registradas durante el monitoreo de fauna silvestre dentro del área de estudio.

Tabla 4-60 Especies que se Encuentran Dentro del Listado de Especies y Poblaciones Prioritarias para la Conservación, Según el Acuerdo Publicado en el DOF el 05/03/2014

Especie	Nombre común	Residencia aves	Distribución	NOM-059	UICN	CITES
Anas diazi	Pato mexicano	R,MI	Nativa	A	LC	SC
Anas platyrhynchos	Pato de collar	MI,R	Nativa	SC	LC	SC
Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas	R	Nativa	SC	LC	Apéndice III
Dendrocygna bicolor	Pijije canelo	R	Nativa	SC	LC	Apéndice III
Oxyura jamaicensis	Pato tepalcate	MI,R	Nativa	SC	LC	SC

CONSULTA PÚBLICA

Especie	Nombre común	Residencia aves	Distribución	NOM-059	UICN	CITES
Spatula clypeata	Pato cucharón norteño	MI	Nativa	SC	LC	SC
Spatula discors	Cerceta Alas Azules	MI	Nativa	SC	LC	SC
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	R,MI	Nativa	SC	LC	SC
Zenaida macroura	Huilota Común	R,MI	Nativa	SC	LC	SC

d) Diversidad y abundancia

Abundancia relativa y biodiversidad dentro del área del proyecto (AP)

Dentro del AP se registraron un total de 49 especies de fauna silvestre y un total de 1,751 individuos, a continuación, se realiza la descripción de biodiversidad y abundancia relativa por clase taxonómica.

- **Clase Amphibia**

No se registraron individuos de esta clase dentro del AP.

- **Clase *Aves***

Para esta clase taxonómica se encontraron un total de 45 especies y 1,745 registros, las especies que presentaron mayor número de registros fueron *Hirundo rustica, Egretta thula, Quiscalus mexicanus, Agelaius phoeniceus.*

Tabla 4-61 Riqueza Específica de la Clase *Aves* Dentro del AP

Nombre científico	Nombre común	Número de registros
Agelaius phoeniceus	Tordo Sargento	100
Anas diazi	Pato mexicano	10
Archilochus colubris	Colibrí garganta rubí	1
Ardea ibis	Garza ganadera	14
Basilinna leucotis	Colibrí orejas blancas	1
Caracara plancus	Carancho	3
Cardellina pusilla	Chipe corona negra	2
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	34
Columbina inca	Tortolita cola larga	30
Corthylio calendula	Corthylio calendula	1
Dendrocygna bicolor	Pijije canelo	1
Egretta thula	Garza dedos dorados	257
Falco sparverius	Ceríncalo americano	2

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Número de registros
Fullca americana	Gallareta americana	98
Gallinula galeata	Gallineta frente roja	1
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	42
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	534
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	9
Leiothlypis celata	Chipe oliváceo	1
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	2
Melospiza melodia	Gorrión cantor	3
Melozone fusca	Rascador viejita	13
Nannopterum brasilianum	Cormorán tropical	6
Oxyura jamaicensis	Pato tepalcate	47
Passer domesticus	Gorrión doméstico	28
Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	1
Passerina caerulea	Picogordo azul	6
Phalaropus tricolor	Falaropo pico largo	1
Plegadis chihi	Ibis ojos rojos	39
Podiceps nigricollis	Zambullidor orejón	27
Podilymbus podiceps	Zambullidor pico grueso	1
Polioptila caerulea	Perlita azulgris	4
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	17
Quiscalus mexicanus	Zanate Mexicano	241
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	1
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	9
Setophaga petechia	Chipe amarillo	1
Spatula clypeata	Pato cucharón norteño	19
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	27
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	16
Sturnus vulgaris	Estornino pinto euroasiático	1
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	2
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	4
Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	11
Zenaida macroura	Huilota común	77
Total		1745

CONSULTA PÚBLICA

En cuanto a los resultados de la estimación de índices, estos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4-62 Índices de Diversidad de la Clase *Aves* Dentro del AP

Indicador/índice	Valor
Especies	45
Individuos	1,745
Dominancia (D)	0.1461
Simpson (1-D)	0.8539
Shannon (H)	2.507
Margalef	5.895

Se registraron 45 especies de aves, respecto a la dominancia (D), el valor bajo indica que ninguna especie domina de forma clara la comunidad. Para el índice de Simpson, el valor de 0.85 refleja una probabilidad muy alta (85%) de que dos aves tomadas al azar pertenezcan a especies distintas. Esto indica alta diversidad y baja dominancia, lo que suele asociarse a hábitats con buena disponibilidad de recursos (Magurran, 2004).

En cuanto al índice de Shannon, valores de H' < 3 son considerados como diversidad media. Finalmente, para el índice de Margalef, el valor obtenido indica una alta riqueza específica relativa al número de individuos.

- **Clase Mammalia**

Para esta clase taxonómica se registró solo una especie con un individuo.

Tabla 4-63 Riqueza Específica de la Clase *Mammalia* Dentro del AP

Especie	Nombre común	Número de registros
Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	1

Debido al número de especies no fue posible obtener los índices de diversidad.

- **Clase Reptilia**

Para esta clase taxonómica se encontraron tres especies dentro del área del proyecto con un total de cinco registros.

Tabla 4-64. Riqueza Específica de la Clase *Reptilia* Dentro del AP

Nombre científico	Nombre común	Número de registros
Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	2
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	1
Thamnophis melanogaster	Culebra de agua panza negra	2

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Número de registros
Total		5

En cuanto a diversidad los resultados de la estimación de índices se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4-65 Índices de Diversidad de la Clase *Reptilia* Dentro del AP

Indicador/índice	Valor
Especies	3
Individuos	5
Dominancia (D)	0.2
Simpson (1-D)	0.8
Shannon (H)	1.255
Margalef	1.243

Los resultados de dominancia (D) corresponden a un valor de 0.2, lo que indica una baja dominancia, para el índice de Simpson, el valor de 0.8 indica una probabilidad del 80% de que dos individuos elegidos al azar pertenezcan a especies distintas.

En cuanto al índice de Shannon, el valor se ubica en el rango de diversidad baja, en reptiles, valores de H' menores a 2.0 son considerados como diversidad baja, para el índice de Margalef, se obtuvo un valor menor a 2, este valor se interpreta como riqueza baja.

Biodiversidad y abundancia relativa dentro del sistema ambiental regional

Dentro del área del proyecto se registraron un total de 83 especies de fauna silvestre y un total de 2,452 registros de fauna, a continuación, se realiza la descripción de biodiversidad y abundancia relativa por clase taxonómica.

- **Clase Amphibia**

No se registraron individuos de esta clase dentro del SAR.

- **Clase *Aves***

Para esta clase taxonómica se encontraron un total de 59 especies y 2,437 registros, las especies que presentaron mayor número de registros fueron *Plegadis chihi*, *Agelaius phoeniceus*, *Hirundo rustica*, *Ardea ibis*.

Tabla 4-66 Riqueza Específica de la Clase *Aves* Dentro del SAR

Nombre científico	Nombre común	Número de registros
Actitis macularius	Playero alzacolita	1

CONSULTA PUBLICA

Nombre científico	Nombre común	Número de registros
Agelaius phoeniceus	Tordo Sargento	326
Anas acuta	Pato golondrino	20
Anas diazi	Pato mexicano	9
Anas platyrhynchos	Pato de collar	1
Anthus rubescens	Bisbita Norteamericana	1
Ardea ibis	Garza ganadera	203
Cardellina pusilla	Chipe corona negra	7
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	1
Cathartes aura	Zopilote aura	1
Catherpes mexicanus	Saltapared	1
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	62
Cistothorus palustris	Saltapared sabanero	2
Columba livia	Paloma asiática bravía	10
Columbina inca	Tortolita cola larga	71
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	7
Dendrocygna autumnalis	Pijije alas blancas	2
Dendrocygna bicolor	Pijije canelo	12
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	1
Egretta thula	Garza dedos dorados	164
Elanus leucurus	Milano cola blanca	7
Empidonax hammondii	Papamoscas de Hammond	2
Falco peregrinus	Halcón peregrino	2
Falco sparverius	Ceríncalo americano	1
Fullca americana	Gallareta americana	66
Gallinula galeata	Gallineta frente roja	1
Geothlypis trichas	Mascarita común	1
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	82
Himantopus mexicanus	Monjita americana	54
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	259
Icterus bullockii	Calandria Cejas Naranjas	2
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	6
Melospiza melodia	Gorrión cantor	26
Melozone fusca	Rascador viejita	22
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	52
Molothrus ater	Tordo cabeza café	10

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Número de registros
Nannopterum brasilianum	Cormorán tropical	1
Oxyura jamaicensis	Pato tepalcate	2
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	1
Parkesia noveboracensis	Chipe charquero	1
Passer domesticus	Gorrión doméstico	39
Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	3
Passerina caerulea	Picogordo azul	14
Peucaea botterii	Zacatonero de Botter	1
Phalaropus tricolor	Falaropo pico largo	11
Piranga rubra	Piranga roja	1
Plegadis chihi	Ibis ojos rojos	392
Podiceps nigricollis	Zambullidor orejón	3
Polioptila caerulea	Perlita azulgris	12
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	2
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	22
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	35
Quiscalus mexicanus	Zanate Mexicano	115
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	5
Setophaga petechia	Chipe amarillo	2
Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	5
Spatula clypeata	Pato cucharón norteño	16
Spatula discors	Cerceta alas azules	15
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	64
Spiza americana	Arrocero americano	1
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	4
Sturnus vulgaris	Estornino pinto euroasiático	3
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	4
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	6
Tringa flavipes	Patamarilla menor	5
Troglodytes aedon	Saltapared común	1
Turdus migratorius	Mirlo primavera	2
Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	8
Vireo gilvus	Vireo gorjeador	1
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	1
Volatinia jacarina	Semillero brincador	1

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Número de registros
Xanthocephalus xanthocephalus	Tordo cabeza amarilla	1
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	8
Zenaida macroura	Huilota común	134
Total		**2,437**

En cuanto a diversidad los resultados de la estimación de índices se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4-67 Índices de Diversidad de la Clase *Aves* Dentro del SAR

Indicador/índice	Valor
Especies	74
Individuos	2,437
Dominancia (D)	0.07753
Simpson (1-D)	0.9225
Shannon (H)	3.036
Margalef	9.361

Se registraron 74 especies de aves, respecto a la dominancia (D), el valor bajo indica que ninguna especie domina de forma clara la comunidad. Para el índice de Simpson, el valor de 0.92 refleja una probabilidad muy alta (92%) de que dos aves tomadas al azar pertenezcan a especies distintas. Esto indica alta diversidad y baja dominancia.

En cuanto al índice de Simpson, valores de H' > 3 son considerados altos de biodiversidad, finalmente, para el índice de Margalef, el valor obtenido confirma una alta riqueza específica relativa al número de individuos, valores por arriba de 5, se considera elevado y refleja diversidad de hábitats y microambientes en la zona.

- **Clase Mammalia**

Para esta clase taxonómica se encontraron nueve especies dentro del área del proyecto con un total de 16 registros, las especies que presentaron mayor número de registros fue *Bassariscus astutus*, sin embargo, es importante mencionar que estos registros corresponden a un mismo sitio, por la naturaleza de esta especie, que suele tener hábitos solitarios o vivir en pares, el número de individuos real es probable que sea máximo de dos individuos.

Tabla 4-68 Riqueza Específica de la Clase *Mammalia* Dentro del SAR

Nombre científico	Nombre común	Número de registros
Bassariscus astutus	Cacomixtle	5

CONSULTA PÚBLICA

Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	1
Total		6

En cuanto a diversidad los resultados de la estimación de índices se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4-69 Índices de Diversidad de la Clase *Mammalia* Dentro del SAR

Indicador/índice	Valor
Especies	2
Individuos	6
Dominancia (D)	0.6667
Simpson (1-D)	0.3333
Shannon (H)	0.5339
Margalef	0.5581

Se registraron dos especies, lo cual representa una riqueza baja para mamíferos, en cuanto a la dominancia (D), el valor es alto, lo que indica que alguna de las especies es dominante. Para el índice de Simpson, el valor de 0.33 refleja una diversidad baja en términos de equidad.

Respecto al índice de Shannon, los valores de H' menores a 2 en mamíferos se consideran diversidad baja, para el índice de Margalef, valores entre 2 y 4 son considerados con baja diversidad.

- **Clase Reptilia**

Para esta clase taxonómica se encontró solo una especie dentro del SA, que corresponde a *Sceloporus grammicus*.

Tabla 4-70 Riqueza Específica de la Clase *Reptilia* Dentro del SAR

Nombre científico	Nombre común	Número de registros
Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	9

Debido al número de especies no fue posible obtener los índices de diversidad.

Comparativa de abundancia y biodiversidad entre el SAR y AP

Con el objetivo de conocer el comportamiento de los valores de los índices de biodiversidad entre áreas, se realizó una distinción de los resultados obtenidos durante el monitoreo, a continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad, se incluyeron la totalidad de registros de las cuatro clases taxonómicas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-71 Comparación de los Índices de Diversidad

Indicador/índice	SAR	AP
Especies	77	49
Individuos	2,452	1,751
Dominancia (D)	0.0766	0.1451
Simpson (1-D)	0.9234	0.8549
Shannon (H)	3.061	2.527
Margalef	9.738	6.427

De los resultados obtenidos, de la comparación se encontró que se tiene una diferencia de 28 especies, y una diferencia de 701 individuos.

Respecto a la dominancia (D), este índice es más alto para el AP, por lo que indica mayor dominancia en la diversidad de esa área. Respecto al índice de Simpson, para ambas áreas los valores obtenidos fueron mayor a 0.8, por lo que se considera que se tiene una diversidad alta.

Los valores obtenidos del índice de Shannon son similares para ambas zonas, valores de H' son considerados altos para el SAR y bajos para el AP.

Finalmente, los resultados del índice de Margalef, en ambas áreas presentaron valores arriba de 5 puntos, por lo que se considera como una diversidad alta por este índice.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de una evaluación *t Student*, se consideraron los índices de Shannon y Simpson.

Tabla 4-72 Evaluación *t Student* de los Índices de Diversidad Para el SAR y AP

Índice de Shannon	
SAR	**AP**
H: 3.0454	H: 2.5135
t:	12.852
df:	3593.2
Índice de Simpson (D)	
SAR	**AP**
D: 0.076974	D: 0.1456
t:	-11.493
df:	2307
T de Tablas: 1.960	

CONSULTA PÚBLICA

Para el caso del índice de Shannon la prueba t demuestra que, si hay diferencias significativas entre los valores de los índices Shannon, ya que la *t* calculada es mayor al valor absoluto que la *t* de tablas (1.960).

Por otro lado, para el índice de Simpson, sugiere que, no hay diferencias significativas entre los valores del índice de Simpson, ya que la *t* calculada es menor en valor absoluto que la *t* de tablas (1.960), lo que significa que no existen diferencias significativas entre las dominancias de los dos sitios.

Respecto a los resultados obtenidos del índice de Jaccard, se obtuvo un valor de 0.3846, por lo que la similitud entre el ensamble de vertebrados terrestres del AP y el SAR es baja, en porcentaje corresponde al 38.46%.

En cuanto a los resultados del índice de Morisita, se obtuvo un valor de 0.6027, al usar porcentaje se puede decir que el AP y el SA tienen una similitud del 60.27%. Por lo que, se puede indicar una similitud moderada.

e) Síntesis y conclusiones de fauna

Como resultado del muestreo se documentaron 87 especies de vertebrados terrestres, distribuidos en anfibios, aves, mamíferos y reptiles, con un total de 4,203 registros. Este esfuerzo de campo, sumado a la información bibliográfica, brinda un panorama robusto de la biodiversidad local y regional para el área de estudio.

Los resultados demuestran que las aves son el grupo más diverso, con 82 especies registradas, seguidas por los reptiles con tres, mamíferos con dos, no se registraron especies de anfibios. Esta composición es consistente con la literatura, que señala a las aves como el grupo dominante en riqueza dentro de la mayoría de los ecosistemas. El AP registró 49 especies, mientras que el SAR alcanzó 77 especies, lo que refleja que la diversidad aumenta conforme se incluyen diferentes hábitats (pastizales, zonas agrícolas, vegetación natural, cuerpos de agua y áreas con influencia antrópica).

En cuanto a los índices de diversidad, los valores de Shannon (H’ > 3) para aves dentro del SAR y el conjunto total de especies confirman comunidades diversas y con buena equidad, mientras que los valores para mamíferos, reptiles y anfibios resultaron más bajos, lo que puede atribuirse tanto a limitaciones derivadas de los hábitos de las especies, como a condiciones de fragmentación del hábitat.

La comparación estadística entre el AP y el SAR a través de la *t Student* mostró que no existen diferencias significativas para el índice de Simpson, por el contrario, para el índice de Shannon si se detectaron diferencias significativas. Los índices de similitud (Jaccard y Morisita) reflejan baja coincidencia de especies, con valores entre 38 y 60%, lo que confirma que la composición específica difiere y que cada polígono aporta de manera complementaria al mosaico de biodiversidad regional.

El registro de 18 especies con alguna categoría de protección (NOM-059, CITES, IUCN) y la identificación de especies prioritarias para la conservación subraya la relevancia del área en términos de manejo ambiental. Se requiere prestar especial atención en los reptiles como iguanas y aves rapaces.

La presencia de especies exóticas invasoras pone en evidencia la influencia de actividades humanas y la necesidad de programas de control para prevenir su expansión.

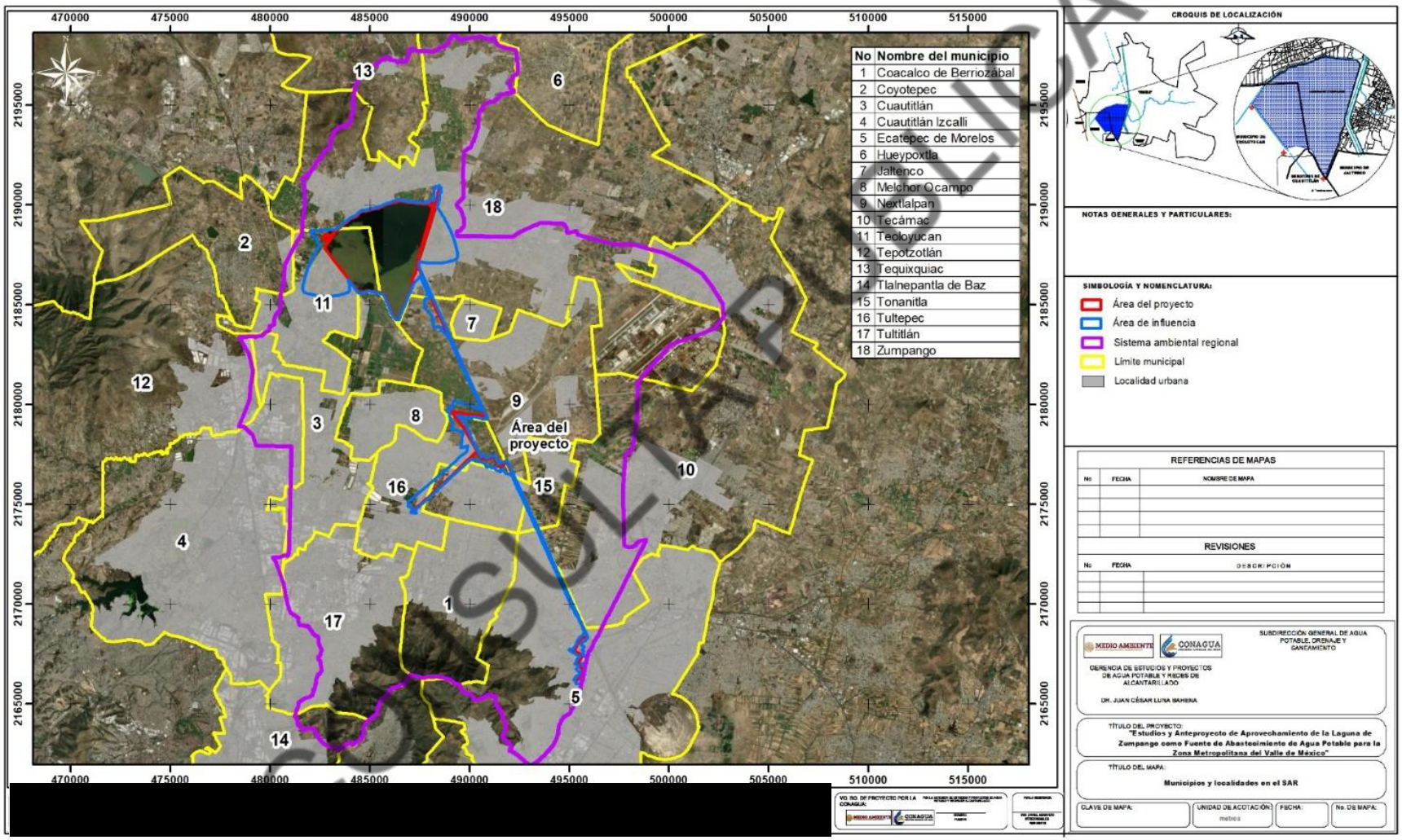
CONSULTA PÚBLICA

4.2.1.3. Medio socioeconómico

El SAR tiene incidencia en los municipios de Coacalco de Berriozábal, Coyotepec, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos, Hueypoxtla, Jaltenco, Melchor Ocampo, Nextlalpan, Tecámac, Teoloyucan, Tepotzotlán, Tequixquiac, Tlalnepantla de Baz, Tonanitla, Tultepec, Tultitlán y Zumpango; mientras que, el AI y área del Proyecto se encuentran totalmente en Ecatepec de Morelos, Jaltenco, Nextlalpan, Teoloyucan, Tultepec, Tultitlán y Zumpango; como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-75 Ubicación de Municipios y Localidades en el Área de Estudio



Por lo tanto, en seguida se describen los principales indicadores socioeconómicos para los municipios en los cuales tiene incidencia el área de estudio.

- **Población**

La población total presente en los 18 municipios sobre los cuales incide el SAR es de 5,304,640 habitantes, comprende la región norte de la Zona Metropolitana del Valle de México, el municipio con la mayor cantidad de habitantes es Ecatepec de Morelos que concentra más de la quinta parte del total de los 18 municipios, la mayoría de los habitantes son del género femenino, la población por rangos de edad se muestran en la siguiente tabla, donde el de mayor amplitud es de 15 a 64 años con 3,702,170 habitantes.

Tabla 4-73 Indicadores de Población Municipal

Municipio	Población total	Población femenina	Población masculina	Población de 0 a 14 años	Población de 15 a 64 años	Población de 65 años y más
Coacalco de Berriozábal	293,444	152,337	141,107	57,241	210,275	25,878
Coyotepec	40,885	20,893	19,992	11,040	27,412	2,432
Cuautitlán	178,847	91,181	87,666	39,023	130,676	9,111
Ecatepec de Morelos	1,645,352	846,803	798,549	359,605	1,141,183	143,997
Hueypoxtla	46,757	23,649	23,108	12,594	30,874	3,289
Jaltenco	28,217	14,572	13,645	6,632	19,186	2,384
Melchor Ocampo	61,220	31,313	29,907	15,708	41,739	3,766
Nextlalpan	57,082	29,094	27,988	16,559	38,107	2,402
Tecámac	547,503	281,983	265,520	131,070	387,413	28,897
Teoloyucan	65,459	33,520	31,939	17,125	43,923	4,387
Tepotzotlán	103,696	52,988	50,708	25,016	71,521	7,153
Tequixquiac	39,489	20,160	19,329	9,920	26,866	2,703
Tlalnepantla de Baz	672,202	345,185	327,017	125,833	468,570	76,655
Tultepec	157,645	80,513	77,132	38,208	110,627	8,692
Tultitlán	516,341	264,703	251,638	114,503	363,205	38,303
Zumpango	280,455	143,484	136,971	77,649	189,444	13,307
Cuautitlán Izcalli	555,163	286,207	268,956	112,992	391,024	50,945
Tonanitla	14,883	7,630	7,253	3,973	10,125	785
Total	**5,304,640**	**2,726,215**	**2,578,425**	**1,174,691**	**3,702,170**	**425,086**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

- **Hogares censales y vivienda**

En los 18 municipios en los cuales se ubica el SAR se registran 1,500,372 hogares censales, cuya población es de 5,292,565 ligeramente menor a la población total; mientras que, el total de viviendas es de 1,758,792, de las cuales están habitadas 1,500,372 con un promedio de 3 a 4 ocupantes en la vivienda y un ocupante por cuarto; como se observa en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-74 Total de Hogares Censales y Viviendas.

Municipio	Total de hogares censales	Población en hogares censales	Total de viviendas	Total de viviendas particulares habitadas	Ocupantes en viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas
Coacalco de Berriozábal	89,711	293,296	102,024	89,711	293,296	3	1
Coyotepec	9,865	40,883	11,026	9,865	40,883	4	1
Cuautitlán	52,208	177,194	64,044	52,208	177,194	3	1
Ecatepec de Morelos	448,623	1,644,799	502,825	448,623	1,644,799	4	1
Hueypoxtla	11,576	46,750	13,575	11,576	46,750	4	1
Jaltenco	7,638	28,216	8,627	7,638	28,216	4	1
Melchor Ocampo	15,278	61,214	17,925	15,278	61,214	4	1
Nextlalpan	15,855	57,082	23,391	15,855	57,082	4	1
Tecámac	164,394	547,437	207,283	164,394	547,437	3	1
Teoloyucan	16,139	65,371	17,975	16,139	65,371	4	1
Tepotzotlán	27,116	103,634	31,708	27,116	103,634	4	1
Tequixquiac	10,664	39,489	12,484	10,664	39,489	4	1
Tlalnepantla de Baz	199,795	664,236	217,152	199,795	664,236	3	1
Tultepec	42,774	157,633	49,974	42,774	157,633	4	1
Tultitlán	145,951	516,252	160,156	145,951	516,252	4	1
Zumpango	78,021	279,924	134,610	78,021	279,924	4	1
Cuautitlán Izcalli	160,806	554,272	179,015	160,806	554,272	3	1
Tonanitla	3,958	14,883	4,998	3,958	14,883	4	1
Total	**1,500,372**	**5,292,565**	**1,758,792**	**1,500,372**	**5,292,565**	**-**	**-**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

- **Disponibilidad de servicios y equipamiento.**

En la siguiente tabla se observa que, de las 1,500,372 viviendas particulares habitadas la mayoría (1,477,014 viviendas particulares habitadas) tiene acceso a servicios de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje; sólo una baja proporción aún mantiene piso de tierra o hacen uso de servicios como letrinas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-75 Indicadores de Servicio y Equipamiento de Vivienda Particulares Habitadas a Nivel Municipal

Municipio	Con piso de tierra	Que disponen de tinaco	Que disponen de cisterna o aljibe	Que disponen de excusado o sanitario	Que disponen de letrina (pozo u hoyo)	Que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	Que disponen de drenaje y sanitario con admisión de agua
Coacalco de Berriozábal	296	67,897	39,940	89,426	39	89,244	89,260
Coyotepec	340	8,130	2,912	9,533	271	9,530	9,610
Cuautitlán	283	26,971	7,013	51,880	54	51,620	51,764
Ecatepec de Morelos	5,422	396,404	254,454	446,165	1,058	441,650	445,063
Hueypoxtla	221	9,817	3,750	10,981	108	10,898	10,997
Jaltenco	144	3,166	1,011	7,583	10	7,577	7,577
Melchor Ocampo	401	12,345	3,659	15,041	113	15,040	15,053
Nextlalpan	332	6,556	2,089	15,619	140	15,443	15,687
Tecámac	1,463	57,891	21,671	163,686	301	162,333	163,560
Teoloyucan	318	12,005	4,800	15,848	153	15,381	15,423
Tepotzotlán	637	21,969	10,619	26,267	464	25,246	26,383
Tequixquiac	123	9,363	2,177	10,389	60	10,120	10,374
Tlalnepantla de Baz	1,394	169,328	55,051	198,853	126	198,482	198,691
Tultepec	551	27,752	8,224	42,512	74	42,502	42,525
Tultitlán	1,366	112,356	56,133	145,087	228	144,593	144,832
Zumpango	709	31,420	12,509	77,357	258	76,211	77,222
Cuautitlán Izcalli	1,247	150,179	84,181	159,802	545	157,388	159,073
Tonanitla	56	2,831	1,149	3,921	20	3,756	3,909
Total	**15,303**	**1,126,380**	**571,342**	**1,489,950**	**4,022**	**1,477,014**	**1,487,003**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

- **Disponibilidad de bienes**

Como se observa en la siguiente tabla, la mayoría de las viviendas particulares habitadas poseen bienes como refrigerador y lavadora, más de las tercera parte posee automóvil y cerca de una cuarta parte posee bicicleta como medio de transporte; es baja la cantidad de viviendas que no posee ningún bien, solo 4,189 de las 1,500,372 viviendas particulares habitadas presentes en los 18 municipios sobre los que incide el SAR.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-76 Indicadores de Disponibilidad de Bienes a Nivel Municipal

Municipio	Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador	Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora	Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta	Viviendas particulares habitadas que disponen de motocicleta o motoneta	Viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta como medio de transporte
Coacalco de Berriozábal	133	86,727	79,063	43,441	9,065	18,735
Coyotepec	65	8,259	6,740	3,654	1,195	3,262
Cuautitlán	76	49,763	45,120	27,116	5,567	16,532
Ecatepec de Morelos	1,317	411,998	359,273	186,075	45,249	134,135
Hueypoxtla	114	9,412	6,697	4,185	999	3,310
Jaltenco	24	6,877	6,008	2,780	1,071	3,726
Melchor Ocampo	71	13,594	11,819	6,261	2,169	5,720
Nextlalpan	51	13,591	11,652	5,905	2,878	8,139
Tecámac	405	154,731	137,545	80,668	18,798	45,379
Teoloyucan	98	13,803	12,124	6,510	2,193	8,964
Tepotzotlán	120	23,942	20,839	12,544	3,428	5,546
Tequixquiac	103	8,852	7,107	4,634	2,619	3,499
Tlalnepantla de Baz	510	187,295	165,802	94,018	15,369	29,275
Tultepec	147	39,402	35,459	20,618	6,639	16,788
Tultitlán	343	136,660	120,936	60,686	16,124	31,753
Zumpango	332	67,016	54,721	25,946	9,614	29,230
Cuautitlán Izcalli	261	153,906	141,346	91,029	15,304	31,777
Tonanitla	19	3,558	3,103	2,016	524	1,954
Total	**4,189**	**1,389,386**	**1,225,354**	**678,086**	**158,805**	**397,724**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

- **Acceso a tecnologías de la información y comunicación**

Como se observa en la siguiente tabla, la mayor parte de las viviendas particulares habitadas tienen acceso a tecnología de la información y comunicación, principalmente televisor y teléfono celular.

Tabla 4-77 Indicadores de Disponibilidad de Tecnologías de la Información y Comunicación

Municipio	Viviendas particulares habitadas que disponen de radio	Viviendas particulares habitadas que disponen de televisor	Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, tablet o laptop	Viviendas particulares habitadas que disponen de línea telefónica fija	Viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono celular	Viviendas particulares habitadas que disponen de Internet
Coacalco de Berriozábal	67,154	87,273	52,183	63,632	83,254	67,863
Coyotepec	7,471	9,262	3,237	2,958	8,745	4,251
Cuautitlán	40,758	50,428	29,681	31,351	49,122	37,873

CONSULTA PÚBLICA

Municipio	Viviendas particulares habitadas que disponen de radio	Viviendas particulares habitadas que disponen de televisor	Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, tablet o laptop	Viviendas particulares habitadas que disponen de línea telefónica fija	Viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono celular	Viviendas particulares habitadas que disponen de Internet
Ecatepec de Morelos	336,527	430,900	202,160	271,502	401,562	290,588
Hueypoxtla	8,510	10,781	2,278	2,045	9,582	2,890
Jaltenco	5,868	7,348	3,227	4,067	6,802	4,551
Melchor Ocampo	11,643	14,491	5,679	6,893	13,699	8,094
Nextlalpan	12,028	14,892	5,230	4,831	14,473	7,447
Tecámac	122,095	157,926	83,145	76,592	154,287	106,843
Teoloyucan	12,178	15,242	5,281	5,541	13,841	7,710
Tepotzotlán	21,336	25,828	10,282	11,759	24,394	13,753
Tequixquiac	6,815	9,704	2,928	2,337	9,374	3,952
Tlalnepantla de Baz	153,579	193,028	108,642	128,688	180,543	140,851
Tultepec	32,615	40,996	21,229	24,983	39,157	28,440
Tultitlán	111,952	140,318	68,963	89,656	132,293	97,108
Zumpango	59,783	73,408	25,615	24,857	71,157	38,762
Cuautitlán Izcalli	130,002	156,400	94,636	110,030	149,388	119,740
Tonanitla	2,847	3,716	1,763	1,166	3,518	2,099
Total	**1,143,161**	**1,441,941**	**726,159**	**862,888**	**1,365,191**	**982,815**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

- Migración

De la población total de 5,304,640 habitantes, se tiene registrado que una proporción importante de 2,185,633 habitantes tienen como origen de nacimiento una entidad distinta al Estado de México, sin embargo, con respecto a la población de 5 años y más residente en otra entidad en el mes de referencia sólo se tiene registrados a 153,267 habitantes, una baja proporción del total.

Tabla 4-78 Indicadores de Migración Municipal

Municipio	Población nacida en otra entidad	Población de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	Población de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015
Coacalco de Berriozábal	141,437	267,524	7,740
Coyotepec	4,718	36,770	461
Cuautitlán	68,089	159,637	6,401
Ecatepec de Morelos	751,506	1,493,217	34,437
Hueypoxtla	7,912	42,236	682
Jaltenco	10,431	25,643	588

CONSULTA PÚBLICA

Municipio	Población nacida en otra entidad	Población de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	Población de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015
Melchor Ocampo	14,404	54,968	1,168
Nextlalpan	18,378	49,484	2,752
Tecámac	267,475	480,513	31,043
Teoloyucan	7,428	59,230	544
Tepotzotlán	25,127	94,230	2,065
Tequixquiac	4,854	35,887	617
Tlalnepantla de Baz	292,387	605,393	17,734
Tultepec	54,689	141,994	3,526
Tultitlán	194,641	468,450	9,831
Zumpango	96,956	237,770	20,099
Cuautitlán Izcalli	220,738	507,079	12,889
Tonanitla	4,463	12,969	690
Total	**2,185,633**	**4,772,994**	**153,267**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

- Etnicidad

En cuanto a etnicidad, se tiene el registro de 59,523 habitantes hablantes de alguna lengua indígena, así como 99,455 personas que se consideran afromexicanas o afrodescendientes; además se tiene el registro de 473 habitantes de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y que no habla español.

Tabla 4-79 Indicadores de Etnicidad Municipal

Municipio	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	Población que se considera afromexicana o afrodescendiente
Coacalco de Berriozábal	1,666	12	5,475
Coyotepec	399	2	538
Cuautitlán	1,348	4	4,107
Ecatepec de Morelos	24,647	252	31,793
Hueypoxtla	139	2	305
Jaltenco	167	0	245
Melchor Ocampo	995	6	1,540
Nextlalpan	834	7	2,461
Tecámac	4,874	27	9,692
Teoloyucan	258	1	1,170
Tepotzotlán	1,039	8	1,478
Tequixquiac	208	1	493
Tlalnepantla de Baz	8,715	69	11,398

CONSULTA PÚBLICA

Municipio	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	Población que se considera afromexicana o afrodescendiente
Tultepec	1,437	5	2,838
Tultitlán	4,893	38	8,881
Zumpango	3,358	19	4,676
Cuautitlán Izcalli	4,344	18	12,046
Tonanitla	202	2	319
Total	**59,523**	**473**	**99,455**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

- **Educación**

En cuanto a las características educativas de la población, se observa que, 70,111 habitantes de 15 años y más es analfabeta, cifra que corresponde al 1.7% de total de habitantes de 15 años y más presente en los 18 municipios sobre los cuales incide el SAR, la mayoría del género femenino; por lo tanto, la mayor parte de la población tiene algún nivel de escolaridad, en la siguiente tabla se observa que, cerca de la mitad de la población (2,120,858 habitantes) tiene educación posbásica, el grado promedio de escolaridad es de 8 a 11.49.

Tabla 4-80 Indicadores de Educación a Nivel Municipal

Municipio	Población de 15 años y más analfabeta	Población femenina de 15 años y más analfabeta	Población masculina de 15 años y más analfabeta	Población de 15 años y más sin escolaridad	Población de 18 años y más con educación posbásica	Población femenina de 18 años y más con educación posbásica	Población masculina de 18 años y más con educación posbásica	Grado promedio de escolaridad
Coacalco de Berriozábal	1,725	1,208	517	4,330	148,071	74,997	73,074	11.49
Coyotepec	978	628	350	1,390	11,705	5,855	5,850	9.55
Cuautitlán	1,375	929	446	2,665	83,294	41,897	41,397	11.30
Ecatepec de Morelos	24,718	16,605	8,113	36,792	614,333	310,852	303,481	10.22
Hueypoxtla	1,839	1,091	748	1,882	9,158	4,745	4,413	8.51
Jaltenco	286	200	86	382	10,158	5,172	4,986	10.24
Melchor Ocampo	1,016	691	325	1,323	19,722	10,228	9,494	9.96
Nextlalpan	728	478	250	934	17,617	9,014	8,603	9.90
Tecámac	4,885	3,285	1,600	7,115	233,351	118,614	114,737	10.99
Teoloyucan	1,325	857	468	1,762	19,623	9,974	9,649	9.67
Tepotzotlán	2,049	1,310	739	2,678	33,351	16,837	16,514	9.85
Tequixquiac	740	457	283	770	10,666	5,744	4,922	9.35
Tlalnepantla de Baz	9,606	6,611	2,995	15,857	297,436	151,025	146,411	10.93
Tultepec	2,128	1,413	715	2,871	62,970	31,759	31,211	10.71

CONSULTA PÚBLICA

Tultitlán	6,624	4,555	2,069	10,663	198,432	99,354	99,078	10.37
Zumpango	4,386	2,879	1,507	5,717	83,240	42,369	40,871	9.77
Cuautitlán Izcalli	5,513	3,770	1,743	8,187	262,340	133,228	129,112	11.38
Tonanitla	190	129	61	267	5,391	2,758	2,633	10.51
Total	**70,111**	**47,096**	**23,015**	**105,585**	**2,120,858**	**1,074,422**	**1,046,436**	**-**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

- **Salud**

En el aspecto de servicios de salud, los datos presentados en la siguiente tabla muestran que, la mayor parte de la población está afiliada a algún servicio de salud, principalmente IMSS, aunque hay una proporción importante (cerca de la tercera parte de la población total) que no se encuentra afiliada a ningún servicio de salud.

Tabla 4-81 Indicadores de Salud

Municipio	Población sin afiliación a servicios de salud	Población afiliada a servicios de salud	Población afiliada a IMSS
Coacalco de Berriozábal	79,402	213,565	166,140
Coyotepec	13,803	27,038	16,650
Cuautitlán	46,244	130,845	97,738
Ecatepec de Morelos	584,352	1,056,112	699,704
Hueypoxtla	20,283	26,431	9,350
Jaltenco	8,719	19,469	11,042
Melchor Ocampo	20,024	41,153	23,494
Nextlalpan	20,625	36,424	21,295
Tecámac	179,588	367,372	228,442
Teoloyucan	23,629	41,648	24,524
Tepotzotlán	34,792	68,701	45,694
Tequixquiac	17,502	21,972	10,079
Tlalnepantla de Baz	189,088	477,982	356,393
Tultepec	49,602	107,855	70,362
Tultitlán	155,225	359,787	270,863
Zumpango	105,753	173,787	104,344
Cuautitlán Izcalli	151,346	403,087	316,536
Tonanitla	5,466	9,412	4,896
Total	**1,705,443**	**3,582,640**	**2,477,546**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

CONSULTA PÚBLICA

- **Características económicas**

Respecto a las características económicas, en la siguiente tabla y gráfica se observa que, del total de la población de 12 años y más en el municipio, 2,712,432 habitantes son población económicamente activa (PEA), cifra que equivale al 51.1% del total de los 18 municipios, siendo la mayoría del género masculino; de dicha cifra 2,651,241 habitantes se encontraban ocupados en la semana de referencia; aunque también la proporción de población no económicamente activa es considerable, es decir 1,660,905 habitantes, que representa el 31.3% de la población total.

Tabla 4-82 Indicadores Económicos a Nivel Municipal

Municipio o demarcación territorial	Población de 12 años y más económicamente activa	Población femenina de 12 años y más económicamente activa	Población masculina de 12 años y más económicamente activa	Población de 12 años y más no económicamente activa	Población de 12 años y más ocupada	Población de 12 años y más desocupada
Coacalco de Berriozábal	151,717	65,719	85,998	96,440	147,452	4,265
Coyotepec	19,916	8,043	11,873	12,162	19,527	389
Cuautitlán	96,131	41,460	54,671	52,323	94,260	1,871
Ecatepec de Morelos	839,729	351,440	488,289	517,798	820,754	18,975
Hueypoxtla	21,493	7,648	13,845	15,389	21,120	373
Jaltenco	14,001	5,874	8,127	9,032	13,708	293
Melchor Ocampo	30,206	12,234	17,972	18,571	29,623	583
Nextlalpan	28,067	11,257	16,810	15,849	27,518	549
Tecámac	278,755	117,112	161,643	167,416	272,818	5,937
Teoloyucan	31,316	12,343	18,973	20,396	30,580	736
Tepotzotlán	52,690	21,286	31,404	31,528	51,576	1,114
Tequixquiac	20,147	7,980	12,167	11,546	19,817	330
Tlalnepantla de Baz	352,840	151,691	201,149	218,403	345,198	7,642
Tultepec	81,775	34,185	47,590	45,548	80,121	1,654
Tultitlán	261,203	108,337	152,866	163,088	254,951	6,252
Zumpango	136,904	54,861	82,043	82,799	133,527	3,377
Cuautitlán Izcalli	288,311	124,855	163,456	178,103	281,621	6,690
Tonanitla	7,231	2,866	4,365	4,514	7,070	161
Total	**2,712,432**	**1,139,191**	**1,573,241**	**1,660,905**	**2,651,241**	**61,191**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

- **Grado de marginación**

De acuerdo con el grado de marginación municipal del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), en los 18 municipios sobre los cuales incide el SAR el grado de marginación es muy bajo, como se muestra en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-83 Grado de Marginación Municipal

NOM_MUN	Índice de marginación 2020	Grado de marginación 2020
Coacalco de Berriozábal	60.95	Muy bajo
Coyotepec	58.46	Muy bajo
Cuautitlán	60.45	Muy bajo
Ecatepec de Morelos	59.51	Muy bajo
Hueypoxtla	56.89	Muy bajo
Jaltenco	59.74	Muy bajo
Melchor Ocampo	58.65	Muy bajo
Nextlalpan	58.36	Muy bajo
Tecámac	60.12	Muy bajo
Teoloyucan	58.89	Muy bajo
Tepotzotlán	58.16	Muy bajo
Tequixquiac	58.59	Muy bajo
Tlalnepantla de Baz	60.03	Muy bajo
Tultepec	59.72	Muy bajo
Tultitlán	59.99	Muy bajo
Zumpango	58.54	Muy bajo
Cuautitlán Izcalli	60.63	Muy bajo
Tonanitla	58.03	Muy bajo

Fuente: elaboración propia con datos de CONAPO (2020).

Este índice a través del cual se obtiene el grado de marginación integra las variables que se enlistan enseguida y es entendido como el conjunto de problemas (desventajas) sociales de una comunidad o localidad y hace referencia a grupos de personas y familias (CONAPO, 2020), el cual a ser muy bajo en el área de estudio se traduce en mejores oportunidades y menor vulnerabilidad.

- Población de 15 años o más analfabeta
- Población de 15 años o más sin primaria completa
- Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado
- Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica
- Ocupantes en viviendas sin agua entubada
- Viviendas con algún nivel de hacinamiento
- Ocupantes en viviendas con piso de tierra
- Población en localidades con menos de 5 000 habitantes
- Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos

CONSULTA PÚBLICA

- Índice de desarrollo humano

Desde 1990, año en el que se publicó el primer Informe sobre Desarrollo Humano, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) posicionó un nuevo enfoque para promover el bienestar de las personas: el desarrollo humano. En aquel momento, el Informe definió nuevas bases con las que se analiza, mide y evalúa el desarrollo de los países, ya que este concepto amplía la noción de desarrollo, más allá de la economía en la que viven las personas. En particular, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) se convirtió en una herramienta sustancial para identificar el avance de las personas en relación con las capacidades básicas a las que tienen acceso en términos de salud, educación o ingreso.

Los datos del Índice de Desarrollo Humano (IDH) que permiten identificar, analizar y monitorear las condiciones de desarrollo humano con base en tres dimensiones: salud, medida con la esperanza de vida al nacer; educación, medida con los años esperados de escolaridad y los años promedio de escolaridad; e, ingresos, medida por medio de los ingresos per cápita en un país o región.

De acuerdo con los informes globales de desarrollo humano, una manera de categorizar los niveles de desarrollo humano a nivel internacional es por medio de los siguientes cuatro niveles:

- Nivel bajo: menos de 0.55
- Nivel medio: entre 0.55 y 0.7
- Nivel alto: entre 0.7 y 0.8
- Nivel muy alto: mayor a 0.8

Conforme a los datos de este índice, se tienen los siguientes valores para los municipios en donde se encuentra el SAR, en donde se observa que todos se ubican en valores por arriba de 0.7 reflejando un nivel alto de desarrollo; los valores más altos los presentan los municipios de Cuautitlán Izcalli, Coacalco de Berriozábal y Tlalnepantla de Baz.

Tabla 4-84 Índice de Desarrollo Humano

Municipio	Población total	Ingreso corriente total per cápita	Años promedio de escolaridad	Años esperados de escolaridad	Subíndice de salud (SS)	Subíndice de educación (SE)	Subíndice de ingreso (SI)	Índice de desarrollo humano (IDH)
Coacalco de Berriozábal	293444	4445.17	11.405	14.205	0.84	0.775	0.784	0.799
Coyotepec	40885	2842.501	8.992	12.157	0.88	0.637	0.716	0.738
Cuautitlán	178847	4140.63	11.271	13.911	0.793	0.762	0.773	0.776
Ecatepec de Morelos	1645352	3679.916	10.012	13.526	0.884	0.709	0.755	0.78
Hueypoxtla	46757	2441.982	7.708	12.732	0.888	0.611	0.693	0.722
Jaltenco	28217	3164.553	9.673	13.373	0.819	0.694	0.732	0.746
Melchor Ocampo	61220	3083.617	9.502	12.69	0.847	0.669	0.729	0.745

CONSULTA PÚBLICA

Municipio	Población total	Ingreso corriente total per cápita	Años promedio de escolaridad	Años esperados de escolaridad	Subíndice de salud (SS)	Subíndice de educación (SE)	Subíndice de ingreso (SI)	Índice de desarrollo humano (IDH)
Nextlalpan	57082	3090.093	9.539	12.273	0.828	0.659	0.729	0.735
Tecámac	547503	3773.351	10.416	13.485	0.881	0.722	0.759	0.784
Teoloyucan	65459	3130.521	9.461	12.776	0.882	0.67	0.731	0.756
Tepotzotlán	103696	3361.453	9.504	12.817	0.815	0.673	0.742	0.741
Tequixquiac	39489	2908.578	8.752	13.048	0.891	0.654	0.72	0.749
Tlalnepantla de Baz	672202	4161.381	10.659	13.693	0.885	0.736	0.774	0.796
Tultepec	157645	3631.071	10.306	13.453	0.871	0.717	0.753	0.778
Tultitlán	516341	3453.827	9.904	13.348	0.843	0.701	0.746	0.761
Zumpango	280455	2962.196	9.224	12.758	0.892	0.662	0.723	0.753
Cuautitlán Izcalli	555163	4555.831	11.39	14.276	0.908	0.776	0.788	0.822
Tonanitla	14883	3330.996	9.956	12.266	0.897	0.673	0.74	0.764

Fuente: elaboración propia con datos de PNUD (2020).

4.2.1.4. Paisaje

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio. Es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. El paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador. Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionado hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos. Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dunn 1974, MOPT 1993). Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes.

Para evaluar un paisaje existen diferentes métodos y procedimientos; aquí se propone un método mixto con valoración directa de subjetividad representativa y análisis posterior indirecto con análisis de componentes principales. El método propuesto intenta mejorar el problema de la subjetividad con grupos de evaluadores cuya opinión global sea representativa y es valorado con instrumentos que contienen listas de adjetivos con expresión numérica que facilita su procesamiento. En el análisis de componentes principales sí participan paneles de expertos. La técnica de valoración del paisaje es el análisis de preferencias, que parte aceptando que el valor de un paisaje está en función del número de individuos que le prefieren. También se describe un método para valorar la fragilidad del paisaje, que integrado a la valoración permite aplicar criterios de preservación y conservación (Muñoz-Pedreros, 2004).

Existen metodologías variadas para el análisis del paisaje, pero casi todas coinciden en utilizar tres componentes importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, en coincidencia con lo que señala el autor Escribano et al (1987) y lo propuesto por la Guía para la Elaboración de la

CONSULTA PÚBLICA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, en seguida se presenta la valoración de estos 3 componentes.

4.2.1.4.1. Visibilidad

La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros parámetros como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.

En el área de estudio los elementos que influyen en la visibilidad presentan las siguientes características:

- Topografía y relieve: el SAR se encuentra en un rango de elevaciones de 2200 a 3000 msnm; el AI y el Proyecto se encuentran en el rango de 2200 a 2300 msnm.
  En el SAR la pendiente predominante se encuentra en un rango de 0 a 5%, la mayor pendiente se da en las elevaciones al norte y sur del SAR, especialmente en la Sierra de Guadalupe en donde alcanza hasta 54%, mientras que el AI y AP se encuentran totalmente en un rango de 0 a 5%
- Vegetación y cobertura del suelo: predomina las áreas agrícolas y pastizales; por lo tanto, la presencia de obstáculos de la visibilidad por vegetación es baja, dado que se trata en su mayoría de cultivo o pastizales que permiten un amplio radio de visibilidad.
- Elementos antrópicos: se incluye en este aspecto a los asentamientos humanos predominantes en el SAR, donde la visibilidad es limitada por las construcciones
- Condiciones atmosféricas: factores meteorológicos como la niebla, la bruma, la lluvia, el humo y la contaminación atmosférica reducen significativamente el rango de visibilidad al dispersar o absorber la luz; situación que se presenta en ciertos días en la zona de estudio debido a la mala calidad del aire por ozono o partículas suspendidas.

Por lo tanto, el rango de visibilidad es amplio en el área de estudio y se encontraría limitada sólo por la capacidad del observador y su ubicación con respecto a los componentes señalados anteriormente.

4.2.1.4.2. Calidad paisajística

La calidad paisajística es valorada por las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y el fondo escénico:

- Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y rasgos paisajísticos sobresalientes.
- La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual, y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.
- La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto.

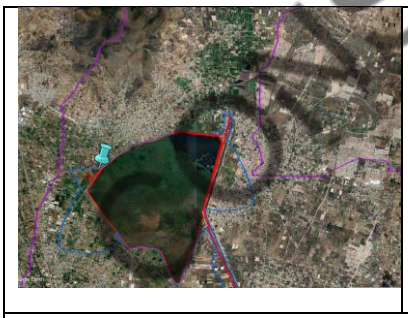
Por lo tanto, para valor estos aspectos de calidad paisajística en el área de estudio se tomaron en cuenta las siguientes características intrínsecas del sitio:

CONSULTA PÚBLICA

- Morfología: el SAR se ubica en topoformas de lomerío de tobas, valle de laderas tendidas, vaso lacustre de piso rocoso o cementado, vaso lacustre con lomerío, vaso lacustre salino y escudo volcanes; mientras que el AI y AP se encuentran en las topoformas vaso lacustre salino y vaso lacustre con lomerío.
- Vegetación: en el SAR se tiene la presencia de tipos de vegetación de bosque de encino en fase primaria y secundaria, matorral crasicaule y usos de suelo no forestales como; pastizal halófilo, pastizal inducido, agricultura, asentamientos humanos y cuerpo de agua, siendo dominantes los usos de agricultura y asentamientos humanos.
  El 56.6% del AI ocupado por cuerpo de agua y pastizal halófilo, así como el 99.2% del AP general y el 81% del AP con desplante de componentes, área ocupada por vegetación ya sea natural o inducida y la Laguna de Zumpango.
- Agua: la presencia de escurrimientos es irrelevante, dado que, el SAR sólo incide sobre escurrimientos de tipo intermitente en la zona norte y sur en la Sierra de Guadalupe y Cerro San Juan Zitlaltepec, el cuerpo de agua sobresaliente es la Laguna de Zumpango, sobre la cual inciden el AI y AP, se observa presencia de humedales en el AI y en el SAR próximos a la Laguna de Zumpango, los cuales se trata de áreas inundables con vegetación halófila.
- Rasgos paisajísticos sobresalientes: vegetación de humedales en algunas zonas de la periferia de la Laguna de Zumpango, así como el mismo cuerpo de agua, donde existe la posibilidad de apreciar fauna, especialmente aves.
- Fondo escénico: elementos sobresalientes como la morfología, vegetación, cuerpos de agua y presencia de fauna se restringen a ciertas zonas del área de estudio, mientras que la mayor parte de la superficie se encuentra modificada por asentamientos humanos y áreas agrícolas, por lo cual el fondo escénico no incrementa la calidad visual de estas áreas.

En seguida se muestran evidencias fotográficas de los rasgos paisajísticos más sobresalientes en el área de estudio, indicados anteriormente:

Figura 4-76 Humedal Presente en el AI y Laguna de Zumpango





Fotografía tomada con dirección norte. Vegetación halófila en topoforma de vaso lacustre, al fondo se observa topoforma de lomeríos.

CONSULTA PÚBLICA



Fotografía tomada con dirección noreste. Presencia de fauna (aves) y cuerpo de agua sobresaliente en el área de estudio.

Figura 4-77 Paisaje Desde el Predio de la Planta Potabilizadora





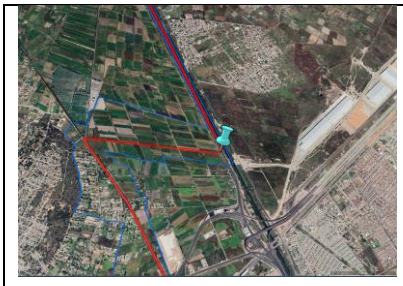
Fotografía tomada con dirección oriente, el fondo escénico de asentamientos humanos no incrementa la calidad visual.



Fotografía tomada con dirección norte, el fondo escénico de asentamientos humanos no incrementa la calidad visual, se observa topoforma de lomeríos al fondo y de vaso lacustre al frente; así como la Laguna de Zumpango al oeste.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-78 Áreas Agrícolas Predominantes en la Zona Central del SAR





Fotografía con dirección oeste, se observan áreas agrícolas, brecha de terracería, arbolado disperso y lomerío al fondo.



Fotografía tomada con dirección sur, se observan áreas agrícolas y al fondo la Sierra de Guadalupe, la visibilidad es amplia, limitada por las topoformas y la calidad atmosférica.

CONSULTA PÚBLICA

Enseguida se presenta la evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y puntuación:

Tabla 4-85 Evaluación de los Componentes Paisajísticos y su Valoración Para el Área de Estudio

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación						Valoración SAR	Valoración AI-AP
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado. Prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o	5	Formas erosivas interesantes o relieve variando en tamaño y forma y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	3	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.	1	1	1

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación						Valoración SAR	Valoración AI-AP
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor		
	sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante							
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	5	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	3	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación	1	5	3
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	5	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	3	Ausente o inapreciable	0	3	5
Color	Combinación de color intensas y variadas o contrastes agradables	5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	3	Poca variación de color o contraste, colores apagados	1	3	3
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	0	0	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	6	Característico, aunque similar a otros en la región	2	Bastante común en la región	1	6	6
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	5	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las	2	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	0	0	0

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación						Valoración SAR	Valoración AI-AP
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor		
			actuaciones no añaden calidad visual					
Σ=							18	18
Calidad							Media	Alta

A continuación, se describe la escala de referencia utilizada para determinar la clase de calidad visual:

Tabla 4-86 Escala de Referencia Utilizada Para Determinar la Clase de Calidad Visual

Clase	Rango de puntuación	Descripción
A	19 a 33	Área de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.
B	12 a 18	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.
C	0 a 11	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

Con base en dicha puntuación la calidad determinada a nivel del SAR se encuentra clasificada como media, la puntuación que lo eleva a este rango es la presencia de más de 2 tipos de vegetación, la presencia del cuerpo de Agua Laguna de Zumpango y la posibilidad de contemplar fauna excepcional en esta área. Al hacer la valoración considerando sólo el área de influencia y área del Proyecto se obtiene diferencia en puntaje debido a la presencia de la Laguna de Zumpango como elemento dominante, y a que a este nivel se tiene sólo un tipo de vegetación natural, sin embargo, también a este nivel se obtuvo una calidad media.

4.2.1.5. Fragilidad del paisaje

La fragilidad visual del paisaje es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los elementos que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares). Es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Dicha fragilidad puede evaluarse por medio de la capacidad de absorción visual (Escribano *et al*. 1991) o CAV, entendida como la capacidad del paisaje para absorber los cambios que ahí se produzcan, es decir, recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual; de manera que a una mayor capacidad de absorción visual menor es la fragilidad del paisaje y viceversa. Con base en las características predominantes del área de estudio que se indican en seguida, en la tabla más adelante se presenta la valoración de la CAV.

CONSULTA PÚBLICA

- En el SAR la pendiente predominante se encuentra en un rango de 0 a 5%, la mayor pendiente se da en las elevaciones al norte y sur del SAR, especialmente en la Sierra de Guadalupe y Cerro San Juan Zitlaltepec en donde alcanza hasta 54%, mientras que el AI y AP se encuentran totalmente en un rango de 0 a 5%.
- El SAR presenta el 38.3% de asentamientos humanos y el 27.6% de áreas agrícolas, pastizal halófilo en el 5% y sólo una mínima proporción presenta vegetación forestal correspondiente a matorral crasicaule en el 3.5% de la superficie, y bosque de encino en menos del 2%. El 56.6% del AI ocupado por cuerpo de agua y pastizal halófilo, así como el 99.2% del AP general y el 81% del AP con desplante de componentes, área ocupada por vegetación ya sea natural o inducida y la Laguna de Zumpango.
- En el SAR, AI y AP dominan las áreas clasificadas como sin erosión, así como las áreas con asentamientos humanos en donde no se identifica algún tipo de erosión.
- En el SAR dominan suelos de tipo tecnosol, los Tecnosoles combinan suelos cuyas propiedades están originadas por su origen técnico. Contienen una cantidad significativa de artefactos (algo en el suelo reconociblemente hecho o extraído de la tierra por el hombre), o están sellados por roca dura técnica (material duro creado por el hombre, que tiene propiedades diferentes a la roca natural). Incluyen suelos de desechos (rellenos, lodos, escorias, escombros o desechos de minería y cenizas), pavimentos con sus materiales subyacentes no consolidados, suelos con geomembranas y suelos construidos en materiales hechos por el hombre. En el AI y AP dominan los Solonetz, los cuales son suelos con un horizonte subsuperficial arcilloso, denso, fuertemente estructurado, está compuesto de materiales no consolidados principalmente de textura fina; por lo tanto, en ambos casos, el contraste suelo-roca sería bajo.

Tabla 4-87 Valoración de la Capacidad de Absorción Visual

Factor	Condiciones	Valores		Valoración SAR	Valoración AI-AP
		Nominal	Numérico		
Pendiente (S)	Inclinado (Pendiente > 55 %)	Bajo	1	3	3
	Inclinación suave (Pendiente de 25 - 55 %)	Moderado	2		
	Poco Inclinado (Pendiente de 0 - 25 %)	Alto	3		
Diversidad de vegetación (D)	Diversificada e interesante	Alta	3	2	1
	Diversidad media, repoblaciones	Media	2		
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o monoespecífica	Baja	1		
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1	2	3
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Moderado	2		
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3		

CONSULTA PÚBLICA

Factor	Condiciones	Valores		Valoración SAR	Valoración AI-AP
		Nominal	Numérico		
Contraste suelo / vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación	Alto	3	2	2
	Contraste moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2		
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1		
Potencial de regeneración de vegetación (R)	Potencial bajo o sin vegetación	Bajo	1	2	2
	Potencial moderado	Moderado	2		
	Potencial alto	Alto	3		
Contraste suelo /roca (C)	Contraste alto	Alto	3	1	1
	Contraste moderado	Moderado	2		
	Contraste bajo o inexistente	Bajo	1		
CAV = S(D+E+V+R+C)				27	27

Con los valores obtenidos se aplica la siguiente relación:

$$CAV = S(D+E+V+R+C)$$

El resultado obtenido se compara con una escala de referencia que representa los factores considerados, las condiciones en las que se presentan y los puntajes asignados a cada condición.

Tabla 4-88 Escala de Referencia del CAV

Bajo	< 15
Moderado	15 a 30
Alto	> 30

Por lo tanto, se obtuvo un valor de 27 puntos para las 3 áreas, ubicándose en un rango de CAV moderada para el área de estudio general, que denota una fragilidad clasificada también como moderada.

Por otro lado, el paisaje en término ecológicos se refiere al conjunto de sistemas naturales que lo configuran, es decir, la interrelación entre agua, aire, suelo, plantas y fauna, a lo que debería agregarse la actividad humana; por lo cual, en este contexto el paisaje que se reconoce en el SAR, AI y AP tiene como componentes centrales áreas agrícolas y asentamientos humanos, distribuidos sobre topoformas principalmente de vaso lacustre, en donde se dan las interacciones entre los diferentes componentes

CONSULTA PÚBLICA

de suelo, flora, fauna, entre otros; para evaluar su calidad en este estudio se hizo referencia al índice de capital natural de la CONABIO.

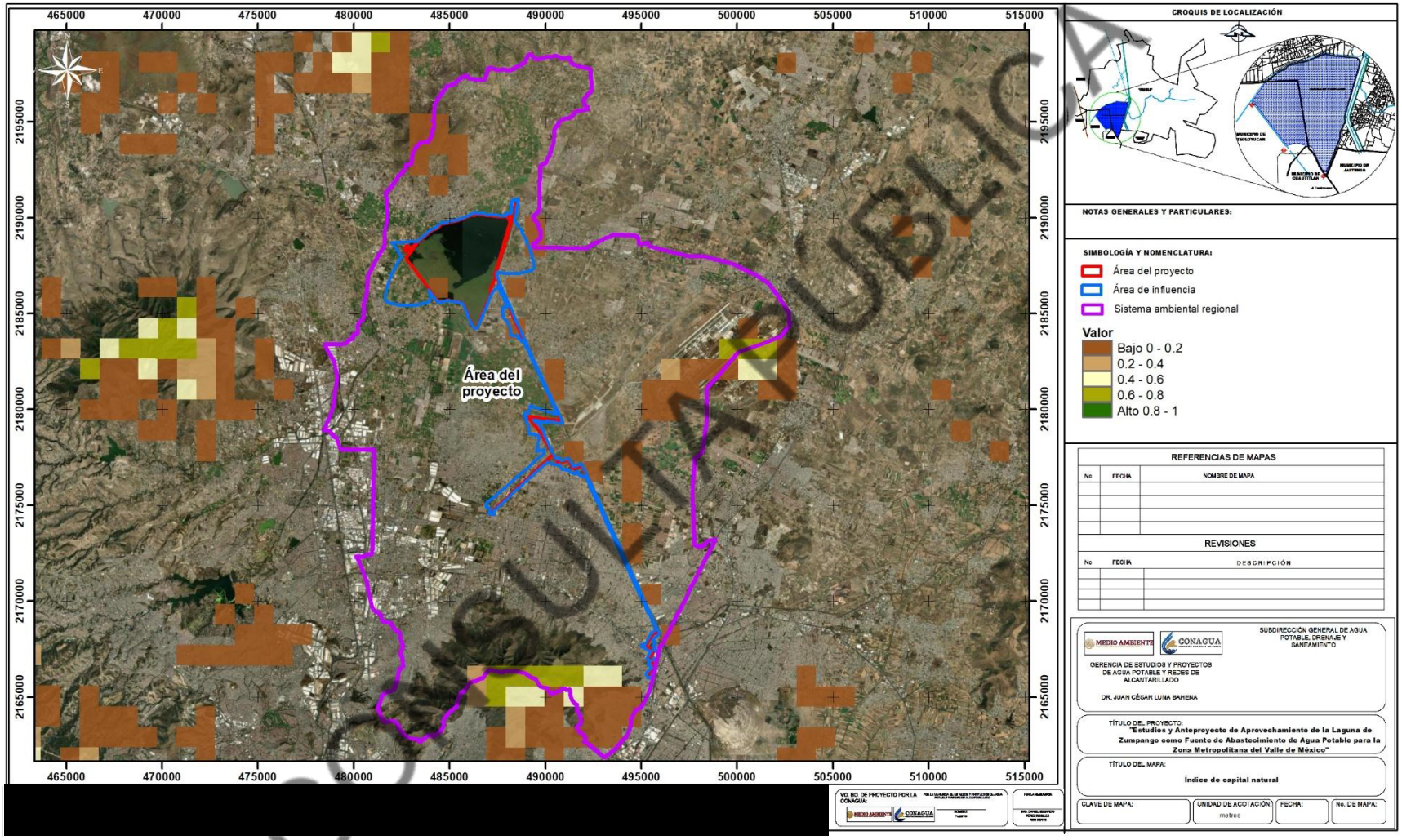
Para entender la condición de los ecosistemas, así como sus condiciones de degradación o conservación, se pueden utilizar indicadores ecológicos, esto se usan para evaluar la condición del medio ambiente. Idealmente, el conjunto de indicadores debería representar información clave sobre la estructura, función y composición del sistema ecológico (Dale y Beyeler, 2001). De esta forma CONABIO pone a disposición el índice de capital natural, el cual integra la cantidad de áreas naturales (ecosistemas poco transformados) y su calidad (integridad ecológica, es decir sus funciones). A medida que se deteriora un ecosistema va perdiendo su composición, su estructura y sus funciones (Mora 2017b en CONABIO, 2022).

El capital natural es el conjunto de elementos naturales (plantas, animales, hongos, microorganismos, suelos, agua, etc.) que mantiene procesos ecológicos-evolutivos a largo plazo, y que permite a su vez un flujo constante de beneficios provenientes de la naturaleza. El índice de capital natural es una medida de la disponibilidad de estos elementos, e integra estimaciones de la cantidad y calidad del capital natural. La cantidad se mide por la superficie de áreas naturales remanentes e indica la pérdida y fragmentación de hábitats, que a su vez afecta las interacciones entre especies y reduce la viabilidad de las poblaciones de plantas y animales silvestres. Por su parte, la calidad se mide por la capacidad de mantener interacciones y procesos ecológicos (como la relación de los depredadores superiores y sus presas). Entre menor es el índice de capital natural menor es el flujo de beneficios provenientes de la naturaleza.

Este indicador es cartografiable por lo cual es posible ubicar espacialmente el área de estudio, como se observa en la siguiente figura, en donde se observa que cubre una baja proporción del SAR indicando una valor de capital natural bajo y presente únicamente en la zona norte y sur del SAR, en la Sierra de Guadalupe y Cerro San Juan Zitaltepec, así como en algunas zonas en la parte oriente del SAR y de la Laguna de Zumpango; lo anterior, dado que la mayor parte del SAR se trata de un área con predominancia de áreas modificadas por actividades agrícolas y asentamientos humanos, un paisaje con baja capacidad para sostener capital natural.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-79 Índice de Capital Natural en el Área de Estudio



COPIA PÚBLICA

4.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.3.1. Indicadores

Tal como lo señala la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, en este apartado se presenta una síntesis objetiva y congruente del estado actual del sistema ambiental regional, indicando el grado de conservación y/o deterioro (calidad del ambiente) que guarda cada uno de los factores ambientales descritos en este capítulo, para lo cual se seleccionaron los indicadores considerados más apropiados, mismos con los que fueron descritos los factores ambientales en apartados anteriores de este capítulo y se establecieron valores de calificación para cada criterio (los criterios son los indicados en las diferentes Guías para la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental de la SEMARNAT, como se muestra en la siguiente tabla, con estos valores se presenta el diagnóstico por factor ambiental y posteriormente se elaboró el mapa con aquellos indicadores cartografiables en donde se identificaron las zonas más vulnerables presentes en el SAR.

Tabla 4-89 Indicadores de Calidad Ambiental

Indicador	Descripción
Naturalidad	Estima el estado de conservación de las biocenosis e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana. Este rubro adolece del problema de que debe definirse un «estado sin la influencia humana», lo cual, en cierto modo implica considerar una situación «ideal y estable» difícilmente aplicable a sistemas naturales.
Índice de impacto antropogénico	Nivel de degradación de los ecosistemas debido a actividades humanas, por lo tanto, a mayor IIA menor naturalidad y viceversa.
Calidad	Este parámetro se considera útil especialmente para problemas de perturbación atmosférica, del agua y/o del suelo. Se refiere a la desviación de los valores identificados versus los valores «normales» establecidos, bien sea de cada uno de los parámetros fisicoquímicos y biológicos, como del índice global de ellos.
Degradación del suelo	Muestra la ubicación de los tipos de: • Erosión, como son: eólica por el viento, déficit de humedad, e hídrica causada por factores de inundación, sedimentación, escurrimiento, entre otros. • Degradación química por salinización, contaminación, eutrificación, pérdida de nutrientes. • Degradación física que distingue la compactación de la estructura del suelo, encostramiento y sellamiento; hundimiento, disminución de la disponibilidad de agua, y pérdida de la función productiva. Este indicador se muestra mediante la cartografía de Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000
Tipos, formas y grados de erosión	Este indicador es complementario al de Degradación del suelo, corresponde al Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I, contiene información de los diferentes tipos, formas y grados de erosión, que ocurren en el territorio. Muestra la ubicación y distribución espacial de las áreas erosionadas, cuenta con información puntual que describe los sitios verificados en campo, el 95% de ellos tiene algún grado de afectación por erosión, además datos sobre las condiciones ambientales más relevantes y algunas características físicas del suelo, toda esta información está estructurada y codificada de acuerdo con el Diccionario de Datos de Erosión del Suelo escala 1:250 000.

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Descripción
Rareza	Este indicador hace mención a la escasez de un determinado recurso y está condicionado por el ámbito espacial que tenga en cuenta (por ejemplo: ámbito local, municipal, estatal, regional). Se suele considerar que un determinado recurso tiene más valor cuanto más escaso sea. • Disponibilidad media anual o déficit de agua superficial y subterránea • Tipos de vegetación con una superficie proporcional baja en el SAR. • Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 o endémicas.
Biodiversidad de flora y fauna	La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida, la cual en este caso será medida por composición y estructura. • La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), medido a través de los índices de Shannon y Margalef. • La estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.), medido a través de la abundancia relativa e IVI.
Especies indicadoras de salud o degradación	Son aquellas que por sus características (sensibilidad a perturbación o contaminantes, distribución, abundancia, dispersión, éxito reproductivo, entre otras) pueden ser utilizadas como estimadoras de los atributos o estatus de otras especies o condiciones ambientales de interés que resultan difíciles, inconvenientes o costosos de medir directamente (Isasi, 2011). Una especie indicadora es un organismo cuya presencia, ausencia o abundancia refleja una condición ambiental específica. Las especies indicadoras pueden ser señal de un cambio en la condición biológica de un ecosistema en particular, y por lo tanto pueden ser utilizadas como un puente para diagnosticar la salud de un ecosistema (Biopedia, 2022).
Estado de conservación/ degradación de la vegetación	Este se midió a través de la fase sucesional de la vegetación: este concepto se refiere a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural, así como a través del índice de fragmentación de áreas naturales, el cual ya fue descrito.
Índice de capital Natural	El índice de capital natural es una medida de la disponibilidad de estos elementos, e integra estimaciones de la cantidad y calidad del capital natural. La cantidad se mide por la superficie de áreas naturales remanentes e indica la pérdida y fragmentación de hábitats, que a su vez afecta las interacciones entre especies y reduce la viabilidad de las poblaciones de plantas y animales silvestres. Por su parte, la calidad se mide por la capacidad de mantener interacciones y procesos ecológicos (como la relación de los depredadores superiores y sus presas). Entre menor es el índice de capital natural menor es el flujo de beneficios provenientes de la naturaleza.
Calidad del paisaje	Incluye tres aspectos de percepción que a continuación se describen: • Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y rasgos paisajísticos sobresalientes. • La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual, y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc. • La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Se califica como baja, media o alta.
Índice de desarrollo humano	El índice de desarrollo humano (IDH) obtenido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México sintetiza el avance obtenido en tres dimensiones básicas para el desarrollo de las personas, la posibilidad de gozar de una vida larga y saludable, la

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Descripción
	educación y el acceso a recursos para gozar de una vida digna. Este integra los siguientes índices. • Ingreso corriente total per cápita • Años promedio de escolaridad • Años esperados de escolaridad • Subíndice de salud (SS) • Subíndice de educación (SE) • Subíndice de ingreso (SI)

En la siguiente tabla se muestra la forma de interpretación de estos indicadores para el caso del SAR, AI y AP, así como otros parámetros para la valoración y/o descripción de su calidad o estado actual.

Tabla 4-90 Criterios de Valoración/Descripción de la Calidad Ambiental

Medio	Factor	Subfactor	Indicadores y su forma de aplicación en el análisis del SAR, AI y AP	
Abiótico	**Clima**	Microclima	Naturalidad	Superficie con vegetación presente.
				Superficie alterada desprovista de vegetación o asentamientos humanos.
	Aire	Calidad del aire	Calidad	Presencia y concentración de contaminantes criterio
		GEI que provocan cambio climático	Calidad	Presencia de GEI.
	Confort sonoro	Nivel sonoro	Calidad	Niveles de ruido en decibelios.
	Suelo	Características físico-químicas	Naturalidad Degradación física del suelo	Superficie alterada por compactación y/o sellamiento, áreas con asentamientos humanos y desprovistas de vegetación.
			Degradación química del suelo	Degradación química por polución
		Procesos erosivos	Degradación física del suelo	Superficie alterada por compactación y/o sellamiento, asentamientos humanos y desprovistas de vegetación.
			Tipos, formas y grados de erosión dominantes Tasa de erosión hídrica	Tasa de erosión (ton/ha/año) y pérdida de suelo total (ton/año).
		Cantidad	Características superficiales del suelo dominante.	
	Geomorfología	Relieve	Superficie de topoformas.	

CONSULTA PÚBLICA

Medio	Factor	Subfactor	Indicadores y su forma de aplicación en el análisis del SAR, AI y AP	
	Agua superficial	Características físico-químicas (calidad)	Calidad	Presencia de contaminantes. Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes fecales (CF), Escherichia coli (E_COLI), Enterococos fecales (ENTEROC), porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto (OD_PORC) y Toxicidad aguda (TOX).
		Patrón de escurrimientos	Naturalidad	Cantidad, longitud y temporalidad de la red hidrográfica natural
	Agua subterránea	Recarga de acuíferos	Naturalidad Rareza	Área de recarga de acuíferos, superficie presente. Disponibilidad media anual (DMA hm^3/año).
		Características físico-químicas (calidad)	Calidad	Presencia de Fluoruros (FLUORUROS), Coliformes fecales (COLI_FEC), Nitrógeno de Nitratos (N_NO3), Arsénico Total (AS_TOT), Cadmio Total (CD_TOT), Cromo Total (CR_TOT), Mercurio Total (HG_TOT), Plomo Total (PB_TOT), Alcalinidad (ALC), Conductividad eléctrica (CONDUCT), Dureza Total (DUR), Sólidos Disueltos Totales (SDT), Hierro Total (FE_TOT) y Manganeso Total (MN_TOT)
Biótico	**Vegetación**	Cobertura vegetal	Naturalidad	Superficie con vegetación presente.
		Estructura y composición florística	Diversidad	Riqueza específica.
			Estructura	Especies dominantes
			Índice de fragmentación de áreas naturales	
		Especies en riesgo, endémicas, de importancia ecológica y/o económica	Especies indicadoras	Especies en riesgo endémicas, de importancia ecológica y/o económica.
		Sanidad vegetal	Estado de conservación/ degradación de la vegetación	Fase sucesional

CONSULTA PÚBLICA

Medio	Factor	Subfactor	Indicadores y su forma de aplicación en el análisis del SAR, AI y AP	
			Especies indicadoras de salud o degradación	Presencia de especies exóticas y/o endémicas
	Fauna	Diversidad y abundancia	Diversidad	Riqueza específica, índice de Shannon y abundancia relativa.
			Especies indicadoras de salud o degradación	Cantidad de especies exóticas y / o endémicas
		Movilidad	Índice de fragmentación de áreas naturales	
		Hábitat	Naturalidad	Superficie con vegetación presente
			Índice de Capital Natural	
			Índice de fragmentación de áreas naturales	
		Especies en riesgo, endémicas y de importancia ecológica y/o económica	Especies indicadoras de salud o degradación	Presencia de especies exóticas y / o endémicas
		Corredores biológicos	Presencia de corredores bioclimáticos.	
		Sanidad de la fauna silvestre	Especies indicadoras de salud o degradación	Presencia de especies exóticas y / o endémicas
Socioeconómico	Población	Estructura	Superficie de asentamientos humanos.	
			Localidades y población total.	
			Índice de desarrollo humano promedio	
		Salud	Índice de desarrollo humano	Subíndice de salud promedio
	Paisaje	Calidad del paisaje	Calidad paisajística (baja, media, alta).	
	Economía	Empleo y ocupación	Índice de desarrollo humano	Subíndice de ingreso promedio
	Uso del suelo	Productivo	Superficie agrícola.	
			Superficie de pastizal cultivado y/o inducido.	
	Infraestructura y servicios	Red carretera	Presencia de infraestructura carreteras	

CONSULTA PÚBLICA

Conforme a los criterios anteriores y la información presentada a lo largo de este capítulo, en seguida se presenta la síntesis e interpretación del inventario ambiental, en donde se indica la problemática detectada en la región.

4.3.2. Diagnóstico

El SAR comprende una región con bajo grado de naturalidad y por lo tanto alto índice de impacto antropogénico, es decir, altamente modificado principalmente por la agricultura y asentamientos humanos, cuyo principal indicador es la superficie ocupada por ambos usos de suelo, la cual corresponde al 81.4%, mientras que, sólo el 13.6% comprende áreas naturales ocupadas por vegetación de bosque de encino en fase primaria y secundaria, matorral crasicaule, pastizal halófilo y cuerpo de agua; mientras que el 5% restante corresponde a pastizal inducido, áreas que si bien presentan modificación también presentan ciertos elementos que permiten mantener la continuidad de procesos ecosistémicos.

En el área del Proyecto general la ocupación de agricultura, pastizal cultivado y asentamientos humanos suma cerca del 1%, el 2.36% presenta algún tipo de vegetación, ya sea natural o inducida, mientras que el 96.4% comprende el cuerpo de agua Laguna de Zumpango.

Específicamente el área que resultará de alguna forma modificada por el establecimiento de los componentes del Proyecto, comprende una proporción del 18.8% degradadas por uso agrícola, pastizal cultivado, canales o asentamientos humanos, el 36.3% presentan algún tipo de vegetación, ya sea natural o inducido; mientras que el 45% comprende áreas de la Laguna de Zumpango, la cual si bien se clasificaría en áreas naturales también es cierto que presenta degradación de su calidad principalmente por la presencia de la especie invasora *Pontederia crassipes* la cual cubre gran parte del espejo de agua, así como por la probable presencia de la especie *Oreochromis niloticus*, una especie de pez que ha sido registrada en años recientes y se trata de una especie exótica y altamente invasora; y por la presencia de contaminantes que afectan la calidad del agua, en donde 2 de los sitios de monitoreo de aguas superficiales sugieren un semáforo rojo por la presencia de altos niveles de demanda bioquímica y química de oxígeno. Con base en los muestreos realizados específicamente para el Proyecto se detectó que en la época de estiaje los resultados indican que la mayoría de los parámetros físicos, químicos, metales, microbiológicos, radiactividad, subproductos de desinfección y contaminantes orgánicos se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la norma para uso y consumo humano, sin embargo, se detectaron algunas excepciones que superan los límites normativos; mientras que, los resultados de la campaña de lluvias muestran que, hidrométricamente, la laguna recibe volúmenes diluidos y con baja carga orgánica, pero con presencia de indicadores microbiológicos, lo cual es consistente con su función actual como vaso regulador que recibe mezclas de escurrimientos pluviales y residuales en proporciones 80-20 o 90-10.

Este indicador de superficies por ocupación de usos de suelo y vegetación sugieren el estado de conservación de los demás componentes ambientales cuya calidad depende directamente del uso y cobertura de la superficie, tal es el caso del suelo, componente que se ve directamente afectado por las modificaciones en la cobertura y las actividades que se llevan a cabo; los indicadores de degradación física y química muestran que la mayor superficie del SAR, AI y AP, presentan degradación por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, en grado moderado y tiene como causa principal las actividades agrícolas, seguido de degradación física por pérdida de la función productiva en grado fuerte y extremo, cuya causa es la urbanización; lo cual es congruente con los principales usos de suelo que presenta la superficie del área de estudio; siendo la degradación física por pérdida de la función productiva la más grave dado que el suelo ha sido sellado y compactado, por lo cual no presenta oportunidades de recuperación de sus procesos, mientras que, las áreas cuyo suelo aún se encuentra expuesto se encuentra afectado por erosión hídrica laminar en diferentes grados.

CONSULTA PÚBLICA

En consecuencia, características como el microclima se han visto modificados en la mayor parte de la superficie, pero el cambio es más drástico en las áreas con sellamiento en donde no sólo se ha modificado el microclima, sino que da lugar a un fenómeno conocido como efecto de isla de calor, que consiste en la concentración de aire caliente en las áreas de las ciudades más densamente construidas. El aumento de las superficies urbanizadas eleva significativamente la temperatura, debido a que el concreto y el pavimento absorben mucho calor durante el día y por la noche la deficiencia de circulación de viento en las áreas construidas no permite su disipación (Jáuregui, 1997 en CONABIO, 2016). En contraste, la presencia de vegetación permite la regulación térmica durante el día y la noche, debido a que mitiga los efectos de los materiales de construcción del área urbana sobre la temperatura ambiente y amortigua los cambios térmicos (Jáuregui, 1990; MA, 2003b; Díaz et al., 2005 y Ochoa, 2009 en CONABIO, 2016).

Tomando en cuenta estos elementos, se podría hablar de que las condiciones del microclima en el SAR se han visto menos modificadas en aquellas áreas con menor intervención antropogénica, en primera instancia estas serían las que conservan sus componentes naturales de vegetación y por ende, suelos y relieve, presentes en el 13.6% de la superficie del SAR mencionada al inicio de este apartado, es decir, son áreas con vegetación de bosque de encino, matorral crasicaule, pastizal halófilo y cuerpo de agua; el 56.6% del AI ocupado por cuerpo de agua y pastizal halófilo, así como el 99.2% del AP general y el 81% del AP con desplante de componentes, área ocupada por vegetación ya sea natural o inducida y la Laguna de Zumpango. Dichas áreas se ubican principalmente en las elevaciones de la Sierra de Guadalupe al sur del SAR, en la zona del Cerro San Juan Zitlaltepec al norte del SAR, así como en torno a la Laguna de Zumpango.

En línea con lo anterior, los procesos de urbanización y uso de suelo agrícola han modificado la red de escurrimientos superficiales, especialmente en las áreas con topoformas de vaso lacustre, en donde los escurrimientos han sido canalizados para el uso del agua en las áreas agrícolas y para drenar el agua de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; sólo las áreas con topoformas de escudo volcanes correspondiente a la Sierra de Gudalupe y lomeríos de tobas al norte del SAR presentan escurrimientos con cauces naturales, sin embargo, el agua drena hacia los canales. Por su parte, la Laguna de Zumpango es un cuerpo de agua artificial, el cual funciona como un vaso regulador alimentado por el canal de Santo Tomás ubicado al poniente del cuerpo de agua, para desahogar el exceso de agua en el Valle de México, recibiendo excedentes de otras presas y del río Cuautitlán; conforme al estudio hidrológico incluido en el anexo 03 se tiene que el porcentaje estimado del agua que llega a la Laguna es de 80-20 (80% agua pluvial - 20% agua residual) y en años más recientes llega a ser 90% pluvial - 10% residual.

No obstante, a pesar de las condiciones predominantes en el área, la Laguna de Zumpango y sus proximidades, así como las áreas con presencia de vegetación natural, particularmente las zonas de la Sierra de Guadalupe al sur del SAR y Cerro San Juan Zitlaltepec al norte del SAR, constituyen los hábitats más importantes para la fauna silvestre, así mismo, en estas áreas se concentra la mayor cantidad de los registros de flora silvestre, sin embargo, se observó que también las áreas menos modificadas como los pastizales inducidos resguardan una diversidad importante, incluyendo especies protegidas y endémicas, tanto de flora como de fauna;

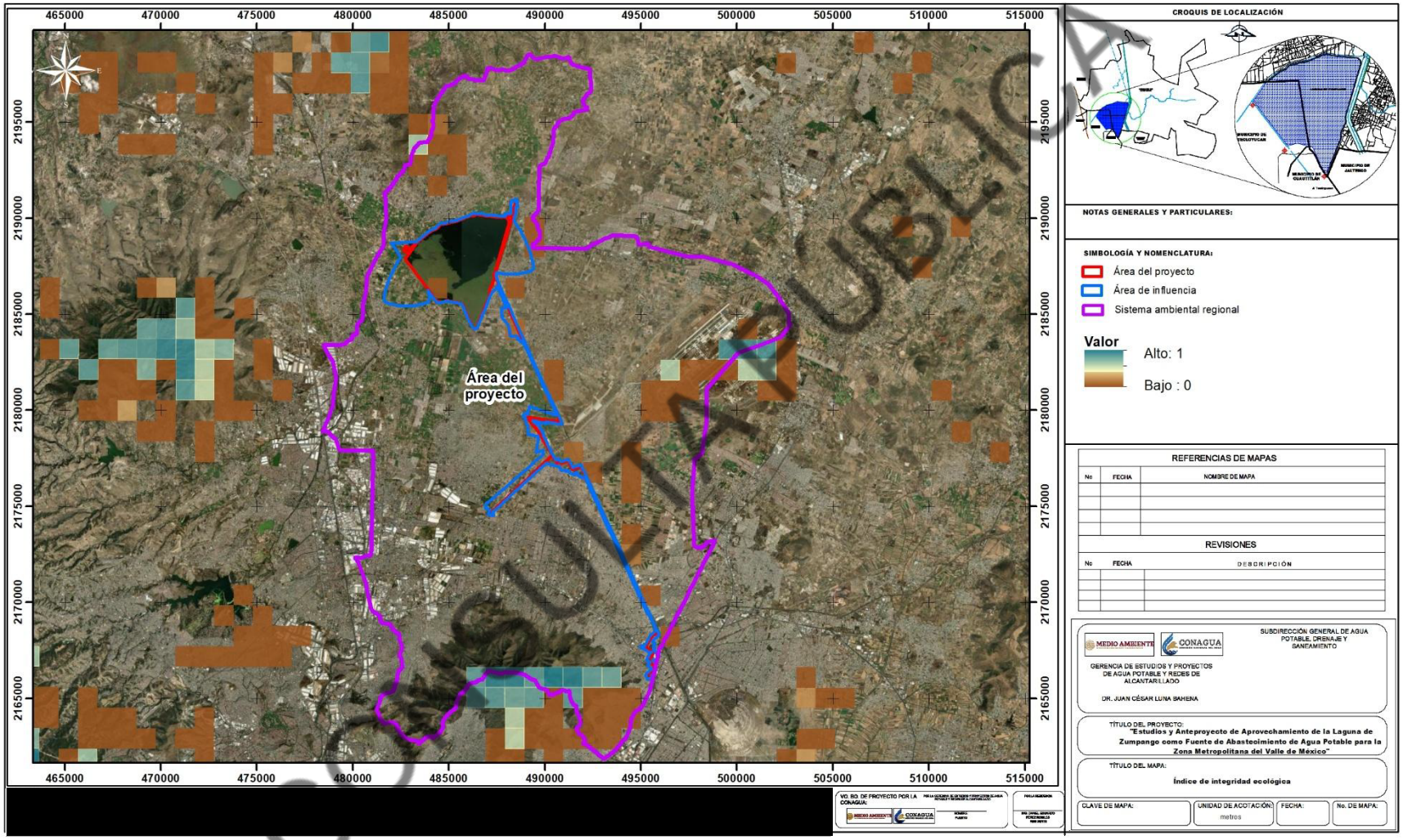
Desde el punto de vista de integridad ecológica, los indicadores espaciales muestran valores predominantemente bajos dentro del SAR, asociados a una matriz territorial dominada por asentamientos humanos y agricultura. Esta condición limita la capacidad del sistema para mantener

CONSULTA PÚBLICA

procesos ecológicos completos, particularmente en términos de autorregulación y resiliencia. Sin embargo, la presencia de elementos estructurales clave como la Laguna de Zumpango y parches de vegetación remanente permite la persistencia de biodiversidad, especialmente de aves acuáticas y especies generalistas. En la siguiente figura se muestra la ubicación del SAR con respecto al modelo de integridad ecológica, que refleja lo antes descrito.

CONSULTA PÚBLICA

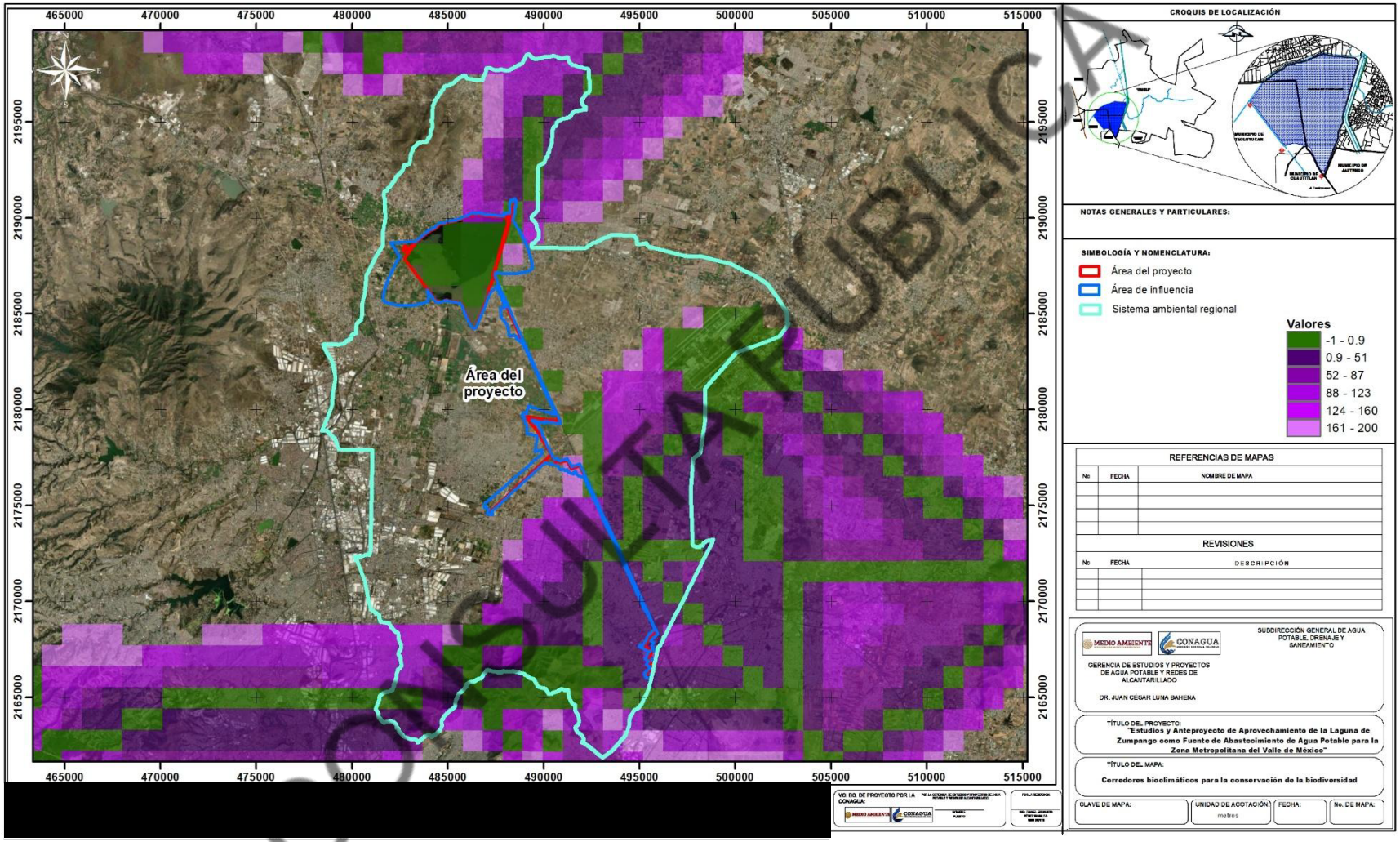
Figura 4-80 Índice de Integridad Ecológica en el Área de Estudio



En términos de conectividad funcional, se identificaron corredores bioclimáticos y zonas agrícolas que conforman un paisaje con áreas de tránsito y alimentación para la fauna, lo que favorece la movilidad entre hábitats. No obstante, dicha conectividad del paisaje es de tipo funcional y no estructural continua, lo que implica que depende de la tolerancia de las especies a ambientes perturbados. En seguida se muestra la ubicación de los corredores bioclimáticos identificados en el SAR, los cuales se asocian principalmente con la Laguna de Zumpango y la Sierra de Guadalupe.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-81 Corredores Bioclimáticos en el Área de Estudio

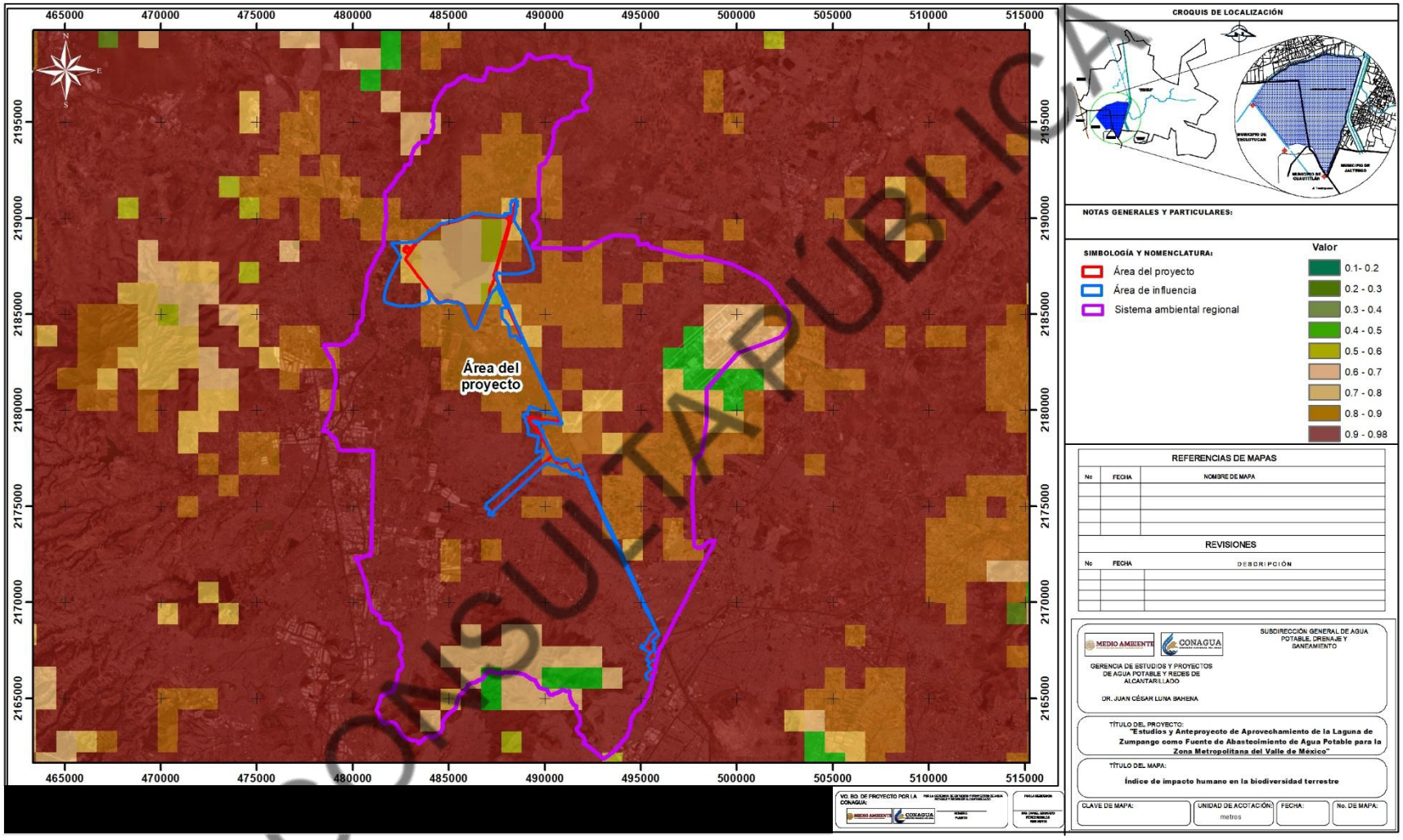


CONSULTA PÚBLICA

Como se observa en las siguientes figuras, conforme a los indicadores de impacto humano en la biodiversidad terrestre e integridad ecosistémica, el estado de conservación del sistema se considera moderado a bajo, caracterizado por alta presión antrópica y baja integridad ecosistémica, lo cual se traduce en una baja capacidad del ecosistema para automantenerse, autoregenerarse y autorganizarse, a pesar de ello, el sistema mantiene relevancia ecológica debido a la presencia de especies en categoría de protección, especies endémicas, especies migratorias y la función estratégica de los humedales. Se observa que las áreas con mejor estado de conservación como se ha venido mencionando coinciden principalmente con la Sierra de Gudalupe al sur del SAR, le sigue la zona del Cerro San Juan Zitlaltepec al norte del SAR, así como el entorno de la Laguna de Zumpango y posteriormente las áreas agrícolas de la zona central y norte del SAR, cabe señalar que, aunque se observan otras áreas al oriente identificadas con menor impacto, en la actualidad en esa zona se encuentra el aeropuerto Felipe Ángeles.

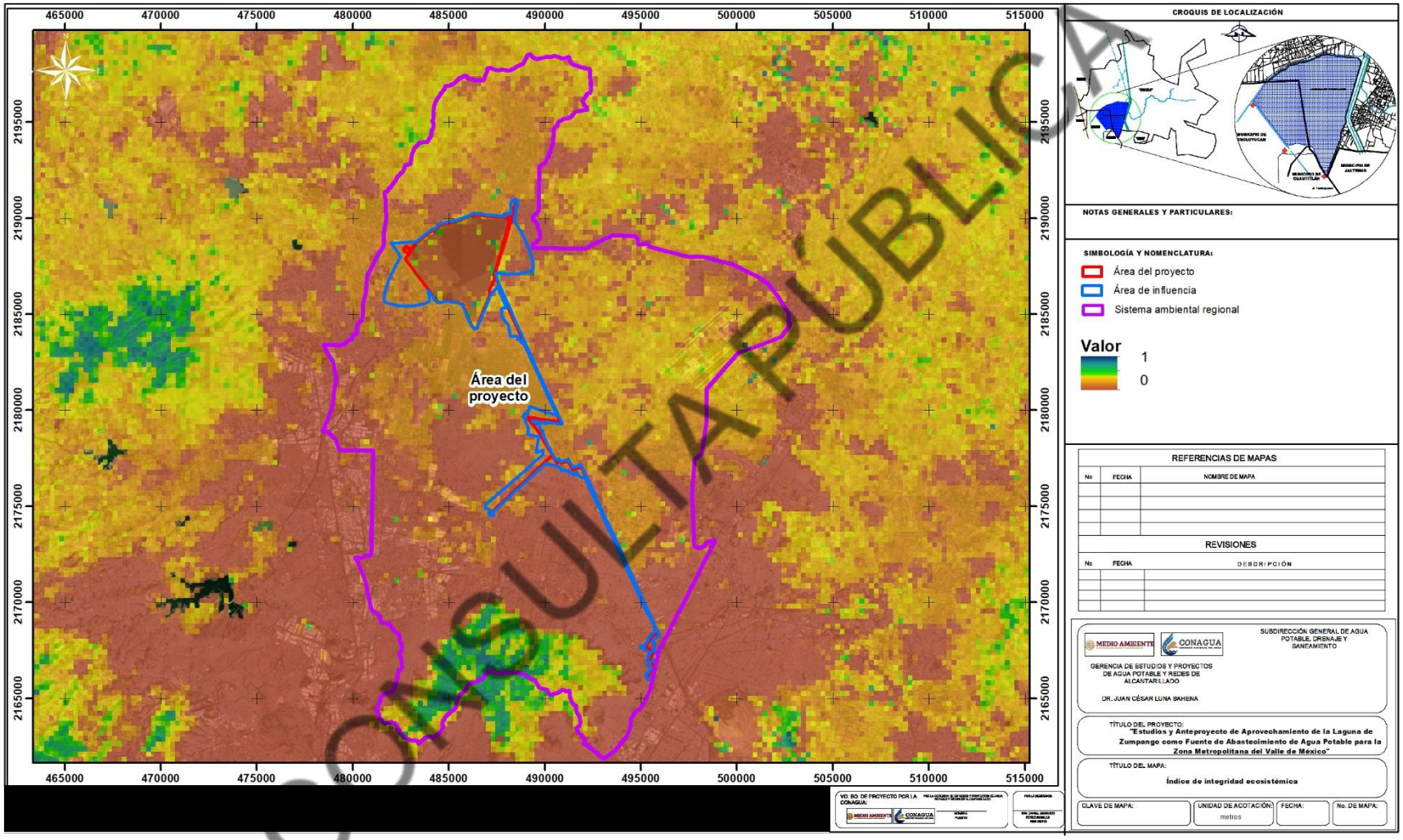
CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-82 Índice de Impacto Humano en la Biodiversidad Terrestre



CONSULTA PÚBLICA

Figura 4-83 Índice de Integridad Ecosistémica en el Área de Estudio



CONSULTA PÚBLICA

Finalmente, se señala que, con base en las características de la región se tiene un paisaje clasificado como de calidad media, con una capacidad de absorción visual y fragilidad también media; se destaca que la principal problemática ambiental de la región que ocasiona la degradación ecosistémica es el avance de la urbanización, con todas sus actividades asociadas, tales como asentamientos humanos, actividades industriales, vías de comunicación, instalaciones aeroportuarias, la actividad agrícola, y en el caso específico de la Laguna de Zumpango la invasión de lirio acuático; sin embargo, no se trata de una problemática exclusiva de esta región, es generalizada a una escala mayor en la Zona Metropolitana del Valle de México; no obstante, estas actividades económicas permiten posicionar a todos los municipios en los cuales se ubica el SAR en sitios con índice de desarrollo humano por arriba de 0.7 reflejando un nivel alto de desarrollo en los ámbitos de salud, esperanza de vida, educación, escolaridad e ingresos.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 5

Identificación, Caracterización y Evaluación de los Impactos Ambientales Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional

CONSULTA PÚBLICA

CONTENIDO E ÍNDICES

5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 5-1
5.1.1 Componentes y factores ambientales *5-2*
5.1.2 Acciones del Proyecto *5-3*
5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 5-18
5.2.1 Indicadores de impacto *5-18*
5.2.2 Caracterización *5-23*
5.3 VALORACIÓN 5-51
5.4 IMPACTOS RESIDUALES 5-59
5.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS 5-65
5.6 IMPACTOS SINÉRGICOS 5-74
5.7 RESUMEN Y CONCLUSIONES 5-76
5.8 CONCLUSIONES 5-82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1 Lista de Factores Ambientales del Proyecto *5-3*
Tabla 5-2 Árbol de Acciones del Proyecto *5-6*
Tabla 5-3 Matriz Interactiva Proyecto – Ambiente, Etapa de Preparación del Sitio y Construcción (Sección 1) *5-10*
Tabla 5-4 Matriz Interactiva Proyecto – Ambiente, Etapa de Operación y Mantenimiento (Sección 2) *5-11*
Tabla 5-5 Matriz Interactiva Proyecto – Ambiente, Etapa de Desmantelamiento y Abandono (Sección 3) *5-12*
Tabla 5-6 Interacciones por Etapa del Proyecto *5-13*
Tabla 5-7 Impactos Ambientales Identificados *5-14*
Tabla 5-8 Indicadores de Calidad Ambiental *5-18*
Tabla 5-9 Forma de Interpretación de los Indicadores para el Proyecto *5-20*
Tabla 5-10 Superficie por USV de Campo y Tipo de Afectación *5-22*
Tabla 5-11 Superficie por USV de Campo y Sellamiento *5-23*
Tabla 5-12 Radios de Afectación de los Escenarios Hipotéticos Cloro Gas *5-26*
Tabla 5-13 Riqueza de Especies por Forma Biológica Presentes en el AP *5-38*
Tabla 5-14 Cantidad de Ejemplares Arbóreos Presentes en las Hileras de Arbolado *5-38*
Tabla 5-15 Inventario de Ejemplares Arbóreos y Cactáceas Presentes en el Predio de la PP *5-38*
Tabla 5-16 Especies de Especies Endémicas Presentes en el AP (1: Presencia) *5-39*
Tabla 5-17 Riqueza Específica de la Clase Mammalia *5-42*
Tabla 5-18 Riqueza Específica de la Clase Reptilia Dentro del AP *5-42*
Tabla 5-19 Especies de Peces con Registro Histórico en la Laguna de Zumpango *5-42*
Tabla 5-20 Indicadores de Diversidad Registrada en el AP *5-43*

Tabla 5-21 Especies en Riesgo Registradas Durante los Muestreos 5-46
Tabla 5-22 Especies en Endémicas Registradas Durante los Muestreos 5-46
Tabla 5-23 Especies de Peces Endémicas y en Riesgo con Registro Histórico en la Laguna de Zumpango 5-47
Tabla 5-24 Criterios Básicos y Complementarios para Valorar el Medio Abiótico y Biótico 5-52
Tabla 5-25 Criterios Básicos y Complementarios para Valorar el Medio Socioeconómico 5-53
Tabla 5-26 Ecuaciones para Obtener los Índices Básico y Complementario 5-54
Tabla 5-27 Matriz de Valoración de Impactos 5-56
Tabla 5-28 Cantidad de Impactos por Categoría de Significancia 5-59
Tabla 5-29 Identificación de Impactos Residuales (M: Valor de Mitigación, IM: Índice de Impacto con Medidas) 5-60
Tabla 5-30 Identificación de Impactos Negativos Acumulativos por Factor Ambiental 5-67
Tabla 5-31 Impactos Sinérgicos 5-75
Tabla 5-32 Resumen de Impactos Identificados para el Proyecto y su Valoración 5-77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1 Representación Gráfica del Radio de Afectación Peor Caso Cloro Gas 5-27

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 5

Identificación, Caracterización y Evaluación de los Impactos Ambientales Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción consecuencia de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. La alteración se mide y el impacto se evalúa por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno, o alguno de los factores que lo constituyen, en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta (Conesa Fernández-Vítora, 2009; Gómez y Gómez, 2013).

En este sentido, la EIA es el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente mediante la identificación, descripción y evaluación de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con la ley, de los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los factores ambientales (Conesa Fernández-Vítora, 2009).

Para realizar una evaluación de impacto ambiental se pueden utilizar diferentes metodologías. Algunos métodos son generales, otros muy específicos, pero de todos ellos pueden extraerse técnicas, que, con variaciones, pueden ser útiles para la evaluación. La mayor parte de estos métodos se elaboraron para trabajos concretos por lo que, en ocasiones, no es sencillo su uso tal y como fueron creados, por lo que es necesario adaptarlos a cada caso concreto (Garmendia et. al., 2005).

5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Los métodos para la identificación de los impactos ambientales de un Proyecto son muy variados, destacan las listas de verificación o revisión, las matrices de interacción y la superposición de capas vectoriales de distintas temáticas.

Cuando de un proyecto no se conocen los impactos que puede producir, la mejor manera de reconocerlos es mediante algún método de matrices, cómo la Matriz de Leopold. Para representar los impactos secundarios y terciarios, posiblemente los mejores métodos sean los diagramas causa – efecto y en los casos en los que ya se conocen los impactos que produce un tipo de proyecto son muy útiles las listas de revisión y los cuestionarios (Garmendia et. al., 2005).

Las matrices interactivas por su facilidad de integrar la información han sido las más utilizadas en la evaluación de impacto ambiental, ya que permiten evaluar las acciones del Proyecto o actividades sobre los factores ambientales (Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio, 1989).

Los métodos matriciales fueron desarrollados por el pionero Luna Leopold en 1969 y proveen la base para la evaluación de impactos ambientales asociados con casi todo tipo de proyecto de construcción, así como cualquier otro tipo de proyecto. El método matricial se basa en relacionar, por un lado, las acciones del proyecto que pueden causar alteraciones y, por otro, los componentes del medio ambiental alterado. Cada relación causa – efecto identifica un impacto potencial o efecto cuya

CONSULTA PÚBLICA

significación se estima después. Estos métodos tienen la ventaja de que proveen una lista de revisión que incorpora información cualitativa sobre las relaciones de causa y efecto. Otra gran utilidad es la presentación ordenada de los resultados de la evaluación que permite visualizar de un modo rápido y claro los principales impactos y las acciones del proyecto que los producen (Gómez y Gómez, 2013).

En este caso, la identificación de impactos ambientales se realizó partiendo de una matriz interactiva causa – efecto o matriz de Leopold modificada, la información considerada para su elaboración (acciones del proyecto y factores ambientales) se describe enseguida, así como los criterios para su elección:

Para realizar esta etapa, primero se identificaron los componentes y factores ambientales que pudieran ser impactados con la realización de las actividades del Proyecto mediante la elaboración de listas de verificación para luego establecer las relaciones en la matriz de interacciones.

El manejo de las listas de verificación se realizó separando las acciones del proyecto que se prevé tengan impacto en las condiciones ambientales actuales y por otro lado se realizó el listado de los factores ambientales que pudieran ser afectados por dichas actividades.

Posteriormente se realizó la matriz de interacciones o matriz causa-efecto donde se muestran dos ejes, por un lado, el de las actividades del proyecto y por otro los factores ambientales. Cuando se identifica una acción determinada que cause un efecto significativo en el factor ambiental, se anota en el punto de interacción de la matriz para posteriormente describirse en términos de magnitud e importancia.

5.1.1 Componentes y factores ambientales

De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), por factores del medio susceptibles de recibir impactos entendemos los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto de forma significativa. Nos referimos a ellos con la calificación de “relevantes”.

La complejidad del entorno y su carácter de sistema aconseja disponer los factores relevantes en forma de árbol con varios niveles, el último de los cuales representará subfactores muy simples y concretos. Se recomienda desagregarlo en los cuatro niveles siguientes:

- Primer nivel: subsistemas
- Segundo nivel: medios
- Tercer nivel: componentes
- Cuarto nivel: factores

Los factores ambientales que se identifiquen como relevantes, es decir, susceptibles de recibir impactos significativos, deben reunir condiciones de:

- Relevancia: portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio.
- Exclusión, sin solapamientos ni redundancias que lleven a repeticiones de impactos.
- De fácil identificación, es decir susceptibles de una definición nítida y de una percepción fácil sobre campo, mapas o información estadística.
- Localización: atribuibles a puntos o zonas concretas del entorno.
- Medibles, cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles, directa o indirectamente a través de algún indicador.

CONSULTA PÚBLICA

A partir de estas consideraciones y de la información descriptiva y de diagnóstico del SAR, presentada en el Capítulo 4, se construyó la siguiente lista de factores ambientales:

Tabla 5-1 Lista de Factores Ambientales del Proyecto

Subsistema	Medio	Componente ambiental	Factor ambiental
Físico - natural	Abiótico	Clima (microclima)	Temperatura y humedad
		Aire	Calidad
		Confort sonoro	Nivel sonoro
		Suelo	Fertilidad
			Características físico - químicas
			Erodabilidad
		Geomorfología	Relieve
		Agua superficial	Calidad
			Patrón de escurrimientos
		Agua subterránea	Recarga de acuíferos
			Calidad
	Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal
			Estructura y composición florística
			Especies endémicas
			Sanidad vegetal
			Captura de carbono y generación de oxígeno
		Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática
			Movilidad
			Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos
			Especies en riesgo y endémicas
			Salud
		Paisaje	Calidad del paisaje
Socioeconómico		Población	Salud
		Economía	Empleo y ocupación
		Infraestructura y servicios	Agua potable
			Tratamiento de aguas pluviales y residuales

CONSULTA PÚBLICA

5.1.2 Acciones del Proyecto

De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), se entiende por acción, en general, a la parte activa que interviene en la relación causa – efecto que define un impacto ambiental. Dada la complejidad de muchos proyectos y su carácter de sistema, es aconsejable desagregar el proyecto en forma de árbol

con varios niveles, el último de los cuales representará acciones simples causa directa de impacto. Resulta práctico utilizar los tres niveles siguientes:

- Primer nivel: fases, se refiere a las que forman la estructura vertical del proyecto. En este estudio se denominan etapas y son preparación de sitio y construcción, operación y mantenimiento, así como, desmantelamiento y abandono.
- Segundo nivel: elementos, que puede identificar partes homogéneas del proyecto, se refiere sin más al segundo nivel de desagregación del proyecto. Para el caso que nos ocupa este nivel lo constituyen los componentes del Proyecto.
- Tercer nivel: acciones concretas, una acción se refiere a una causa simple, concreta, directa, bien definida y localizada de impacto.

Las acciones que se identifiquen deben ser concretas y:

- Relevantes: ajustadas a la realidad del proyecto y capaces de desencadenar efectos notables,
- Excluyentes: sin solapamientos que puedan llevar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos,
- Fácilmente identificables, susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos del proyecto o diagramas del proceso constructivo y productivo,
- Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto,
- Cuantificables: en la medida de lo posible, medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de:
    - Magnitud: superficie y volumen ocupados, cantidad, tamaño, etc.
    - Localización espacial
    - Flujo: caudal de vertidos, emisiones de vehículos, etc. Y
    - Momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.

Adicionalmente, para la identificación de acciones del proyecto susceptibles de producir impactos se tomaron en cuenta las consideraciones propuestas por Conesa Fernández-Vítora (2009), quien sugiere que se deben diferenciar los elementos del proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros a los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
    - Por nuevas ocupaciones
    - Por desplazamiento de la población
- Acciones que implican emisión de contaminantes
    - A la atmósfera
    - A las aguas continentales o marinas
    - Al suelo
    - En forma de residuos sólidos
- Acciones derivadas del almacenamiento de residuos
    - Dentro del núcleo de la actividad
    - Transporte
    - Vertederos
    - Almacenes especiales
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
    - Materias primas

CONSULTA PÚBLICA

  - Consumos energéticos
  - Consumos del agua
- Acciones que implican subexplotación de recursos
  - Agropecuarios
  - Faunísticos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
  - Emigración
  - Disminución
  - Aniquilación
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
  - Topografía y suelo
  - Vegetación
  - Agua
  - Naturalidad
  - Singularidad
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras.
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad medioambiental vigente.

Tomando en cuenta esta información, y con base en la información descriptiva del Proyecto presentada en el **Capítulo 2** de este estudio, se construyó el siguiente árbol de acciones específico del Proyecto.

Cabe señalar que el Proyecto comprende 9 componentes con obras y actividades en algunos casos similares y en otros casos específicas de ciertos componentes, por lo tanto, se elaboró la siguiente matriz en donde se enlistan todas las actividades identificadas como susceptibles de generar impactos indicando el componente en donde se encuentran comprendidas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-2 Árbol de Acciones del Proyecto

Etapa	Actividad	1. Tanque regulador	2. Obra de toma para PTAP-R	3. PTAP-R	4. Desfogue de PTAP-R	5. Dique	6. Humedal artificial	7. Obra de toma y línea de conducción hacia PP	8. Planta potabilizadora (PP)	9. Línea de conducción norte-sur
Preparación del sitio y construcción (PSC)	Retiro de vegetación arbórea y arbustiva			X					X	X
	Despalme			X	X			X	X	X
	Nivelación y compactación			X					X	
	Excavaciones para cimentaciones			X					X	
	Excavaciones para zanjas				X		X	X		X
	Conformación de bordos con material de banco	X				X	X			
	Rellenos de zanjas				X		X	X		X
	Construcción de cimentaciones			X					X	
	Establecimiento de vegetación en humedal artificial						X			
	Construcción de pavimento asfáltico en vialidades y estacionamientos			X					X	
	Reconstrucción de concreto asfáltico									X
	Construcción de unidades de proceso y edificaciones			X					X	
	Rehabilitación de equipo mecánico							X		
	Instalación de tuberías		X		X			X		X
	Ensamblado de tanques de acero al carbón			X						

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	Actividad	1. Tanque regulador	2. Obra de toma para PTAP-R	3. PTAP-R	4. Desfogue de PTAP-R	5. Dique	6. Humedal artificial	7. Obra de toma y línea de conducción hacia PP	8. Planta potabilizadora (PP)	9. Línea de conducción norte-sur
	Instalación de equipos de proceso			X					X	
Operación y mantenimiento (OM)	Almacenamiento y regulación de caudal de entrada	X								
	Contención de caudal tratado hacia la Laguna de Zumpango					X				
	Tratamiento biológico de agua						X			
	Preoxidación con ozono								X	
	Tratamiento físico								X	
	Ozonación intermedia								X	
	Desinfección final con cloro gas								X	
	Bombeo de agua				X		X	X		X
	Conducción de agua		X		X		X	X		X
	Desfogue de agua tratada				X					
	Pretratamiento mediante cribado y mezcla rápida			X						
	Clarificación primaria con químicos			X						
	Tratamiento con reactor de lodos activados			X						
	Clarificación primaria convencional			X						
	Clarificación secundaria convencional			X						
	Clarificación terciaria con químicos			X						

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	Actividad	1. Tanque regulador	2. Obra de toma para PTAP-R	3. PTAP-R	4. Desfogue de PTAP-R	5. Dique	6. Humedal artificial	7. Obra de toma y línea de conducción hacia PP	8. Planta potabilizadora (PP)	9. Línea de conducción norte-sur
	Desinfección con cloro gas			X						
	Mantenimiento, poda y manejo de biomasa de humedal artificial						X			
	Mantenimiento preventivo, correctivo y extraordinario	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Desmantelamiento y abandono (DA)	Excavaciones para demolición de cimentaciones			X					X	
	Retiro de bordos	X				X				
	Demolición de unidades de proceso			X					X	
	Demolición de cimentaciones			X					X	
	Desmantelamiento de tuberías		X		X		X	X		X
	Desmantelamiento de equipos de proceso			X					X	
	Demolición de concreto asfáltico			X					X	
	Desmantelamiento de tanques			X						
	Desmantelamiento de obras de bombeo			X					X	

CONSULTA PÚBLICA

Una vez que se obtuvieron las listas de verificación, se utilizaron para la elaboración de la matriz de interacciones y para definir cuáles serán los impactos que genere el proyecto. Dicha matriz, muestra en un eje las actividades del proyecto y en el otro los factores ambientales, cada interacción proyecto – ambiente se marcó con los símbolos " – " o " + " según la naturaleza del efecto (-: adverso y +: benéfico), esta se muestra en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-3 Matriz Interactiva Proyecto – Ambiente, Etapa de Preparación del Sitio y Construcción (Sección 1)

Matriz de interacciones ambiente - Proyecto			Preparación del sitio y construcción															
Medio	**Componente ambiental**	**Factor ambiental**	**Retiro de vegetación arbórea y arbustiva**	**Despalme**	**Nivelación y compactación**	**Excavaciones para cimentaciones**	**Excavaciones para zanjas**	**Conformación de bordos con material de banco**	**Rellenos de zanjas**	**Construcción de cimentaciones**	**Establecimiento de vegetación en humedal artificial**	**Construcción de pavimento asfáltico en vialidades y estacionamientos**	**Reconstrucción de concreto asfáltico**	**Construcción de unidades de proceso y edificaciones**	**Rehabilitación de equipo mecánico**	**Instalación de tuberías**	**Ensamblado de tanques de acero al carbón**	**Instalación de equipos de proceso**
Abiótico	Clima (microclima)	Temperatura y humedad	-	-						-		-						
	Aire	Calidad	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	Confort sonoro	Nivel sonoro	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-			
	Suelo	Fertilidad	-	-	-					-		-						
		Características físico - químicas	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		
		Erodabilidad	-	-	-	-	-											
	Geomorfología	Relieve			-													
	Agua superficial	Calidad						-										
		Patrón de escurrimientos	-	-	-			-		-		-						
	Agua subterráea	Recarga de acuíferos	-	-	-					-		-						
		Calidad	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal	-								+							
		Estructura y composición florística	-															
		Especies endémicas	-															
		Sanidad vegetal																
		Captura de carbono y generación de oxígeno	-	-							+							
	Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática	-	-				-										
		Movilidad	-	-	-	-	-	-	-	-								
		Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos	-	-	-			-			+							
		Especies en riesgo y endémicas	-	-														
		Salud																
Paisaje		Calidad del paisaje	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		-			-	
Socio-económico	Población	Salud																
	Economía	Empleo y ocupación	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Infraestructura y servicios	Agua potable																
		Tratamiento de aguas pluviales y residuales																
		Interacciones negativas =	18	15	12	7	7	10	6	10	0	9	4	5	4	3	2	1
		Interacciones positivas =	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-4 Matriz Interactiva Proyecto – Ambiente, Etapa de Operación y Mantenimiento (Sección 2)

Matriz de interacciones ambiente - Proyecto			Operación y mantenimiento																		
Medio	**Componente ambiental**	**Factor ambiental**	**Almacenamiento y regulación de caudal de entrada**	**Contención de caudal tratado hacia la Laguna de Zumpango**	**Tratamiento biológico de agua**	**Preoxidación con ozono**	**Tratamiento físico**	**Ozonación intermedia**	**Desinfección final con cloro gas**	**Bombeo de agua**	**Conducción de agua**	**Desfogue de agua tratada**	**Pretratamiento mediante cribado y mezcla rápida**	**Clarificación primaria con químicos**	**Tratamiento con reactor de lodos activados**	**Clarificación primaria convencional**	**Clarificación secundaria convencional**	**Clarificación terciaria con químicos**	**Desinfección con cloro gas**	**Mantenimiento, poda y manejo de biomasa de humedal artificial**	**Mantenimiento preventivo, correctivo y extraordinario**
Abiótico	Clima (microclima)	Temperatura y humedad																			
	Aire	Calidad				-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Confort sonoro	Nivel sonoro				-	-	-	-	-			-		-	-	-	-	-	-	-
	Suelo	Fertilidad																			
		Características físico - químicas																		-	-
		Erodabilidad																			
	Geomorfología	Relieve																			
	Agua superficial	Calidad		+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+		
		Patrón de escurrimientos																			
	Agua subterráea	Recarga de acuíferos																			
		Calidad																			-
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal																		+	
		Estructura y composición florística																			
		Especies endémicas																			
		Sanidad vegetal							-										-		
		Captura de carbono y generación de oxígeno																		+	
	Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática																		-	-
		Movilidad	-	-																	
		Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos			+	+	+	+	+			+									
		Especies en riesgo y endémicas																		-	-
		Salud				-		-	-										-		
Paisaje		Calidad del paisaje																		+	
Socio-económico	Población	Salud				-		-	-					-				-	-		
	Economía	Empleo y ocupación			+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Infraestructura y servicios	Agua potable									+		+	+	+	+	+	+	+		
		Tratamiento de aguas pluviales y residuales			+	+	+	+	+												
		Interacciones negativas =	1	1	0	4	2	4	5	2	0	0	2	3	2	2	2	3	5	5	6
		Interacciones positivas =	0	1	3	4	4	4	4	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-5 Matriz Interactiva Proyecto – Ambiente, Etapa de Desmantelamiento y Abandono (Sección 3)

Matriz de interacciones ambiente - Proyecto			Desmantelamiento y abandono								
Medio	**Componente ambiental**	**Factor ambiental**	**Excavaciones para demolición de cimentaciones**	**Retiro de bordos**	**Demolición de unidades de proceso**	**Demolición de cimentaciones**	**Desmantelamiento de tuberías**	**Desmantelamiento de equipos de proceso**	**Demolición de concreto asfáltico**	**Desmantelamiento de tanques**	**Desmantelamiento de obras de bombeo**
Abiótico	Clima (microclima)	Temperatura y humedad									
	Aire	Calidad	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Confort sonoro	Nivel sonoro	-	-	-		-	-	-	-	-
	Suelo	Fertilidad									
		Características físico - químicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Erodabilidad	-			-			-		
	Geomorfología	Relieve	-								
	Agua superficial	Calidad		-							
		Patrón de escurrimientos									
	Agua subterráea	Recarga de acuíferos									
		Calidad	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal									
		Estructura y composición florística									
		Especies endémicas									
		Sanidad vegetal									
		Captura de carbono y generación de oxígeno									
	Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática	-	-			-				
		Movilidad	-	-			-				
		Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos	-	-			-				
		Especies en riesgo y endémicas	-				-				
		Salud									
Paisaje		Calidad del paisaje	-								
Socio-económico	Población	Salud									
	Economía	Empleo y ocupación	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Infraestructura y servicios	Agua potable									
		Tratamiento de aguas pluviales y residuales									
		Interacciones negativas =	11	8	4	5	8	4	5	4	4
		Interacciones positivas =	1	1	1	1	1	1	1	1	1

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la matriz anterior, se observa que se identificaron 295 interacciones, de las cuales 215 son negativas y 80 son positivas, la mayor parte de los efectos negativos son generados en la etapa de preparación del sitio y construcción, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 5-6 Interacciones por Etapa del Proyecto

Etapa	+	-
Preparación del sitio y construcción	20	113
Operación y mantenimiento	51	49
Desmantelamiento y abandono	9	53
Total	**80**	**215**

Hasta este punto, se ha mostrado la identificación de los impactos ambientales resultado de las interacciones proyecto – ambiente, varias de estas interacciones generan impactos similares, por lo tanto, los impactos identificados se agrupan, obteniendo el conjunto de impactos que se presenta en la siguiente tabla

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-7 Impactos Ambientales Identificados

Medio	Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Etapa
Abiótico	Clima	Temperatura y humedad	**IA01**	Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.	-	PSC, OM
	Aire	Calidad	**IA02**	Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos.	-	PSC, OM, DA
			IA03	Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos.	-	PSC, OM, DA
			IA04	Afectación de la calidad del aire en caso de liberación accidental de cloro gas y ozono durante la operación de la PP y PTAP-R, así como por generación de otros gases durante el tratamiento de aguas residuales.	-	OM
	Confort sonoro	Nivel sonoro	**IA05**	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción.	-	PSC, DA
			IA06	Generación de ruido por la operación de equipos de proceso y bombeos.	-	OM
	Suelo	Fertilidad	**IA07**	Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.	-	PSC, OM
		Características físico - químicas	**IA08**	Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.	-	PSC, OM
			IA09	Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.	-	PSC, OM, DA
			IA10	Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R.	-	OM
		Erodabilidad	**IA11**	Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas.	-	PSC, OM, DA
	Geomorfología	Relieve	**IA12**	Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones.	-	PSC, OM, DA

CONSULTA PÚBLICA

Medio	Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Etapa
	Agua superficial	Calidad	**IA13**	Resuspensión de sedimentos durante las obras dentro de la Laguna de Zumpango.	-	PSC
			IA14	Mejoramiento de la calidad del agua por tratamiento en PTAP-R y humedal artificial.	+	OM
			IA15	Riesgo de contaminación de aguas superficiales en caso de ocurrencia de liberación de sustancias durante la operación de la PTAP-R y PP.	-	OM
		Patrón de escurrimientos	**IA16**	Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.	-	PSC, OM
	Agua subterráea	Recarga de acuíferos	**IA17**	Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.	-	PSC, OM
		Calidad	**IA18**	Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.	-	PSC, OM, DA
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal	**IA19**	Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación.	-	PSC, OM
			IA20	Incremento de la cobertura vegetal asociada a la Laguna de Zumpango por creación de humedal artificial.	+	PSC, OM
		Estructura y composición florística	**IA21**	Modificación de la diversidad y abundancia de flora.	-	PSC, OM
		Especies endémicas	**IA22**	Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción.	-	PSC, OM
		Sanidad vegetal	**IA23**	Daño fisiológico de la vegetación por contacto con cloro gas en caso de ocurrencia de liberación accidental.	-	OM
		Captura de carbono y generación de oxígeno	**IA24**	Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.	-	PSC, OM
			IA25	Incremento de fuentes de captación de carbono y generación de oxígeno por incorporación de humedal artificial.	+	PSC, OM

CONSULTA PÚBLICA

Medio	Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Etapa
	Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática	**IA26**	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.	-	PSC, OM, DA
			IA27	Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto.	-	PSC, OM, DA
		Movilidad	**IA28**	Restricción de la movilidad de la fauna terrestre durante la construcción.	-	PSC, DA
			IA29	Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.	-	OM
		Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos	**IA30**	Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.	-	PSC, OM
			IA31	Mejoramiento de hábitat por una mejor calidad de agua de la Laguna de Zumpango y la incorporación de humedal artificial.	+	PSC, OM
		Especies en riesgo y endémicas	**IA32**	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.	-	PSC, OM, DA
		Salud	**IA33**	Afectación de vías respiratorias o irritación en caso de liberación accidental de cloro gas u ozono.	-	OM
Paisaje		Calidad del paisaje	**IA34**	Modificación del paisaje por remoción de vegetación.	-	PSC, OM
			IA35	Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.	-	PSC, OM
			IA36	Mejoramiento del paisaje en la zona oriente de la Laguna de Zumpango por la incorporación de humedal artificial.	+	PSC, OM
Socioeconómico	Población	Salud	**IA37**	Riesgo de afectación a la salud en caso de ocurrencia de eventos de riesgo en la PTAP-R y PP.	-	OM

CONSULTA PÚBLICA

Medio	Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Etapa
	Economía	Empleo y ocupación	**IA38**	Mejoramiento de la calidad de vida por el tratamiento de las aguas residuales	+	OM
			IA39	Incremento de fuentes de empleo temporales y permanentes, directos e indirectos.	+	PSC, OM, DA
			IA40	Fortalecimiento de la economía local por consumo de bienes y servicios.	+	PSC, OM, DA
	Infraestructura y servicios	Agua potable	**IA41**	Incremento de la disponibilidad de agua potable.	+	OM
		Tratamiento de aguas pluviales y residuales	**IA42**	Incremento en la disponibilidad de infraestructura para el tratamiento de aguas pluviales y residuales.	+	OM

CONSULTA PUBLICA

De acuerdo con la tabla anterior, se identificaron 42 impactos ambientales susceptibles de generarse por el desarrollo del Proyecto, de los cuales 32 son negativos y 10 son positivos, estos impactos se describen con mayor detalle en el siguiente apartado.

5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

5.2.1 Indicadores de impacto

Como lo indica la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional, un indicador se considera como índices cuantitativos o cualitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad.

Con base en esta definición, en el presente capítulo se establece el uso de los siguientes indicadores para evaluar los impactos identificados, los cuales fueron seleccionados debido a que aportan información que puede cuantificarse o visualizarse cartográficamente, en la mayoría de los casos son los mismos indicadores que fueron empleados para el desarrollo del diagnóstico ambiental presentado en el **Capítulo 4** de esta MIA-R.

Tabla 5-8 Indicadores de Calidad Ambiental

Indicador	Descripción
Naturalidad	Estima el estado de conservación de las biocenosis e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana. Este rubro adolece del problema de que debe definirse un «estado sin la influencia humana», lo cual, en cierto modo implica considerar una situación «ideal y estable» difícilmente aplicable a sistemas naturales.
Índice de impacto antropogénico	Nivel de degradación de los ecosistemas debido a actividades humanas, por lo tanto, a mayor IIA menor naturalidad y viceversa.
Calidad	Este parámetro se considera útil especialmente para problemas de perturbación atmosférica, del agua y/o del suelo. Se refiere a la desviación de los valores identificados versus los valores «normales» establecidos, bien sea de cada uno de los parámetros fisicoquímicos y biológicos, como del índice global de ellos.
Degradación del suelo	Muestra la ubicación de los tipos de: • Erosión, como son: eólica por el viento, déficit de humedad, e hídrica causada por factores de inundación, sedimentación, escurrimiento, entre otros. • Degradación química por salinización, contaminación, eutroficación, pérdida de nutrientes. • Degradación física que distingue la compactación de la estructura del suelo, encostramiento y sellamiento; hundimiento, disminución de la disponibilidad de agua, y pérdida de la función productiva. Este indicador se muestra mediante la cartografía de Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000
Tipos, formas y grados de erosión	Este indicador es complementario al de Degradación del suelo, corresponde al Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I, contiene información de los diferentes tipos, formas y grados de erosión, que ocurren en el territorio. Muestra la ubicación y distribución espacial de las áreas erosionadas, cuenta con información puntual que describe los sitios verificados en campo, el 95% de ellos tiene algún grado de afectación por erosión, además

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Descripción
	datos sobre las condiciones ambientales más relevantes y algunas características físicas del suelo, toda esta información está estructurada y codificada de acuerdo con el Diccionario de Datos de Erosión del Suelo escala 1:250 000.
Rareza	Este indicador hace mención a la escasez de un determinado recurso y está condicionado por el ámbito espacial que tenga en cuenta (por ejemplo: ámbito local, municipal, estatal, regional). Se suele considerar que un determinado recurso tiene más valor cuanto más escaso sea. • Disponibilidad media anual o déficit de agua superficial y subterránea • Tipos de vegetación con una superficie proporcional baja en el SAR. • Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 o endémicas.
Biodiversidad de flora y fauna	La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida, la cual en este caso será medida por composición y estructura. • La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), medido a través de los índices de Shannon y Margalef. • La estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.), medido a través de la abundancia relativa e IVI.
Especies indicadoras de salud o degradación	Son aquellas que por sus características (sensibilidad a perturbación o contaminantes, distribución, abundancia, dispersión, éxito reproductivo, entre otras) pueden ser utilizadas como estimadoras de los atributos o estatus de otras especies o condiciones ambientales de interés que resultan difíciles, inconvenientes o costosos de medir directamente (Isasi, 2011). Una especie indicadora es un organismo cuya presencia, ausencia o abundancia refleja una condición ambiental específica. Las especies indicadoras pueden ser señal de un cambio en la condición biológica de un ecosistema en particular, y por lo tanto pueden ser utilizadas como un puente para diagnosticar la salud de un ecosistema (Biopedia, 2022).
Estado de conservación/ degradación de la vegetación	Este se midió a través de la fase sucesional de la vegetación: este concepto se refiere a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural, así como a través del índice de fragmentación de áreas naturales, el cual ya fue descrito.
Índice de capital Natural	El índice de capital natural es una medida de la disponibilidad de estos elementos, e integra estimaciones de la cantidad y calidad del capital natural. La cantidad se mide por la superficie de áreas naturales remanentes e indica la pérdida y fragmentación de hábitats, que a su vez afecta las interacciones entre especies y reduce la viabilidad de las poblaciones de plantas y animales silvestres. Por su parte, la calidad se mide por la capacidad de mantener interacciones y procesos ecológicos (como la relación de los depredadores superiores y sus presas). Entre menor es el índice de capital natural menor es el flujo de beneficios provenientes de la naturaleza.
Calidad del paisaje	Incluye tres aspectos de percepción que a continuación se describen: • Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y rasgos paisajísticos sobresalientes. • La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual, y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc. • La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Se califica como baja, media o alta.

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Descripción
Índice de desarrollo humano	El índice de desarrollo humano (IDH) obtenido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México sintetiza el avance obtenido en tres dimensiones básicas para el desarrollo de las personas, la posibilidad de gozar de una vida larga y saludable, la educación y el acceso a recursos para gozar de una vida digna. Este integra los siguientes índices. • Ingreso corriente total per cápita • Años promedio de escolaridad • Años esperados de escolaridad • Subíndice de salud (SS) • Subíndice de educación (SE) • Subíndice de ingreso (SI)

Tabla 5-9 Forma de Interpretación de los Indicadores para el Proyecto

Medio	Factor	Subfactor	Indicadores y su forma de aplicación	
Abiótico	**Clima**	Microclima	Naturalidad	Superficie con vegetación presente
				Superficie alterada desprovista de vegetación o asentamientos humanos.
	Aire	Calidad del aire	Calidad	Presencia y concentración de contaminantes criterio
		GEI que provocan cambio climático	Calidad	Presencia de GEI.
	Confort sonoro	Nivel sonoro	Calidad	Niveles de ruido en decibelios.
	Suelo	Características físico-químicas	Naturalidad Degradación física del suelo	Superficie alterada por compactación y/o sellamiento, áreas con asentamientos humanos y desprovistas de vegetación.
			Degradación química del suelo	Degradación química por polución
		Procesos erosivos	Degradación física del suelo	Superficie alterada por compactación y/o sellamiento, asentamientos humanos y desprovistas de vegetación.
			Tipos, formas y grados de erosión dominantes Tasa de erosión hídrica	Tasa de erosión (ton/ha/año) y pérdida de suelo total (ton/año).
		Cantidad	Características superficiales del suelo dominante.	
	Geomorfología	Relieve	Superficie de topoformas.	

CONSULTA PÚBLICA

Medio	Factor	Subfactor	Indicadores y su forma de aplicación	
	Agua superficial	Características físico-químicas (calidad)	Calidad	Presencia de contaminantes. Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes fecales (CF), Escherichia coli (E_COLI), Enterococos fecales (ENTEROC), porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto (OD_PORC) y Toxicidad aguda (TOX).
		Patrón de escurrimientos	Naturalidad	Cantidad, longitud y temporalidad de la red hidrográfica natural
	Agua subterránea	Recarga de acuíferos	Naturalidad Rareza	Área de recarga de acuíferos, superficie presente. Disponibilidad media anual (DMA hm^3/año).
		Características físico-químicas (calidad)	Calidad	Presencia de Fluoruros (FLUORUROS), Coliformes fecales (COLI_FEC), Nitrógeno de Nitratos (N_NO3), Arsénico Total (AS_TOT), Cadmio Total (CD_TOT), Cromo Total (CR_TOT), Mercurio Total (HG_TOT), Plomo Total (PB_TOT), Alcalinidad (ALC), Conductividad eléctrica (CONDUCT), Dureza Total (DUR), Sólidos Disueltos Totales (SDT), Hierro Total (FE_TOT) y Manganeso Total (MN_TOT)
Biótico	**Vegetación**	Cobertura vegetal	Naturalidad	Superficie con vegetación presente
		Estructura y composición florística	Diversidad	Riqueza específica.
			Estructura	Especies dominantes
			Índice de fragmentación de áreas naturales	
		Especies en riesgo, endémicas, de importancia ecológica y/o económica	Especies indicadoras	Especies en riesgo endémicas, de importancia ecológica y/o económica.
		Sanidad vegetal	Estado de conservación/ degradación de la vegetación	Fase sucesional

CONSULTA PÚBLICA

Medio	Factor	Subfactor	Indicadores y su forma de aplicación	
			Especies indicadoras de salud o degradación	Presencia de especies exóticas y/o endémicas
	Fauna	Diversidad y abundancia	Diversidad	Riqueza específica, índice de Shannon y abundancia relativa.
			Especies indicadoras de salud o degradación	Cantidad de especies exóticas y / o endémicas
		Movilidad	Índice de fragmentación de áreas naturales	
		Hábitat	Naturalidad	Superficie con vegetación presente
			Índice de Capital Natural	
			Índice de fragmentación de áreas naturales	
		Especies en riesgo, endémicas y de importancia ecológica y/o económica	Especies indicadoras de salud o degradación	Presencia de especies exóticas y / o endémicas
		Corredores biológicos	Presencia de corredores bioclimáticos.	
		Sanidad de la fauna silvestre	Especies indicadoras de salud o degradación	Presencia de especies exóticas y / o endémicas
Socioeconómico	Población	Estructura	Superficie de asentamientos humanos.	
			Localidades y población total.	
			Índice de desarrollo humano promedio	
		Salud	Índice de desarrollo humano	Subíndice de salud promedio
	Paisaje	Calidad del paisaje	Calidad paisajística (baja, media, alta).	
	Economía	Empleo y ocupación	Índice de desarrollo humano	Subíndice de ingreso promedio
	Uso del suelo	Productivo	Superficie agrícola.	
			Superficie de pastizal cultivado y/o inducido.	
	Infraestructura y servicios	Red carretera	Presencia de infraestructura carreteras	

CONSULTA PÚBLICA

En las siguientes tablas se indican las superficies de afectación por tipo de afectación y si esas llevan sellamiento o no, la cual constituye el principal indicador de impacto ambiental de los diferentes componentes afectados por las modificaciones en la superficie.

Tabla 5-10 Superficie por USV de Campo y Tipo de Afectación

USV_campo	Permanente	Temporal	Total general
Agricultura	0.2888	2.6235	2.9123
Área desprovista de vegetación	6.1011	8.7785	14.8796

USV_campo	Permanente	Temporal	Total general
Asentamientos humanos	0.0769	0.4917	0.5685
Canal	0.0083	0.0282	0.0365
Cuerpo de agua	54.9454		54.9454
Hileras de arbolado	0.6050		0.6050
Pastizal cultivado	4.5417		4.5417
Pastizal halófilo	2.6479		2.6479
Pastizal inducido	12.5016	28.5817	41.0833
Total general	81.7168	40.5035	122.2202

Tabla 5-11 Superficie por USV de Campo y Sellamiento

USV_campo	Con sellamiento	Sin sellamiento	Total general
Agricultura		2.9123	2.9123
Área desprovista de vegetación	2.5800	12.2996	14.8796
Asentamientos humanos		0.5685	0.5685
Canal		0.0365	0.0365
Cuerpo de agua	0.0474	54.8980	54.9454
Hileras de arbolado	0.1182	0.4868	0.6050
Pastizal cultivado	1.7992	2.7425	4.5417
Pastizal halófilo	1.4013	1.2466	2.6479
Pastizal inducido	2.2292	38.8541	41.0833
Total general	8.1753	114.0450	122.2202

5.2.2 Caracterización

En este apartado se presenta la descripción de los impactos ambientales identificados, conforme a las etapas en donde se presentan.

Impacto: IA01 Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM

Componente ambiental: clima (microclima) **Factor ambiental**: temperatura y humedad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

El régimen térmico y de humedad actual que presentan las áreas vegetadas en el área del Proyecto se verá modificado por la eliminación de la cubierta vegetal. Al perder su cobertura, el sitio se ve

CONSULTA PÚBLICA

expuesto a la irradiación solar, lo que incrementa la temperatura del suelo y del aire concentrado en esa área. Este impacto tendrá relevancia en el predio de la PTAP-R, dado que actualmente se encuentra cubierto en su totalidad por algún tipo de vegetación. En el caso de la PP la ocurrencia de este impacto por retiro de cobertura tiene menor relevancia debido a su uso actual como pastizal inducido y áreas desprovistas de vegetación, no obstante, en ambos casos habrá despalme, compactación y sellamiento de la superficie, lo cual modifica las variables actuales de humedad y temperatura en esos sitios.

Operación y mantenimiento:

Este impacto tiene su origen durante la preparación del sitio y construcción, sin embargo, si bien durante la operación y mantenimiento no se identifican interacciones directas, se señala que, el efecto permanece durante esta etapa en los predios de la PTAP-R y PP.

Impacto: IA02 Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM, DA

Componente ambiental: aire **Factor ambiental**: calidad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

La operación de vehículos, maquinaria y equipo durante la preparación del sitio y construcción ocasionarán la emisión de partículas suspendidas que se pudieran generar durante las actividades que implican movimiento de tierras; así como por el tránsito vehicular por las terracerías.

Operación y mantenimiento:

Se podrían generar polvos en casos de mantenimiento que impliquen movimiento de tierras, aunque la intensidad y extensión del impacto será mínima y eventual.

Desmantelamiento y abandono:

La circulación y operación de vehículos, maquinaria y equipo durante el retiro de las estructuras ocasionarán la emisión de polvos.

Impacto: IA03 Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM, DA

Componente ambiental: aire **Factor ambiental**: calidad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

CONSULTA PÚBLICA

Se generarán emisiones debido al funcionamiento de vehículos, maquinaria, así como cualquier otro equipo que funcione a base de combustibles como gasolina y diésel

Los principales contaminantes emitidos por los vehículos que utilizan motores de ciclo diésel son partículas sólidas en forma de hollín que dan lugar a los humos negros, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfuroso procedente del azufre contenido en el combustible; mientras que, los principales contaminantes lanzados por los automóviles son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no quemados (HC), y compuestos de plomo, algunos de estos, gases o precursores de efecto invernadero (GEI).

Operación y mantenimiento:

Si bien durante la operación y mantenimiento se emplearán vehículos y eventualmente equipo y maquinaria, este impacto dejará de ser relevante debido a que el uso de estos será eventual.

Desmantelamiento y abandono:

Durante el desmantelamiento y retiro de estructuras, los vehículos, maquinaria y equipo empleado generarán emisiones a la atmósfera producto de la combustión de hidrocarburos.

Impacto: IA04 Afectación de la calidad del aire en caso de liberación accidental de cloro gas y ozono durante la operación de la PP y PTAP-R, así como por generación de otros gases durante el tratamiento de aguas residuales.

Naturaleza: negativo **Etapas**: OM

Componente ambiental: aire **Factor ambiental**: calidad

Caracterización:

Operación y mantenimiento:

Como se describe en el Estudio de Riesgo Ambiental elaborados para la PP y PTAP-R, en caso de eventos de liberación accidental de cloro gas u ozono se tendrían los siguientes efectos sobre el componente aire:

Cloro gas

El cloro es un gas licuado comprimido altamente reactivo, oxidante y tóxico por inhalación. En caso de liberación accidental, tiende a formar una nube densa que puede desplazarse a nivel del suelo, especialmente bajo condiciones atmosféricas estables. Su liberación puede generar los siguientes efectos ambientales en el aire:

- Formación de nube tóxica.
- Deterioro temporal de la calidad del aire en el área inmediata.
- Dispersión controlada por condiciones meteorológicas predominantes.

Ozono

El ozono es un gas altamente oxidante e inestable, generado in situ y consumido en el proceso de desinfección. En caso de liberación accidental los efectos en el aire serían:

CONSULTA PÚBLICA

- Formación de nube oxidante de rápida dispersión.
- Vida media corta debido a su rápida descomposición a oxígeno.

En ambos casos, los efectos principales corresponden a la liberación accidental de gases tóxicos, particularmente cloro y ozono.

Las afectaciones se caracterizan por:

- Impacto localizado.
- Dispersión atmosférica controlada por condiciones meteorológicas.
- Ausencia de efectos permanentes.

No se prevé deterioro crónico ni acumulativo de la calidad del aire.

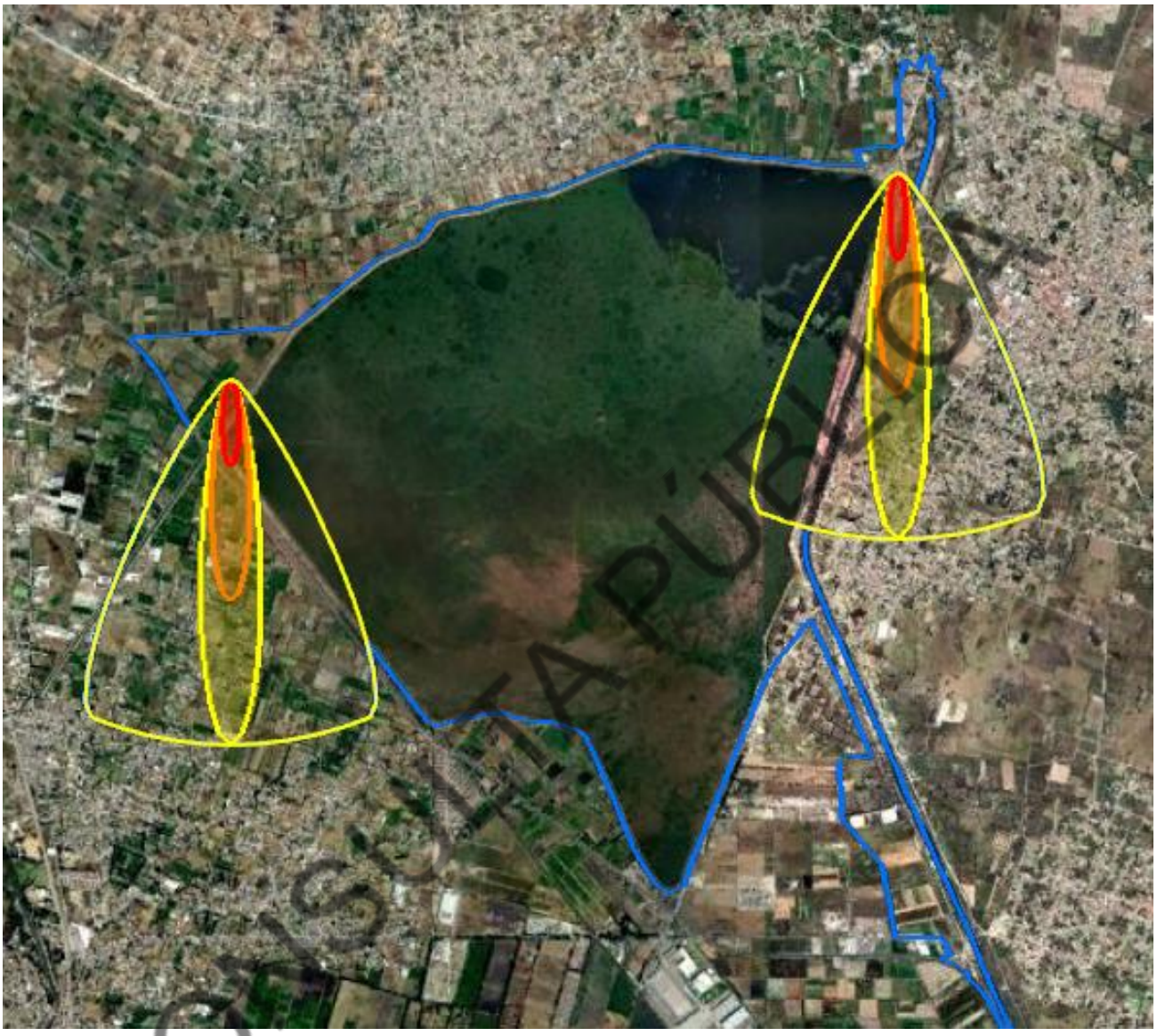
El escenario considerado de mayor amplitud, es decir, el peor caso es para la sustancia cloro gas, sus distancias y ubicación se muestran en las siguientes tabla y figuras. Los radios de afectación serían los siguientes, estos fueron determinados conforme a los criterios AEGL (Acute Exposure Guideline Levels) para cloro.

Tabla 5-12 Radios de Afectación de los Escenarios Hipotéticos Cloro Gas

Escenarios potenciales con riesgos ambientales identificados	AEGL-1	AEGL-2	AEGL-3
Caso Mas Probable (CMP) – Cloro gas	612 m	295 m	88 m
Peor Caso (PC) – Cloro gas	3,000 m	1,800 m	709 m

CONSULTA PÚBLICA

Figura 5-1 Representación Gráfica del Radio de Afectación Peor Caso Cloro Gas



CONSULTA PÚBLICA

Por otro lado, durante el proceso de tratamiento de aguas residuales en la PTAP-R se generarían emisiones adicionales derivadas de este proceso.

Impacto: IA05 Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción.

Naturaleza: negativo

Etapas: PSC, DA

Componente ambiental: confort sonoro

Factor ambiental: nivel sonoro

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Durante la ejecución de la preparación del sitio y construcción se generará ruido mayor a 90 dB por el uso de maquinaria y equipo, este nivel acústico estará por encima del habitual.

De acuerdo con la información de Inercoacústica (2020), para que el ruido se perciba con menor intensidad sería necesario alejarse de la fuente generadora, por lo tanto, para que el ruido se percibe en su nivel habitual, el cual de forma natural rodarían en los 45 dB, sería necesario alejarse 50 m, por lo tanto, esta zona de influencia sería la de impacto por ruido en torno al perímetro del Proyecto en donde se esté haciendo uso de la maquinaria.

En el caso de la construcción de los componentes PP, PTAP-R, así como sus obras de toma y desfogue, bordos, dique y humedal artificial, los receptores del impacto serían principalmente el personal que labore en la obra, y en su caso la fauna presente en estas zonas, dado que en las proximidades de estas áreas no se identifican asentamientos humanos.

Mientras que, en el caso de la construcción de la línea de conducción norte-sur los principales receptores además de los trabajadores serían los habitantes de las zonas con asentamientos humanos, aunque, el incremento en los niveles de ruido de estas áreas sería mínimo con respecto al habitual, puesto que actualmente se encuentran afectados por el ruido vehicular generado en sus vialidades, especialmente en la trayectoria que se encuentra paralela a la vialidad Circuito Exterior Mexiquense, siendo la mayor parte de este componente.

Desmantelamiento y abandono:

Durante la ejecución del desmantelamiento se generará ruido mayor a 90 dB por el uso de maquinaria y equipo, el impacto sería similar al que se dará durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Impacto: IA06 Generación de ruido por la operación de equipos de proceso y bombeos.

Naturaleza: negativo

Etapas: OM

Componente ambiental: confort sonoro

Factor ambiental: nivel sonoro

Caracterización:

Operación y mantenimiento:

Durante el funcionamiento de los equipos de proceso para el tratamiento de aguas pluviales y residuales así como para la potabilización se generarán emisiones sonoras, su percepción dependerá de la distancia a la cual se ubique el receptor del impacto, así como de las condiciones ambientales del lugar, por ejemplo, la existencia de otras fuentes de ruido, tales como los vehículos que transitan por la vía con la cual colinda la PP; por lo cual el impacto sería mayor durante la operación de la PTAP-R dado que en esta zona no se identifican otras fuentes de ruido próximas. En este contexto, los principales receptores serían el personal que labore en estos componentes y en su caso la fauna presente en un radio menor a 50 m.

Impacto: IA07 Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.

CONSULTA PÚBLICA

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM

Componente ambiental: suelo **Factor ambiental**: fertilidad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Se alterará la actividad bioquímica y microbiológica del suelo, el impacto se inicia con el desmonte y despalme, en el entendido, de que el suelo es un sistema vivo, donde toda actividad bioquímica se desarrolla por medio de procesos enzimáticos. La mayoría de las enzimas del suelo provienen de la descomposición microbiana de tejidos vegetales y animales que son incorporados como residuos orgánicos, por lo tanto, al eliminar la capa de suelo orgánico (despalme), se modifica la actividad bioquímica del suelo. Mientras que, con la compactación del suelo y el sellamiento se pierde la posibilidad de recuperación de la fertilidad, impacto que resulta relevante principalmente en el predio de la PTAP-R el cual actualmente se encuentra cubierto en su totalidad por algún tipo de vegetación, seguido del predio para la PP, el cual presenta parcialmente áreas afectadas por compactación.

Cabe señalar que, como se identificó en el **Capítulo 4** de esta MIA, la mayor superficie del AP, especialmente en el entorno de la Laguna de Zumpango actualmente presenta degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, en grado ligero y moderado y tiene como causa principal las actividades agrícolas; otra porción importante en la zona de la línea de conducción se encuentra afectada por degradación física por pérdida de su función productiva cuya causa es la urbanización.

Operación y mantenimiento:

Este impacto tiene su origen durante la preparación del sitio y construcción, sin embargo, si bien durante la operación y mantenimiento no se identifican interacciones directas, se señala que, el efecto permanece durante esta etapa en los predios de la PTAP-R y PP, los cuales serán sellados para el desplante de los equipos de proceso, perdiendo totalmente su capacidad productiva.

Impacto: IA08 Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM

Componente ambiental: suelo **Factor ambiental**: características físico-químicas

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Alteración de la estructura física del suelo por la compactación (pérdida de espacios entre las partículas que lo agregan), y sellamiento, por ende, pérdida de propiedades como permeabilidad, productividad y capacidad de recuperación; al igual que en el caso anterior, este impacto resulta relevante principalmente en el predio de la PTAP-R el cual actualmente se encuentra cubierto en su totalidad por algún tipo de vegetación que le permite tener una mejor estructura que otras áreas con otros usos de suelo, seguido del predio para la PP, el cual presenta parcialmente áreas afectadas por compactación.

CONSULTA PÚBLICA

Operación y mantenimiento:

Si bien este impacto tiene su origen durante la preparación del sitio y construcción, y durante la operación y mantenimiento no se identifican interacciones directas el efecto permanece durante esta etapa, debido a las obras permanentes.

Impacto: IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.

Naturaleza: negativo

Etapas: PSC, OM, DA

Componente ambiental: suelo

Factor ambiental: características físico-químicas

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Existirá el riesgo de afectación de la calidad del suelo (propiedades químicas), en caso de manejo inadecuado de residuos sólidos o líquidos o en caso de derrame accidental de sustancias que puedan modificar las cualidades químicas del suelo. Lo anterior debido a los materiales y sustancias que se requieren para la construcción del Proyecto, tales como combustibles, aceites y aditivos para vehículos, así como concreto premezclado para cimentaciones, entre otras.

Operación y mantenimiento:

Durante esta etapa persiste el riesgo de contaminación del suelo en caso de incorrecta disposición de residuos, principalmente durante los mantenimientos que se lleguen a realizar, aunque riesgo de ocurrencia deberá ser mínimo y eventual.

Desmantelamiento y abandono:

Existirá el riesgo de afectación de la calidad del suelo (propiedades químicas), en caso de manejo inadecuado de residuos sólidos o líquidos, o en caso de derrame accidental de sustancias, principalmente por el uso de combustibles y aceites por la maquinaria, vehículos y equipo necesarios para ejecutar el desmantelamiento.

Impacto: IA10 Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R.

Naturaleza: negativo

Etapas: OM

Componente ambiental: suelo

Factor ambiental: Características físico - químicas

Caracterización:

Operación y mantenimiento:

Como se señaló en el **Capítulo 2** del Estudio de Riesgo Ambiental elaborado para la PTAP-R y PP, en caso de liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de estas plantas, se podrían generar los siguientes efectos en el componente suelo:

CONSULTA PÚBLICA

Cloro gas

- Reacción con la humedad ambiental formando compuestos ácidos.
- Acidificación localizada superficial sin persistencia significativa debido a su alta volatilidad.

Ácido sulfúrico

- Acidificación localizada.
- Neutralización progresiva por interacción con materiales del suelo.

Sosa cáustica

- Incremento localizado del PH.
- Neutralización progresiva mediante procesos naturales.

Aunque cabe señalar que la intensidad y ocurrencia dependerá de la cantidad que llegara a liberarse; por lo tanto, los efectos sobre el suelo se limitan a zonas inmediatas al punto de liberación, alteraciones químicas localizadas y neutralización natural progresiva. No se prevé contaminación persistente ni migración significativa.

Impacto: IA11 Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM, DA

Componente ambiental: suelo **Factor ambiental**: erodabilidad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Durante la preparación del sitio se dará la exposición de nuevas áreas a los procesos erosivos, que se sumarán a las existentes, este impacto tendrá origen en el retiro de la vegetación no forestal y el despalme, persistiendo mientras las áreas permanezcan desnudas.

La vegetación provee "protección contra procesos erosivos hídricos y eólicos", por esta razón, al realizar su remoción habrá una mayor exposición del suelo a procesos erosivos. La superficie con mayor sensibilidad a este impacto serán las áreas identificadas como "sin erosión" como se señaló en el **Capítulo 4** de esta MIA, mientras que las menos sensibles son las que se ubican en asentamientos humanos en donde el suelo ya se encuentra afectado por otros factores como compactación o sellamiento, esto último principalmente en la zona de la línea de conducción. Por lo tanto, este impacto resultará relevante en los componentes en torno a la Laguna de Zumpango.

Por otro lado, aquellas áreas que resulten selladas, principalmente la PP y PTAP-R perderán sus procesos erosivos.

Operación y mantenimiento:

Si bien no se identifican interacciones directas en esta etapa, se señala que, en las áreas que permanezcan expuestas sin sellamiento, persistirán los efectos erosivos en niveles mayores a los actuales en aquellas áreas que actualmente presentaban cobertura vegetal.

Desmantelamiento y abandono:

CONSULTA PÚBLICA

Una vez retirado el sellamiento, el suelo que permanecía sellado y compactado quedará expuesto a los efectos erosivos en tanto recupera su cobertura vegetal.

Impacto: IA12 Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM, DA

Componente ambiental: geomorfología **Factor ambiental**: relieve

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

La nivelación y compactación modificará ligeramente el relieve natural, sin embargo, la modificación será mínima puesto que se trata de terrenos con pendientes muy bajas, menores al 5% y en un rango de altitud entre 2200 y 2300 msnm.

Operación y mantenimiento:

Este impacto tiene su origen durante la preparación del sitio y construcción, sin embargo, aún cuando no se identifican interacciones directas es necesario señalar que, el efecto permanece durante esta etapa.

Desmantelamiento y abandono:

El efecto de este impacto permanece durante esta etapa, a lo cual se sumará la modificación por excavaciones para el retiro de las estructuras.

Impacto: IA13 Resuspensión de sedimentos durante las obras dentro de la Laguna de Zumpango.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC

Componente ambiental: agua superficial **Factor ambiental**: calidad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Durante la conformación de bordos para el tanque regulador, dique y humedal artificial se provocará movimiento y suspensión de sedimentos de la Laguna de Zumpango, lo cual incrementará temporalmente el efecto en la calidad del agua.

Impacto: IA14 Mejoramiento de la calidad del agua por tratamiento en PTAP-R y humedal artificial.

Naturaleza: positivo **Etapas**: OM

Componente ambiental: agua superficial **Factor ambiental**: calidad

Caracterización:

CONSULTA PÚBLICA

Operación y mantenimiento

Con el tratamiento del agua que entra a la Laguna de Zumpango mediante la PTAP-R y el humedal artificial se busca mejorar su calidad para su posterior potabilización, por lo cual se tendrá un impacto positivo en la reducción de la carga de contaminantes de este vaso regulador.

Las características del agua influente a la Laguna de Zumpango corresponden principalmente de aportaciones pluviales del Río Cuautitlán, combinadas con los aportes del Emisor del Poniente, conducidas hacia la Laguna de Zumpango a través del Canal Santo Tomás, las cuales presentan una composición variable con presencia de sólidos suspendidos, materia orgánica biodegradable, nutrientes y compuestos típicos de escorrentías urbanas.

El dimensionamiento de las unidades de tratamiento y la selección de procesos tienen como objetivo garantizar que el efluente tratado cumpla con la calidad establecida para descargas a cuerpos receptores tipo embalse, conforme a los límites permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-2021, donde se presentan los límites establecidos como la calidad de agua objetivo para el agua efluente de la PTAP/R Zumpango.

Por su parte, el humedal artificial tiene por objetivo principal reducir las concentraciones de materia orgánica, nutrientes y sólidos suspendidos, así como favorecer la oxigenación y estabilización natural del agua, de modo que cumpla con las condiciones adecuadas para su potabilización posterior.

Impacto: IA15 Riesgo de contaminación de aguas superficiales en caso de ocurrencia de liberación de sustancias durante la operación de la PTAP-R y PP.

Naturaleza: negativo **Etapas**: OM

Componente ambiental: agua superficial **Factor ambiental**: calidad

Caracterización:

Operación y mantenimiento:

Como se describió en el **Capítulo 2** del Estudio de Riesgo Ambiental, la Laguna de Zumpango constituye el cuerpo de agua superficial más cercano al área del Proyecto, ubicándose a escasa distancia de las instalaciones de la Planta Potabilizadora y PTAP-R, y representa la fuente de abastecimiento de agua cruda para el proceso de tratamiento y potabilización.

Debido a su proximidad inmediata, la laguna se considera el principal receptor ambiental potencial en caso de ocurrencia de un evento accidental que involucre la liberación de sustancias peligrosas.

Los mecanismos mediante los cuales una liberación accidental podría afectar la Laguna de Zumpango incluyen:

a) Transporte atmosférico

En el caso de liberación de cloro gas u ozono, la dispersión atmosférica podría ocasionar el contacto indirecto con la superficie de la laguna mediante:

- Deposición seca.
- Disolución en la lámina superficial del agua.

CONSULTA PÚBLICA

No obstante, este mecanismo presenta baja probabilidad de generar afectaciones significativas debido a:

- La alta volatilidad de las sustancias.
- Su rápida dispersión atmosférica.
- La dilución inmediata en el cuerpo de agua.

b) Escurrimiento superficial accidental

En caso de derrames de sustancias líquidas como ácido sulfúrico o sosa cáustica, el principal mecanismo potencial de afectación sería el escurrimiento superficial hacia la laguna.

Sin embargo, este mecanismo se encuentra mitigado por:

- La presencia de infraestructura confinada.
- Sistemas de contención secundaria.
- Diseño de las áreas de almacenamiento sobre superficies impermeables.
- Controles operativos y procedimientos de emergencia.

c) Transporte indirecto mediante sistemas de drenaje

El transporte accidental a través de sistemas de drenaje es considerado un escenario de baja probabilidad, debido a que:

- Las áreas críticas cuentan con sistemas de control.
- No existe conexión directa entre sistemas de manejo de sustancias peligrosas y el cuerpo receptor.

Evaluación de efectos potenciales sobre la calidad del agua

En caso de presentarse una liberación accidental, los efectos potenciales sobre la calidad del agua de la Laguna de Zumpango serían de carácter localizado y temporal.

Cloro gas

En caso de contacto con el agua:

- El cloro se disuelve parcialmente.
- Forma ácido hipocloroso y ácido clorhídrico.
- Estos compuestos reaccionan rápidamente con materia orgánica presente en el agua.

Debido al volumen del cuerpo receptor y la capacidad de dilución, los efectos serían:

- Localizados en el área inmediata.
- De corta duración.
- Sin persistencia a largo plazo.

Ozono

El ozono presenta una vida media extremadamente corta en el ambiente acuático.

CONSULTA PÚBLICA

Al entrar en contacto con el agua:

- Se descompone rápidamente en oxígeno.
- No genera compuestos persistentes.
- No presenta potencial de bioacumulación.

Por lo tanto, no representa un riesgo significativo para la laguna en términos de contaminación permanente.

Ácido sulfúrico

En caso de contacto accidental con el agua:

- Produce una disminución localizada del pH.
- La alteración es reversible mediante dilución natural.
- No presenta persistencia significativa.

Sosa cáustica

En caso de contacto accidental:

- Produce un incremento localizado del pH.
- La alteración es reversible mediante neutralización natural.

El sistema presenta alta capacidad de recuperación debido a:

- Dilución natural.
- Procesos fisicoquímicos naturales.
- Volatilidad de las sustancias involucradas.

Considerando:

- Las características fisicoquímicas de las sustancias.
- Las cantidades manejadas.
- Los sistemas de seguridad implementados.
- El diseño de la infraestructura.
- La modelación de escenarios caso más probable y peor caso.

Se concluye que la probabilidad de afectación significativa a la Laguna de Zumpango es baja, los efectos potenciales serían localizados y reversibles y por lo tanto, no se prevén impactos permanentes sobre el sistema acuático.

Impacto: IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.

Naturaleza: negativo

Etapas: PSC, OM

Componente ambiental: agua superficial

Factor ambiental: patrón de escurrimientos

CONSULTA PÚBLICA

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Con las modificaciones en la superficie por desmonte, compactación o sellamiento se incrementará la velocidad de escurrimientos superficial del agua pluvial y por lo tanto el volumen de agua que escurre (coeficiente de escurrimiento).

Operación y mantenimiento:

Si bien durante la operación y mantenimiento no se identificaron interacciones directas, se señala que, la modificación en los volúmenes de escurrimiento persistirá en el área del Proyecto que permanezca con sellamiento.

Impacto: IA17 Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM

Componente ambiental: agua subterránea **Factor ambiental**: recarga de acuíferos

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

La remoción de la vegetación no forestal, así como el despalme y compactación ocasionarán la disminución en la infiltración, así mismo, con el sellamiento para el desplante de las obras del Proyecto, especialmente la PP y PTAP-R se perderá la capacidad de infiltración del suelo en estas áreas.

Operación y mantenimiento:

Si bien durante la operación y mantenimiento no se identifican interacciones directas, la modificación en los volúmenes de infiltración persistirá en esta etapa debido a las obras permanentes.

Impacto: IA18 Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM, DA

Componente ambiental: agua subterránea **Factor ambiental**: calidad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción

La calidad del agua pluvial que se escurra o infiltre, podría verse disminuida por la incorporación de elementos contaminantes en caso de disponer incorrectamente los residuos que se generen durante esta etapa del Proyecto, o en caso de derrame accidental de sustancias que puedan infiltrarse.

Operación y mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

El impacto podría persistir en esta etapa, especialmente durante la realización de mantenimientos si no se manejan adecuadamente los residuos generados.

Desmantelamiento y abandono:

El impacto será similar en esta etapa, en caso de manejo incorrecto de los residuos que se generen por el desmantelamiento de las instalaciones, así como en caso de derrame accidental de combustibles, aceites o sustancias que se empleen por el uso de la maquinaria y equipo.

Impacto: IA19 Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM

Componente ambiental: vegetación **Factor ambiental**: cobertura vegetal

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

El retiro de vegetación no forestal principalmente de pastizal inducido, ocasionará la disminución de la cobertura vegetal del AI y SAR.

Operación y mantenimiento:

Si bien no hay una interacción directa en esta etapa, se señala que, el impacto persistirá durante esta etapa en las áreas con obras de tipo permanente.

Impacto: IA20 Incremento de la cobertura vegetal asociada a la Laguna de Zumpango por creación de humedal artificial.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM

Componente ambiental: vegetación **Factor ambiental**: cobertura vegetal.

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

La incorporación de humedal artificial con vegetación nativa incrementará la cobertura vegetal asociada a la Laguna de Zumpango en su zona oriente. Uno de los componentes principales en el funcionamiento de un humedal artificial son las plantas acuáticas, denominadas macrófitas, que abarcan plantas visibles a simple vista, musgos, algas y helechos.

La vegetación se selecciona de acuerdo con su función dentro del proceso depurador y su adaptabilidad a las condiciones climáticas del Valle de México. Se priorizan especies nativas o naturalizadas, con alta capacidad de remoción de nutrientes, DBO_5 y metales, y sin comportamiento invasor.

Operación y mantenimiento

Con un adecuado mantenimiento del humedal artificial su vegetación asociada podrá mantenerse en calidad y cantidad.

CONSULTA PÚBLICA

Impacto: IA21 Modificación de la diversidad y abundancia de flora.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM

Componente ambiental: vegetación **Factor ambiental**: estructura y composición florística.

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

De acuerdo con la caracterización de la vegetación se estima que se afectarán ejemplares de al menos 67 especies, las cuales fueron registradas como presentes en el área del Proyecto en vegetación de pastizal halófilo y pastizal inducido, de las cuales en la siguiente tabla se muestran las riquezas por forma biológica, en donde se observa que la mayoría son herbáceas y cabe señalar que 24 de estas son de estatus introducido en México.

Tabla 5-13 Riqueza de Especies por Forma Biológica Presentes en el AP

Forma biológica	Riqueza específica
Arbóreo	16
Herbácea acuática	2
Arbustiva	8
Herbácea	36
Suculenta	5
Total general	**67**

Particularmente, en el predio de la PTAP-R se contabilizaron un total de ejemplares arbóreos por remover de 60 individuos de 3 especies y en la PP se contabilizaron 189 ejemplares arbóreos de 12 especies distintas, como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5-14 Cantidad de Ejemplares Arbóreos Presentes en las Hileras de Arbolado

Especie	Nombre común	Número de ejemplares
Salix babylonica	Sauce	54
Eucaliptus camaldulensis	Eucalipto	1
Fraxinus uhdei	Fresno	5
Total		60

Tabla 5-15 Inventario de Ejemplares Arbóreos y Cactáceas Presentes en el Predio de la PP

Forma de vida	Especie	Nombre común	Suma de Núm. de individuos
Árbol	*Buddleja cordata*	Tepozán Blanco	8

CONSULTA PÚBLICA

Forma de vida	Especie	Nombre común	Suma de Núm. de individuos
	Casuarina cunninghamiana	Casuarina	3
	Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto Rojo	9
	Eucalyptus polyanthemos	Eucalipto Rojo	1
	Eucalyptus populnea	Poplar Box	3
	Juniperus scopulorum	Enebro de Las Rocallosas	106
	Neltuma laevigata	Mezquite Blanco	9
	Prunus persica	Durazno	1
	Schinus molle	Pirul	25
	Tamarix ramosissima	Pino Salado Eurasiático	4
	Vachellia schaffneri	Huizache Prieto	2
Cactáceas	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de Cerro	18
Total de individuos			189

Operación y mantenimiento:

Si bien no hay una interacción directa en esta etapa, se señala que, el impacto persistirá durante esta etapa en las áreas con obras de tipo permanente.

Impacto: IA22 Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM

Componente ambiental: vegetación **Factor ambiental**: especies endémicas

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Con la remoción de la vegetación se retirarán ejemplares que en este impacto se destacan por tratarse de especies de distribución endémica. En la siguiente tabla se muestran las especies por remover de estas especies.

Tabla 5-16 Especies de Especies Endémicas Presentes en el AP (1: Presencia)

Especie	Nombre común	Forma de vida	Componente del Proyecto[1]					
			2	3	6	7	8	9
Agave salmiana	Maguey Pulquero	Suc, Ro						1
Zaluzania augusta	Hierba Blanca	Ar	1				1	
Opuntia lasiacantha	Nopal de Cerro	Suc			1	1	1	1
Opuntia robusta	Nopal Camueso	Suc	1		1			1

[1] 2: obra de toma de la planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales; 3: planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales; 6: humedal artificial; 7: obra de toma de la planta potabilizadora; 8: planta potabilizadora; 9: línea de conducción norte sur.

CONSULTA PÚBLICA

Opuntia streptacantha	Nopal Cardón	Suc						1
Buddleja cordata	Tepozán Blanco	A			1		1	1
Distichlis spicata	Huizapol	H		1				

Operación y mantenimiento:

Si bien durante la operación y mantenimiento no se identifican interacciones directas, el impacto persistirá en esta etapa en el área del Proyecto debido a las obras permanentes.

Impacto: IA23 Daño fisiológico de la vegetación por contacto con cloro gas en caso de ocurrencia de liberación accidental.

Naturaleza: negativo

Etapas: OM

Componente ambiental: vegetación

Factor ambiental: sanidad vegetal

Caracterización:

Operación y mantenimiento

Como se describió en el **Capítulo 2** el Estudio de Riesgo Ambiental, en caso de liberación accidental de sustancias se presentarían los siguientes efectos sobre la vegetación:

Cloro gas

- Daño fisiológico por contacto directo con concentraciones elevadas, afectación localizada reversible en exposiciones de corta duración.

Ácido sulfúrico

- Daños localizados por contacto directo, no se presenta bioacumulación.

Sosa cáustica

- Efectos limitados al área inmediata del derrame.

Impacto: IA24 Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.

Naturaleza: negativo

Etapas: PSC, OM

Componente ambiental: vegetación

Factor ambiental: captura de carbono y generación de oxígeno

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Con la remoción de vegetación no forestal, así como el despalme se reducirán los sumideros de carbono en el suelo y la vegetación, así mismo, se tendrán efectos de disminución en la generación de oxígeno.

CONSULTA PÚBLICA

Operación y mantenimiento:

Si bien durante la operación y mantenimiento no se identifican interacciones directas, el efecto persistirá en esta etapa debido a las obras permanentes.

Impacto: IA25 Incremento de fuentes de captación de carbono y generación de oxígeno por incorporación de humedal artificial.

Naturaleza: positivo

Etapas: PSC, OM

Componente ambiental: vegetación

Factor ambiental: captura de carbono y generación de oxígeno

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

La incorporación del humedal artificial constituirá una fuente de absorción de carbono y generación de oxígeno.

Operación y mantenimiento

Con un adecuado mantenimiento del humedal artificial, este podrá continuar prestando el servicio de captura de carbono y generación de oxígeno.

Impacto: IA26 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.

Naturaleza: negativo

Etapas: PSC, OM, DA

Componente ambiental: fauna

Factor ambiental: diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Riesgo de muerte accidental de fauna terrestre de lento desplazamiento, tales como reptiles, anfibios y mamíferos pequeños, debido a la circulación de vehículos y maquinaria, así como por el movimiento de tierras (despalme) y retiro de la vegetación. Así mismo, la fauna podría resultar afectada en caso captura, caza o daño accidental o intencional por parte del personal que labore durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto. Las especies más susceptibles por su baja movilidad y que fueron confirmadas durante los muestreos se presentan en las siguientes tablas, cabe señalar que, es importante contemplar también las especies registradas en el SAR debido a su movilidad. el impacto es relevante en la construcción de los componentes ubicados en torno a la Laguna de Zumpango, dado que la zona de la línea de conducción presenta algo grado de modificación y la riqueza de esa zona es menor.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-17 Riqueza Específica de la Clase *Mammalia*

Especie	Nombre común	Incidencia
Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	AP, SAR
Bassariscus astutus	Cacomixtle	SAR

Tabla 5-18 Riqueza Específica de la Clase *Reptilia* Dentro del AP

Nombre científico	Nombre común	Incidencia
Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	AP
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	AP, SAR
Thamnophis melanogaster	Culebra de agua panza negra	AP

Con respecto a la fauna acuática, es posible que resulten afectados ejemplares durante la conformación de los bordos para el tanque regulador, dique y humedal artificial, para este caso, las especies que fueron registradas bibliográficamente en la Laguna de Zumpango son las siguientes, aunque cabe señalar que, en algunos casos los registros son de 2005, cuando las condiciones posiblemente eran distintas, dado que en los años recientes el cambio más notorio tiene que ver con la proliferación del lirio acuático que ha modificado ciertas características del agua que impactan en la presencia de otras formas de vida en su interior.

Tabla 5-19 Especies de Peces con Registro Histórico en la Laguna de Zumpango

Especie	Nombre común	Distribución	NOM	Año de registro
Goodea atripinnis	Tiro	Endémica	SC	2008
Oreochromis niloticus	Tilapia del Nilo	Exótica-invasora	SC	2018, 2023, 2020
Menidia sp.	Charal	-	SC	
Aztecula sallaei	Carpita azteca	Endémica	SC	2005
Girardinichthys viviparus	Mexclapique de la Cuenca de México	Endémica	P	2005

Como se observa en la tabla anterior, la especie con más probabilidades de presencia actual en la Laguna de Zumpango es *Oreochromis niloticus*, la cual ha sido registrada en años más recientes y se trata de una especie exótica-invasora.

Operación y mantenimiento:

Persistirá el riesgo durante el acceso de personal al área del Proyecto para llevar a cabo los mantenimientos, pero será menor y eventual en comparación a las otras etapas del Proyecto.

Desmantelamiento y abandono:

Durante esta etapa el impacto será similar al de la etapa de PSC, debido a la presencia de vehículos y maquinaria para llevar a cabo el desmantelamiento.

CONSULTA PÚBLICA

Impacto: IA27 Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto.

Naturaleza: negativo

Etapas: PSC, OM, DA

Componente ambiental: fauna

Factor ambiental: diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Durante esta etapa la presencia de maquinaria, equipo y personal ahuyentará a la fauna presente en el área del Proyecto y su área de influencia, cambiando temporalmente la diversidad y abundancia actual de la fauna en estas áreas, especialmente aves. En la siguiente tabla se muestran los indicadores de diversidad y abundancia registrados en el AP que podrían resultar modificados, aunque cabe señalar que estos valores pueden resultar muy variables dependiendo de diversos factores, como condiciones climáticas, esfuerzo de muestreo, experiencia de los especialistas, por mencionar los más importantes, no obstante, constituyen una referencia de muestreos realizados en 2 temporadas (septiembre - verano y diciembre-invierno). el impacto es relevante en la construcción de los componentes ubicados en torno a la Laguna de Zumpango, dado que la zona de la línea de conducción presenta algo grado de modificación y la riqueza de esa zona es menor.

Tabla 5-20 Indicadores de Diversidad Registrada en el AP

Indicador/índice	Aves	Mamíferos	Reptiles
Especies	45	1	3
Abundancia absoluta registrada	1,745	1	5
Dominancia (D)	0.1461	-	0.2
Simpson (1-D)	0.8539	-	0.8
Shannon (H)	2.507	-	1.255
Margalef	5.895	-	1.243

Con respecto a la fauna acuática, su distribución también se desplazará de las zonas más próximas a los componentes del Proyecto, por el movimiento de maquinaria y la suspensión de sedimentos, aunque se trata de efectos temporales solo durante la realización de las obras.

Operación y mantenimiento:

Durante los mantenimientos existe el riesgo de que la fauna se vea ahuyentada temporalmente en esta etapa, pero se tratará de un efecto eventual.

Desmantelamiento y abandono:

CONSULTA PÚBLICA

Durante esta etapa el impacto será similar al de la etapa de PSC, debido a la presencia de vehículos y maquinaria para llevar a cabo el desmantelamiento.

Impacto: IA28 Restricción de la movilidad de la fauna terrestre durante la construcción.

Naturaleza: negativo

Etapas: PSC, DA

Componente ambiental: fauna

Factor ambiental: movilidad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Durante esta etapa la presencia de maquinaria, equipo y personal limitará el libre desplazamiento de la fauna terrestre presente en las áreas intervenidas, el impacto es relevante en la construcción de los componentes ubicados en torno a la Laguna de Zumpango, dado que la zona de la línea de conducción presenta algo grado de modificación.

Desmantelamiento y abandono:

El efecto en esta etapa es similar al de PSC, durante esta etapa la presencia de maquinaria, equipo y personal restringirá el libre desplazamiento de la fauna silvestre presente en esta zona, especialmente reptiles o mamíferos.

Impacto: IA29 Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.

Naturaleza: negativo

Etapas: OM

Componente ambiental: fauna

Factor ambiental: movilidad

Caracterización:

Operación y mantenimiento:

La presencia de los bordos para el tanque regulador y dique restringirán la movilidad de fauna acuática a esta zona, especialmente peces.

Impacto: IA30 Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.

Naturaleza: negativo

Etapas: PSC, OM

Componente ambiental: fauna

Factor ambiental: hábitat y corredores biológicos / bioclimáticos

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

CONSULTA PÚBLICA

Modificación del hábitat para la fauna debido a la remoción de la vegetación no forestal, así como por la incorporación de los componentes del Proyecto, excepto obras subterráneas.

Operación y mantenimiento:

Si bien durante la operación y mantenimiento no se identifican interacciones directas, se señala que este efecto persistirá en el área de desplante de componentes permanentes del Proyecto.

Impacto: IA31 Mejoramiento de hábitat por una mejor calidad de agua de la Laguna de Zumpango y la incorporación de humedal artificial.

Naturaleza: positivo

Etapas: PSC, OM

Componente ambiental: fauna

Factor ambiental: hábitat y corredores biológicos / bioclimáticos

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

La conformación del humedal artificial proveerá de hábitats a la fauna silvestre.

Operación y mantenimiento:

Durante la operación del Proyecto, específicamente de la PTAP-R y humedal artificial se mejorará la calidad de agua de la Laguna de Zumpango, lo cual resultará benéfico como hábitat de fauna acuática y también terrestre que se hace uso de esta área.

Impacto: IA32 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.

Naturaleza: negativo

Etapas: PSC, OM, DA

Componente ambiental: fauna

Factor ambiental: especies en riesgo y endémicas

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Se enfatiza este impacto debido a que, la integridad de los ejemplares de fauna en riesgo o endémicas, podría resultar afectada por muerte accidental o intencional, debido a la presencia de personal y vehículos, durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto; lo cual puede derivar en atropellamiento, caza o captura, así como daño intencional o accidental por parte de personal.

Entre las especies identificadas durante los muestreos, susceptibles de recibir este impacto, se encuentran las siguientes:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-21 Especies en Riesgo Registradas Durante los Muestreos

Clase	Especie	Nombre común	NOM-059[2]	UICN[3]	CITES[4]	AP	SAR
Aves	*Anas diazi*	Pato mexicano	A	LC	SC	X	X
Aves	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	SC	LC	Apéndice II	X	
Aves	*Basilinna leucotis*	Colibrí orejas blancas	SC	LC	Apéndice II	X	
Aves	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	SC	NT	SC	X	X
Aves	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	SC	LC	Apéndice II		X
Aves	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	SC	LC	Apéndice III		X
Aves	*Dendrocygna bicolor*	Pijije canelo	SC	LC	Apéndice III	X	X
Aves	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	SC	LC	Apéndice II		X
Aves	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	LC	Apéndice I		X
Aves	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	SC	LC	Apéndice II	X	X
Aves	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	SC	NT	SC	X	X
Aves	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr	LC	Apéndice II		X
Reptilia	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	LC	SC	X	X
Reptilia	*Thamnophis melanogaster*	Culebra de agua de panza negra	A	EN	SC	X	
Aves	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	SC	VU	SC		X

Tabla 5-22 Especies en Endémicas Registradas Durante los Muestreos

Clase	Especie	Nombre común	Residencia	Distribución
Aves	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	R	Semiendémica
Aves	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas	MI,MV	Semiendémica
Aves	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	R,MI	Semiendémica
Reptilia	*Thamnophis melanogaster*	Culebra de agua de panza negra	NA	Endémica
Reptilia	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	NA	Endémica

Con respecto a la fauna acuática, fue registrada bibliográficamente una especie en riesgo y 3 endémicas en la Laguna de Zumpango, aunque cabe señalar que, en algunos casos los registros son de 2005, cuando las condiciones posiblemente eran distintas, dado que en los años recientes el cambio más notorio tiene que ver con la proliferación del lirio acuático que ha modificado ciertas

[2] NOM-059-SEMARNAT-2010: SC-sin categoría, A-amenazada, Pr-protección especial, P: en peligro de extinción
[3] IUCN: LC-preocupación menor, NT-casi amenazado, VU-vulnerable, CR-peligro crítico, EN-en peligro.
[4] CITES: SC-sin categoría.

CONSULTA PÚBLICA

características del agua que impactan en la presencia de otras formas de vida en su interior, estas especies se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5-23 Especies de Peces Endémicas y en Riesgo con Registro Histórico en la Laguna de Zumpango

Especie	Nombre común	Distribución	NOM	Año de registro
Goodea atripinnis	Tiro	Endémica	SC	2008
Aztecula sallaei	Carpita azteca	Endémica	SC	2005
Girardinichthys viviparus	Mexclapique de la Cuenca de México	Endémica	P	2005

Operación y mantenimiento:

Persistirá el riesgo durante el acceso de personal al área del Proyecto para llevar a cabo los mantenimientos, pero será menor y eventual en comparación a las otras etapas del Proyecto.

Desmantelamiento y abandono:

El impacto se presenta de forma similar que en la etapa de PSC debido a la presencia de personal, maquinaria y equipo para efectuar el retiro de las estructuras del Proyecto.

Impacto: IA33 Afectación de vías respiratorias o irritación en caso de liberación accidental de cloro gas u ozono.

Naturaleza: negativo **Etapas**: OM

Componente ambiental: fauna **Factor ambiental**: salud

Caracterización:

Operación y mantenimiento:

Como se describió en el **Capítulo 2** del Estudio de Riesgo Ambiental, en caso de liberación accidental de sustancias se presentarían los siguientes efectos sobre la fauna.

Cloro gas

- Irritación de vías respiratorias en organismos expuestos.
- Potencial desplazamiento temporal de fauna móvil.

Ozono

- Posible irritación en exposiciones directas de alta concentración.
- Efectos limitados debido a su alta reactividad y corta permanencia.

Ácido sulfúrico

- Daños localizados por contacto directo.

CONSULTA PÚBLICA

- No presenta bioacumulación.

Sosa cáustica

- Efectos limitados al área inmediata del derrame.

Sin embargo, no se prevé afectación a poblaciones completas ni alteraciones ecosistémicas.

Impacto: IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM

Componente ambiental: paisaje **Factor ambiental**: calidad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

La calidad del paisaje que aporta la vegetación no forestal a las diferentes áreas se verá modificada por su remoción en esta etapa.

Operación y mantenimiento:

Si bien durante la operación y mantenimiento no se identifican interacciones directas, se señala que este efecto persistirá en esta etapa en las áreas permanentes del Proyecto.

Impacto: IA35 Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.

Naturaleza: negativo **Etapas**: PSC, OM

Componente ambiental: paisaje **Factor ambiental**: calidad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

El paisaje se verá modificado por la incorporación de las estructuras permanentes del Proyecto, excepto por las obras subterráneas, los componentes que impactarán en el paisaje son la PTAP-R y la PP, no obstante, se incorporarán a una zona con alto grado de modificación por lo cual podrían ser asimilables.

Por otro lado, el paisaje en término ecológicos, se refiere al conjunto de sistemas naturales que lo configuran, es decir, la interrelación entre agua, aire, suelo, plantas y fauna, a lo que debería agregarse la actividad humana; por lo cual, en este contexto el paisaje que se reconoce en el SAR y AI el cual resultará afectado por las modificaciones descritas en los impactos anteriores, especialmente derivados de la remoción de la vegetación, afectaciones a la fauna, flora, suelo, teniendo un impacto en sus interacciones.

Operación y mantenimiento:

Si bien durante la operación y mantenimiento no se identifican interacciones directas, se señala que la modificación persistirá en esta etapa.

CONSULTA PÚBLICA

Impacto: IA36 Mejoramiento del paisaje en la zona oriente de la Laguna de Zumpango por la incorporación de humedal artificial.

Naturaleza: positivo

Etapas: PSC, OM

Componente ambiental: paisaje

Factor ambiental: calidad

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

El acondicionamiento del humedal artificial mejorará la calidad visual del paisaje en esa zona, fomentando la belleza escénica de la Laguna de Zumpango.

Operación y mantenimiento:

Con la ejecución de mantenimientos al humedal artificial el mejoramiento de la calidad visual persistirá en esta etapa.

Impacto: IA37 Riesgo de afectación a la salud en caso de ocurrencia de eventos de riesgo en la PTAP-R y PP.

Naturaleza: negativo

Etapas: OM

Componente ambiental: población

Factor ambiental: salud

Caracterización:

Operación y mantenimiento:

Como se describió en el **Capítulo 2** del Estudio de Riesgo Ambiental, en caso de liberación accidental de sustancias se presentarían los siguientes efectos sobre la salud humana, los principales efectos potenciales corresponden a exposición accidental a cloro gas y ozono. Estos efectos se limitan al área inmediata del evento y son mitigables mediante medidas de control.

Cloro gas

- Irritación ocular, dérmica y respiratoria en caso de exposición.
- Riesgo controlado mediante distancias de seguridad y sistemas de mitigación.

Ozono

- Irritación respiratoria en exposiciones elevadas.
- Riesgo limitado al área inmediata del punto de liberación.

Impacto: IA38 Mejoramiento de la calidad de vida por el tratamiento de las aguas residuales.

Naturaleza: positivo

Etapas: OM

Componente ambiental: población

Factor ambiental: empleo y ocupación

Caracterización:

Operación y mantenimiento:

CONSULTA PÚBLICA

El tratamiento de las aguas que ingresan a la Laguna de Zumpango mejorará la calidad del recurso líquido de esta vaso regulador, impactando en mejores hábitats para la fauna terrestre y acuática, pero también mejorando el paisaje por un espejo de agua menos contaminado y la incorporación de un humedal artificial, este conjunto de impactos positivos tendrá repercusión en el fomento de la zona como un atrayente turístico, una de las principales fuentes de ingresos económicos de la población asociada a este cuerpo de agua. Aunado a lo anterior, la población se expone a aguas menos contaminadas.

Impacto: IA39 Incremento de fuentes de empleo temporales y permanentes, directos e indirectos.

Naturaleza: positivo **Etapas**: PSC, OM, DA

Componente ambiental: economía **Factor ambiental**: empleo y ocupación

Caracterización:

Durante todas las etapas se generarán empleos de carácter temporal y también permanentes durante la operación de las PTAP-R y PP, así como directos e indirectos.

Impacto: IA40 Fortalecimiento de la economía local por consumo de bienes y servicios.

Naturaleza: positivo **Etapas**: PSC, OM, DA

Componente ambiental: economía **Factor ambiental**: empleo y ocupación

Caracterización:

Preparación del sitio y construcción:

Durante esta etapa las actividades del Proyecto implican derrama económica, de la cual una parte se quedará en la región por pago de mano de obra local y consumo de bienes y servicios.

Operación y mantenimiento:

En esta etapa también existirá derrama económica por consumo de bienes y servicios especialmente durante los mantenimientos.

Desmantelamiento y abandono:

Durante esta etapa las actividades desmantelamiento y restauración también implicarán derrama económica, de la cual una parte se quedará en la región por pago de mano de obra y consumo locales de bienes y servicios.

Impacto: IA41 Incremento de la disponibilidad de agua potable.

Naturaleza: positivo **Etapas**: OM

Componente ambiental: infraestructura y servicios **Factor ambiental**: agua potable

Caracterización:

CONSULTA PÚBLICA

Operación y mantenimiento:

La potabilización de agua incrementará el volumen disponible del vital líquido en la región, coadyuvando en la atención de la crisis hídrica y disminuyendo la presión por sobreexplotación de acuíferos, en beneficio de la población local, garantizando un abasto confiable en calidad.

Impacto: IA42 Incremento en la disponibilidad de infraestructura para el tratamiento de aguas pluviales y residuales.

Naturaleza: positivo

Etapas: OM

Componente ambiental: infraestructura y servicios

Factor ambiental: Tratamiento de aguas pluviales y residuales

Caracterización:

Operación y mantenimiento:

La PTAP-R contribuye al incremento de servicios en la región para el tratamiento de aguas pluviales y residuales, mejorando su calidad y disminuyendo el volumen de aguas contaminadas.

5.3 VALORACIÓN

Una vez identificadas las interacciones y caracterizados los impactos, se procedió a valorar los impactos ambientales identificados, para lo cual se empleó la técnica de Bojórquez-Tapia et al. (1998), procediendo a calificar el impacto ambiental considerando los criterios básicos (intensidad del impacto, extensión del efecto y duración de la acción) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia y mitigación). Los criterios de valoración están diferenciados en dos categorías la primera de la valoración del medio abiótico y biótico; y la segunda evalúa el medio socioeconómico (ambos se muestran en las siguientes tablas). Esta separación de medios es con el fin de poder evaluar adecuadamente la significancia de los posibles impactos ambientales en cada una de las etapas del Proyecto; sin embargo, los impactos positivos no serán valorados dado que el objetivo del presente capítulo es la evaluación de los impactos negativos.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-24 Criterios Básicos y Complementarios para Valorar el Medio Abiótico y Biótico

Escala	Definición	0	1	2	3
Intensidad del efecto (I)*	Definida como el grado de incidencia de la acción sobre el factor; o bien, límite permisible de las afectaciones que causará determinada acción con respecto a lo establecido en la normativa correspondiente.	NA	Mínima: Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Moderada: Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Alta: cuando la afectación cubre más de 50 % del total de los recursos existentes o si los valores de afectación rebasan el límite permisible por la normativa aplicable.
Extensión del efecto (E)**	Definida por el alcance del efecto a partir del sitio en donde se genera dicho efecto.	NA	Puntual: Si el efecto no rebasa el área de influencia	Local: Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	Regional: Si el efecto rebasa el área de estudio
Duración del efecto (D)	Extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del Proyecto	NA	Corta: Cuando el efecto dura menos de 1 mes	Mediana: Cuando el efecto dura entre 1 mes y 10 años	Larga o permanente: cuando el efecto dura más de 10 años
Sinergia (S)	Definidas por el grado de interacción entre impactos. La acción de 2 o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales.	Nula. Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Fuerte. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.
Acumulación (A)	Definidas por el nivel de acumulación entre impactos	Nula. Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	Alta: Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo factor.
Controversia (C)	Definidas por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil.	No existe. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Mínima. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	Moderada. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	Alta. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.
Mitigación (M)	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de prevención o mitigación.	Nula. No hay medidas de mitigación	Baja. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %	Media. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Alta. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más

*La intensidad se valoró con respecto al total de la superficie del área del Proyecto, así como de los componentes y el tipo de afectación, con relación al total por afectar, que en este caso es de 122.2202 ha. ** Este criterio se consideró de la siguiente manera: Puntual: si el efecto no rebasa el área del Proyecto. Local: si el efecto ocurre entre el área del Proyecto y el área de influencia. Regional: si el efecto rebasa el AI.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-25 Criterios Básicos y Complementarios para Valorar el Medio Socioeconómico

Escala	Definición	0	1	2
Intensidad del efecto	Definida por la mejora del componente socio- económico.	-	Mínima: Cuando el componente se mejora 25% o menos.	Moderada: Cuando el componente se mejora entre 26 y 75%.
Extensión del efecto (E)	Definida por el alcance espacial de la mejora del componente	-	Puntual: Cuando la mejora del componente se refleja sólo en las localidades por las que se ejecuta el Proyecto	Local: Cuando la mejora del componente se refleja en las localidades y municipios en los que se ejecuta el Proyecto
Duración del efecto (D)	Definida por la extensión en el tiempo de la mejora del componente	-	Corta: La mejora del componente se manifiesta sólo durante las actividades de construcción del Proyecto	Mediana: La mejora del componente dura sólo hasta la entrada en operación del Proyecto y/o hasta 1 año después de terminadas las actividades de construcción.
Sinergia (S)	Definido por el grado de interacción entre impactos	Nula: Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Ligera: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	Moderada: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de estas.
Acumulación (A)	Definida por el nivel de acumulación entre impactos. (No aplica para impactos positivos)	Nula: Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	Poca: Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones diferentes sobre el mismo componente ambiental	Media: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones diferentes sobre el mismo componente ambiental
Controversia (C)	Definida por la percepción del Proyecto por la sociedad civil. (No aplica para impactos positivos)	No existe: Cuando la sociedad civil local y regional NO manifiesta preocupación por el Proyecto	Mínima: Cuando la sociedad civil local manifiesta preocupación por el Proyecto	Moderada: Cuando la sociedad civil local manifiesta objeción por el Proyecto
Mitigación (M)	Definida por la existencia de medidas y/o recomendaciones que aseguren la mejora del efecto. (No aplica para impactos positivos)	No existe: No existen medidas de mitigación	Existe: Cuando existen medidas y/o recomendaciones que aminoren el impacto sobre el medio socioeconómico.	-

CONSULTA PUBLICA

Dichos valores se utilizan para evaluar los índices básico y complementario. Posteriormente se calcula el Índice de Impacto para posteriormente incorporar el valor por la efectividad de las medidas de mitigación para finalmente obtener la significación del impacto; estos valores se expresan por las siguientes ecuaciones:

Tabla 5-26 Ecuaciones para Obtener los Índices Básico y Complementario

Índice	Ecuación
Índice Básico. Este índice se obtiene utilizando tres criterios básicos (intensidad, extensión y duración).	$$IB_{ij} = \frac{I_{ij} + E_{ij} + D_{ij}}{9}$$ Iij = intensidad del impacto Eij = extensión del impacto Dij = duración de la acción El valor que se puede obtener para este índice va de 0.33 ≤ IB ≤1.
Índice complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres criterios (sinergia, acumulación y controversia).	$$IC_{ij} = \frac{S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{9}$$ Sij = sinergia del impacto. Aij = acumulación del impacto. Cij = controversia. El valor que se puede obtener para este índice es del intervalo: 0 ≤ IC ≤ 1.
Índice del impacto sin medidas de mitigación. El índice de impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios. Cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del impacto se incrementa. Se calcula con la siguiente fórmula:	$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$ IBij = Índice Básico ICij = Índice Complementario

CONSULTA PÚBLICA

<table>
<tr><th>Índice</th><th>Ecuación</th></tr>
<tr><td>Índice del impacto con medidas de mitigación (IM): Considerando un escenario en el que las medidas de mitigación se apliquen como se plantean en este estudio, los impactos evaluados disminuyen de intensidad, cambiando su importancia o significancia a una de menor impacto.

A partir de los indicadores IB, IC e II (índice básico, índice complementario e índice de impacto, respectivamente) se calcula el índice de impacto con medidas de mitigación, valorando su existencia y eficiencia con el valor del criterio M.</td><td>$$IM_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)$$

II: Índice del impacto sin medidas de mitigación

M: Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación</td></tr>
<tr><td>Significancia del impacto. De acuerdo con los valores obtenidos para el índice del impacto, se otorgaron los valores de significancia según los siguientes intervalos:</td><td>
<table>
<tr><th>II ó IM</th><th>Significancia</th><th>Clave</th></tr>
<tr><td>0.000 a 0.200</td><td>No significativo</td><td>NS</td></tr>
<tr><td>0.201 a 0.400</td><td>Poco significativo</td><td>PS</td></tr>
<tr><td>0.401 a 0.600</td><td>Moderadamente significativo</td><td>MS</td></tr>
<tr><td>0.601 a 0.800</td><td>Significativo</td><td>S</td></tr>
<tr><td>0.801 a 1.000</td><td>Muy significativo</td><td>MMS</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Con base en estos criterios y ecuaciones se realizó la valoración de los impactos negativos, de acuerdo con los valores asignados a los criterios, en la siguiente tabla se presenta la matriz de valoración de los impactos ambientales, con base en dichos valores se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de las fórmulas antes descritas para la estimación de la significancia de los impactos sin medidas y con medidas. La memoria de cálculo de esta valoración se presenta en el anexo 11.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-27 Matriz de Valoración de Impactos

Medio	Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	I	E	D	S	A	C	IB	IC	1-IC	II	Significancia sin medidas	M	IM	Significancia con medidas
Abiótico	Clima (microclima)	Temperatura y humedad	**IA01**	Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.	-	2	1	3	0	3	3	0.67	0.67	0.33	0.87	MMS	0	0.87	MMS
	Aire	Calidad	**IA02**	Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos.	-	1	2	2	0	1	3	0.56	0.44	0.56	0.72	S	3	0.00	NS
			IA03	Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos.	-	1	2	2	0	3	2	0.56	0.56	0.44	0.77	S	1	0.51	MS
			IA04	Afectación de la calidad del aire en caso de liberación accidental de cloro gas y ozono durante la operación de la PP y PTAP-R, así como por generación de otros gases durante el tratamiento de aguas residuales.	-	2	2	1	0	0	2	0.56	0.22	0.78	0.63	S	3	0.00	NS
	Confort sonoro	Nivel sonoro	**IA05**	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción.	-	2	2	2	0	1	2	0.67	0.33	0.67	0.76	S	1	0.51	MS
			IA06	Generación de ruido por la operación de equipos de proceso y bombeos.	-	1	2	3	0	1	2	0.67	0.33	0.67	0.76	S	1	0.51	MS
	Suelo	Fertilidad	**IA07**	Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.	-	2	1	3	0	3	3	0.67	0.67	0.33	0.87	MMS	0	0.87	MMS
		Características físico - químicas	**IA08**	Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.	-	2	1	3	0	3	3	0.67	0.67	0.33	0.87	MMS	0	0.87	MMS
			IA09	Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.	-	1	2	2	3	3	2	0.56	0.89	0.11	0.94	MMS	3	0.00	NS
			IA10	Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R.	-	2	2	1	3	0	2	0.56	0.56	0.44	0.77	S	3	0.00	NS
		Erodabilidad	**IA11**	Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas.	-	2	1	3	0	2	3	0.67	0.56	0.44	0.84	MMS	1	0.56	MS
	Geomorfología	Relieve	**IA12**	Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones.	-	1	1	3	0	3	0	0.56	0.33	0.67	0.68	S	0	0.68	S
	Agua superficial	Calidad	**IA13**	Resuspensión de sedimentos durante las obras dentro de la Laguna de Zumpango.	-	2	2	2	0	0	2	0.67	0.22	0.78	0.73	S	1	0.49	MS
			IA14	Mejoramiento de la calidad del agua por tratamiento en PTAP-R y humedal artificial.	+														

CONSULTA PÚBLICA

Medio	Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	I	E	D	S	A	C	IB	IC	1-IC	II	Significancia sin medidas	M	IM	Significancia con medidas
			IA15	Riesgo de contaminación de aguas superficiales en caso de ocurrencia de liberación de sustancias durante la operación de la PTAP-R y PP.	-	2	2	1	0	0	2	0.56	0.22	0.78	0.63	S	3	0.00	NS
		Patrón de escurrimientos	**IA16**	Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.	-	2	1	3	0	3	3	0.67	0.67	0.33	0.87	MMS	0	0.87	MMS
	Agua subterráea	Recarga de acuíferos	**IA17**	Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.	-	2	1	3	0	3	3	0.67	0.67	0.33	0.87	MMS	3	0.00	NS
		Calidad	**IA18**	Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.	-	2	2	2	0	3	2	0.67	0.56	0.44	0.84	MMS	3	0.00	NS
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal	**IA19**	Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación.	-	2	1	3	0	3	2	0.67	0.56	0.44	0.84	MMS	3	0.00	NS
			IA20	Incremento de la cobertura vegetal asociada a la Laguna de Zumpango por creación de humedal artificial.	+														
		Estructura y composición florística	**IA21**	Modificación de la diversidad y abundancia de flora.	-	2	1	3	0	3	3	0.67	0.67	0.33	0.87	MMS	1	0.58	MS
		Especies endémicas	**IA22**	Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción.	-	2	1	3	0	3	3	0.67	0.67	0.33	0.87	MMS	3	0.00	NS
		Sanidad vegetal	**IA23**	Daño fisiológico de la vegetación por contacto con cloro gas en caso de ocurrencia de liberación accidental.	-	2	2	1	0	0	3	0.56	0.33	0.67	0.68	S	3	0.00	NS
		Captura de carbono y generación de oxígeno	**IA24**	Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.	-	2	2	3	0	3	2	0.78	0.56	0.44	0.89	MMS	3	0.00	NS
			IA25	Incremento de fuentes de captación de carbono y generación de oxígeno por incorporación de humedal artificial.	+														
	Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática	**IA26**	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.	-	2	2	2	0	3	3	0.67	0.67	0.33	0.87	MMS	2	0.29	PS
			IA27	Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto.	-	2	2	2	0	2	3	0.67	0.56	0.44	0.84	MMS	1	0.56	MS
		Movilidad	**IA28**	Restricción de la movilidad de la fauna terrestre durante la construcción.	-	2	2	2	0	0	3	0.67	0.33	0.67	0.76	S	1	0.51	MS
			IA29	Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.	-	2	2	3	0	0	3	0.78	0.33	0.67	0.85	MMS	0	0.85	MMS
		Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos	**IA30**	Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.	-	2	2	3	0	0	3	0.78	0.33	0.67	0.85	MMS	0	0.85	MMS

CONSULTA PÚBLICA

Medio	Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	I	E	D	S	A	C	IB	IC	1-IC	II	Significancia sin medidas	M	IM	Significancia con medidas
			IA31	Mejoramiento de hábitat por una mejor calidad de agua de la Laguna de Zumpango y la incorporación de humedal artificial.	+														
		Especies en riesgo y endémicas	**IA32**	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.	-	2	2	2	0	3	3	0.67	0.67	0.33	0.87	MMS	3	0.00	NS
		Salud	**IA33**	Afectación de vías respiratorias o irritación en caso de liberación accidental de cloro gas u ozono.	-	2	2	2	0	0	2	0.67	0.22	0.78	0.73	S	3	0.00	NS
Paisaje		Calidad del paisaje	**IA34**	Modificación del paisaje por remoción de vegetación.	-	1	2	3	0	3	3	0.67	0.67	0.33	0.87	MMS	0	0.87	MMS
			IA35	Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.	-	1	2	3	0	0	3	0.67	0.33	0.67	0.76	S	0	0.76	S
			IA36	Mejoramiento del paisaje en la zona oriente de la Laguna de Zumpango por la incorporación de humedal artificial.	+														
Socioeconómico	Población	Salud	**IA37**	Riesgo de afectación a la salud en caso de ocurrencia de eventos de riesgo en la PTAP-R y PP.	-	2	2	3	0	0	2	0.78	0.22	0.78	0.82	MMS	3	0.00	NS
			IA38	Mejoramiento de la calidad de vida por el tratamiento de las aguas residuales	+														
	Economía	Empleo y ocupación	**IA39**	Incremento de fuentes de empleo temporales y permanentes, directos e indirectos.	+														
			IA40	Fortalecimiento de la economía local por consumo de bienes y servicios.	+														
	Infraestructura y servicios	Agua potable	**IA41**	Incremento de la disponibilidad de agua potable.	+														
			IA42	Incremento en la disponibilidad de infraestructura para el tratamiento de aguas pluviales y residuales.	+														

CONSULTA PÚBLICA

Como resultado de la valoración de los impactos ambientales, sin la implementación de medidas se identificaron 13 impactos "significativos" y 19 impactos "muy significativos".

Sin embargo, también se observa que con la implementación de las medidas de prevención o mitigación descritas en el **Capítulo 4** de esta MIA-R la mayoría de los impactos negativos cambian su significancia a una menor categoría, de esta manera finalmente se tendrán 14 impactos no significativos, uno poco significativo, 8 moderadamente significativos, 2 impactos permanecerán como significativos y 7 como muy significativos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5-28 Cantidad de Impactos por Categoría de Significancia

Significancia		Sin medidas	Con medidas
NS	No significativo	0	14
PS	Poco significativo	0	1
MS	Moderadamente significativo	0	8
S	Significativo	13	2
MMS	Muy significativo	19	7
	Total	32	32

Los impactos que permanecen con mayor valor de significancia aún con la implementación de medidas son los siguientes, mismos que ocurren principalmente por el desplante de los componentes permanentes del Proyecto.

IA01 Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.

IA07 Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.

IA08 Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.

IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.

IA29 Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.

IA30 Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.

IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.

5.4 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con el Artículo 3, fracción X, del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, *el impacto ambiental residual es el que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.*

CONSULTA PÚBLICA

Este tipo de impacto representa el efecto inevitable y permanente del Proyecto sobre el ambiente, lo que conlleva a la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

Para identificar estos impactos se empleó el criterio de "Duración del efecto", de acuerdo con los valores presentados en la tabla Criterios básicos y complementarios para valorar el medio abiótico y biótico, la cual refiere a la duración como la "extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del Proyecto", adquieren los siguientes valores:

- 1 cuando su duración es corta, cuando el efecto dura menos de 1 mes;
- 2, cuando su duración es mediana, cuando el efecto dura entre 1 mes y 10 años;
- 3 cuando la duración del efecto es larga, cuando el efecto dura más de 10 años.

Una vez asignado el valor de duración se realizó lo siguiente:

- Se seleccionaron los impactos con duración larga,
- posteriormente según el valor de "Índice de impacto con medidas" se filtraron aquellos con valores diferentes a 0, dado que aquellos que tuvieron 0 obedece a una alta efectividad de medidas que podría permitir prevenirlos o mitigarlos, mientras que para los que obtuvieron valores diferentes a 0 se debe a que no tienen medidas o estas no son lo suficientemente efectivas evitar o mitigar el impacto en gran medida, por lo cual se consideran residuales.

Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5-29 Identificación de Impactos Residuales (M: Valor de Mitigación, IM: Índice de Impacto con Medidas)

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Duración	Valor duración (D)	Mitigabilidad (M)	IM	Significancia con medidas	Residual
IA01	Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.	-	Larga	3	0	0.87	MMS	Sí
IA02	Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos.	-	Mediana	2	3	0.00	NS	No
IA03	Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos.	-	Mediana	2	1	0.51	MS	No

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Duración	Valor duración (D)	Mitigabilidad (M)	IM	Significancia con medidas	Residual
IA04	Afectación de la calidad del aire en caso de liberación accidental de cloro gas y ozono durante la operación de la PP y PTAP-R, así como por generación de otros gases durante el tratamiento de aguas residuales.	-	Corta	1	3	0.00	NS	No
IA05	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción.	-	Mediana	2	1	0.51	MS	No
IA06	Generación de ruido por la operación de equipos de proceso y bombeos.	-	Larga	3	1	0.51	MS	Sí
IA07	Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.	-	Larga	3	0	0.87	MMS	Sí
IA08	Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.	-	Larga	3	0	0.87	MMS	Sí
IA09	Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.	-	Mediana	2	3	0.00	NS	No
IA10	Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R.	-	Corta	1	3	0.00	NS	No
IA11	Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas.	-	Larga	3	1	0.56	MS	Sí
IA12	Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones.	-	Larga	3	0	0.68	S	Sí
IA13	Resuspensión de sedimentos durante las obras dentro de la Laguna de Zumpango.	-	Mediana	2	1	0.49	MS	No

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Duración	Valor duración (D)	Mitigabilidad (M)	IM	Significancia con medidas	Residual
IA14	Mejoramiento de la calidad del agua por tratamiento en PTAP-R y humedal artificial.	+						
IA15	Riesgo de contaminación de aguas superficiales en caso de ocurrencia de liberación de sustancias durante la operación de la PTAP-R y PP.	-	Corta	1	3	0.00	NS	No
IA16	Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.	-	Larga	3	0	0.87	MMS	Sí
IA17	Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.	-	Larga	3	3	0.00	NS	No
IA18	Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.	-	Mediana	2	3	0.00	NS	No
IA19	Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación.	-	Larga	3	3	0.00	NS	No
IA20	Incremento de la cobertura vegetal asociada a la Laguna de Zumpango por creación de humedal artificial.	+						
IA21	Modificación de la diversidad y abundancia de flora.	-	Larga	3	1	0.58	MS	Sí
IA22	Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción.	-	Larga	3	3	0.00	NS	No
IA23	Daño fisiológico de la vegetación por contacto con cloro gas en caso de ocurrencia de liberación accidental.	-	Corta	1	3	0.00	NS	No

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Duración	Valor duración (D)	Mitigabilidad (M)	IM	Significancia con medidas	Residual
IA24	Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.	-	Larga	3	3	0.00	NS	No
IA25	Incremento de fuentes de captación de carbono y generación de oxígeno por incorporación de humedal artificial.	+						
IA26	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.	-	Mediana	2	2	0.29	PS	No
IA27	Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto.	-	Mediana	2	1	0.56	MS	No
IA28	Restricción de la movilidad de la fauna terrestre durante la construcción.	-	Mediana	2	1	0.51	MS	No
IA29	Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.	-	Larga	3	0	0.85	MMS	Sí
IA30	Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.	-	Larga	3	0	0.85	MMS	Sí
IA31	Mejoramiento de hábitat por una mejor calidad de agua de la Laguna de Zumpango y la incorporación de humedal artificial.	+						
IA32	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.	-	Mediana	2	3	0.00	NS	No
IA33	Afectación de vías respiratorias o irritación en caso de liberación accidental de cloro gas u ozono.	-	Mediana	2	3	0.00	NS	No

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Duración	Valor duración (D)	Mitigabilidad (M)	IM	Significancia con medidas	Residual
IA34	Modificación del paisaje por remoción de vegetación.	-	Larga	3	0	0.87	MMS	Sí
IA35	Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.	-	Larga	3	0	0.76	S	Sí
IA36	Mejoramiento del paisaje en la zona oriente de la Laguna de Zumpango por la incorporación de humedal artificial.	+						
IA37	Riesgo de afectación a la salud en caso de ocurrencia de eventos de riesgo en la PTAP-R y PP.	-	Larga	3	3	0.00	NS	No
IA38	Mejoramiento de la calidad de vida por el tratamiento de las aguas residuales	+						
IA39	Incremento de fuentes de empleo temporales y permanentes, directos e indirectos.	+						
IA40	Fortalecimiento de la economía local por consumo de bienes y servicios.	+						
IA41	Incremento de la disponibilidad de agua potable.	+						
IA42	Incremento en la disponibilidad de infraestructura para el tratamiento de aguas pluviales y residuales.	+						

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con lo expuesto en la tabla anterior, se identificaron los siguientes 12 impactos residuales, de los cuales los de mayor significancia (MMS) con implementación de medidas son:

IA01 Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.

IA07 Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.

IA08 Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.

IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.

IA29 Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.

IA30 Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.

IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.

5.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS

De conformidad con el Artículo 3, Fracción VII del Reglamento de la LGEEPA, un impacto acumulativo es *el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.*

Los impactos acumulativos conllevan efectos en la salud o en el medio ambiente causados por la combinación de emisiones y descargas en un área geográfica. Las actividades derivadas de la ejecución del Proyecto tienen un efecto en el entorno, en mayor o menor medida dependiendo de la etapa en que se encuentre.

Como primer paso para identificar impactos acumulativos, fue necesario revisar los impactos ocasionados por otras actividades presente en el SAR, ya sea actividades pasadas, presentes o futuras, en este sentido, de acuerdo con la información presentada en capítulos precedentes se identificó que, las principales problemáticas ambientales de la región que ocasiona la degradación ecosistémica son:

- Urbanización (asentamientos humanos, vialidades, instalaciones energéticas, abasto de agua potable, generación de residuos),
- Actividad agrícola,
- Actividades industriales,
- Instalaciones aeroportuarias (Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles),
- Proliferación de especies invasoras, principalmente invasión de lirio acuático en la Laguna de Zumpango.

Para la valoración de los impactos acumulativos se empleó el criterio de “Acumulación”, según los valores presentados en la tabla **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en donde se define como “el nivel de acumulación entre impactos”, y adquiere los siguientes valores:

- 0 cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos,
- 1 cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental,
- 2 cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente y
- 3 cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo factor.

Conforme a las actividades mencionadas, se realizó una matriz de interacciones de los impactos con estas actividades, en donde se agregó el Proyecto, en seguida se contabilizaron las actividades

CONSULTA PÚBLICA

generadoras de los impactos identificados para seleccionar el valor del atributo de valoración, como se muestra en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-30 Identificación de Impactos Negativos Acumulativos por Factor Ambiental

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Actividades pasadas, presentes y futuras (1: presencia)						Número de actividades	Valor de acumulación (A)
			Urbanización	Actividad agrícola	Actividades industriales	Instalaciones aeroportuarias	Proliferación de especies invasoras	Proyecto		
IA01	Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.	-	1	1	1	1		1	5	3
IA02	Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos.	-		1				1	2	1
IA03	Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos.	-	1	1	1	1		1	5	3
IA04	Afectación de la calidad del aire en caso de liberación accidental de cloro gas y ozono durante la operación de la PP y PTAP-R, así como por generación de otros gases durante el tratamiento de aguas residuales.	-						1	1	0
IA05	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción.	-	1					1	2	1

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Actividades pasadas, presentes y futuras (1: presencia)						Número de actividades	Valor de acumulación (A)
			Urbanización	Actividad agrícola	Actividades industriales	Instalaciones aeroportuarias	Proliferación de especies invasoras	Proyecto		
IA06	Generación de ruido por la operación de equipos de proceso y bombeos.	-			1			1	2	1
IA07	Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.	-	1	1	1	1		1	5	3
IA08	Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.	-	1		1	1		1	4	3
IA09	Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.	-	1	1	1	1		1	5	3
IA10	Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R.	-						1	1	0
IA11	Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas.	-	1	1				1	3	2
IA12	Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones.	-	1	1	1	1		1	5	3

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Actividades pasadas, presentes y futuras (1: presencia)						Número de actividades	Valor de acumulación (A)
			Urbanización	Actividad agrícola	Actividades industriales	Instalaciones aeroportuarias	Proliferación de especies invasoras	Proyecto		
IA13	Resuspensión de sedimentos durante las obras dentro de la Laguna de Zumpango.	-						1	1	0
IA14	Mejoramiento de la calidad del agua por tratamiento en PTAP-R y humedal artificial.	+								
IA15	Riesgo de contaminación de aguas superficiales en caso de ocurrencia de liberación de sustancias durante la operación de la PTAP-R y PP.	-						1	1	0
IA16	Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.	-	1	1	1	1		1	5	3
IA17	Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.	-	1	1	1	1		1	5	3
IA18	Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.	-	1	1	1			1	4	3
IA19	Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación.	-	1	1	1	1		1	5	3

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Actividades pasadas, presentes y futuras (1: presencia)						Número de actividades	Valor de acumulación (A)
			Urbanización	Actividad agrícola	Actividades industriales	Instalaciones aeroportuarias	Proliferación de especies invasoras	Proyecto		
IA20	Incremento de la cobertura vegetal asociada a la Laguna de Zumpango por creación de humedal artificial.	+								
IA21	Modificación de la diversidad y abundancia de flora.	-	1	1	1	1	1	1	6	3
IA22	Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción.	-	1	1	1	1		1	5	3
IA23	Daño fisiológico de la vegetación por contacto con cloro gas en caso de ocurrencia de liberación accidental.	-						1	1	0
IA24	Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.	-	1	1	1	1		1	5	3
IA25	Incremento de fuentes de captación de carbono y generación de oxígeno por incorporación de humedal artificial.	+								
IA26	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.	-	1	1	1	1		1	5	3
IA27	Modificación de la diversidad y abundancia	-		1			1	1	3	2

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Actividades pasadas, presentes y futuras (1: presencia)						Número de actividades	Valor de acumulación (A)
			Urbanización	Actividad agrícola	Actividades industriales	Instalaciones aeroportuarias	Proliferación de especies invasoras	Proyecto		
	de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto.									
IA28	Restricción de la movilidad de la fauna terrestre durante la construcción.	-						1	1	0
IA29	Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.	-						1	1	0
IA30	Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.	-						1	1	0
IA31	Mejoramiento de hábitat por una mejor calidad de agua de la Laguna de Zumpango y la incorporación de humedal artificial.	+								
IA32	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.	-	1	1	1	1	1	1	6	3
IA33	Afectación de vías respiratorias o irritación en caso de liberación accidental de cloro gas u ozono.	-						1	1	0

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Actividades pasadas, presentes y futuras (1: presencia)						Número de actividades	Valor de acumulación (A)
			Urbanización	Actividad agrícola	Actividades industriales	Instalaciones aeroportuarias	Proliferación de especies invasoras	Proyecto		
IA34	Modificación del paisaje por remoción de vegetación.	-	1	1	1	1		1	5	3
IA35	Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.	-						1	1	0
IA36	Mejoramiento del paisaje en la zona oriente de la Laguna de Zumpango por la incorporación de humedal artificial.	+								
IA37	Riesgo de afectación a la salud en caso de ocurrencia de eventos de riesgo en la PTAP-R y PP.	-						1	1	0
IA38	Mejoramiento de la calidad de vida por el tratamiento de las aguas residuales	+								
IA39	Incremento de fuentes de empleo temporales y permanentes, directos e indirectos.	+								
IA40	Fortalecimiento de la economía local por consumo de bienes y servicios.	+								
IA41	Incremento de la disponibilidad de agua potable.	+								

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Denominación del impacto	Naturaleza	Actividades pasadas, presentes y futuras (1: presencia)						Número de actividades	Valor de acumulación (A)
			Urbanización	Actividad agrícola	Actividades industriales	Instalaciones aeroportuarias	Proliferación de especies invasoras	Proyecto		
IA42	Incremento en la disponibilidad de infraestructura para el tratamiento de aguas pluviales y residuales.	+								

CONSULTA PÚBLICA

Conforme a lo anterior, se observa que 21 impactos negativos identificados son acumulativos, de los cuales 16 son de acumulación alta (A=3), 2 son de acumulación media (A=2) y 3 de acumulación baja (A=1). Los impactos con el mayor valor de acumulación se destacan en seguida:

IA01 Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.

IA03 Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos.

IA07 Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.

IA08 Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.

IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.

IA12 Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones.

IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.

IA17 Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.

IA18 Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.

IA19 Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación.

IA21 Modificación de la diversidad y abundancia de flora.

IA22 Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción.

IA24 Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.

IA26 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.

IA32 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.

IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.

5.6 IMPACTOS SINÉRGICOS

De acuerdo con el artículo 3 fracción VIII del Reglamento de la LGEEPA un impacto ambiental sinérgico es "*aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente*".

Para la identificación de los impactos sinérgicos se empleó de relación causa – efecto, mediante un diagrama de red, en el cual se consideraron los diferentes impactos ambientales identificados, relacionando aquellos que por su interacción son susceptibles de generar un impacto mayor, este diagrama se incluye en la matriz presentada como anexo 11, hoja "6) sinérgicos", identificándose las siguientes interacciones entre impactos:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-31 Impactos Sinérgicos

Interacción de impactos			Efecto sinérgico	Valor
IA10 Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R.	↔	IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.	Incremento de contaminantes en el suelo.	3
IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.	↔	IA35 Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.	Mayor afectación a la calidad paisajística, dada la modificación en conjunto.	3

En seguida, para realizar la valoración de los impactos sinérgicos se recurrió al criterio de "Sinergia", según los valores presentados en la Tabla Criterios básicos y complementarios para valorar el medio abiótico y biótico, en donde se define como "el grado de interacción entre impactos", un impacto sinérgico se produce cuando varias acciones diferentes pueden actuar sobre un componente ambiental provocando un efecto mayor del que provocarían si actuaran de forma independiente, este atributo presenta los siguientes valores:

- 0 cuando no se presentan interacciones entre impactos,
- 1 cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas,
- 2 cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de estas y
- 3 cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.

Con base en estos criterios la interacción entre el IA09 e IA10 fue valorada con un nivel de 3 bajo el principio precautorio en evaluación de impactos, dado que se desconoce la cantidad de contaminantes que podrían liberarse o derramarse simultáneamente. En el caso de la interacción entre IA34 e IA35 se valoró con un nivel de 3 dado que la incorporación de los componentes del Proyecto y la remoción de vegetación generan una mayor afectación en la calidad paisajística.

CONSULTA PÚBLICA

5.7 RESUMEN Y CONCLUSIONES

De acuerdo con lo señalado en la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional, en seguida se presentan las tablas resumen solicitadas en este apartado.

Señale la técnica o técnicas utilizadas para la identificación, análisis y evaluación de impactos:				
Identificación de impactos: matriz interactiva causa – efecto o matriz de Leopold modificada Identificación de impactos sinérgicos: grafo o red de relación causa – efecto Valoración: técnica de Bojórquez-Tapia et al. (1998)				
¿Fueron considerados los impactos ambientales de otras obras o actividades que se desarrollan dentro del SAR?	Sí	(**x**)	No	( )

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-32 Resumen de Impactos Identificados para el Proyecto y su Valoración

Etapa	Obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en el SAR	Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental (denominación)			Relación del impacto						
				Clave	Impacto	Naturaleza	Tipo[1]	Duración[2]	Extensión[3]	Intensidad[4]	Efecto[5]	Significancia sin medidas	Significancia con medidas
PSC, OM	**U, A, I, AE**	Clima	Temperatura y humedad	IA01	Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.	-	A, R	Permanente	Puntual	Moderada	Indirecto	MMS	MMS
PSC, OM, DA	**A**	Aire	Calidad	IA02	Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos.	-	A	Temporal	Local	Mínima	Directo	S	NS
PSC, OM, DA	**U, A, I, AE**			IA03	Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos.	-	A	Temporal	Local	Mínima	Directo	S	MS
OM	-			IA04	Afectación de la calidad del aire en caso de liberación accidental de cloro gas y ozono durante la operación de la PP y PTAP-R, así como por generación de otros gases durante el tratamiento de aguas residuales.	-	-	Temporal	Local	Moderada	Directo	S	NS
PSC, DA	**U**	Confort sonoro	Nivel sonoro	IA05	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción.	-	A	Temporal	Local	Moderada	Directo	S	MS
OM	**I**			IA06	Generación de ruido por la operación de equipos de proceso y bombeos.	-	A, R	Permanente	Local	Mínima	Directo	S	MS
PSC, OM	**U, A, I, AE**	Suelo	Fertilidad	IA07	Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.	-	A, R	Permanente	Puntual	Moderada	Indirecto	MMS	MMS
PSC, OM	**U, I, AE**		Características físico - químicas	IA08	Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.	-	A, R	Permanente	Puntual	Moderada	Directo	MMS	MMS
PSC, OM, DA	**U, A, I, AE**			IA09	Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.	-	S, A	Temporal	Local	Mínima	Directo	MMS	NS

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	Obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en el SAR	Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental (denominación)			Relación del impacto						
				Clave	Impacto	Naturaleza	Tipo[1]	Duración[2]	Extensión[3]	Intensidad[4]	Efecto[5]	Significancia sin medidas	Significancia con medidas
OM	**S**			IA10	Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R.	-	S	Temporal	Local	Moderada	Directo	S	NS
PSC, OM, DA	**U, A**		Erodabilidad	IA11	Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas.	-	A, R	Permanente	Puntual	Moderada	Indirecto	MMS	MS
PSC, OM, DA	**U, A, I, AE**	Geomorfología	Relieve	IA12	Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones.	-	A, R	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	S	S
PSC	-	Agua superficial	Calidad	IA13	Resuspensión de sedimentos durante las obras dentro de la Laguna de Zumpango.	-	-	Temporal	Local	Moderada	Directo	S	MS
OM	-			IA14	Mejoramiento de la calidad del agua por tratamiento en PTAP-R y humedal artificial.	+							
OM	-			IA15	Riesgo de contaminación de aguas superficiales en caso de ocurrencia de liberación de sustancias durante la operación de la PTAP-R y PP.	-	-	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	S	NS
PSC, OM	**U, A, I, AE**		Patrón de escurrimientos	IA16	Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.	-	A, R	Permanente	Puntual	Moderada	Directo	MMS	MMS
PSC, OM	**U, A, I, AE**	Agua subterráea	Recarga de acuíferos	IA17	Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.	-	A	Permanente	Puntual	Moderada	Indirecto	MMS	NS
PSC, OM, DA	**U, A, I**		Calidad	IA18	Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.	-	A	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	MMS	NS
PSC, OM	**U, A, I, AE**	Vegetación	Cobertura vegetal	IA19	Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación.	-	A	Permanente	Puntual	Moderada	Directo	MMS	NS

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	Obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en el SAR	Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental (denominación)			Relación del impacto						
				Clave	Impacto	Naturaleza	Tipo[1]	Duración[2]	Extensión[3]	Intensidad[4]	Efecto[5]	Significancia sin medidas	Significancia con medidas
PSC, OM	-			IA20	Incremento de la cobertura vegetal asociada a la Laguna de Zumpango por creación de humedal artificial.	+							
PSC, OM	**U, A, I, AE, EI**		Estructura y composición florística	IA21	Modificación de la diversidad y abundancia de flora.	-	A, R	Permanente	Puntual	Moderada	Directo	MMS	MS
PSC, OM	**U, A, I, AE**		Especies endémicas	IA22	Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción.	-	A	Permanente	Puntual	Moderada	Directo	MMS	NS
OM	-		Sanidad vegetal	IA23	Daño fisiológico de la vegetación por contacto con cloro gas en caso de ocurrencia de liberación accidental.	-	-	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	S	NS
PSC, OM	**U, A, I, AE**		Captura de carbono y generación de oxígeno	IA24	Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.	-	A	Permanente	Local	Moderada	Directo	MMS	NS
PSC, OM	-			IA25	Incremento de fuentes de captación de carbono y generación de oxígeno por incorporación de humedal artificial.	+							
PSC, OM, DA	**U, A, I, AE**	Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática	IA26	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.	-	A	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	MMS	PS
PSC, OM, DA	**A, EI**			IA27	Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto.	-	A	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	MMS	MS
PSC, DA	-		Movilidad	IA28	Restricción de la movilidad de la fauna terrestre durante la construcción.	-	-	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	S	MS
OM	-			IA29	Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.	-	R	Permanente	Local	Moderada	Directo	MMS	MMS

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	Obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en el SAR	Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental (denominación)			Relación del impacto						
				Clave	Impacto	Naturaleza	Tipo[1]	Duración[2]	Extensión[3]	Intensidad[4]	Efecto[5]	Significancia sin medidas	Significancia con medidas
PSC, OM	-		Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos	IA30	Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.	-	R	Permanente	Local	Moderada	Directo	MMS	MMS
PSC, OM	-			IA31	Mejoramiento de hábitat por una mejor calidad de agua de la Laguna de Zumpango y la incorporación de humedal artificial.	+							
PSC, OM, DA	**U, A, I, AE, EI**		Especies en riesgo y endémicas	IA32	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.	-	A	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	MMS	NS
OM	-		Salud	IA33	Afectación de vías respiratorias o irritación en caso de liberación accidental de cloro gas u ozono.	-	-	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	S	NS
PSC, OM	**U, A, I, AE**	Paisaje	Calidad del paisaje	IA34	Modificación del paisaje por remoción de vegetación.	-	A, R	Permanente	Local	Mínima	Directo	MMS	MMS
PSC, OM	-			IA35	Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.	-	R	Permanente	Local	Mínima	Directo	S	S
PSC, OM	-			IA36	Mejoramiento del paisaje en la zona oriente de la Laguna de Zumpango por la incorporación de humedal artificial.	+							
OM	-	Población	Salud	IA37	Riesgo de afectación a la salud en caso de ocurrencia de eventos de riesgo en la PTAP-R y PP.	-	-	Permanente	Local	Moderada	Indirecto	MMS	NS
OM	-	Economía	Empleo y ocupación	IA38	Mejoramiento de la calidad de vida por el tratamiento de las aguas residuales	+							
PSC, OM, DA	-			IA39	Incremento de fuentes de empleo temporales y permanentes, directos e indirectos.	+							

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	Obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en el SAR	Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental (denominación)			Relación del impacto						
				Clave	Impacto	Naturaleza	Tipo[1]	Duración[2]	Extensión[3]	Intensidad[4]	Efecto[5]	Significancia sin medidas	Significancia con medidas
PSC, OM, DA	-			IA40	Fortalecimiento de la economía local por consumo de bienes y servicios.	+							
OM	-	Infraestructura y servicios	Agua potable	IA41	Incremento de la disponibilidad de agua potable.	+							
OM	-		Tratamiento de aguas pluviales y residuales	IA42	Incremento en la disponibilidad de infraestructura para el tratamiento de aguas pluviales y residuales.	+							

CONSULTA PÚBLICA

5.8 CONCLUSIONES

La metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que pudieran generarse por la construcción y operación del Proyecto consistió en:

- Matrices interactivas
- Técnica de Bojórquez – Tapia.

De acuerdo con la matriz interactiva proyecto – ambiente, se observa que se identificaron 42 impactos ambientales susceptibles de generarse por el desarrollo del Proyecto, de los cuales 32 son negativos y 10 son positivos.

Como resultado de la valoración de los impactos ambientales, sin la implementación de medidas se identificaron 13 impactos "significativos" y 19 impactos "muy significativos".

Sin embargo, también se observa que con la implementación de las medidas de prevención o mitigación descritas en el **Capítulo 6** de esta MIA-R la mayoría de los impactos negativos cambian su significancia a una menor categoría, de esta manera finalmente se tendrán 14 impactos no significativos, uno poco significativo, 8 moderadamente significativos, 2 impactos permanecerán como significativos y 7 como muy significativos.

Con respecto al atributo de acumulación, se identificaron actividades pasadas, presentes o futuras, que se encuentran generando la mayoría de los impactos identificados en el SAR y AI, estas son las principales problemáticas ambientales de la región que ocasiona la degradación ecosistémica, mismas que se enuncian a continuación:

- Urbanización (asentamientos humanos, vialidades, instalaciones energéticas, abasto de agua potable, generación de residuos),
- Actividad agrícola,
- Actividades industriales,
- Instalaciones aeroportuarias (Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles),
- Proliferación de especies invasoras, principalmente invasión de lirio acuático en la Laguna de Zumpango.

Conforme a la valoración de acumulación se obtuvo que 21 impactos negativos identificados son acumulativos, de los cuales 16 son de acumulación alta (A=3), 2 son de acumulación media (A=2) y 3 de acumulación baja (A=1). Los impactos con el mayor valor de acumulación se destacan en seguida:

- IA01 Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.
- IA03 Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos.
- IA07 Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.
- IA08 Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.

CONSULTA PÚBLICA

- IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.
- IA12 Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones.
- IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.
- IA17 Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.
- IA18 Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.
- IA19 Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación.
- IA21 Modificación de la diversidad y abundancia de flora.
- IA22 Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción.
- IA24 Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.
- IA26 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.
- IA32 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.
- IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.

Así mismo, se identificaron impactos que interactúan entre sí, susceptibles de incrementar los efectos simples, por lo cual se consideran impactos sinérgicos, estos corresponden a los siguientes:

- IA10 Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R.
- IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.
- IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.
- IA35 Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.

Los impactos IA10 e IA09 podrían interactuar generando efectos mayores por incremento de contaminantes en el suelo, mientras que los impactos IA34 e IA35 producirían una mayor afectación del paisaje.

Finalmente se señala que, los impactos que permanecen con mayor valor de significancia y que constituyen los impactos residuales del Proyecto, dado que persisten con una significancia alta aún con la implementación de medidas son los siguientes, estos ocurren principalmente por el desplante de los componentes permanentes del Proyecto, lo cual es necesario dado que se requiere la superficie para la implementación del Proyecto.

- IA01 Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.
- IA07 Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.
- IA08 Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.
- IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.

CONSULTA PÚBLICA

- IA29 Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.
- IA30 Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.
- IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 6

Estrategias Para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional

CONTENIDO E ÍNDICES

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 6-1
VI.1 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) 6-35
6.1.1 Objetivo 6-37
6.1.2 Metas 6-37
6.1.3 Responsables del desarrollo 6-37
6.1.4 Metodología 6-38
6.1.5 Calendario de comprobación 6-42
6.1.6 Punto de comprobación 6-46
6.1.7 Indicadores 6-48
6.1.8 Medidas de urgente aplicación 6-49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6-1 Listado de Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación Propuestas Para la Atención de Impactos Ambientales Negativos Identificados Para el Proyecto 6-3
Tabla 6-2 Listado de Medidas Seleccionadas (X) y su Aplicabilidad Transversal a los Impactos Identificados 6-12
Tabla 6-3 Ficha Descriptiva M1 6-15
Tabla 6-4 Ficha Descriptiva M2 6-15
Tabla 6-5 Ficha Descriptiva M3 6-18
Tabla 6-6 Ficha Descriptiva M4 6-18
Tabla 6-7 Ficha Descriptiva M5 6-19
Tabla 6-8 Ficha Descriptiva M6 y M7 6-19
Tabla 6-9 Ficha Descriptiva M8 6-20
Tabla 6-10 Ficha Descriptiva M9 6-21
Tabla 6-11 Ficha Descriptiva M10 6-22
Tabla 6-12 Ficha Descriptiva M11 6-22
Tabla 6-13 Ficha Descriptiva M12 6-23
Tabla 6-14 Ficha Descriptiva M13 6-23
Tabla 6-15 Ficha Descriptiva M14 6-24
Tabla 6-16 Ficha Descriptiva M15 6-25
Tabla 6-17 Ficha Descriptiva M16 6-25
Tabla 6-18 Ficha Descriptiva M17 6-26
Tabla 6-19 Ficha Descriptiva M18 6-28
Tabla 6-20 Ficha Descriptiva M19 6-29

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6-21 Ficha Descriptiva M20 ..... *6-30*
Tabla 6-22 Ficha Descriptiva M21 ..... *6-31*
Tabla 6-23 Ficha Descriptiva M22 ..... *6-32*
Tabla 6-24 Ficha Descriptiva M23 ..... *6-33*
Tabla 6-25 Ficha Descriptiva M24 ..... *6-34*
Tabla 6-26 Ficha Descriptiva M25 ..... *6-35*
Tabla 6-27 Ficha Tipo del PVA *6-38*
Tabla 6-28 Ejemplo de Bitácora de Inspección *6-39*
Tabla 6-29 Periodicidad de la Supervisión *6-40*
Tabla 6-30 Cronograma de Implementación de las Medidas *6-42*
Tabla 6-31 Punto de Comprobación de las Medidas *6-46*

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 6

Estrategias Para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional

Para efectos del desarrollo del presente capítulo, las medidas que se adoptarán para atenuar los impactos ambientales a generarse por el proyecto se clasifican con base en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental (REIA), como:

> **Medidas de prevención**: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro al ambiente;
>
> **Medidas de mitigación**: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Adicionalmente se consideran medidas de compensación, las cuales, de acuerdo con las guías para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental de SEMARNAT, se definen como:

> **Medidas de compensación**: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Estas medidas se identifican en el siguiente aparatado, a partir del impacto y factor ambiental al que atienden, por etapa del proyecto, mismas que se integran posteriormente en el PVA.

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

En un proceso similar al desarrollado para la identificación de efectos e impactos, un grupo de especialistas implementó consultas para identificar medidas de prevención y mitigación de los impactos directos asociados al proyecto.

Se espera que, con una implementación adecuada bajo un esquema de mejora continua y gestión adaptativa basada en resultados de monitoreo, estas medidas podrían solucionar eficazmente más de una preocupación sobre potenciales cambios o impactos identificados en la etapa de evaluación.

La primera etapa de la identificación consistió en un cribado preliminar de las limitaciones identificadas por el grupo de trabajo respecto a la viabilidad, adaptabilidad y eficacia de cada una de las medidas.

CONSULTA PÚBLICA

Se encontró que las medidas de mitigación, compensación y la aplicación de las buenas prácticas internacionales, propuestas para el proyecto, tienen el potencial para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos para los impactos directos, indirectos y/o acumulativos identificados con los generadores de cambio al proyecto (Canter & Ross, 2010).

La segunda etapa de la identificación consistió en la propuesta de medidas de prevención, mitigación y/o compensación que permitan el cumplimiento de los objetivos de mitigación acumulativa.

En la siguiente tabla se indican las medidas propuestas, conforme a los impactos y factores ambientales que atienden.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6-1 Listado de Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación Propuestas Para la Atención de Impactos Ambientales Negativos Identificados Para el Proyecto

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Medida
Clima	Temperatura y humedad	**IA01**	Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.	Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
Aire	Calidad	**IA02**	Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos.	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Con la finalidad de minimizar la concentración de material particulado, se prevé humedecer las terracerías por las cuales transiten vehículos, así como las áreas con movimiento de tierras durante la construcción. Proteger con lonas el material terreo que sea transportado, a fin de evitar dispersión de partículas suspendidas. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra.
		IA03	Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos.	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Se brindará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, además de que, el parque vehicular deberá contar con la verificación correspondiente.
		IA04	Afectación de la calidad del aire en caso de liberación accidental de cloro gas y ozono durante la operación de la PP y PTAP-R, así como por generación de otros gases	Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Medida
			durante el tratamiento de aguas residuales.	
Confort sonoro	Nivel sonoro	**IA05**	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción.	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Las actividades de preparación del sitio y construcción se realizarán en horarios diurnos, evitando la generación de ruido durante la noche. Se brindará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, además de que, el parque vehicular deberá contar con la verificación correspondiente. Uso obligatorio del equipo de protección personal por parte de todo el personal que labore durante todas las etapas del Proyecto.
		IA06	Generación de ruido por la operación de equipos de proceso y bombeos.	Cumplimiento de un límite máximo permisible de ruido de 68 dB(A) en horario diurno (06:00-22:00) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00-06:00), según la NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
Suelo	Fertilidad	**IA07**	Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.	Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural. El suelo orgánico será colocado separado del suelo no fértil, para su reincorporación a las áreas temporales al término de la construcción. Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
	Características físico - químicas	**IA08**	Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.	Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Medida
				la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural. Se contará con espacios de almacenamiento de materiales y equipo, los cuales estarán dentro del área autorizada y evitando causar afectaciones a las áreas adyacentes.
		IA09	Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.	Se delimitará físicamente el área autorizada para el desplante de los componentes del Proyecto, con el fin de restringir la movilidad del personal y maquinaria, consecuentemente prevenir afectaciones a áreas no autorizadas. Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Se brindará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, además de que, el parque vehicular deberá contar con la verificación correspondiente. Se implementará un **Programa de manejo integral de residuos**, establecido específicamente para el presente proyecto. Se colocarán letrinas portátiles en relación de una letrina por cada 15 trabajadores (1:15), o por cada frente de trabajo activo. El suelo orgánico será colocado separado del suelo no fértil, para su reincorporación a las áreas temporales al término de la construcción. Al finalizar la etapa de construcción se retirará la maquinaria y se realizará la limpieza de todas las áreas del Proyecto, dejándolas libres de residuos y material. En caso de requerir reparaciones emergentes de maquinaria o equipo, los trabajos se llevarán a cabo protegiendo previamente el suelo con material impermeable y, sobre éste, material absorbente, por lo tanto, será obligatorio que la maquinaria cuente con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la carga de combustibles Se contará con espacios de almacenamiento de materiales y equipo, los cuales estarán dentro del área autorizada y evitando causar afectaciones a las áreas adyacentes.
		IA10	Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R.	Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Medida
	Erodabilidad	**IA11**	Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas.	Con la finalidad de minimizar la concentración de material particulado, se prevé humedecer las terracerías por las cuales transiten vehículos, así como las áreas con movimiento de tierras durante la construcción. El retiro de vegetación será de forma gradual para evitar exponer el suelo por largos periodos de tiempo, así como para permitir el desplazamiento de la fauna. El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural. Implementación de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante. Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. El suelo orgánico será colocado separado del suelo no fértil, para su reincorporación a las áreas temporales al término de la construcción. Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas. Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
Geomorfología	Relieve	**IA12**	Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones.	Este impacto no cuenta con medidas, dado que es necesario llevar a cabo la nivelación, excavaciones, rellenos y conformación de bordos para la construcción de los componentes del Proyecto.
Agua superficial	Calidad	**IA13**	Resuspensión de sedimentos durante las obras dentro de la Laguna de Zumpango.	Colocación de barreras antiturbidez para evitar la dispersión de sedimentos durante los trabajos para la conformación de los bordos de dique y tanque regulador.
		IA15	Riesgo de contaminación de aguas superficiales en caso de ocurrencia de liberación de sustancias durante la operación de la PTAP-R y PP.	Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.
	Patrón de escurrimientos	**IA16**	Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a	El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Medida
			modificaciones en la superficie terrestre.	la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural. Implementación de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante. Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas. Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
Agua subterránea	Recarga de acuíferos	**IA17**	Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.	El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural. Implementación de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante. Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas. Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
	Calidad	**IA18**	Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Se brindará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, además de que, el parque vehicular deberá contar con la verificación correspondiente. Se implementará un **Programa de manejo integral de residuos**, establecido específicamente para el presente proyecto. En caso de requerir reparaciones emergentes de maquinaria o equipo, los trabajos se llevarán a cabo protegiendo previamente el suelo con material impermeable y, sobre éste, material absorbente, por lo tanto, será obligatorio que la maquinaria cuente con un kit

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Medida
				antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la carga de combustibles Se contará con espacios de almacenamiento de materiales y equipo, los cuales estarán dentro del área autorizada y evitando causar afectaciones a las áreas adyacentes.
Vegetación	Cobertura vegetal	**IA19**	Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación.	Implementación de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante. Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas. Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
	Estructura y composición florística	**IA21**	Modificación de la diversidad y abundancia de flora.	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Implementación de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante. Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas.
	Especies endémicas	**IA22**	Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción.	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Implementación de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante. Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Medida
	Sanidad vegetal	**IA23**	Daño fisiológico de la vegetación por contacto con cloro gas en caso de ocurrencia de liberación accidental.	Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.
	Captura de carbono y generación de oxígeno	**IA24**	Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.	Implementación de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante. Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas. Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática	**IA26**	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.	Se delimitará físicamente el área autorizada para el desplante de los componentes del Proyecto, con el fin de restringir la movilidad del personal y maquinaria, consecuentemente prevenir afectaciones a áreas no autorizadas. Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra. El retiro de vegetación será de forma gradual para evitar exponer el suelo por largos periodos de tiempo, así como para permitir el desplazamiento de la fauna. Previo al inicio de la preparación del sitio y construcción de cada componente del Proyecto, se implementarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.
		IA27	Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto.	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Medida
				el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra. Previo al inicio de la preparación del sitio y construcción de cada componente del Proyecto, se implementarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.
	Movilidad	**IA28**	Restricción de la movilidad de la fauna terrestre durante la construcción.	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra.
		IA29	Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.	Esta modificación no cuenta con medidas, dado que es necesaria la construcción de los bordos para dique y tanque regulador, con el fin de separar las aguas tratadas de las no tratadas, lo cual durante la etapa operativa resultará benéfico, dado que se reducirá la carga de contaminantes de la Laguna, impactando positivamente en el hábitat para la fauna acuática.
	Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos	**IA30**	Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.	Implementación de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante. Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas.
	Especies en riesgo y endémicas	**IA32**	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Medida
				El retiro de vegetación será de forma gradual para evitar exponer el suelo por largos periodos de tiempo, así como para permitir el desplazamiento de la fauna. Previo al inicio de la preparación del sitio y construcción de cada componente del Proyecto, se implementarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.
	Salud	**IA33**	Afectación de vías respiratorias o irritación en caso de liberación accidental de cloro gas u ozono.	Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.
Paisaje	Calidad del paisaje	**IA34**	Modificación del paisaje por remoción de vegetación.	Implementación de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante. Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos. Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas. Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
		IA35	Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.	Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
Población	Salud	**IA37**	Riesgo de afectación a la salud en caso de ocurrencia de eventos de riesgo en la PTAP-R y PP.	Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.

Mientras que, en la siguiente tabla se presentan las medidas seleccionadas en forma de lista, indicando su aplicabilidad transversal a los impactos negativos identificados.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6-2 Listado de Medidas Seleccionadas (X) y su Aplicabilidad Transversal a los Impactos Identificados

ID	Medidas / Clave del impacto	IA01	IA02	IA03	IA04	IA05	IA06	IA07	IA08	IA09	IA10	IA11	IA12	IA13	IA15	IA16	IA17	IA18	IA19	IA21	IA22	IA23	IA24	IA26	IA27	IA28	IA29	IA30	IA32	IA33	IA34	IA35	IA37
M1	Se delimitará físicamente el área autorizada para el desplante de los componentes del Proyecto, con el fin de restringir la movilidad del personal y maquinaria, consecuentemente prevenir afectaciones a áreas no autorizadas.									X														X								
M2	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto.		X	X		X				X								X		X	X			X	X	X			X			
M3	Las actividades de preparación del sitio y construcción se realizarán en horarios diurnos, evitando la generación de ruido durante la noche.					X																											
M4	Uso obligatorio del equipo de protección personal por parte de todo el personal que labore durante todas las etapas del Proyecto.					X																											
M5	Cumplimiento de un límite máximo permisible de ruido de 68 dB(A) en horario diurno (06:00-22:00) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00-06:00), según la NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.						X																										
M6	Con la finalidad de minimizar la concentración de material particulado, se prevé humedecer las terracerías por las cuales transiten vehículos, así como las áreas con movimiento de tierras durante la construcción.		X									X																					
M7	Proteger con lonas el material terreo que sea transportado, a fin de evitar dispersión de partículas suspendidas.		X																														
M8	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra.		X																					X	X	X			X				
M9	Se brindará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, además de que, el parque vehicular deberá contar con la verificación correspondiente.			X		X				X								X															

CONSULTA PÚBLICA

ID	Medidas / Clave del impacto	IA01	IA02	IA03	IA04	IA05	IA06	IA07	IA08	IA09	IA10	IA11	IA12	IA13	IA15	IA16	IA17	IA18	IA19	IA21	IA22	IA23	IA24	IA26	IA27	IA28	IA29	IA30	IA32	IA33	IA34	IA35	IA37
M10	Se implementará un Programa de manejo integral de residuos, establecido específicamente para el presente proyecto.									X								X														
M11	Se colocarán letrinas portátiles en relación de una letrina por cada 15 trabajadores (1:15), o por cada frente de trabajo activo.									X																						
M12	Al finalizar la etapa de construcción se retirará la maquinaria y se realizará la limpieza de todas las áreas del Proyecto, dejándolas libres de residuos y material.									X																						
M13	En caso de requerir reparaciones emergentes de maquinaria o equipo, los trabajos se llevarán a cabo protegiendo previamente el suelo con material impermeable y, sobre éste, material absorbente, por lo tanto, será obligatorio que la maquinaria cuente con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la carga de combustibles.									X								X														
M14	Colocación de barreras antiturbidez para evitar la dispersión de sedimentos durante los trabajos para la conformación de los bordos de dique y tanque regulador.													X																		
M15	El retiro de vegetación será de forma gradual para evitar exponer el suelo por largos periodos de tiempo, así como para permitir el desplazamiento de la fauna.											X												X				X				
M16	El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural.							X	X			X				X	X															
M17	Implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante.											X				X	X		X	X	X		X					X			X		
M18	Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos.	X						X	X			X				X	X		X	X			X					X			X		
M19	El suelo orgánico será colocado separado del suelo no fértil, para su reincorporación a las áreas temporales al término de la construcción.							X		X		X																				

CONSULTA PÚBLICA

ID	Medidas / Clave del impacto	IA01	IA02	IA03	IA04	IA05	IA06	IA07	IA08	IA09	IA10	IA11	IA12	IA13	IA15	IA16	IA17	IA18	IA19	IA21	IA22	IA23	IA24	IA26	IA27	IA28	IA29	IA30	IA32	IA33	IA34	IA35	IA37
M20	Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas.											X				X	X		X	X	X		X					X			X		
M21	Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.	X						X				X				X	X		X				X								X	X	
M22	Implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y la reposición de ejemplares arbóreos, como medida de compensación por la afectación de vegetación.											X				X	X		X	X	X		X					X					
M23	Previo al inicio de la preparación del sitio y construcción de cada componente del Proyecto, se implementarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.																							X	X				X				
M24	Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.				X						X				X							X			X				X	X			X
M25	Se contará con espacios de almacenamiento de materiales y equipo, los cuales estarán dentro del área autorizada y evitando causar afectaciones a las áreas adyacentes.								X	X								X															

CONSULTA PÚBLICA

En las siguientes tablas se presentan las fichas descriptivas de cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación consideradas para la atención de los impactos ambientales. Conviene aclarar que las etapas del Proyecto se separaron para quedar como sigue: PS: preparación del sitio, C: construcción, O: operación, M: mantenimientos, y D: desmantelamientos, con el objetivo de tener mayor claridad del momento de implementación de la medida.

Tabla 6-3 Ficha Descriptiva M1

Medida	**M1. Se delimitará físicamente el área autorizada para el desplante de los componentes del Proyecto, con el fin de restringir la movilidad del personal y maquinaria, consecuentemente prevenir afectaciones a áreas no autorizadas.**				
Denominación del impacto	IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias. IA26 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.				
Factor(es) en que incide	» Suelo – características fisicoquímicas. » Vegetación – diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática.				
Síntesis descriptiva	Las áreas donde se llevará a cabo la implementación del proyecto serán delimitadas con los instrumentos pertinentes, que pueden ser estacas colocadas cada 20 m, cintas fluorescentes, banderolas, mojoneras, estacas y en el caso de la Laguna de Zumpango la señalización puede incluir boyas; con el fin de evitar la afectación de las áreas aledañas. El equipo técnico-ambiental y el equipo de supervisión del Proyecto tendrán bajo su responsabilidad la ejecución de esta medida; para ello deberán asegurar que el desarrollo de las obras se ajuste al área autorizada. Además, todo el personal involucrado se ajustará a las disposiciones establecidas. Asimismo, los vehículos, camiones y maquinaria solamente circularán por los caminos existentes, dado que el Proyecto no comprende apertura de accesos.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	X	X			X
Tipo de medida	Medida preventiva				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Delimitación del área autorizada previo a iniciar la preparación del sitio.				
Objetivo	El objetivo de la presente medida es evitar afectaciones a las áreas adyacentes, así como a zonas con vegetación no forestal.				
Indicador	Debido a que es obligatorio que el proyecto se ajuste a la superficie autorizada, se aplicará el índice siguiente: $Superficie\ desarrollo\ de\ obras = \frac{Superficie\ ocupada}{Superficie\ autorizada}$ El control de esta medida estará en función de que el índice de la "*Superficie de desarrollo de obras*" sea menor a 1, caso contrario, deberán tomarse medidas complementarias.				
Medidas adicionales	En el momento que se identifique que no se está respetando el área autorizada, se deberá realizar la corrección del trazo y restaurar el área afectada.				

Tabla 6-4 Ficha Descriptiva M2

Medida	**M2. Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto.**
Denominación del impacto	IA02 Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos. IA03 Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos. IA05 Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción. IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias. IA18 Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.

CONSULTA PÚBLICA

Medida	**M2. Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto.**
	IA21 Modificación de la diversidad y abundancia de flora. IA22 Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción. IA26 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática. IA27 Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto. IA28 Restricción de la movilidad de la fauna terrestre durante la construcción. IA32 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.
Factor(es) en que incide	» Aire – calidad » Confort – nivel sonoro » Suelo – características fisicoquímicas » Agua subterránea – calidad » Vegetación – estructura y composición florística, especies endémicas » Fauna – diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática, movilidad, especies en riesgo y endémicas.
Síntesis descriptiva	Se procurará que mediante la transmisión de conocimientos que permitan a los trabajadores de la obra comprender los efectos negativos que ocasionan prácticas, tales como la extracción ilícita de individuos tanto vegetales como de fauna, la cacería clandestina, la mala gestión de residuos, el uso del fuego y de agroquímicos, entre otros temas, los impactos del Proyecto se reduzcan a su mínima expresión y no generen efectos adicionales que afecten a los ecosistemas. La medida se complementará con el uso de letreros que prohíban o restrinjan las prácticas antes mencionadas. Por lo anterior, se proponen los lineamientos que permitan transmitir a los trabajadores, independientemente de la actividad que en específico desempeñen, conocimientos sobre: • Educación ambiental: concientización en el cuidado de la fauna y vegetación silvestre, prohibición de cacería furtiva y de fauna doméstica; • Buenas prácticas ambientales: prohibición para usar fuego o agroquímicos; adecuada gestión de residuos; uso de letrinas. • Seguridad e higiene: importancia del uso correcto del equipo de protección personal. Esta medida será aplicada de forma constante durante la preparación del sitio, construcción y abandono, así como también deberá ser considerada para el personal que participe en los trabajos de mantenimiento y desmantelamiento. Por lo tanto, será necesario realizar una capacitación inicial y posteriormente durante la preparación del sitio y construcción se harán capacitaciones o pláticas al menos una vez al mes. Como parte de esta medida durante las pláticas realizadas, así como mediante la colocación de letreros se establecerán las siguientes restricciones. • Quedará estrictamente prohibido introducir fauna doméstica y/o exótica al área del proyecto: la fauna doméstica (perros y gatos) ocasionan fuertes afectaciones a la fauna silvestre, principalmente por depredación, aunado a lo anterior, la fauna exótica ocasiona presiones negativas en la fauna silvestre que pueden orillar a la reducción de poblaciones o incluso poner en riesgo a las especies presentes; razón por la cual, por ningún motivo se deberá incentivar la introducción de fauna domestica que, a largo plazo, pueda volverse un problema mayor, especialmente en el área dentro de la ANP de la Laguna de Zumpango. • Queda estrictamente prohibido, para todo el personal que intervenga en las distintas etapas del proyecto, realizar actividades de caza, tráfico, colecta y/o mantener animales en cautiverio, así como el consumo de estos y en general cualquier actividad que ocasione daño a la fauna o su hábitat. Aunado a lo anterior, se evitará alimentar y molestar a la fauna silvestre que se aviste en la zona durante la construcción del proyecto, a menos que sea por su ahuyentamiento intencional con fines de rescate y reubicación de fauna silvestre en el que se incluyen las actividades de ahuyentamiento. La constructora será la responsable de verificar que no existan actividades de caza o tráfico de especies durante la construcción del proyecto; mismo que deberá ser verificado por la empresa encargada de la supervisión ambiental durante la construcción. • Evitar la colecta de ejemplares de flora silvestre en el área de influencia del Proyecto, así como cualquier daño a esta. • Quedará prohibido permanecer o realizar cualquier actividad en áreas ajenas al Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

<table>
<tr><td>Medida</td><td colspan="5">M2. Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">

Se prohibirá la circulación de maquinaria y equipo por sitios que no correspondan al área del Proyecto.
Evitar deyecciones al aire libre, hacer uso de los sanitarios portátiles colocados en cada frente de trabajo.
Mantener un límite de velocidad máximo de 40 km/hora en los accesos próximos al área del Proyecto.
Estará estrictamente prohibido el uso de fuego y productos químicos para las actividades de retiro de vegetación.
Se prohibirá la quema de residuos generados, para evitar la emisión de contaminantes atmosféricos.
Quedará prohibido encender fogatas.
Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos u otro tipo de sustancias contaminantes en el suelo, canales o Laguna de Zumpango.
Evitar el uso indiscriminado del claxon.
Evitar escuchar música a volumen alto, específicamente en el área del Proyecto dentro de la ANP.
Quedará prohibida la introducción de bebidas alcohólicas, drogas, así como laborar en estado no inconveniente.
No marcar ni plasmar grafitis en árboles, rocas o instalaciones dentro de la ANP.
No introducir armas de fuego, punzocortantes o sustancias que provoquen riesgos y peligros

Colocación de señalética
Como parte del refuerzo en la capacitación o concientización impartida al personal se prevé la instalación de señalética, la cual estará dirigida a los temas tratados durante las capacitaciones, así como a establecer actividades prohibitivas tales como el uso del claxon de forma excesiva, la prohibición de caza, colecta, tráfico y/o cautiverio de flora y fauna silvestre; así mismo, será instalada señalética referente al manejo de residuos, con el fin de inducir al personal a su correcta disposición y separación.
Esta señalética se prevé se mantenga durante la etapa de preparación del sitio y construcción, sobre todo a fin de evitar mayores afectaciones a la fauna de lento desplazamiento que pueda transitar en los caminos de acceso al proyecto, así como al entorno en general, pero específicamente dentro de la ANP.
<table>
<tr><td colspan="5">Etapas en las que se implementará la medida</td></tr>
<tr><td>PS</td><td>C</td><td>O</td><td>M</td><td>D</td></tr>
<tr><td>x</td><td>x</td><td></td><td>x</td><td>x</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Tipo de medida</td><td colspan="5">Medida preventiva</td></tr>
<tr><td colspan="2">Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia</td><td colspan="4">Todas las actividades que impliquen presencia de personal en campo, con mayor énfasis dentro del ANP Laguna de Zumpango</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td colspan="5">Fomentar en el personal de obra la importancia del cuidado del ambiente, la correcta aplicación de las medidas propuestas, la importancia de las buenas prácticas durante la construcción, así como enterarlos de las actividades prohibidas durante el desarrollo de la obra.
Prevenir afectaciones a la fauna por atropellamiento o incremento del confort sonoro mediante indicaciones visuales.
Prevenir afectaciones a áreas fuera del Proyecto.
Prevenir afectaciones a los diferentes componentes ambientales.</td></tr>
<tr><td>Indicador</td><td colspan="5">Listados de inducción, capacitación y charlas de concientización relacionadas con las horas y los temas programados.
Presencia de señalética en el área del Proyecto referente a temas de residuos, flora, fauna, limites de velocidad y uso restringido de claxon.
Reportes de incumplimiento.</td></tr>
</table>

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6-5 Ficha Descriptiva M3

Medida	**M3 Las actividades de preparación del sitio y construcción se realizarán en horarios diurnos, evitando la generación de ruido durante la noche.**				
Denominación del impacto	IA05 Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción.				
Factor(es) en que incide	Confort sonoro – nivel sonoro				
Síntesis descriptiva	Se establecerán horarios diurnos para la realización de todas las actividades de preparación del sitio y construcción, con el objetivo de evitar molestias a la fauna que pudiera estar presente en las inmediaciones de la Laguan de Zumpango, así como a la población, especialmente en el componente línea de conducción.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	x	X			
Tipo de medida	Medida de mitigación				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Todas las actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción, con especial énfasis en las que impliquen el uso de equipo y maquinaria.				
Objetivo	Evitar molestias a la fauna y población durante la noche.				
Indicador	Ausencia de ruido generado por el Proyecto en un horario de 6 pm a 6 am.				

Tabla 6-6 Ficha Descriptiva M4

Medida	**M4 Uso obligatorio del equipo de protección personal por parte de todo el personal que labore durante todas las etapas del Proyecto.**				
Denominación del impacto	IA05 Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción.				
Factor(es) en que incide	Confort sonoro – nivel sonoro				
Síntesis descriptiva	Será obligatorio el uso del equipo de protección personal por parte de los trabajadores de la obra, este consiste en al menos chaleco de alta visibilidad, casco y para las actividades que lo requieran tapones auditivos, gafas de protección y mascarilla antiolores.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	x	x	x	x	X
Tipo de medida	Medida de mitigación				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Todas las actividades constructivas y aquellas en las que se genere ruido, tales como uso de motosierras durante el retiro de la vegetación, uso de maquinaria pesada, uso de cortadoras de concreto durante la construcción de la línea de conducción, entre otras.				
Objetivo	Disminuir la molestia por ruido al personal que participe en la preparación del sitio y construcción.				
Indicador	Porcentaje del persona a quienes se les hizo entrega de su equipo de protección personal, así como porcentaje del personal que hace uso de este.				

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6-7 Ficha Descriptiva M5

Medida	**M5 Cumplimiento de un límite máximo permisible de ruido de 68 dB(A) en horario diurno (06:00-22:00) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00-06:00), según la NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.**				
Denominación del impacto	IA06 Generación de ruido por la operación de equipos de proceso y bombeos.				
Factor(es) en que incide	Confort sonoro – nivel sonoro				
Síntesis descriptiva	Durante la operación de la PTAP-R y PP se demostrará el cumplimiento de los límites máximos permisibles de ruido fijados por la NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición; para lo cual conforme al numeral 5.3 de la citada NOM, para obtener el nivel sonoro de una fuente fija se debe aplicar el procedimiento de actividades siguiente: 1. Un reconocimiento inicial; 2. una medición de campo; 3. un procesamiento de datos de medición y; 4. la elaboración de un informe de medición. Los resultados de las mediciones permitirán concluir el cumplimiento de la citada NOM, en caso contrario se diseñarán e implementarán medidas que permitan mitigar los niveles de ruido hasta el límite máximo permisible.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
			x		
Tipo de medida	Medida de mitigación				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Operación de equipos para el tratamiento de aguas pluviales y residuales, así como para la potabilización.				
Objetivo	Mantener los niveles de ruido por debajo de su límite máximo permisible.				
Indicador	Ruido por debajo de 68 dB(A) en horario diurno (06:00-22:00) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00-06:00).				

Tabla 6-8 Ficha Descriptiva M6 y M7

Medida	**M6 Con la finalidad de minimizar la concentración de material particulado, se prevé humedecer las terracerías por las cuales transiten vehículos, así como las áreas con movimiento de tierras durante la construcción.** **M7 Proteger con lonas el material terreo que sea transportado, a fin de evitar dispersión de partículas suspendidas.**
Denominación del impacto	IA02 Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos. IA11 Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas.
Factor(es) en que incide	Aire – calidad Suelo – erodabilidad
Síntesis descriptiva	Una vez realizadas las terracerías, para evitar la dispersión de polvos durante el tránsito vehicular, se prevé realizar riegos mediante el uso de pipas de agua tratada; medida aplicable también paras los caminos de terracería existentes que sean utilizados para acceder al área del Proyecto. Los riegos se realizarán únicamente durante la temporada de estiaje y solo cuando sea necesario por el tránsito continuo de vehículos o presencia de viento.

CONSULTA PÚBLICA

Medida	**M6 Con la finalidad de minimizar la concentración de material particulado, se prevé humedecer las terracerías por las cuales transiten vehículos, así como las áreas con movimiento de tierras durante la construcción.** **M7 Proteger con lonas el material terreo que sea transportado, a fin de evitar dispersión de partículas suspendidas.**				
	Aunado a lo anterior, cuando se requiera mover material terreo y se utilicen camiones para ello, se deberán cubrir con lonas a fin de evitar la dispersión del material que se transporte y posibles accidentes que pudieran generarse a terceros.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	x	x			x
Tipo de medida	Medida preventiva				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Posterior al retiro de arbolado y previo al establecimiento de los componentes del proyecto.				
Objetivo	La finalidad de esta medida será evitar la dispersión excesiva de polvos a la atmósfera.				
Indicador	El indicador estará en función del balance entre la cantidad de riegos realizados y los reportes levantados por incremento en la concentración de polvos, así como el porcentaje de camiones tipo volteo que cumplieron con la medida en el uso de lonas en cierto periodo de tiempo.				
Medidas adicionales	De presentarse una dispersión importante de polvos debido a la fuerte insolación se deberán realizar riegos de urgencia, aunque no hayan sido programados durante la planificación mensual, estos riegos deberán mencionarse en las bitácoras correspondientes.				

Tabla 6-9 Ficha Descriptiva M8

Medida	**M8 Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra.**				
Denominación del impacto	IA02 Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos. IA26 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática. IA27 Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto. IA28 Restricción de la movilidad de la fauna terrestre durante la construcción. IA32 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.				
Factor(es) en que incide	Aire – calidad Fauna – diversidad y abundancia de fauna terrestre, movilidad, especies en riesgo y endémicas.				
Síntesis descriptiva	El incremento en la concentración de material particulado se encuentra relacionado con el tránsito vehicular y de maquinaria, así como también con la velocidad de circulación, razón por la cual se prevé que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se establecerá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías, a fin de minimizar el levantamiento de partículas. La velocidad de circulación también se relaciona con el atropellamiento de ejemplares de fauna, sobre todo de aquellas especies de lento desplazamiento, tales como pequeños reptiles. Durante la preparación del sitio y construcción se mantendrá un límite establecido.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	x	x			
Tipo de medida	Medida preventiva				
Obras y/o actividades del	Circulación vehicular y de maquinaria.				

CONSULTA PÚBLICA

Medida	**M8 Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra.**
proyecto con la cual se asocia	
Objetivo	Con la aplicación de esta medida se prevé prevenir incidentes que ocasionen la pérdida de ejemplares de fauna silvestre y el incremento en la concentración de material particulado.
Indicador	El indicador estará en función de los reportes de incremento de material particulado y de fatalidades de ejemplares de fauna.
Medidas adicionales	En cuanto se detecte que la medida no es suficiente, se evaluará la situación para poder indicar las medidas adicionales que se deberán tomar para evitar la reincidencia de incumplimiento.

Tabla 6-10 Ficha Descriptiva M9

Medida	**M9 Se brindará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, además de que, el parque vehicular deberá contar con la verificación correspondiente.**				
Denominación del impacto	IA03 Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos. IA05 Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción. IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias. IA18 Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.				
Factor(es) en que incide	Aire – calidad Confort – nivel sonoro Suelo – características fisicoquímicas Agua subterránea – calidad				
Síntesis descriptiva	Se solicitará a las contratistas contar con su mantenimiento vehicular correspondientes y, periódicamente, deberán entregar las evidencias de cumplimiento, a efecto de integrarlos a los informes de cumplimiento de términos y condicionantes que se entregarán a la autoridad. Dichos reportes deberán demostrar que la maquinaria y vehículos que ingresan al área del Proyecto, se encuentran en óptimas condiciones. Aunado a lo anterior, se deberán realizar revisiones visuales periódicas a través de las cuales se constate que no hay averías visibles o derrames de grasas, aceites o hidrocarburos. Asimismo, el parque vehicular deberá contar con la verificación correspondiente y entregar evidencia de cumplimiento de esta medida. Esta medida también será considerada en la maquinaria y parque vehicular que participen en las labores de mantenimiento.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	x	x		x	x
Tipo de medida	Medida preventiva				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Tránsito de maquinaria, vehículos y uso de equipo.				
Objetivo	A través de esta medida se busca prevenir derrames potenciales al suelo o escorrentías que puedan ocasionar contaminación de estos factores, así como evitar el incremento del nivel sonoro provocado por fallas en la maquinaria.				
Indicador	Servicios de mantenimiento dentro de parámetros normativos / Servicios de mantenimiento programados				
Medidas adicionales	En caso de incumplimiento de esta medida se deberá evaluar la situación que está provocando la desviación y corregir la situación.				

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6-11 Ficha Descriptiva M10

Medida	**M10 Se implementará un Programa de manejo integral de residuos, establecido específicamente para el presente proyecto.**				
Denominación del impacto	IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias. IA18 Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.				
Factor(es) en que incide	Suelo – características fisicoquímicas Agua subterránea – calidad				
Síntesis descriptiva	El programa de gestión integral de residuos está diseñado con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y la normatividad estatal que resulte aplicable. Sus lineamientos se adjuntan al presente documento, en donde se indica la estrategia para su recolección en los frentes de obra, almacenamiento temporal y traslado a los sitios de disposición final. Los materiales provenientes de la limpieza serán dispuestos considerando lo establecido en el programa de residuos; lo mismo será para los residuos resultantes de las labores de limpieza previos al inicio de operaciones y que se generen durante la preparación del sitio y construcción. De ninguna manera los residuos generados podrán ser incinerados. Asimismo, durante la etapa operativa se deberán llevar a cabo labores de limpieza y asegurar que el área del proyecto se mantenga limpia y libre de materiales que puedan representar riesgos o contaminantes para el medio ambiente. La descripción detallada de la metodología e indicadores se incluye en el Programa que se presenta como Anexo 12.1.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	x	x	x	x	x
Tipo de medida	Medida protectora				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Construcción, mantenimiento, abandono, presencia de personal de obra, personal temporal y permanente.				
Objetivo	Enfocada a evitar afectaciones a los ecosistemas por deficientes prácticas en el manejo de residuos.				
Indicador	Se empleará el indicador de desempeño que al respecto emplea la SEMARNAT en materia de residuos peligrosos, a fin de que el proyecto genere información útil para la dependencia rectora. $Volumen\ de\ RP\ reportados\ a\ SEMARNAR / Volumen\ de\ RP\ generados$ $Volumen\ de\ RSU\ entregados / Volumen\ de\ RSU\ generados$ $Volumen\ de\ RME\ entregados / Volumen\ de\ RME\ generados$				

Tabla 6-12 Ficha Descriptiva M11

Medida	**M11 Se colocarán letrinas portátiles en relación de una letrina por cada 15 trabajadores (1:15), o por cada frente de trabajo activo.**				
Denominación del impacto	IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.				
Factor(es) en que incide	Suelo – características fisicoquímicas				
Síntesis descriptiva	En cada uno de los frentes de trabajo, se colocarán letrinas portátiles en proporción de una por cada 15 trabajadores que se concentren en el área. Dichas letrinas serán rentadas a un proveedor de servicios que no solo se encargue de la renta, sino del mantenimiento y de la disposición de residuos líquidos en términos de la normatividad aplicable, para lo cual deberá presentar los permisos vigentes correspondientes.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**

CONSULTA PÚBLICA

Medida	**M11 Se colocarán letrinas portátiles en relación de una letrina por cada 15 trabajadores (1:15), o por cada frente de trabajo activo.**				
	x	x	x	x	x
Tipo de medida	Medida preventiva				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Presencia de personal de obra, eventual y permanente.				
Objetivo	Evitar la contaminación del suelo y agua por efecto de deyecciones al aire libre.				
Indicador	Número de letrinas instaladas / Número de personas que trabajan en el proyecto.				

Tabla 6-13 Ficha Descriptiva M12

Medida	**M12 Al finalizar la etapa de construcción se retirará la maquinaria y se realizará la limpieza de todas las áreas del Proyecto, dejándolas libres de residuos y material.**				
Denominación del impacto	IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.				
Factor(es) en que incide	Suelo – características fisicoquímicas				
Síntesis descriptiva	Una vez que se finalice la construcción del Proyecto se procederá a la limpieza de las áreas afectadas, se retirará todo el material sobrante así como residuos que pudieran estar presentes en las áreas, dejando una superficie limpia.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
		x			
Tipo de medida	Medida de mitigación				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Al término de la construcción del Proyecto.				
Objetivo	Evitar el abandono de materiales y residuos utilizados durante la construcción que puedan poner en riesgo la calidad el suelo o agua.				
Indicador	Superficie totalmente limpia de residuos y materiales.				

Tabla 6-14 Ficha Descriptiva M13

Medida	**M13 En caso de requerir reparaciones emergentes de maquinaria o equipo, los trabajos se llevarán a cabo protegiendo previamente el suelo con material impermeable y, sobre éste, material absorbente, por lo tanto, será obligatorio que la maquinaria cuente con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la carga de combustibles.**
Denominación del impacto	IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias. IA18 Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.
Factor(es) en que incide	Suelo – características fisicoquímicas Agua subterránea – calidad
Síntesis descriptiva	Los contratistas involucrados en el proyecto deberán asegurar no ocasionar contaminación al suelo o cuerpo de agua; por lo que, se deberá proteger el suelo con materiales impermeables en caso de que se deba realizar reparaciones a la maquinaria o equipo, para evitar que, en caso de tener algún derrame, este no llegue al suelo. Los materiales utilizados serán tratados como residuos peligrosos y serán dirigidos hacia el almacén temporal de residuos peligrosos.

CONSULTA PÚBLICA

Medida	**M13 En caso de requerir reparaciones emergentes de maquinaria o equipo, los trabajos se llevarán a cabo protegiendo previamente el suelo con material impermeable y, sobre éste, material absorbente, por lo tanto, será obligatorio que la maquinaria cuente con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la carga de combustibles.**				
	Los kit antiderrames están conformados por una pala para recoger la tierra contaminada, costales de lona que sirven para depositar la tierra y trasladarla a un contenedor, alfombra de material impermeable y dimensiones variadas, y minicordones de 1.2 x 0.075 m para acordonar el derrame. Todos los operadores de maquinaria o vehículos deberán portar uno en la unidad bajo su responsabilidad. Se podrán emplear en forma preventiva o curativa. El primer caso es aplicable para los momentos en que se carga combustible en el área del proyecto, en cuyo caso, se colocará un tramo de alfombra impermeable bordeada con minicordones debajo del punto donde se localiza la boquilla por donde se vierte el combustible, de tal suerte que, en caso de vertimiento, el combustible no tenga contacto alguno con la tierra. El caso curativo ocurre cuando se detecta una fuga, en este caso, se colecta la tierra, se deposita en el costal y se traslada de inmediato al almacén temporal de residuos peligrosos.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	x	x		x	x
Tipo de medida	Medida curativa				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Presencia de equipo, maquinaria y vehículos.				
Objetivo	Enfocada a evitar afectaciones a la calidad del suelo y del agua por derrames de hidrocarburos.				
Indicador	Número de vehículos atendidos en el área del proyecto y reporte de incidentes de derrames de hidrocarburos. La medida será evaluada cualitativamente a través de la supervisión del uso adecuado del kit anti derrames y en su caso de la atención oportuna y adecuada a los derrames accidentales				

Tabla 6-15 Ficha Descriptiva M14

Medida	**M14 Colocación de barreras antiturbidez para evitar la dispersión de sedimentos durante los trabajos para la conformación de los bordos de dique y tanque regulador.**				
Denominación del impacto	IA13 Resuspensión de sedimentos durante las obras dentro de la Laguna de Zumpango.				
Factor(es) en que incide	Agua superficial - calidad				
Síntesis descriptiva	También conocida como cortina de sedimentos, pantalla de sedimentos o barrera de turbidez, es una barrera flotante utilizada para controlar y contener sedimentos en suspensión en el agua. Estas barreras ayudan a prevenir la propagación de sedimentos, protegiendo la calidad del agua. Las cortinas de turbidez funcionan aislando una zona de trabajo e impidiendo que los sedimentos se dispersen en el agua circundante. Su funcionamiento se basa en: • Flotación en la superficie del agua. • Que se extiende hacia abajo con una falda permeable o impermeable. • Disminuir la velocidad del agua para permitir que los sedimentos se depositen. • Anclaje en el lugar para mantener la posición en las corrientes. Existen diferentes tipos según las condiciones del cuerpo de agua, que para este caso se recomienda el tipo de cortina para aguas tranquilas. Su colocación será para prevenir la dispersión de sedimentos durante los trabajos de conformación de bordos para el dique, tanque de regulación y humedales.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
		x			
Tipo de medida	Medida de mitigación				

CONSULTA PÚBLICA

Medida	**M14 Colocación de barreras antiturbidez para evitar la dispersión de sedimentos durante los trabajos para la conformación de los bordos de dique y tanque regulador.**
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Conformación de bordos para la construcción del dique, tanque de regulación y humedales, si fuera necesario también para la instalación de la obra de desfogue para la PTAP-R.
Objetivo	Mitigar la dispersión de sedimentos en la Laguna de Zumpango.
Indicador	Perímetro balizado con relación al perímetro total requerido para contener los sedimentos.

Tabla 6-16 Ficha Descriptiva M15

Medida	**M15 El retiro de vegetación será de forma gradual para evitar exponer el suelo por largos periodos de tiempo, así como para permitir el desplazamiento de la fauna.**				
Denominación del impacto	IA11 Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas. IA26 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática. IA32 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.				
Factor(es) en que incide	Suelo – erodabilidad Fauna – diversidad y abundancia de fauna terrestre, especies en riesgo y endémicas				
Síntesis descriptiva	Una vez retirada la vegetación los suelos quedarán desnudos, por lo que se podrán incrementar los procesos erosivos y la pérdida de suelo; en este sentido, se prevé que la limpieza de los terrenos se realice de forma gradual a fin de que el suelo no permanezca desnudo por tiempos prolongados, además de permitir el desplazamiento gradual de la fauna que pudiera estar presente en esas zonas.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	x				
Tipo de medida	Medida preventiva				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Retiro de vegetación				
Objetivo	Reducir, en la medida de lo posible, los procesos erosivos y el desplazamiento gradual de la fauna.				
Indicador	Avance en la superficie desmontada y trabajada.				

Tabla 6-17 Ficha Descriptiva M16

Medida	**M16 El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural.**
Denominación del impacto	IA07 Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie. IA08 Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas. IA11 Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas. IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre. IA17 Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.
Factor(es) en que incide	Suelo – fertilidad, características fisicoquímicas, erodabilidad Agua superficial – patrón de escurrimientos Agua subterránea – recarga de acuíferos
Síntesis descriptiva	La vegetación resultante del retiro de arbolado que no sea utilizada o donada a terceros será triturada y esparcida en áreas con suelo desnudo que estén fuera de las áreas donde se colocarán los componentes del Proyecto, esto con la finalidad de enriquecer el suelo y minimizar los procesos erosivos.

CONSULTA PÚBLICA

Medida	**M16 El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural.**				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	x				
Tipo de medida	Mitigación				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Retiro de arbolado				
Objetivo	Reducir los procesos erosivos en las áreas con suelos desnudos				
Indicador	Bitácoras de trituración				

Tabla 6-18 Ficha Descriptiva M17

Medida	**M17 Implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante.**				
Denominación del impacto	IA11 Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas. IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre. IA17 Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre. IA19 Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación. IA21 Modificación de la diversidad y abundancia de flora. IA22 Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción. IA24 Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación. IA30 Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto. IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.				
Factor(es) en que incide	Suelo – erodabilidad Agua superficial – patrón de escurrimientos Agua subterránea – recarga de acuíferos Vegetación – cobertura vegetal, estructura y composición florística, especies endémicas, captura de carbono y generación de oxígeno Fauna – hábitat y corredores biológicos / bioclimáticos Paisaje – calidad del paisaje				
Síntesis descriptiva	La implementación de este Programa incluye la identificación *in situ* de los ejemplares susceptibles de ser rescatados conforme a las especies establecidas en el Programa, para su posterior extracción y reubicación, lo cual se realizará de forma previa al retiro de la vegetación. Estas actividades estarán a cargo de una cuadrilla de especialistas en el manejo de ejemplares, quienes recorrerán la superficie del Proyecto en su totalidad dentro del ANP y en la línea de conducción donde se haya identificado vegetación de pastizal inducido con presencia de ejemplares susceptibles de rescate. La descripción detallada de la metodología e indicadores se incluye en el Programa que se presenta como Anexo 12.2.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
	X				
Tipo de medida	Medida de mitigación				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Retiro de la vegetación.				

CONSULTA PÚBLICA

Medida	**M17 Implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante.**
Objetivo	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora silvestre, previo al desmonte y despalme, para disminuir su afectación por pérdida de ejemplares de las especies más susceptibles localizadas dentro del área de establecimiento del Proyecto.
Indicador	**Superficie de rescate** Como indicador se utilizará el porcentaje de avance del rescate de flora en la superficie del proyecto autorizado. $$P = \frac{S_r}{S_i} x100$$ Donde: P = Porcentaje de avance en el rescate de flora (liberación de áreas) Sr = Superficie efectiva donde se ha revisado y ejecutado el recate de flora. Si = Superficie total intervenida susceptible de restauración. **Porcentaje de ejemplares rescatados y reubicados** Será definido por la proporción de ejemplares reubicados con respecto a la totalidad de los ejemplares rescatados: Fórmula para calculer el porcentaje de ejemplares reubicados: $$pR = \frac{erb}{er} x100$$ Donde pR= Proporción de ejemplares rescatados y reubicados erb = Número de ejemplares reubicados er= Número de ejemplares rescatados **Evaluación de sobrevivencia** Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de ejemplares que están vivos en relación con los ejemplares reubicados. Para obtener la sobrevivencia se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación. En dado caso que la sobrevivencia disminuya del 85% de los individuos, la medida para mitigarlo es la plantación de nuevos individuos, los cuales tendrán el mismo mantenimiento que se les dará a los individuos anteriormente plantados. Fórmula para calcular la estimación de la sobrevivencia: $$p = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai}{\sum_{i=1}^{n} mi} x100$$ Donde Σ= ni=1 Sumatoria de los datos de acuerdo con la variable a o m p = Proporción estimada de plantas vivas (índice de sobrevivencia) ai = Número de plantas vivas en el sitio de muestreo i mi= Número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo i Se espera un índice de sobrevivencia del 85% o más. Tener un monitoreo de la sobrevivencia de los individuos permitirá la toma de decisiones o de las medidas emergentes que se pudieran presentar si el número de individuos re-plantados fuera menor al 85%. **Evaluación del estado fitosanitario** Permite conocer la proporción de ejemplares sanos respecto a los ejemplares vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras. Si se presentará el caso donde algunos individuos plantados, presenten plagas,

CONSULTA PÚBLICA

Medida	M17 Implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante.
	como cochinillas, áfidos, virus, bacterias u hongos, etc., se realizará la valoración para darle un tratamiento adecuado que consistirá principalmente en la remoción de la parte vegetativa dañado o invadida, la aplicación de plaguicida dirigido a la plaga (bactericida, fungicida, etc.), en dado caso que el individuo presente un estado de salud muy comprometido, se retirará la planta de su sitio de plantación para que la plaga no se propague hacia las demás plantas, y se eliminará la planta enferma; posteriormente, se reemplazará el individuo que presente las condiciones fitosanitarias adecuadas para un correcto desarrollo y establecimiento en su sitio definitivo. Se calcula mediante la siguiente fórmula: $$pS = \frac{\sum_{i=1}^{n} Si}{\sum_{i=1}^{n} ai} x100$$ Donde Σ= ni=1 Sumatoria de los datos de acuerdo con la variable *S* o a *pS* = Proporción de plantas sanas *Si* = Número de árboles sanos en el sitio de muestreo *i* *mi* = Número de árboles vivos en el sitio de muestreo *i* **Evaluación de vigor de las plantas** Describe la proporción de órganos vigorosos del total de los árboles vivos. El vigor se clasifica de la siguiente forma: bueno, cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene amplia cobertura de copa; regular, cuando el árbol muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio; malo, cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles. La medida de mitigación que se utilizará en el caso donde el vigor de las plantas no sea el adecuado consistirá principalmente en la valoración del estado nutricional de la planta, a lo cual se realizará un análisis cualitativo que consiste en un análisis foliar, y con esta valoración administrar el fertilizante adecuado que contengan los niveles ideales en macronutrientes y micronutrientes para las plantas afectadas. $$pV = \frac{\sum_{i=1}^{n} Vi}{\sum_{i=1}^{n} ai} x100$$ Donde Σ= ni=1 Sumatoria de los datos de acuerdo con la variable *V* o a pv = Proporción de plantas vigorosas Vi = Número de árboles vigorosos en el sitio de Muestreo i ai = Número de árboles vivos en el sitio de muestreo i

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6-19 Ficha Descriptiva M18

Medida	M18 Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos.
Denominación del impacto	IA01 Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento. IA07 Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie. IA08 Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas. IA11 Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas. IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre. IA17 Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre. IA19 Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación. IA21 Modificación de la diversidad y abundancia de flora. IA24 Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.

Medida	**M18 Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos.**				
	IA30 Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto. IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.				
Factor(es) en que incide	Clima – temperatura y humedad Suelo – fertilidad, características fisicoquímicas, erodabilidad Agua superficial – patrón de escurrimientos Agua subterránea – recarga de acuíferos Vegetación – cobertura vegetal, estructura y composición florística, captura de carbono y generación de oxígeno Fauna – hábitat y corredores biológicos / bioclimáticos Paisaje – calidad del paisaje				
Síntesis descriptiva	En las áreas de uso temporal, es decir en donde no se desplanten componente definitivos del Proyecto, se implementarán acciones de restitución de vegetación, lo cual será específicamente en la franja de la línea de conducción, en donde es viable la plantación de ejemplares arbóreos de porte bajo o arbustivas que funjan como plantas de ornato o sombra y que se trate de especies nativas de la región, siempre y cuando esto resulte factible dadas las condiciones de la zona, puesto que se trata principalmente de derechos de vía de carretera, calles y caminos de terracería.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**D**
			X		
Tipo de medida	Medida de mitigación				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Retiro de la vegetación. Se implementará al término de las actividades de construcción.				
Objetivo	Compensar la reducción de cobertura vegetal en el área del Proyecto.				
Indicador	Cantidad de ejemplares plantados. Evaluación de sobrevivencia.				

Tabla 6-20 Ficha Descriptiva M19

Medida	**M19 El suelo orgánico será colocado separado del suelo no fértil, para su reincorporación a las áreas temporales al término de la construcción.**
Denominación del impacto	IA07 Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie. IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias. IA11 Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas.
Factor(es) en que incide	Suelo – fertilidad, características fisicoquímicas, erodabilidad
Síntesis descriptiva	Durante los trabajos de preparación del sitio se segregarán las porciones de tierra orgánica y mineral para su acopio en un área debidamente delimitada y acondicionada para su adecuado acopio temporal. La tierra fértil acopiada será almacenada temporalmente en un área específica del proyecto para su posterior uso en las áreas de afectación temporal o en los sitios que se identifiquen con degradación. El uso de este material ayudará a enriquecer los sitios donde sea esparcida, considerando que esta capa sirve como banco de germoplasma de muchas especies, especialmente de aquellas de porte medio y bajo. El suelo que no sea utilizado como parte de los trabajos inherentes al proyecto o en las áreas donde sea realizada la restauración, será trasladado a un banco de tiro que cuente con los permisos correspondientes.
	Etapas en las que se implementará la medida

CONSULTA PÚBLICA

Medida	**M19 El suelo orgánico será colocado separado del suelo no fértil, para su reincorporación a las áreas temporales al término de la construcción.**				
	PS	**C**	**O**	**M**	**A**
	x	x			
Tipo de medida	Medida de mitigación				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Despalme				
Objetivo	Enfocada a favorecer en el corto plazo las acciones de revegetación que en áreas temporales del Proyecto o en sitios para restauración				
Indicador	Volumen de tierra fértil empleada en restauración / Volumen de tierra fértil acopiado				

Tabla 6-21 Ficha Descriptiva M20

Medida	**M20 Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas.**
Denominación del impacto	IA11 Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas. IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre. IA17 Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre. IA19 Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación. IA21 Modificación de la diversidad y abundancia de flora. IA22 Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción. IA24 Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación. IA30 Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto. IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación.
Factor(es) en que incide	Suelo – erodabilidad Agua superficial – patrón de escurrimientos Agua subterránea – recarga de acuíferos Vegetación – cobertura vegetal, estructura y composición florística, especies endémicas, captura de carbono y generación de oxígeno Fauna – hábitat y corredores biológicos / bioclimáticos Paisaje – calidad del paisaje
Síntesis descriptiva	Se compensarán los ejemplares arbóreos que sean retirados en áreas no forestales, para lo cual se atenderá el procedimiento de tipo estatal o municipal según corresponda para el derribo de arbolado clasificado como urbano, en donde se deberá realizar una valoración de cada ejemplar que tenga que ser retirado, la cual incluye información dasométrica y fitosanitaria, la especie, así como la medida proporcional de compensación, la cual puede ser la reposición de más de un ejemplar por cada ejemplar retirado; así mismo, en conjunto con las autoridades locales se determinará el sitio para su plantación. En seguida se presenta una lista de las especies nativas y endémicas propuestas para reposición, con base en el listado de especies registradas durante el levantamiento de sitios de verificación del área del Proyecto y su área de influencia.

Familia	***Especie***	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM-059**	**Forma de vida**
Asparagaceae	*Agave salmiana*	Maguey Pulquero	End	-	Suc, Ro
Asparagaceae	*Yucca gigantea*	Izote Gigante	N	-	A
Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Batamote	N	-	Ar
Asteraceae	*Pluchea carolinensis*	Canela	N	-	Ar
Asteraceae	*Zaluzania augusta*	Hierba Blanca	End	-	Ar
Cactaceae	*Cylindropuntia tunicata*	Abrojo	N	-	Suc
Cactaceae	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de Cerro	End	-	Suc

CONSULTA PÚBLICA

Medida	M20 Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas.					
	Cactaceae	*Opuntia robusta*	Nopal Camueso	End	-	Suc
	Cactaceae	*Opuntia streptacantha*	Nopal Cardón	End	-	Suc
	Fabaceae	*Erythrina americana*	Colorín	End	A	A
	Fabaceae	*Neltuma laevigata*	Mezquite Blanco	N	-	A
	Fabaceae	*Senna multiglandulosa*	Retama	N	-	Ar
	Fabaceae	*Vachellia schaffneri*	Huizache Prieto	N	-	A
	Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Fresno Mexicano	N	-	A
	Scrophulariaceae	*Buddleja cordata*	Tepozán Blanco	End	-	A
	Salicaceae	*Salix bonplandiana*	Ahuejote	N	-	A
	Rosaceae	*Aronia arbutifolia*	Aronia roja	N	-	Ar
	Cupressacea	*Hesperocyparis lusitanica*	Cedro Blanco	N	Pr	A
	Cupressacea	*Juniperus scopulorum*	Enebro de Las Rocallosas	N	-	A
	Cupressacea	*Taxodium mucronatum*	Ahuehuete	N	-	A
	Etapas en las que se implementará la medida					
	PS	**C**	**O**	**M**	**A**	
		x	x			
Tipo de medida	Medida de compensación					
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Retiro de vegetación.					
Objetivo	Compensar la reducción de cobertura vegetal en el área del Proyecto.					
Indicador	Cantidad de ejemplares plantados con respecto a la cantidad total determinada como medida de compensación en conjunto con las autoridades locales.					

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6-22 Ficha Descriptiva M21

Medida	M21 Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
Denominación del impacto	IA01 Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento. IA07 Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie. IA11 Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas. IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre. IA17 Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre. IA19 Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación. IA24 Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación. IA34 Modificación del paisaje por remoción de vegetación. IA35 Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.
Factor(es) en que incide	Clima – temperatura y humedad Suelo – fertilidad, erodabilidad Agua superficial – patrón de escurrimientos Agua subterránea – recarga de acuíferos Vegetación – cobertura vegetal, captura de carbono y generación de oxígeno Paisaje – calidad del paisaje

Medida	M21 Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
Síntesis descriptiva	Al término de la construcción de las áreas que componen la PTAP-R y PP se acondicionarán áreas verdes, para lo cual se emplearán especies arbustivas y arbóreas de bajo porte de especies nativas e incluso endémicas del Valle de México. En seguida se presenta una lista de las especies nativas y endémicas propuestas con base en el listado de especies registradas durante el levantamiento de sitios de verificación del área del Proyecto y su área de influencia.

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	NOM-059	Forma de vida
Asparagaceae	*Agave salmiana*	Maguey Pulquero	End	-	Suc, Ro
Asparagaceae	*Yucca gigantea*	Izote Gigante	N	-	A
Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Batamote	N	-	Ar
Asteraceae	*Pluchea carolinensis*	Canela	N	-	Ar
Cactaceae	*Cylindropuntia tunicata*	Abrojo	N	-	Suc
Cactaceae	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de Cerro	End	-	Suc
Cactaceae	*Opuntia robusta*	Nopal Camueso	End	-	Suc
Cactaceae	*Opuntia streptacantha*	Nopal Cardón	End	-	Suc
Fabaceae	*Erythrina americana*	Colorín	End	A	A
Fabaceae	*Neltuma laevigata*	Mezquite Blanco	N	-	A
Fabaceae	*Senna multiglandulosa*	Retama	N	-	Ar
Scrophulariaceae	*Buddleja cordata*	Tepozán Blanco	End	-	A
Rosaceae	*Aronia arbutifolia*	Aronia roja	N	-	Ar

Etapas en las que se implementará la medida				
PS	C	O	M	A
		x		

Tipo de medida	Medida de mitigación
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Retiro de vegetación.
Objetivo	Compensar la reducción de cobertura vegetal en el área del Proyecto.
Indicador	Superficie acondicionada como área verde. Sobrevivencia de los ejemplares plantados.

Tabla 6-23 Ficha Descriptiva M22

Medida	M22 Implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y la reposición de ejemplares arbóreos, como medida de compensación por la afectación de vegetación de pastizal halófilo.
Denominación del impacto	IA11 Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas. IA16 Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre. IA17 Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre. IA19 Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación. IA21 Modificación de la diversidad y abundancia de flora. IA22 Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción. IA24 Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.

CONSULTA PÚBLICA

	IA30 Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.
Factor(es) en que incide	Clima – temperatura y humedad Suelo – fertilidad, erodabilidad Agua superficial – patrón de escurrimientos Agua subterránea – recarga de acuíferos Vegetación – cobertura vegetal, estructura y composición florística, especies endémicas, captura de carbono y generación de oxígeno
Síntesis descriptiva	Se implementará un programa de restauración como medida de compensación por la afectación de una superficie de 2.6479 ha de pastizal halófilo, para lo cual se proponen como prioritarias las áreas definidas en el Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030 que se encuentren más cercanas a la región en donde se encuentra el SAR. Los lineamientos de este Programa se presentan como **Anexo 12.3,** su implementación incorporará diferentes acciones contempladas en el marco de la restauración, las cuales se determinarán con base en una evaluación del sitio definitivo.
	Etapas en las que se implementará la medida

PS	C	O	M	A
	x	x		

Tipo de medida	Medida de compensación.
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Remoción de la vegetación.
Objetivo	Compensar la reducción de la cobertura vegetal.
Indicador	Superficie en la que se implementen acciones de restauración. Indicadores de éxito, tales como sobrevivencia de ejemplares plantados, incremento de la cobertura vegetal, mitigación de la erosión, incremento de la infiltración.

Tabla 6-24 Ficha Descriptiva M23

Medida	**M23 Previo al inicio de la preparación del sitio y construcción de cada componente del Proyecto, se implementarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.**
Denominación del impacto	IA26 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática. IA27 Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto. IA32 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.
Factor(es) en que incide	Fauna – diversidad y abundancia de fauna terrestre, especies en riesgo y endémicas.
Síntesis descriptiva	El ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre se implementará a lo largo del proceso constructivo del proyecto. Será de mayor intensidad durante la etapa de preparación del sitio, en virtud de los movimientos de tierra que se realizará a través de maquinaria que pudiera poner en riesgo la vida de los organismos de lento desplazamiento y de hábitos fosoriales, especialmente en las áreas en torno a la Laguna de Zumpango que es en donde las condiciones son más propicias para su presencia. En esta etapa, las brigadas conformadas para su implementación realizarán búsquedas deliberadas de fauna, removiendo toda clase de objetos que pudieran constituir refugios, revisando minuciosamente madrigueras para, en caso de encontrar ejemplares, capturarlos, reubicarlos y destruir la madriguera. En la etapa de construcción, si bien es menos frecuente la presencia de fauna por el ruido de las máquinas y la presencia humana constante, es probable que algunos ejemplares ingresen al área de establecimiento del proyecto, requiriendo el trabajo de rescate y reubicación de los brigadistas.
	Etapas en las que se implementará la medida

PS	C	O	M	A

CONSULTA PÚBLICA

Medida	**M23 Previo al inicio de la preparación del sitio y construcción de cada componente del Proyecto, se implementarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.**				
	x	x			
Tipo de medida	Medida preventiva				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	retiro de vegetación, despalme				
Objetivo	Enfocada a evitar afectaciones a la fauna silvestre, por la operación de maquinaria y equipos.				
Indicador	Número de ejemplares liberados vivos / Número total de ejemplares capturados				

Tabla 6-25 Ficha Descriptiva M24

Medida	**M24 Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.**
Denominación del impacto	IA04 Afectación de la calidad del aire en caso de liberación accidental de cloro gas y ozono durante la operación de la PP y PTAP-R, así como por generación de otros gases durante el tratamiento de aguas residuales. IA10 Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R. IA15 Riesgo de contaminación de aguas superficiales en caso de ocurrencia de liberación de sustancias durante la operación de la PTAP-R y PP. IA23 Daño fisiológico de la vegetación por contacto con cloro gas en caso de ocurrencia de liberación accidental. IA27 Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto. IA32 Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas. IA33 Afectación de vías respiratorias o irritación en caso de liberación accidental de cloro gas u ozono. IA37 Riesgo de afectación a la salud en caso de ocurrencia de eventos de riesgo en la PTAP-R y PP.
Factor(es) en que incide	Aire – calidad Suelo – características fisicoquímicas Agua superficial – calidad Vegetación – sanidad vegetal Fauna – diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática, especies en riesgo y endémicas, salud. Población – salud
Síntesis descriptiva	Comprende el conjunto de medidas especificadas en el **Capítulo 3** del Estudio de Riesgo Ambiental realizados para la PTAP-R y PP, mismas que se mencionan en seguida: **Sistemas de seguridad** • Lavador de Gases Scrubber Este sistema se conceptualizó para reducir el riesgo ante la eventualidad de una fuga de gas cloro en los puntos de cloración. El sistema se compone: 1. Caseta de almacenamiento y extracción de gas cloro. 2. Caseta de dosificación de gas cloro. 3. Área de instrumentación, control y telemetría. 4. Equipo lavador de gases o scrubber. 5. Planta de emergencia. 6. Nicho de lavaojos y regadera. 7. Equipos e instalaciones eléctricas e hidráulicas. 8. Obras exteriores. • Sistema de protección contra incendios: extintores portátiles • Capacitación del personal **Medidas preventivas**

CONSULTA PÚBLICA

Medida	M24 Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.				
	• Inspección de cilindros • Programas de mantenimiento e integridad mecánica • Plan de contingencias **Plan de respuesta a emergencias** **Plan para revertir los efectos de las liberaciones potenciales de los materiales peligrosos, en las personas y en el ambiente (cuerpos de agua, flora, fauna, suelo).**				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**A**
			x		
Tipo de medida	Medidas de prevención y mitigación				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Operación de la PTAP-R y PP.				
Objetivo	Prevenir la ocurrencia de eventos de riesgo, y en su caso mitigar los efectos.				
Indicador	Eventualidad ocurridas y atendidas.				

Tabla 6-26 Ficha Descriptiva M25

Medida	M25. Se contará con espacios de almacenamiento de materiales y equipo, los cuales estarán dentro del área autorizada y evitando causar afectaciones a las áreas adyacentes.				
Denominación del impacto	IA08 Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas. IA09 Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias. IA18 Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.				
Factor(es) en que incide	Suelo – características fisicoquímicas Agua - calidad				
Síntesis descriptiva	Será designada un área específica para el almacenamiento de materiales y equipo, la cual tendrá una cubierta protectora en el suelo y así evitar posibles afectaciones por derrames de aceites, algún otro hidrocarburo o sustancias que representen una potencial afectación al recurso edáfico o hídrico.				
	Etapas en las que se implementará la medida				
	PS	**C**	**O**	**M**	**A**
	x	x	x	x	x
Tipo de medida	Medida preventiva				
Obras y/o actividades del proyecto con la cual se asocia	Uso de equipo y materiales				
Objetivo	Proteger el suelo y agua por derrames potenciales				
Indicador	Características de los sitios de almacenamiento y reportes de incidentes.				

CONSULTA PÚBLICA

VI.1 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)

La elaboración de un Programa de Vigilancia Ambiental (en lo sucesivo citado como PVA) se justifica desde dos perspectivas: la conveniencia técnica de disponer de ese elemento guía y el disponer de un documento de seguimiento y control. Respecto al primer rubro, debe considerarse que por muy bien estudiado que esté el impacto, nunca se podrá obviar la incertidumbre inherente a todo análisis

predictivo (como lo es la EIA), y a la complejidad de las relaciones actividad – ambiente; por ello es preciso incluir controles que verifiquen la realidad de las incidencias del proyecto y permitan una evaluación "*ex post*", una vez transcurrido un período razonable de tiempo, sobre el cumplimiento de las previsiones y sobre la conveniencia de adoptar nuevas medidas correctivas y curativas hacia el futuro.

Por lo expuesto, en esta MIA se concibe al PVA como el documento de seguimiento y control que contiene los criterios técnicos que, a partir de la predicción realizada sobre los efectos ambientales del proyecto, permitirá a su gerencia o administración, seguir sistemáticamente el cumplimiento y los resultados de las estrategias y medida de prevención, mitigación y/o compensación y, de ser el caso, de las alteraciones de difícil previsión que pudieran aparecer; de esta forma el PVA pondrá a disposición de la gerencia del proyecto un método sistemático, sencillo, eficaz y eficiente, para seguir los puntos críticos objetivo de vigilancia, en las diferentes fases de desarrollo del proyecto.

La integración de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como las obligaciones en materia ambiental que la autoridad imponga a la empresa promovente a través de los Términos y Condicionantes del oficio resolutivo en materia de impacto ambiental que en su caso sea emitido, de manera sistematizada y organizada dentro de los Programas Específicos que esta MIA identifique convenientes de realización, será a través del PVA, el cual es el instrumento idóneo para concentrar el seguimiento que habrá de darse a cada una de las medidas adoptadas en los tiempos de aplicación precisos para cada una. En este sentido, el PVA tiene como objetivo el plantear una serie de acciones e indicadores con la finalidad de garantizar el cumplimiento tanto de las medidas planteadas en este capítulo como de las obligaciones impuestas por la autoridad en materia.

El PVA, en su versión actualizada será integrado y entregado a la autoridad competente, una vez autorizado el proyecto motivo de esta MIA-R, de manera que puedan incorporarse a dicho PVA las obligaciones impuestas por la autoridad, junto con las estrategias propuestas en este capítulo; se adjuntan a esta MIA-R la propuesta de lineamientos que habrá de cumplir el PVA que se someta a la aprobación de la autoridad.

El PVA, en su versión final, conformará un documento de seguimiento y control que habrá de contener al conjunto de criterios técnicos que con base en la predicción elaborada sobre los efectos ambientales del proyecto, permitirá al promovente realizar un seguimiento sistemático, tanto de los compromisos propuestos en esta MIA-R, como de las condiciones que la autoridad llegará a imponer en su autorización y de aquellas otras situaciones que fuese necesario atender derivadas de alteraciones que no fueron previstas, principalmente por la complejidad del comportamiento del factor evaluado (impactos supervinientes) para ir realizando evaluaciones correctivas sobre la marcha del proyecto.

Adicionalmente, en el PVA se prevé que periódicamente se entregará a la autoridad un informe periódico de cumplimiento que corresponderá a un reporte que integrará las evidencias de cumplimiento de todas las actividades ejecutadas y objetivos alcanzados. En síntesis, el PVA habrá de asegurar:

- Indicarle a la gerencia responsable de la ejecución del proyecto, cuáles son los aspectos objeto de la vigilancia,
- El cabal cumplimiento de los términos y de las condicionantes y de las estrategias;
- Que, con la atención a los indicadores estratégicos ligados al proyecto, se asegura que se conserva la calidad ambiental de los ecosistemas que lo acogieron.

CONSULTA PÚBLICA

6.1.1 Objetivo

Definir un sistema de seguimiento para sustentar la toma de decisiones orientadas al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas en la MIA-R, así como de los Términos y Condicionantes que en su momento sean impuestos por la autoridad.

Objetivos específicos

- Comprobar la eficacia de las medidas establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer las correcciones adecuadas;
- Informar al promovente y al director de la obra sobre los aspectos objeto de la vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficiente;
- Documentar todas las acciones procedentes, derivadas del cumplimiento de las obligaciones ambientales que debe atender el promovente;
- Asegurarse que cada contratista disponga en obra con personal capacitado que sea responsable de la ejecución de los programas o medidas que le competan, el cual contará con conocimientos previos adecuados a las distintas actividades a realizar en el proyecto; y

6.1.2 Metas

- Implementación del 100% de las medidas y programas propuestos en la MIA-R.
- Garantizar el cumplimiento del 100% de los Términos y Condicionantes establecidos en la Autorización que para tal efecto emita la autoridad evaluadora, en los plazos determinados.
- Comprobación del 100% de las medidas, programas, Términos y Condicionantes, mediante supervisión en sitio y revisión documental, cuyas evidencias serán integradas en los informes anuales.

6.1.3 Responsables del desarrollo

El responsable de la ejecución de cada una de las medidas propuesta es la empresa promovente del Proyecto, misma que contratará a un responsable técnico ambiental quien se encargará de vigilar y constatar la ejecución del PVA y el registro de los indicadores de éxito; asimismo el responsable formulará los informes de seguimiento del cumplimiento y aplicación efectiva de las medidas de protección, corrección y compensación requeridas por la autoridad a través del oficio emitido.

Los trabajos y acciones considerados en los diferentes apartados de este PVA serán realizados por la(s) contrata(s) que tenga(n) a su cargo las obras y las actividades del Proyecto, particularmente en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Previo al inicio de los trabajos de preparación del sitio y construcción y, de ser posible en la etapa de negociación de las obligaciones contractuales, cada contrata será notificada del alcance de las obligaciones ambientales que deberá asumir.

CONSULTA PÚBLICA

El desarrollo, seguimiento y recopilación de los registros derivado de los trabajos y acciones de cumplimiento ambiental de las contratas será responsabilidad del **Supervisor ambiental** y éste mantendrá una comunicación estrecha y permanente con el Gerente de la Obra (*Site manager*).

El profesional que desempeñe la función de supervisor ambiental cubrirá los siguientes requisitos:

- Experiencia comprobada a través de la documentación correspondiente, así como:
  - Amplio conocimiento del campo, tomando especial atención en los aspectos técnicos del Proyecto y su interacción con los diferentes componentes ambientales (aire, suelo, hidrología, biodiversidad, entre otros).
  - Conocimiento de metodologías y/o técnicas para la supervisión de proyectos, con especial atención en la verificación de la aplicación correcta de las medidas señaladas y establecidas en el PVA, y en los términos y condicionantes del presente oficio en relación con los impactos identificados.

Los criterios anteriores establecen las bases para sumir la función del Supervisor Ambiental y, en el marco de este PVA, garantizar una correcta asesoría para:

- La elaboración y ejecución de cada una de las acciones programadas.
- Supervisión de campo y gabinete.
- El diseño de bases de datos para poder dar seguimiento al cumplimiento de los Términos y Condicionantes de la resolución y medir el desempeño ambiental del proyecto.
- Proponer otras medidas que subsanen o mejoren aquellas que por los resultados se concluya que no son adecuadas.

En el mismo sentido, el Supervisor Ambiental tendrá bajo su responsabilidad la integración oportuna del documento de reporte del PVA.

6.1.4 Metodología

El PVA se basa en el registro de un conjunto de fichas técnicas que sustituirán la base necesaria para la realización de reportes (memorias, bitácoras, registros, etc.) con las que se sustente el tipo y grado de cumplimiento de las medidas propuestas, esto con la finalidad de mitigar, prevenir y compensar los impactos ambientales generados por las distintas acciones derivadas del proyecto. En la siguiente tabla se presenta la ficha tipo propuesta para la ejecución del programa, la cual incluye los diferentes componentes a considerar.

Tabla 6-27 Ficha Tipo del PVA

Programa de Vigilancia Ambiental	
Impacto	Efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio en sus distintos aspectos.
Componente	Aquel componente afectado por la realización de alguna acción.
Factor ambiental	Parte ambiental afectada.
Etapa del proyecto	Etapa en la cual se verá el impacto

CONSULTA PÚBLICA

Programa de Vigilancia Ambiental	
Acción que provoca el impacto	Actividad del proyecto que genera el impacto.
Objetivo	Finalidad de las medidas a efectuar.
Medidas de prevención, mitigación y compensación	Acciones a efectuar para prevenir, controlar y mitigar el impacto ambiental generado.
Verificación de la realización de las medidas	Validación en la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación.
Periodo de implementación de medidas	Periodo de tiempo en que se deberán implementar las medidas.
Equipo utilizado	Herramientas técnicas utilizadas para la realización y verificación de las medidas.
Documentos de control	Documentos que comprueben la ejecución de las medidas (contratos, bitácoras, formatos de registro, fotografías, reportes).
Responsable	Persona responsable de supervisar la realización de las medidas de prevención, mitigación y compensación.

Seguimiento y control (monitoreo)

En este sentido, la metodología del PVA se basa en recorridos de supervisión en sitio y documental, para comprobar la ejecución y efectividad de las medidas.

El supervisor realizará recorridos mediante los cuales verificará el debido cumplimiento de todos y cada uno de los compromisos ambientales, derivado de lo cual se llenará una bitácora para dar un seguimiento adecuado a las observaciones realizadas durante la supervisión.

La bitácora de inspección consiste en un formato donde se llevarán a cabo los registros de cumplimiento o incumplimiento de cada medida, conforme se identifiquen durante el recorrido de inspección, por factor e indicador ambiental afectado y anotando las observaciones que correspondan, incluidos los datos de ubicación. Asimismo, en su caso, se anotará la actividad que generó el incumplimiento. Para esto es necesario apoyarse de las listas de medidas y condicionantes, como se ejemplifica en seguida:

Tabla 6-28 Ejemplo de Bitácora de Inspección

Fecha de inspección	Medida / condicionante sujeta a seguimiento	Cumplimiento (si / no)	Observaciones

CONSULTA PÚBLICA

Fecha de inspección	Medida / condicionante sujeta a seguimiento	Cumplimiento (si / no)	Observaciones

Con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención y compensación señaladas en este capítulo, así como las que la autoridad competente disponga pertinentes, se realizará su seguimiento y control continuo a través del monitoreo, cuyo objetivo es garantizar el cumplimiento de las medidas y en caso de detectar medidas insuficientes o inadecuadas proponer nuevas.

El seguimiento y control de las medidas de prevención, mitigación o compensación se realizará a través de su supervisión durante el desarrollo del Proyecto; el personal encargado de esta actividad verificará el cumplimiento y recabará pruebas documentales de estas medidas y las que la autoridad determine.

La inspección es mediante recorridos por el área del Proyecto, pero también es documental para verificar que se han presentado todos los avisos, informes, programas, planes, entre otros documentos solicitados en las Condicionantes establecidas en la Autorización.

Además, deberá generarse un anexo fotográfico de evidencias en donde se documente a través de imágenes recuperadas en campo los cumplimientos de las medidas.

La supervisión se realizará de acuerdo con la siguiente periodicidad:

Tabla 6-29 Periodicidad de la Supervisión

Etapa	Periodicidad de supervisión
Preparación del sitio y construcción	Continua: el personal que se designe para la supervisión acompañará diariamente las actividades realizadas en esta etapa, por lo tanto, las medidas que se implementen en esta etapa serán verificadas diariamente.
Operación y mantenimiento	Continua en los componentes PTAP-R y PP, y periódica en los demás componentes.
Desmantelamiento y abandono	Continua: el personal que se designe para la supervisión acompañará diariamente las actividades realizadas en esta etapa, por lo tanto, las medidas que se implementen en esta etapa serán verificadas diariamente.

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución y aplicación de las actividades y medidas de control, prevención y mitigación, éstas serán evaluadas con uno o más indicadores de cumplimiento para cada una de las medidas aplicables en el periodo de revisión. Los indicadores pueden ser de carácter

CONSULTA PÚBLICA

administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de una condición que puede constatarse presencialmente en el sitio del Proyecto).

Las reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas, de no ser así, deberán ejecutar medidas de restauración y compensación y se revisarán la aplicación de las acciones específicas incluidas en el PVA, con el fin de detectar fallas en su aplicación y así mejorar el cumplimiento de cada medida.

Las desviaciones registradas durante los recorridos de supervisión se registrarán y rastrearán a través del tiempo y se establecerá un plan de acción específico para cada uno de ellos. En el formato se detallará la desviación, el factor ambiental afectado, la actividad que lo generó y la normatividad aplicable.

El responsable ambiental analizará la raíz del problema para, posteriormente, generar un plan de acción que incluya responsables, acciones (actividades) y fechas de conclusión. Aunado a esto, deberá verificar y dar seguimiento a las acciones tomadas y aplicadas para mitigar el impacto ambiental identificado. Todas las medidas de mitigación deberán estar documentadas y soportadas con anexos con la finalidad de evidenciar las actividades realizadas.

Elaboración de informes de seguimiento

Las evidencias recabadas se concentrarán en un documento de informe, en caso de detectarse incumplimiento el personal de supervisión informará a los responsables de la ejecución de las medidas para su inmediata realización.

Se elaborarán informes de seguimiento con las conclusiones de las inspecciones realizadas y en donde se efectuará una valoración general del grado de avance de las obras y de la aplicación de las medidas preventivas y correctoras establecidas en los documentos que rigen la ejecución del Proyecto.

Se generará un reporte en donde se concentren las evidencias fotográficas, bitácoras, acuses de presentación, planes, programas, y resultados de las medidas de mitigación, este reporte será firmado por el supervisor ambiental.

Estos reportes además deberán contener todas las evidencias de cumplimiento de cada una de las condicionantes del resolutivo de impacto, así como de todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación propuestas y de las acciones específicas que forman parte del PVA. Para dar seguimiento a lo anterior, la Promovente contará con los siguientes documentos:

- Bitácora de inspección;
- Registros fotográficos de evidencias;
- Acuses de presentación de los documentos solicitados en las condicionantes.
- Oficios de validación de los documentos indicados en las condicionantes.
- Permisos, contratos, convenios, entre otros documentos necesarios para probar el cumplimiento de medidas y condicionantes.

Adicionalmente, se contarán con bitácoras específicas que serán integradas a los informes de ejecución del PVA, tales como bitácoras de residuos (RSU, RME, RP), por mencionar algunas de las bitácoras ambientales operativas que estarán bajo la responsabilidad del supervisor ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

En caso de que el personal de supervisión determine que las medidas son insuficientes para prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados en el **Capítulo 5**, en función de la deficiencia ampliará su aplicación o propondrá nuevas medidas, esto se documentará en los informes de seguimiento.

6.1.5 Calendario de comprobación

En virtud de las diferentes acciones y programas que comprende el PVA, su aplicación se prolonga a todas las etapas del proyecto.

- Preparación del sitio: esta etapa tiene como objeto acondicionar el área para realizar la instalación de infraestructura de una forma adecuada y de acuerdo con las condiciones del terreno, buscando con ello la menor afectación ambiental posible, por lo que es de vital importancia en el seguimiento y aplicación de las medidas de mitigación.
- Construcción: se realizará la construcción de las obras permanentes que conforman el proyecto, etapa que continuará con la ejecución de algunos programas y se reportarán a la autoridad las evidencias y los resultados que vayan obteniéndose como parte de los informes de seguimiento.
- Operación y mantenimiento: se entregará el informe final de construcción y en algunos casos se prolongará la evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación, la entrega de informes cesará hasta que la autoridad determine lo conducente, especialmente en la operación de la PP y PTAP-R.

Por lo tanto, el cronograma de las actividades de supervisión y comprobación de la realización y efectividad de las medidas será continua durante la etapa de preparación del sitio y construcción, y en el caso de la operación y mantenimiento será continua únicamente en los componentes de PTAP-R y PP, mientras que, en los otros componentes la inspección será periódica.

Las visitas periódicas estarán en función de la duración de los programas que serán implementados, en la siguiente tabla se muestra la calendarización de las medidas, la cual se ejecutará conforme a la calendarización de las actividades del Proyecto según el cronograma presentado en el **Capítulo 2** de esta MIA.

Tabla 6-30 Cronograma de Implementación de las Medidas

ID	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a 60	61 y 62
-	Supervisión de la implementación de medidas y elaboración de reportes.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M1	Se delimitará físicamente el área autorizada para el desplante de los componentes del Proyecto, con el fin de restringir la movilidad del personal y maquinaria, consecuentemente prevenir afectaciones a áreas no autorizadas.	x											

CONSULTA PÚBLICA

ID	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a 60	61 y 62
M2	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M3	Las actividades de preparación del sitio y construcción se realizarán en horarios diurnos, evitando la generación de ruido durante la noche.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
M4	Uso obligatorio del equipo de protección personal por parte de todo el personal que labore durante todas las etapas del Proyecto.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M5	Cumplimiento de un límite máximo permisible de ruido de 68 dB(A) en horario diurno (06:00-22:00) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00-06:00), según la NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.											x	
M6	Con la finalidad de minimizar la concentración de material particulado, se prevé humedecer las terracerías por las cuales transiten vehículos, así como las áreas con movimiento de tierras durante la construcción.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
M7	Proteger con lonas el material terreo que sea transportado, a fin de evitar dispersión de partículas suspendidas.	x	x	x	x	x	x	x					
M8	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

CONSULTA PÚBLICA

ID	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a 60	61 y 62
M9	Se brindará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, además de que, el parque vehicular deberá contar con la verificación correspondiente.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
M10	Se implementará un **Programa de manejo integral de residuos**, establecido específicamente para el presente proyecto.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M11	Se colocarán letrinas portátiles en relación de una letrina por cada 15 trabajadores (1:15), o por cada frente de trabajo activo.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
M12	Al finalizar la etapa de construcción se retirará la maquinaria y se realizará la limpieza de todas las áreas del Proyecto, dejándolas libres de residuos y material.										x		
M13	En caso de requerir reparaciones emergentes de maquinaria o equipo, los trabajos se llevarán a cabo protegiendo previamente el suelo con material impermeable y, sobre éste, material absorbente, por lo tanto, será obligatorio que la maquinaria cuente con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la carga de combustibles.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
M14	Colocación de barreras antiturbidez para evitar la dispersión de sedimentos durante los trabajos para la conformación de los bordos de dique y tanque regulador.				x	x	x	x					
M15	El retiro de vegetación será de forma gradual para evitar exponer el suelo por largos periodos de tiempo, así como para permitir el desplazamiento de la fauna.	x	x	x									

CONSULTA PÚBLICA

ID	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a 60	61 y 62
M16	El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural.	x	x	x									
M17	Implementación de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante.	x	x	x									
M18	Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos.								x	x	x		
M19	El suelo orgánico será colocado separado del suelo no fértil, para su reincorporación a las áreas temporales al término de la construcción.				x	x	x	x					
M20	Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas.		x	x	x	x	x	x					
M21	Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.										x		
M22	Implementación de un **Programa de Rescate y Reubicación asi como la reposición de ejemplares arbóreos**, como medida de compensación por la afectación de vegetación de pastizal halófilo.		x	x	x	x	x						
M23	Previo al inicio de la preparación del sitio y construcción de cada componente del Proyecto, se implementarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.	x	x	x									
M24	Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.											x	

CONSULTA PÚBLICA

ID	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a 60	61 y 62
M25	Se contará con espacios de almacenamiento de materiales y equipo, los cuales estarán dentro del área autorizada y evitando causar afectaciones a las áreas adyacentes.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

6.1.6 Punto de comprobación

En la siguiente tabla se especifica el punto de comprobación, señalándose que, en la mayoría de los casos la comprobación es in situ y en algunos casos documental.

Tabla 6-31 Punto de Comprobación de las Medidas

ID	Medidas / Clave del impacto	Punto de comprobación
M1	Se delimitará físicamente el área autorizada para el desplante de los componentes del Proyecto, con el fin de restringir la movilidad del personal y maquinaria, consecuentemente prevenir afectaciones a áreas no autorizadas.	Perímetro del área del Proyecto.
M2	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto.	Listas o bitácoras de asistencia, señalética presente en el área del Proyecto.
M3	Las actividades de preparación del sitio y construcción se realizarán en horarios diurnos, evitando la generación de ruido durante la noche.	Comprobación in situ en los horarios correspondientes: Horario diurno: de 6 am a 6 pm. Hario nocturno: de 6 pm a 6 am.
M4	Uso obligatorio del equipo de protección personal por parte de todo el personal que labore durante todas las etapas del Proyecto.	Comprobación in situ, verificación del uso de equipo de protección personal por parte del personal. Acuses de entrega – recepción del equpo.
M5	Cumplimiento de un límite máximo permisible de ruido de 68 dB(A) en horario diurno (06:00-22:00) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00-06:00), según la NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Comprobación in situ en los horarios correspondientes. Estudio de ruido.
M6	Con la finalidad de minimizar la concentración de material particulado, se prevé humedecer las terracerías por las cuales transiten vehículos, así como las áreas con movimiento de tierras durante la construcción.	Comprobación in situ, mediante verificación de terracerías humedecidas y ausencia de polvos.
M7	Proteger con lonas el material terreo que sea transportado, a fin de evitar dispersión de partículas suspendidas.	Comprobación in situ de camiones usando lona durante los traslados de material.

CONSULTA PÚBLICA

ID	Medidas / Clave del impacto	Punto de comprobación
M8	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra.	Comprobación in situ para verificación de presencia de letreros con esta restricción, así como vehículos circulando a la velocidad establecida.
M9	Se brindará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, además de que, el parque vehicular deberá contar con la verificación correspondiente.	Comprobación in situ de la maquinaria en óptimas condiciones de funcionamiento, sin averías visibles, sin goteos de aceite o combustible ni emisiones ostensibles a la atmósfera. Documentación probatoria de mantenimientos periódicos.
M10	Se implementará un Programa de manejo integral de residuos, establecido específicamente para el presente proyecto.	Comprobación in situ de áreas, instalaciones y contenedores para el manejo de residuos, así como un área de trabajo libre de residuos.
M11	Se colocarán letrinas portátiles en relación de una letrina por cada 15 trabajadores (1:15), o por cada frente de trabajo activo.	Comprobación in situ de la presencia de letrinas en cantidad proporcional a la cantidad de trabajadores activos.
M12	Al finalizar la etapa de construcción se retirará la maquinaria y se realizará la limpieza de todas las áreas del Proyecto, dejándolas libres de residuos y material.	Comprobación in situ de áreas limpias de residuos y material sobrante.
M13	En caso de requerir reparaciones emergentes de maquinaria o equipo, los trabajos se llevarán a cabo protegiendo previamente el suelo con material impermeable y, sobre éste, material absorbente, por lo tanto, será obligatorio que la maquinaria cuente con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la carga de combustibles.	Comprobación in situ de suelo limpio de combustibles, aceites y otras sustancias usadas por la maquinaria.
M14	Colocación de barreras antiturbidez para evitar la dispersión de sedimentos durante los trabajos para la conformación de los bordos de dique y tanque regulador.	Comprobación in situ de barreras antiturbidez colocadas durante la conformación de bordos.
M15	El retiro de vegetación será de forma gradual para evitar exponer el suelo por largos periodos de tiempo, así como para permitir el desplazamiento de la fauna.	Comprobación in situ del avance de obra y de la remoción de vegetación.
M16	El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural.	Comprobación in situ del material triturado y dispersado.
M17	Implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante.	Comprobación in situ de las áreas de reubicación.

CONSULTA PÚBLICA

ID	Medidas / Clave del impacto	Punto de comprobación
M18	Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos.	Comprobación in situ de las áreas de uso temporal.
M19	El suelo orgánico será colocado separado del suelo no fértil, para su reincorporación a las áreas temporales al término de la construcción.	Comprobación in situ de las áreas con remoción de suelo y sitios temporales para su almacenamiento.
M20	Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas.	Comprobación in situ de las áreas en donde se haga la reposición.
M21	Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.	Comprobación in situ de las áreas de PP y PTAP-R.
M22	Implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, así como la reposición de ejemplares arbóreos, como medida de compensación por la afectación de vegetación.	Comprobación in situ del área destinada para restauración.
M23	Previo al inicio de la preparación del sitio y construcción de cada componente del Proyecto, se implementarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.	Comprobación in situ del área del Proyecto, ausencia de fauna silvestre durante la remoción de vegetación, despalme y construcción.
M24	Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.	Comprobación in situ de las instalaciones de la PTAP-R y PP.
M25	Se contará con espacios de almacenamiento de materiales y equipo, los cuales estarán dentro del área autorizada y evitando causar afectaciones a las áreas adyacentes.	Comprobación in situ de las diferentes áreas del Proyecto.

6.1.7 Indicadores

Cada una de las medidas y programas cuentan con sus propios indicadores, mismos que se especifican en las fichas descriptivas presentadas en el apartado VI.1 de este documento y en los programas incluidos en el Anexo 12.

Mientras que, el indicador para el PVA es el siguiente:

- Porcentaje de medidas y programas implementados. Umbral aceptable: implementación del 100% de las medidas y programas propuestos en la MIA-R.
- Porcentaje de Términos y Condicionantes establecidos en la Autorización que para tal efecto emita la autoridad evaluadora implementados. Umbral aceptable: cumplimiento del 100% de los Términos y Condicionantes, en los plazos determinados.

CONSULTA PÚBLICA

6.1.8 Medidas de urgente aplicación

En caso de que no se alcancen los objetivos y metas establecidas con base en los indicadores definidos (indicadores de realización y eficacia), se prevé la aplicación de medidas de urgente aplicación, las cuales están dirigidas a corregir aquellas desviaciones que se identifiquen durante los procesos previstos en cada una de las etapas, por lo que se prevé la aplicación de medidas de urgente aplicación. En este sentido, cada uno de los programas considera sus medidas de forma particular, mientras que, en el presente documento se proponen las siguientes:

- En caso de peligro inminente se detendrá la obra o actividad hasta que se les pueda corregir la desviación o sea solucionado el problema.
- Identificar el impacto no previsto para determinar la medida que se debe ejecutar.
- Adecuación de las obras o actividades cuando éstas originen impactos supervenientes.
- Conformación de obras complementarias alternativas o fortalecer las ya instaladas.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 7

Pronósticos Ambientales y, En Su Caso, Evaluación de Alternativas

CONTENIDO E ÍNDICES

7.1. Descripción y Análisis del Escenario Sin Proyecto 2
Descripción y Análisis del Escenario Con Proyecto 19
Descripción y Análisis del Escenario Considerando las Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y/o Corrección 25
Pronóstico Ambiental 29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7-1 Cambios en la Superficie Forestal con Base en las Series del INEGI en el SAR *18*
Tabla 7-2 Impactos Identificados en el Capítulo 5 ..... *19*
Tabla 7-3 Descripción del Escenario con Proyecto sin Implementación de Medidas *22*
Tabla 7-4 Medidas Establecidas Para la Atención de los Impactos Negativos que se Ocasionen por el Proyecto. *25*
Tabla 7-5 Escenario con Proyecto y con la Implementación de Medidas *26*
Tabla 7-6 Pronósticos de los Tres Escenarios del SAR *29*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7-1 Índice de Estabilidad Climática 2015-2039 RCP 4.5. ..... *4*
Figura 7-2 Índice de Estabilidad Climática 2045-2069 RCP 4.5. ..... *5*
Figura 7-3 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie I *11*
Figura 7-4 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie II *12*
Figura 7-5 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie III *13*
Figura 7-6 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie IV *14*
Figura 7-7 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie V *15*
Figura 7-8 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie VI *16*
Figura 7-9 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie VII *17*

CONSULTA PÚBLICA

En el presente capítulo se generarán los diferentes escenarios del área en donde se pretende llevar a cabo el Proyecto. En este sentido, es necesario entender que un escenario se considera como la descripción provisoria y exploratoria de un futuro probable. Los escenarios describen eventos y tendencias y cómo éstas pueden evolucionar en tiempo y espacio (Firmenich 2009).

También se puede definir como un retrato significativo y detallado de un admisible, recomendable y coherente mundo futuro. En él se pueden ver y comprender claramente los problemas, amenazas y oportunidades que tales circunstancias pueden presentar.

El desarrollo de los escenarios permitirá prever las posibles afectaciones que se tendrían sobre los recursos naturales, con y sin la presencia del Proyecto, permitiendo comparar las condiciones ambientales actuales y posteriores a la ejecución de este.

Para ello, se compara la situación ambiental existente con la que se espera generar como consecuencia de la implementación del Proyecto, por lo que la línea base (condiciones iniciales del SAR y área del Proyecto, descritas en el **Capítulo 4**) constituye una fuente de información primordial para determinar los impactos ambientales esperados por la ejecución del Proyecto.

En este sentido, una vez que se ha caracterizado la línea base del SAR y área del Proyecto, se han identificado los impactos ambientales que pudieran ocasionar las distintas actividades del Proyecto y se han establecidos las medidas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación. En este sentido, se pueden plantear los diversos escenarios para el área en donde se pretende realizar el Proyecto.

Por otro lado, para la elaboración de los pronósticos ambientales es importante considerar el carácter significativo de los impactos ambientales, ya que la significancia de los mismos es proporcional a las alteraciones que causan en los componentes ambientales.

El interpretar o predecir el comportamiento de las acciones a futuro o construirlo, de acuerdo con las perspectivas, resulta un tanto complicado. Sin embargo, existen métodos para la formulación de escenarios, como los pronósticos cualitativos y cuantitativos, estudios prospectivos, la simulación, modelos causales, entre otros, que nos proporcionan indicios de lo que podría esperarse para un tiempo posterior derivado de una acción (en este caso, la ejecución del Proyecto).

El objetivo de cualquiera de estos métodos es pronosticar escenarios coherentes y acordes a las implicaciones que puede ocasionar la implementación de un proyecto (Vergara C., Maza F. y Fontalvo T. 2010).

7.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Para poder analizar el escenario sin proyecto (Línea base o T_0), se retoma la información del **Capítulo 4** de la presente MIA-R, con la finalidad de determinar el estado actual de los diferentes factores ambientales presentes en el SAR, AI y área del Proyecto, así mismo se describe el escenario que presentarían estos factores sin considerar la realización del Proyecto como elemento del cambio (escenario 1).

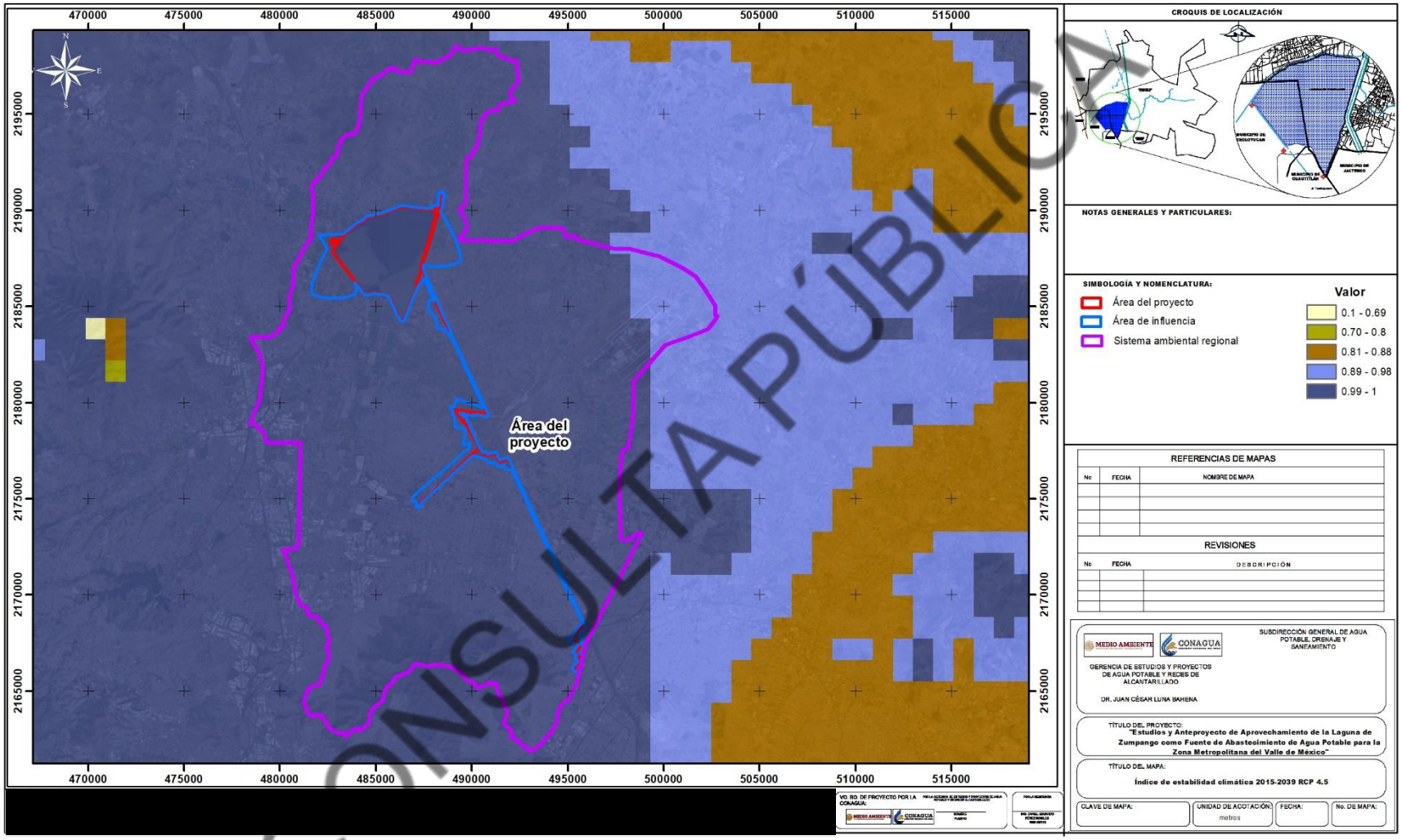
CONSULTA PÚBLICA

Abióticos:

- La mayor parte del SAR presenta un alto índice de impacto antropogénico, las áreas se han intervenido transformando sustancialmente la cobertura del suelo, en donde se observa dominancia de áreas agrícolas, así como presencia de asentamientos humanos, por lo tanto, los microclimas se han sido modificado prácticamente en toda el área de estudio.
- Considerando el índice de estabilidad climática publicado por CONABIO (2019) en un horizonte a futuro cercano (2015-2039) es de observarse que el espacio geográfico que ocupa el SAR presenta alta estabilidad climática en casi toda el área, presentando una mínima zona con menor estabilidad en su zona oriente, tal como se aprecia en la figura 1.
- Sin embargo, en el modelo de estabilidad climática 2045-2069 se observa que su índice de estabilidad disminuye en sentido oriente poniente, presentando la más alta estabilidad sólo en la zona sur (Sierra de Guadalupe) y la zona norte del SAR, como se aprecia en la figura 2, mientras que la zona con menor estabilidad se encuentra al oriente.

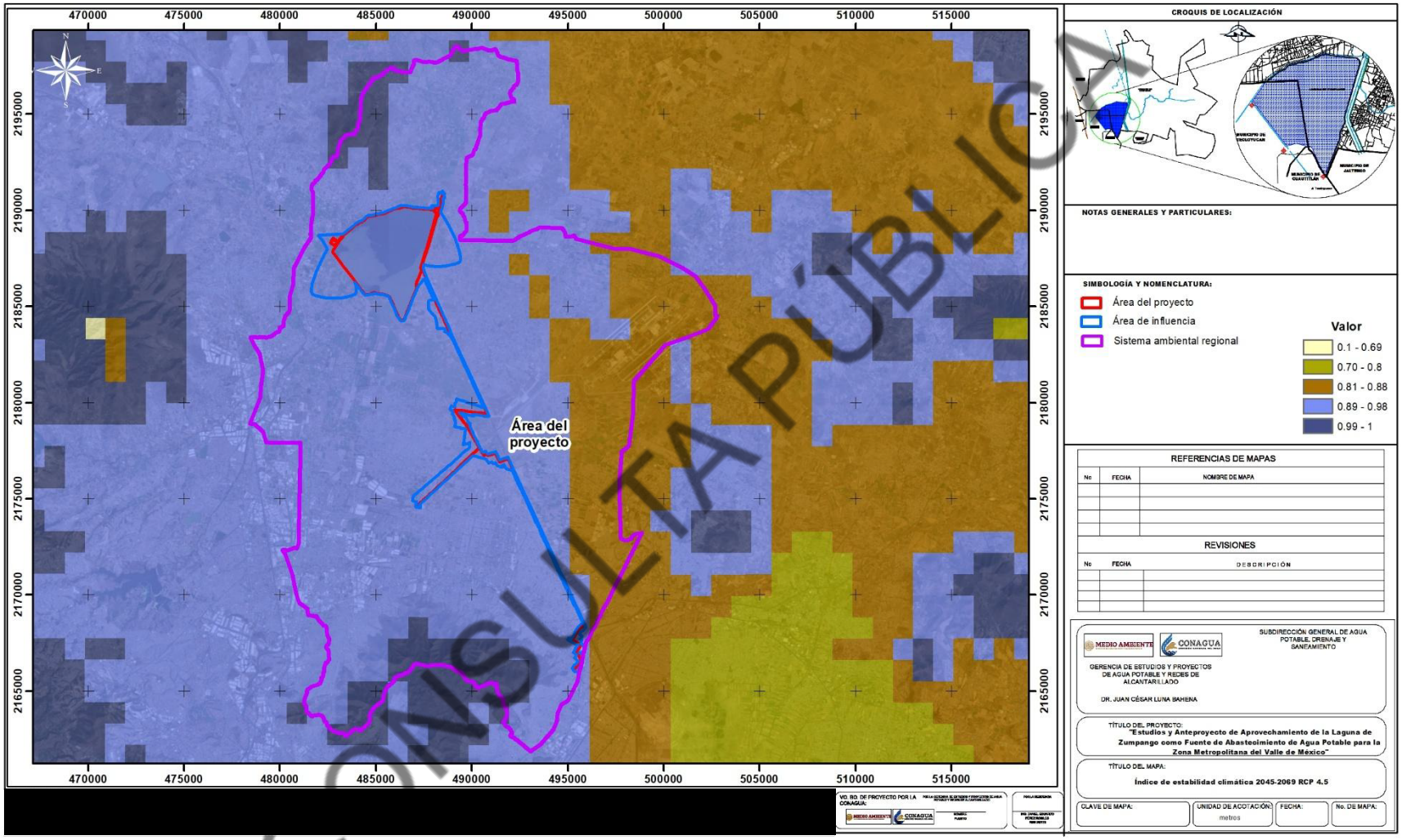
CONSULTA PÚBLICA

Figura 7-1 Índice de Estabilidad Climática 2015-2039 RCP 4.5.



CONSULTA PÚBLICA

Figura 7-2 Índice de Estabilidad Climática 2045-2069 RCP 4.5.



CONSULTA PÚBLICA

- En lo referente a la vulnerabilidad al cambio climático, la mayoría de los municipios en los cuales se ubica el SAR presentan vulnerabilidad media o baja, sólo para el caso de Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones se observa que la mayoría se ubica en el rango de vulnerabilidad alta a muy alta.
- En todos los casos el relieve es un factor influyente en los demás factores ambientales, así como en la modificación por urbanización, dado que en zonas con menor pendiente se dan los mayores índices de antropización, en el SAR la pendiente predominante se encuentra en un rango de 0 a 5%, la mayor pendiente se da en las elevaciones al norte y sur del SAR, especialmente en la Sierra de Guadalupe y Cerro San Juan Zitlaltepec en donde alcanza hasta 54%, siendo en estas zonas en donde se tiene las zonas con menor degradación..
- En el área de estudio se distribuyen suelos de tipo durisol, leptosol, phaeozem, solonchak, solonetz, technosol y vertisol, de los cuales en el SAR los technosoles son los que ocupan mayor extensión. Los tecnosoles combinan suelos cuyas propiedades están originadas por su origen técnico. Contienen una cantidad significativa de artefactos (algo en el suelo reconociblemente hecho o extraído de la tierra por el hombre), o están sellados por roca dura técnica (material duro creado por el hombre, que tiene propiedades diferentes a la roca natural). Incluyen suelos de desechos (rellenos, lodos, escorias, escombros o desechos de minería y cenizas), pavimentos con sus materiales subyacentes no consolidados, suelos con geomembranas y suelos construidos en materiales hechos por el hombre.
- De acuerdo con la cartografía de erosión, escala 1:250,000 del INEGI, en el suelo presente en el área de estudio se identifican procesos erosivos hídricos y antrópicos, así como áreas sin erosión, se reconocen áreas con suelos que han sido afectados por compactación y sellamiento clasificadas como asentamientos humanos (AH) y zona urbana (ZU). La mayor superficie del SAR, AI y AP, presentan degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, en grado moderado y tiene como causa principal las actividades agrícolas.
- El SAR incide sobre una red de escurrimientos de tipo intermitente en las zonas de mayor pendiente, esto es al sur y norte del SAR, sin embargo, el AI y AP no se ubican sobre escurrimientos; en cuanto a cuerpos de agua sólo se identifica incidencia en la Laguna de Zumpango. En este componente la mayoría de los sitios de monitoreo de calidad del agua presentan un semáforo rojo, es decir, incumplen con uno o más de los siguientes parámetros: DBO, DQO, ENTEROC, y/o TOX.
- El SAR en su mayor superficie, así como la totalidad del AI y AP se encuentran en el acuífero Cuautitlán – Pachuca, el cual presenta déficit de -229.942637 hm^3/año; en este acuífero la mayoría de los sitios de monitoreo de calidad de agua presentan un semáforo rojo, es decir, incumplen con los parámetros de plomo, cromo, hierro y manganeso, lo cual implica que para los sitios con contaminantes de plomo y cromo se trata de aguas no aptas como abastecimiento de agua potable, mientras que para el caso de los sitios con excedentes de hierro y manganeso se describe como sin efectos a la salud pero el agua puede presentar colación.
- La mayor cantidad de contaminantes es emitida en los municipios de Ecatepec de Morelos y Tlalnepantla de Baz; en cuanto a las cantidades por tipo de fuente se observa que la mayor cantidad de emisiones ocurre por fuentes móviles seguidas de fuentes de área. La mayor cantidad corresponde a CO, seguido de COV y NOx; los CO y NOx provienen de fuentes móviles como vehículos, los de COV provienen principalmente de fuentes de área y también móviles. En el SAR generalmente las principales fuentes de emisión de ruidos

CONSULTA PÚBLICA

serían móviles, específicamente vehículos de todo tipo, los cuales, podrían generar hasta 90 dB, especialmente en las áreas aledañas a las vialidades.

Bióticos

- En el SAR se tiene la presencia de tipos de vegetación de bosque de encino en fase primaria y secundaria, matorral crasicaule y pastizal halófilo; también se tienen usos de suelo no forestales de pastizal inducido, agricultura, asentamientos humanos y cuerpo de agua, siendo dominantes los usos de agricultura (27.1%) y asentamientos humanos (38.9%).
- Sólo una mínima proporción del SAR presenta vegetación forestal correspondiente a matorral crasicaule en el 3.5% de la superficie, pastizal halófilo en el 4.9% y bosque de encino en el 1.5% considerando su vegetación primaria y secundaria.
- De la superficie general del Proyecto de 1,895.8304 ha, se obtiene que 2.9123 ha corresponden agricultura, 14.9641 ha a áreas desprovistas de vegetación, 0.5685 ha a asentamientos humanos, 0.0365 ha a canales, 1,828.0572 ha a cuerpo de agua, 0.6050 ha a hileras de arbolado, 4.5417 ha a pastizal cultivado, 2.6479 ha a pastizal halófilo y 41.4972 ha a pastizal inducido. Mientras que, de la superficie del Proyecto con desplante de componentes correspondiente a 122.2203 ha, se obtiene que 2.9123 ha corresponden agricultura, 14.8796 ha a áreas desprovistas de vegetación, 0.5685 ha a asentamientos humanos, 0.0365 ha a canales, 54.9454 ha a cuerpo de agua, 0.6050 ha a hileras de arbolado, 4.5417 ha a pastizal cultivado, 2.6479 ha a pastizal halófilo y 41.0833 ha a pastizal inducido.
- De los usos de suelo y vegetación presentes en el área del Proyecto la vegetación caracterizada como pastizal halófilo es la única se encuentra clasificada como un tipo de vegetación forestal en términos de la ley (“otros ecosistemas”) y constituye “otros terrenos forestales, por lo tanto, se requiere tramitar la autorización de cambio de uso de suelo en una superficie de 2.6479 ha presente en el predio en donde se ubicará el componente PTAP-R.
- Como resultado de la revisión bibliográfica realizada de la flora registrada en la región, se obtuvo el registro de 633 especies correspondientes a 373 géneros, 113 familias, 43 órdenes y 6 clases; de las cuales en el AI incidieron 120 especies y 66 en el AP, la mayoría de los registros se concentran en la zona sur en la Sierra de Guadalupe, de las cuales se registraron 5 especies presentes en alguna categoría de riesgo de la NOM-059 así como 142 especies endémicas. Se observó que las especies en riesgo fueron registradas en 7 usos de suelo y vegetación registrados en el SAR, principalmente matorral crasicaule y asentamientos humanos, en este último también se registraron especies en riesgo. Cabe señalar que, la mayoría de las especies en riesgo se concentran en la Sierra de Guadalupe. La mayor parte de los registros de especies endémicas se localizaron en los tipos de vegetación de matorral crasicaule y pastizal inducido, así mismo, una cantidad importante se encontraron en bosque de encino e incluso en asentamientos humanos, esto obedece a que varias especies aún y cuando son endémicas a México, se trata de especies herbáceas o arbustivas que pueden encontrarse en diferentes ambientes, inclusive en ambientes perturbado puesto que algunas son de carácter ruderal, es decir que pueden crecer a orillas de caminos o en parcelas en descanso.
- Como resultado de los sitios de verificación en el AP y en el AI se observaron un total de 83 especies, pertenecientes a 72 géneros, 33 familias, 19 órdenes y 2 clases, de las cuales 72 se registraron en el AI y 67 en el área del Proyecto. Se registraron sólo 2 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Erythrina americana* (colorín) en la categoría de

CONSULTA PÚBLICA

Amenazada y *Hesperocyparis lusitanica* (cedro blanco) en la categoría de Sujeta a Protección Especial; ambas fueron registradas en el área de influencia, específicamente en la vegetación de pastizal inducido presente en los bordos de la Laguna de Zumpango. Con respecto a las especies endémicas, mediante los trabajos de campo se registraron 8 especies, todas presentes en el AI y 7 presentes en el AP. Por otro lado, al tratarse de una región con alto grado de antropización se registró una gran proporción de especies invasoras o exóticas, con un total de 31 especies en esta clasificación, lo que significa el 39.7% del total de las especies

- En el caso de fauna, como resultado del muestreo se documentaron 87 especies de vertebrados terrestres, distribuidos en anfibios, aves, mamíferos y reptiles, con un total de 4,203 registros.
- Los resultados demuestran que las aves son el grupo más diverso, con 82 especies registradas, seguidas por los reptiles con tres, mamíferos con dos, no se registraron especies de anfibios. Esta composición es consistente con la literatura, que señala a las aves como el grupo dominante en riqueza dentro de la mayoría de los ecosistemas. El AP registró 49 especies, mientras que el SAR alcanzó 77 especies, lo que refleja que la diversidad aumenta conforme se incluyen diferentes hábitats (pastizales, zonas agrícolas, vegetación natural, cuerpos de agua y áreas con influencia antrópica).
- En cuanto a los índices de diversidad, los valores de Shannon (H' > 3) para aves dentro del SAR y el conjunto total de especies confirman comunidades diversas y con buena equidad, mientras que los valores para mamíferos, reptiles y anfibios resultaron más bajos, lo que puede atribuirse tanto a limitaciones derivadas de los hábitos de las especies, como a condiciones de fragmentación del hábitat.
- La comparación estadística entre el AP y el SAR a través de la *t Student* mostró que no existen diferencias significativas para el índice de Simpson, por el contrario, para el índice de Shannon si se detectaron diferencias significativas. Los índices de similitud (Jaccard y Morisita) reflejan baja coincidencia de especies, con valores entre 38 y 60%, lo que confirma que la composición específica difiere y que cada polígono aporta de manera complementaria al mosaico de biodiversidad regional.
- El registro de 18 especies con alguna categoría de protección (NOM-059, CITES, IUCN) y la identificación de especies prioritarias para la conservación subraya la relevancia del área en términos de manejo ambiental. Se requiere prestar especial atención en los reptiles como iguanas y aves rapaces.
- La presencia de especies exóticas invasoras pone en evidencia la influencia de actividades humanas y la necesidad de programas de control para prevenir su expansión.

Socioeconómico

- La población total presente en los 18 municipios sobre los cuales incide el SAR es de 5,304,640 habitantes, comprende la región norte de la Zona Metropolitana del Valle de México, el municipio con la mayor cantidad de habitantes es Ecatepec de Morelos que concentra más de la quinta parte del total de los 18 municipios.
- De acuerdo con el grado de marginación municipal del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), en los 18 municipios sobre los cuales incide el SAR el grado de marginación es muy bajo, el cual se traduce en mejores oportunidades y menor vulnerabilidad.
- Con base en el índice de desarrollo humano se observa que todos los municipios en los cuales se ubica el SAR tiene valores por arriba de 0.7 reflejando un nivel alto de desarrollo;

CONSULTA PÚBLICA

los valores más altos los presentan los municipios de Cuautitlán Izcalli, Coacalco de Berriozábal y Tlalnepantla de Baz.

Paisaje

- La calidad determinada a nivel del SAR se encuentra clasificada como media, la puntuación que lo eleva a este rango es la presencia de más de 2 tipos de vegetación, la presencia del cuerpo de Agua Laguna de Zumpango y la posibilidad de contemplar fauna excepcional en esta área. Al hacer la valoración considerando sólo el área de influencia y área del Proyecto se obtiene diferencia en puntaje debido a la presencia de la Laguna de Zumpango como elemento dominante, y a que a este nivel se tiene sólo un tipo de vegetación natural, sin embargo, también a este nivel se obtuvo una calidad media.
- Se obtuvo un valor de 27 puntos para las 3 áreas, ubicándose en un rango de CAV moderada para el área de estudio general, que denota una fragilidad clasificada también como moderada, es decir tiene una capacidad moderada para absorber los cambios que se produzcan en esa zona.
- El paisaje en término ecológicos se refiere al conjunto de sistemas naturales que lo configuran, es decir, la interrelación entre agua, aire, suelo, plantas y fauna, a lo que debería agregarse la actividad humana; por lo cual, en este contexto el paisaje que se reconoce en el SAR, AI y AP tiene como componentes centrales áreas agrícolas y asentamientos humanos, distribuidos sobre topoformas principalmente de vaso lacustre, en donde se dan las interacciones entre los diferentes componentes de suelo, flora, fauna, entre otros; para evaluar su calidad en este estudio se hizo referencia al índice de capital natural de la CONABIO, con base en este se observa que cubre una baja proporción del SAR indicando una valor de capital natural bajo y presente únicamente en la zona norte y sur del SAR, en la Sierra de Guadalupe y Cerro San Juan Zitaltepec, así como en algunas zonas en la parte oriente del SAR y de la Laguna de Zumpango; lo anterior, dado que la mayor parte del SAR se trata de un área con predominancia de áreas modificadas por actividades agrícolas y asentamientos humanos, un paisaje con baja capacidad para sostener capital natural.

Tendencias de cambio

Como se puede observar en la descripción presentada anteriormente, las tendencias de desarrollo y deterioro identificadas en el SAR están indudablemente relacionadas con el incremento de las actividades antrópicas en la región, donde destaca la urbanización y la agricultura; mismas que se reflejan en el cambio, a través del tiempo, sobre el uso de suelo de dicha superficie, cuya comparación es posible empleando como referencia las cartas de uso de suelo y vegetación del INEGI:

- 1980: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie I, escala 1:250 000. México.
- 1993: INEGI. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie II. Escala 1:250,000. México.
- 2002: INEGI. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III. Escala 1:250,000. México.
- 2007: INEGI. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV. Escala 1:250,000. México.

CONSULTA PÚBLICA

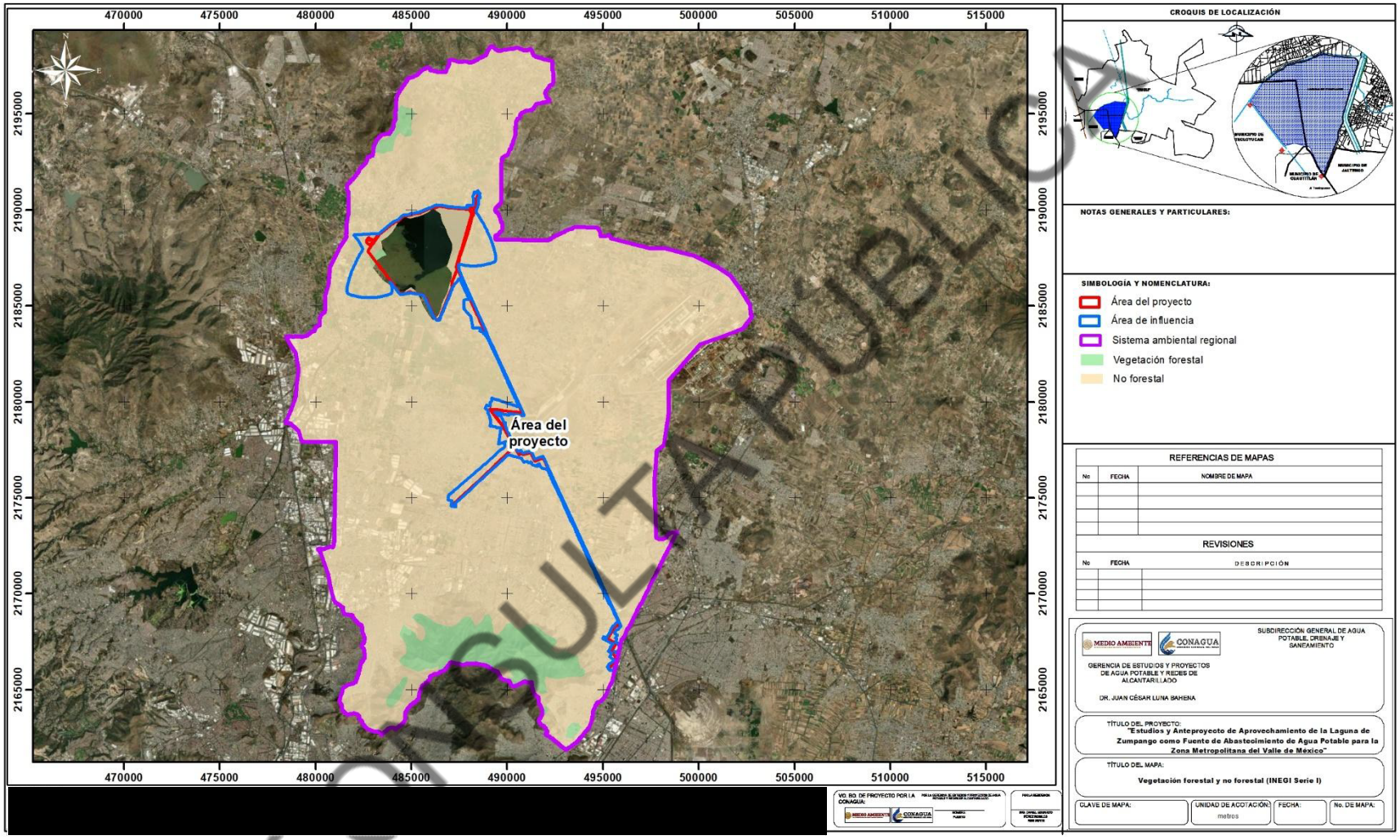
- 2011: INEGI. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie V. Escala 1:250,000. México.
- 2016: INEGI. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VI. Escala 1:250,000. México.
- 2018[1]: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII, escala 1:250000. México.

A partir de estas cartas, se obtuvo la superficie por uso de suelo y vegetación para la superficie del SAR. En las siguientes figuras se presentan los mapas de superficie por uso de suelo de cada una de las series del INEGI.

CONSULTA PÚBLICA

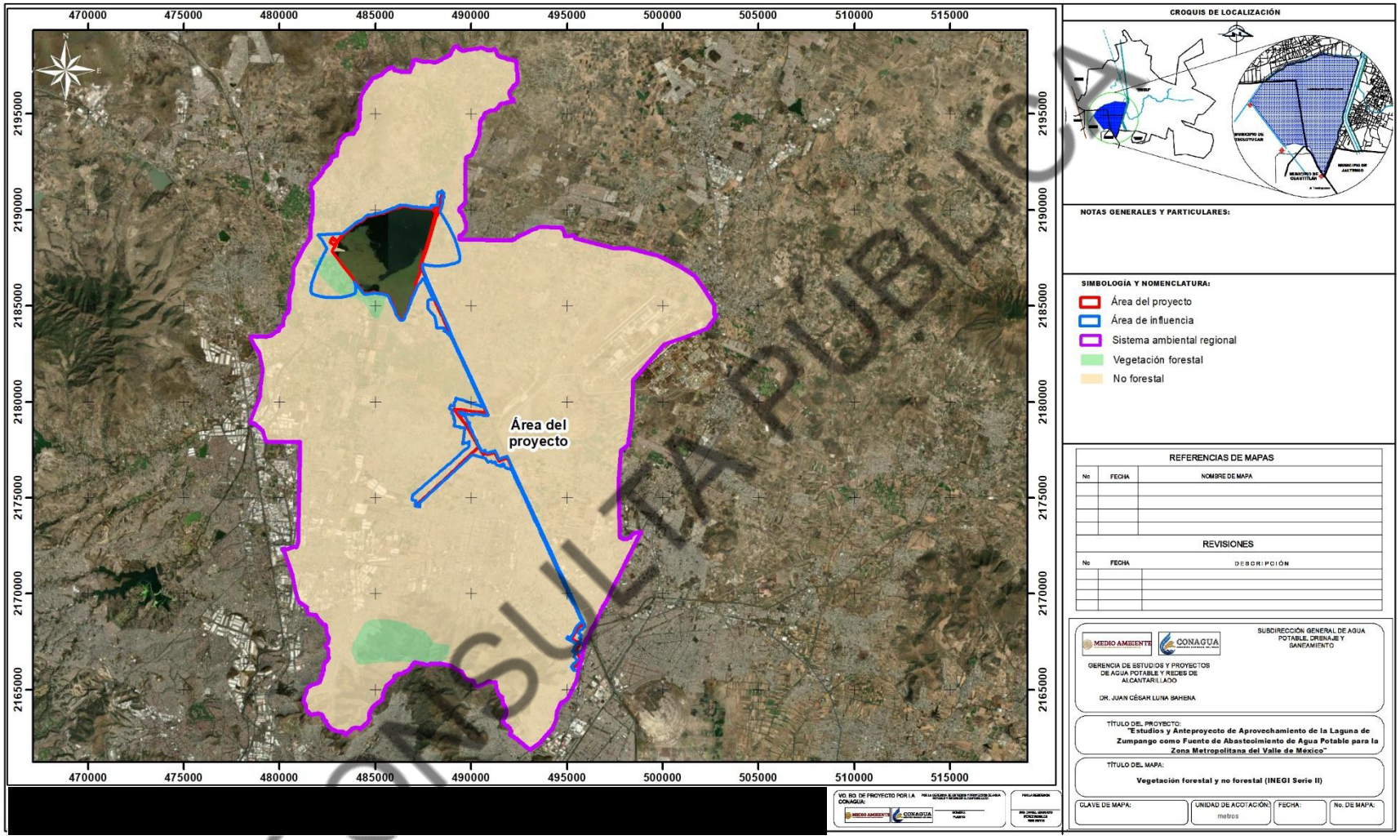
[1] De acuerdo con los "Vectoriales de uso de suelo y vegetación" la Serie VII, escala 1:25 000, fue desarrollada entre el periodo 2017 y 2021.

Figura 7-3 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie I



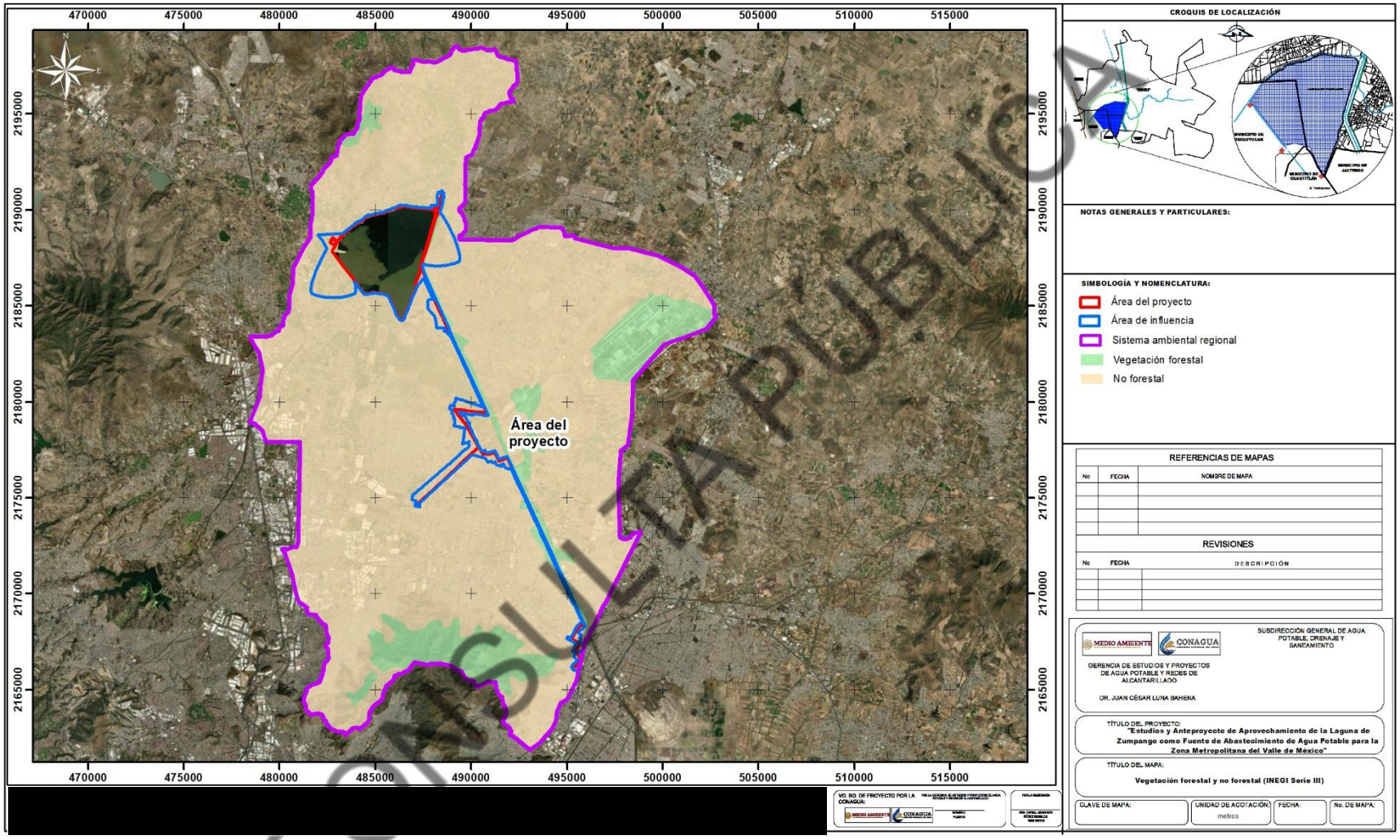
CONSULTA PÚBLICA

Figura 7-4 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie II



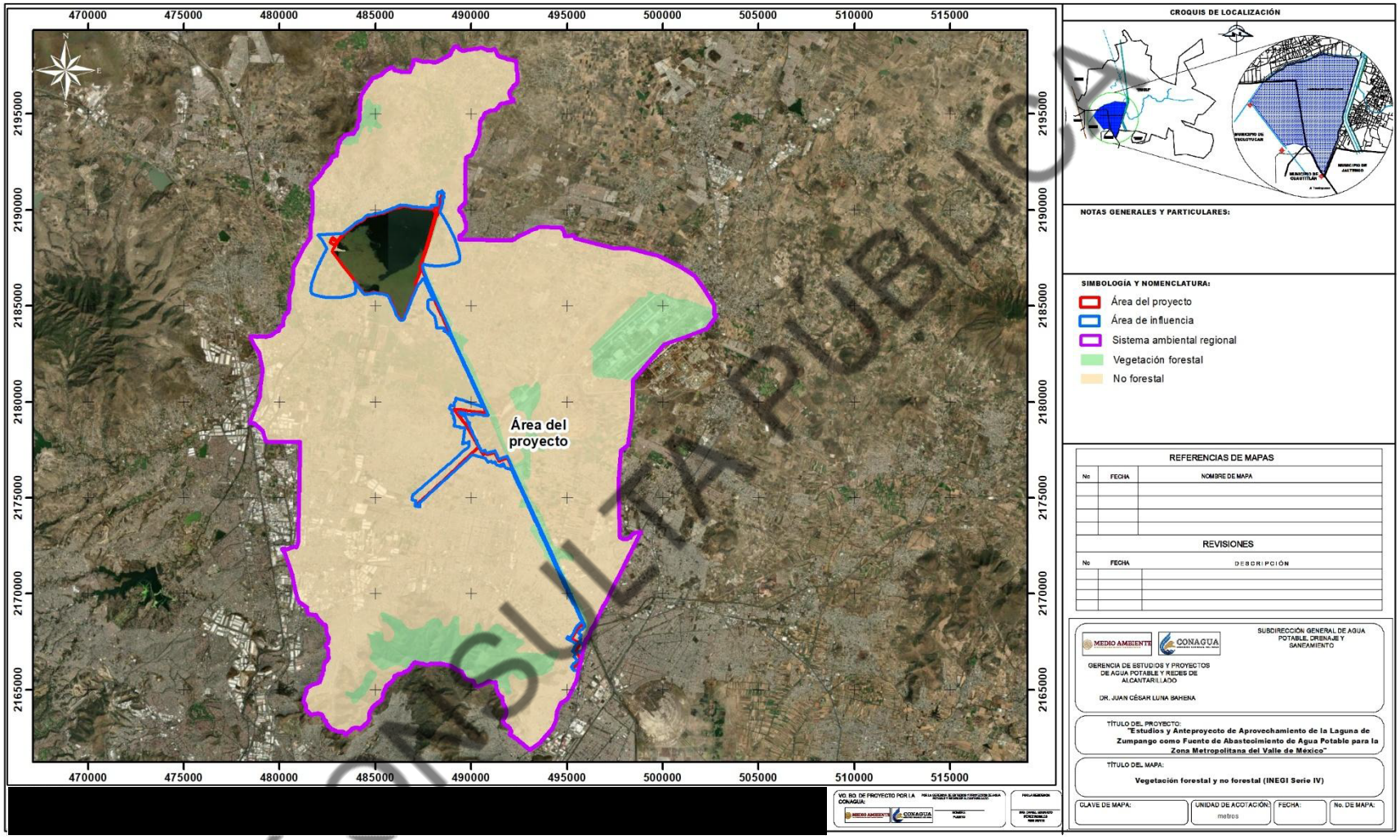
CONSULTA PÚBLICA

Figura 7-5 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie III



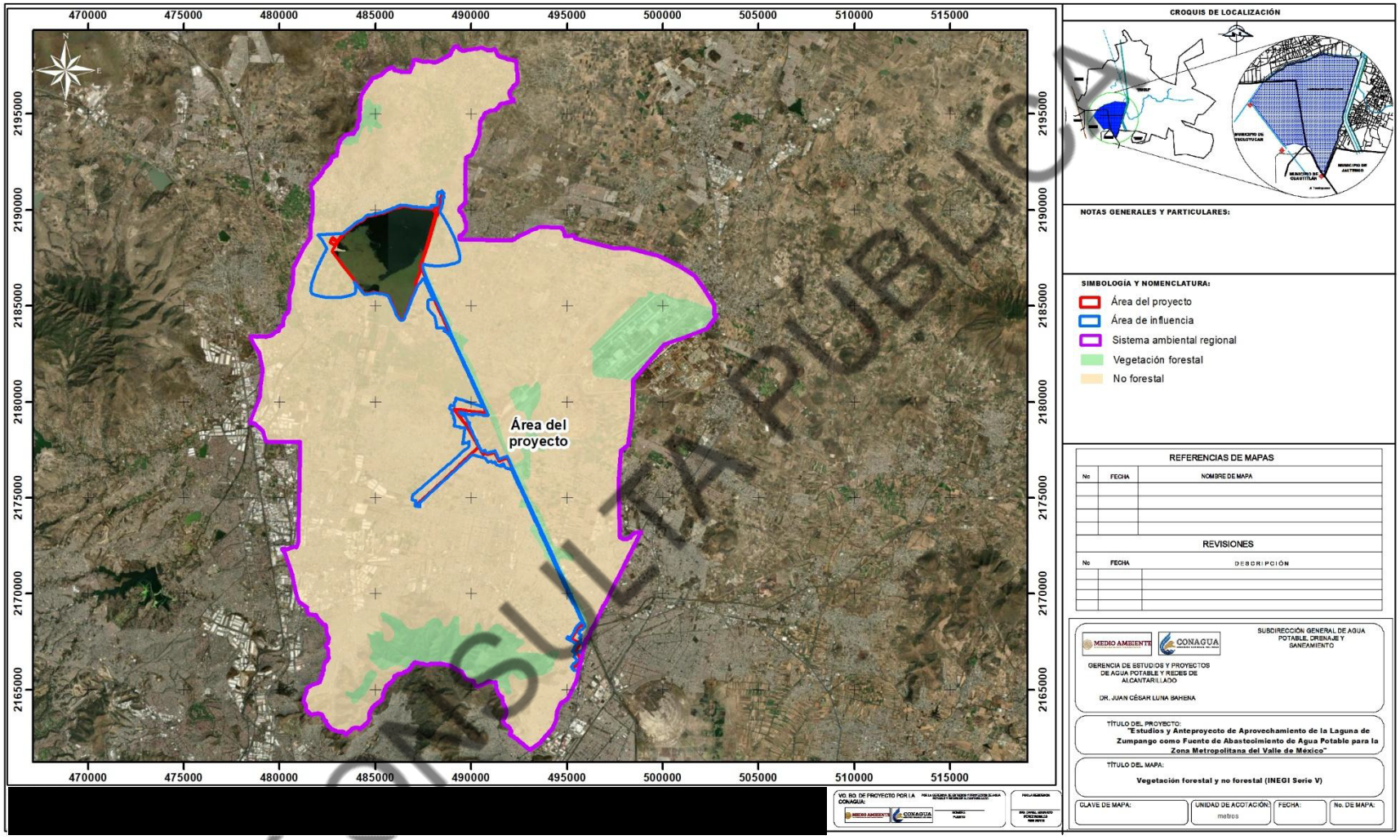
CONSULTA PÚBLICA

Figura 7-6 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie IV



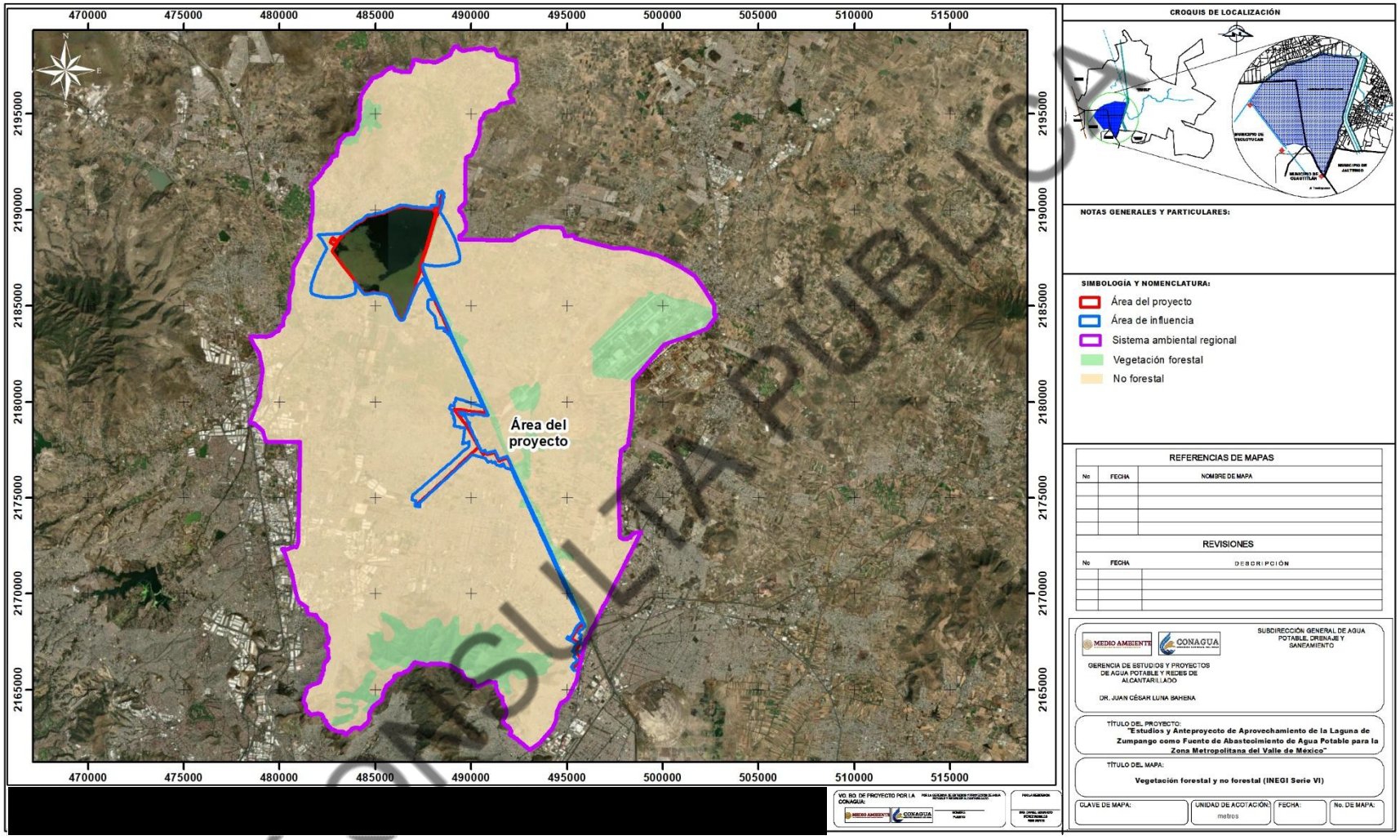
CONSULTA PÚBLICA

Figura 7-7 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie V



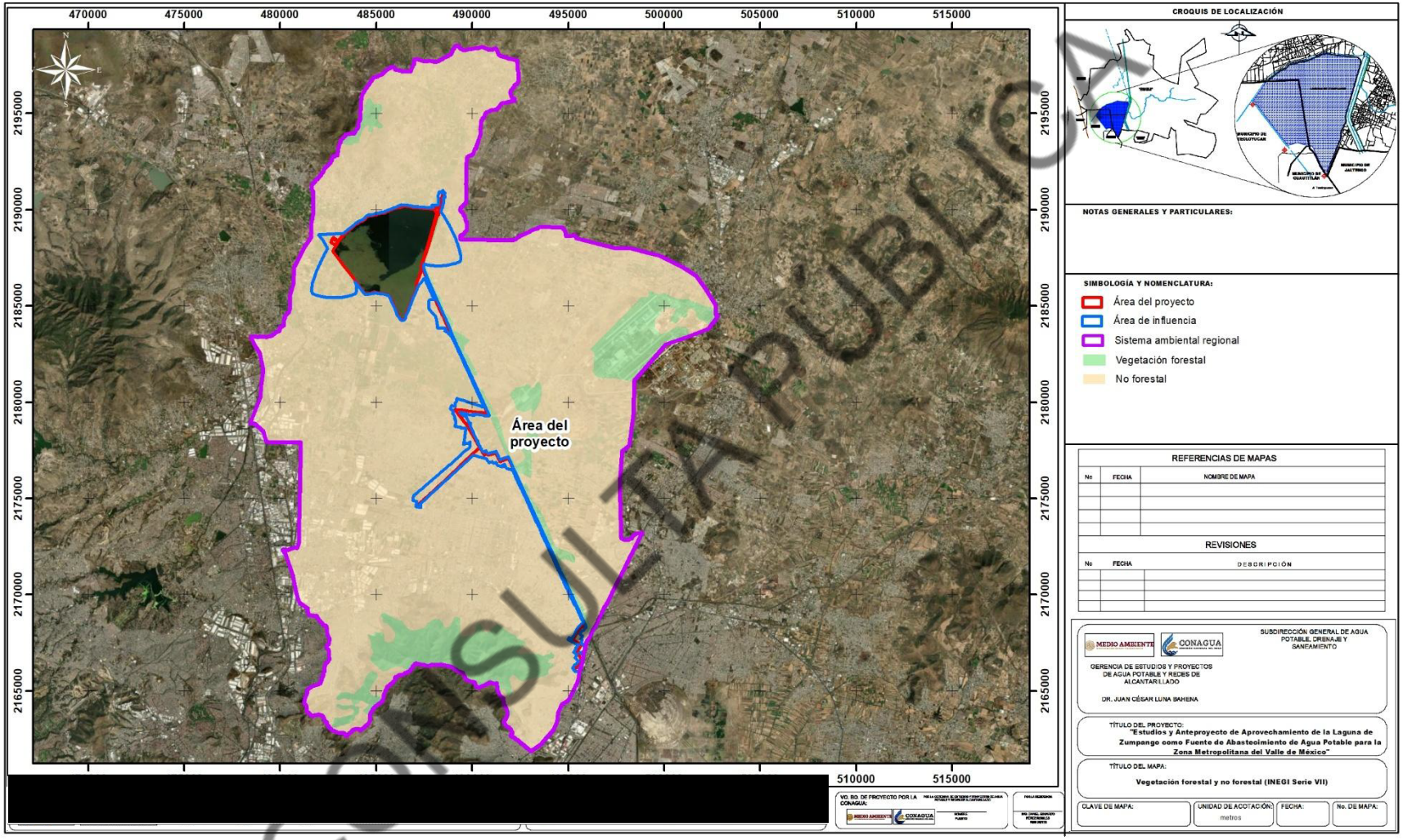
CONSULTA PÚBLICA

Figura 7-8 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie VI



CONSULTA PÚBLICA

Figura 7-9 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación - Serie VII



CONSULTA PÚBLICA

Uno de los inconvenientes en este ejercicio es la diferencia existente en la nomenclatura de los usos de suelo empleadas entre las distintas cartas, parte de ello se debe a que es una realidad que a menudo se afronta este mismo problema con el nombre asignado a las comunidades vegetales de México, ya que no existe un sistema de clasificación y nomenclatura que sea de uso común, originando confusiones (González Medrano, 2004) y también debido a los criterios que en su momento el INEGI utilizó para la elaboración de las cartas temáticas que sirvieron de referencia, es por ello que, para este análisis se optó por utilizar solo dos categorías, agrupando los conceptos forestales y los no forestales, que para el objetivo que se persigue en este apartado, resultan suficientes para proyectar la perdida de vegetación natural en el SAR.

Tabla 7-1 Cambios en la Superficie Forestal con Base en las Series del INEGI en el SAR

Uso de suelo	Año 1985 (Serie I)	Año 2003 (Serie II)	Año 2005 (Serie III)	Año 2009 (Serie IV)
Superficie forestal	2,498.1644	1,302.9091	5,169.4759	5,235.2899
Superficie no forestal	45,939.6981	46,746.0153	42,876.6739	42,819.1230
Cuerpo de agua	1,434.2899	1,823.2280	1,826.0026	1,817.7395
Total	**49,872.1524**	**49,872.1524**	**49,872.1524**	**49,872.1524**
Uso de suelo	**Año 2013 (Serie V)**	**Año 2017 (Serie VI)**	**Año 2018 (Serie VII)**	
Superficie forestal	5,235.2900	5,226.9866	4,936.5497	
Superficie no forestal	42,819.1229	42,814.2739	43,104.7107	
Cuerpo de agua	1,817.7395	1,830.8919	1,830.8919	
Total	**49,872.1524**	**49,872.1524**	**49,872.1524**	

CONSULTA PÚBLICA

De la tabla y figuras anteriores se observa lo siguiente:

- La serie I y II presentan información muy distinta a las series III a VII del INEGI, dado que las primeras no contemplan áreas clasificadas como forestales que sí se encuentran identificadas en las otras series, lo cual no significa un incremento de vegetación forestal, si no más bien una falta de identificación de esas áreas.
- Si bien las series III y IV son similares, también se observa un incremento de áreas forestales y disminución de áreas no forestales, la diferencia es mínima y probablemente atribuible a la metodología de identificación de los diferentes usos de suelo.
- A partir de la serie V se observa una disminución de áreas forestales de 298.74 ha y una ganancia de superficies no forestales de 285.59 ha con respecto a la serie VII, lo que significa una pérdida promedio anual de áreas forestales de 59.75 ha en un lapso de 5 años.
- Se señala que un fragmento importante de superficie identificado como forestal hasta 2018 es la zona en donde actualmente se encuentra el Aeropuerto Felipe Ángeles, el cual inició su construcción en 2019, por lo tanto, a la fecha esta área que era clasificada como forestal ya tiene un uso distinto.
- Actualmente las áreas con mayor presencia de vegetación identificadas serían la zona norte y sur del SAR (Sierra de Guadalupe y Cerro San Juan Zitlaltepec) así como la vegetación asociada al Gran Canal.

Por lo tanto, de continuar con la pérdida de vegetación y por otro lado con la urbanización se enfatizará el alto índice de impacto antropogénico, dado que continuaría incrementando la demanda de recursos, así como las actividades económicas que generan impactos acumulativos como emisiones, ruido, modificación de las características físicas y químicas del suelo, y todos los efectos que conlleva la generación y el manejo de residuos en zonas con alto grado de urbanización y también en zonas agrícolas, como es el caso del SAR; dado que, como se estableció en el **Capítulo 5**, se identificó que, las principales problemáticas ambientales de la región que ocasiona la degradación ecosistémica son:

- Urbanización (asentamientos humanos, vialidades, instalaciones energéticas, abasto de agua potable, generación de residuos),
- Actividad agrícola,
- Actividades industriales,
- Instalaciones aeroportuarias (Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles),
- Proliferación de especies invasoras, principalmente invasión de lirio acuático en la Laguna de Zumpango.

Por lo tanto, se concluye que, las condiciones de los componentes abióticos y bióticos que prevalecen en el SAR pueden mantenerse o verse alteradas aun y cuando el proyecto no sea implementado, debido a la tendencia generalizada del incremento de la densidad poblacional, de la flota vehicular, aumento en la demanda de bienes y servicios, así como de infraestructura; todo lo cual provocará un detrimento de los recursos naturales ya escasos en el SAR, además se debe considerar que la mayor parte del SAR ha sufrido cambios y la superficie forestal es mínima.

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

La construcción de este escenario se realizó tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales inherentes al desarrollo del proyecto, identificados en el **Capítulo 5** y retomados en la siguiente tabla, sin considerar aún las medidas de mitigación.

Tabla 7-2 Impactos Identificados en el Capítulo 5

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza
Clima (microclima)	Temperatura y humedad	**IA01**	Modificación de las variables de temperatura y humedad del suelo debido al desmonte, despalme y compactación y/o sellamiento.	-
Aire	Calidad	**IA02**	Afectación de la calidad del aire por la presencia de polvos.	-
		IA03	Afectación de la calidad del aire por la presencia de gases y partículas generadas por los motores de combustión interna de maquinaria y vehículos.	-

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza
		IA04	Afectación de la calidad del aire en caso de liberación accidental de cloro gas y ozono durante la operación de la PP y PTAP-R, así como por generación de otros gases durante el tratamiento de aguas residuales.	-
Confort sonoro	Nivel sonoro	**IA05**	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos de construcción.	-
		IA06	Generación de ruido por la operación de equipos de proceso y bombeos.	-
Suelo	Fertilidad	**IA07**	Disminución de la capacidad productiva del suelo debido a las modificaciones en su superficie.	-
	Características físico - químicas	**IA08**	Modificación de características físicas del suelo debido a la compactación y sellamiento de algunas áreas.	-
		IA09	Riesgo de contaminación del suelo por incorrecta disposición de residuos o derrame de sustancias.	-
		IA10	Riesgo de contaminación del suelo por liberación accidental de sustancias químicas durante la operación de la PP y PTAP-R.	-
	Erodabilidad	**IA11**	Incremento de la erosión hídrica y eólica en áreas que permanezcan expuestas.	-
Geomorfología	Relieve	**IA12**	Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones.	-
Agua superficial	Calidad	**IA13**	Resuspensión de sedimentos durante las obras dentro de la Laguna de Zumpango.	-
		IA14	Mejoramiento de la calidad del agua por tratamiento en PTAP-R y humedal artificial.	+
		IA15	Riesgo de contaminación de aguas superficiales en caso de ocurrencia de liberación de sustancias durante la operación de la PTAP-R y PP.	-
	Patrón de escurrimientos	**IA16**	Modificación del coeficiente de escurrimiento debido a modificaciones en la superficie terrestre.	-
Agua subterráca	Recarga de acuíferos	**IA17**	Disminución en la recarga de acuíferos por modificaciones en la superficie terrestre.	-
	Calidad	**IA18**	Riesgo de contaminación por la disposición inadecuada de agentes contaminantes que lixivian a las aguas subterráneas.	-
Vegetación	Cobertura vegetal	**IA19**	Reducción de la cobertura vegetal por retiro de vegetación.	-
		IA20	Incremento de la cobertura vegetal asociada a la Laguna de Zumpango por creación de humedal artificial.	+
	Estructura y composición florística	**IA21**	Modificación de la diversidad y abundancia de flora.	-

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza
	Especies endémicas	**IA22**	Disminución de individuos de especies endémicas debido a la remoción.	-
	Sanidad vegetal	**IA23**	Daño fisiológico de la vegetación por contacto con cloro gas en caso de ocurrencia de liberación accidental.	-
	Captura de carbono y generación de oxígeno	**IA24**	Disminución de captura de carbono y generación de oxígeno por remoción de la vegetación.	-
		IA25	Incremento de fuentes de captación de carbono y generación de oxígeno por incorporación de humedal artificial.	+
Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática	**IA26**	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de fauna terrestre y acuática.	-
		IA27	Modificación de la diversidad y abundancia de fauna presente a nivel de área de influencia del Proyecto.	-
	Movilidad	**IA28**	Restricción de la movilidad de la fauna terrestre durante la construcción.	-
		IA29	Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango.	-
	Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos	**IA30**	Modificación de hábitats de la fauna por incorporación de los componentes permanentes del Proyecto.	-
		IA31	Mejoramiento de hábitat por una mejor calidad de agua de la Laguna de Zumpango y la incorporación de humedal artificial.	+
	Especies en riesgo y endémicas	**IA32**	Riesgo de muerte o daño accidental o intencional de individuos de especies en riesgo o endémicas.	-
	Salud	**IA33**	Afectación de vías respiratorias o irritación en caso de liberación accidental de cloro gas u ozono.	-
Paisaje	Calidad del paisaje	**IA34**	Modificación del paisaje por remoción de vegetación.	-
		IA35	Modificación del paisaje por la inserción de la PP y PTAP-R.	-
		IA36	Mejoramiento del paisaje en la zona oriente de la Laguna de Zumpango por la incorporación de humedal artificial.	+
Población	Salud	**IA37**	Riesgo de afectación a la salud en caso de ocurrencia de eventos de riesgo en la PTAP-R y PP.	-
		IA38	Mejoramiento de la calidad de vida por el tratamiento de las aguas residuales	+
Economía	Empleo y ocupación	**IA39**	Incremento de fuentes de empleo temporales y permanentes, directos e indirectos.	+
		IA40	Fortalecimiento de la economía local por consumo de bienes y servicios.	+
	Agua potable	**IA41**	Incremento de la disponibilidad de agua potable.	+

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave	Denominación del impacto	Naturaleza
Infraestructura y servicios		**IA42**	Incremento en la disponibilidad de infraestructura para el tratamiento de aguas pluviales y residuales.	+

Ahora bien, resulta necesario describir el escenario potencial del SAR con proyecto para cada uno de los factores afectados, ya que, como se describió en el **Capítulo 5**, es una realidad que la magnitud del impacto y su acumulación dependerá de la fragilidad de dichos factores ambientales y de la naturaleza del proyecto que origina las acciones potencialmente perturbadoras. a continuación, se abordan todos los factores sobre los que incurren los impactos destacables:

Tabla 7-3 Descripción del Escenario con Proyecto sin Implementación de Medidas

Componente ambiental	Factor ambiental	Condiciones con Proyecto
Clima (microclima)	Temperatura y humedad	Se mantendrían las condiciones de estabilidad climática a corto y largo plazo a nivel del SAR, sin embargo, a nivel de microclima, el Proyecto contribuirá a que el régimen térmico y de humedad actual se vea modificado por la eliminación de la cubierta vegetal y por el desplante de los componentes, este impacto tendrá relevancia en el predio de la PTAP-R, dado que actualmente se encuentra cubierto en su totalidad por algún tipo de vegetación, así mismo, en este se encuentra la vegetación forestal por afectar de 2.6479 ha de pastizal halófilo. En el caso de la PP la ocurrencia de este impacto por retiro de cobertura tiene menor relevancia debido a su uso actual como pastizal inducido y áreas desprovistas de vegetación, no obstante, en ambos casos habrá despalme, compactación y sellamiento de la superficie, actividades que contribuirán a la modificación de microclimas en la región.
Aire	Calidad	La calidad del aire se encuentra condicionada por la serie de actividades que se realizan en el SAR, por lo tanto, la incorporación del Proyecto se sumará como impacto acumulativo permanente debido a las actividades constructivas que implican el uso de maquinaria y generación de polvos, así como por la operación de la PTAP-R y PP.
Confort sonoro	Nivel sonoro	Este impacto también depende de las actividades realizadas en el SAR que son susceptibles de generar ruido e incrementarse con el avance de la urbanización y el incremento vehicular que ocurriría aún sin la implementación del Proyecto, sin embargo, la implementación de este se contribuye al incremento de fuentes de emisión de ruido, aunque la mayoría serán temporales y se incorporan a una zona con altos niveles de ruido existentes, tales como vialidades, el impacto cobrará mayor relevancia en la zona en donde se ubicará la PTAP-R, puesto que su operación es permanente y se encuentra en una zona que actualmente no presente fuentes de emisión de ruido adyacentes, la más próxima es una vialidad que se encuentra a 300 m.
Suelo	Fertilidad Características físico – químicas Erodabilidad	El Proyecto contribuirá a la disminución de áreas fértiles debido a la compactación y sellamiento, así como a incrementar las áreas con riesgos de erosión y contaminación en caso de manejo incorrecto de sustancias y residuos.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Condiciones con Proyecto
Geomorfología	Relieve	Si bien existirá una modificación por nivelaciones, excavaciones y rellenos, este cambio es prácticamente imperceptible dado que se trata de áreas llanas. Los cambios de importancia para este componente podrían ocurrir en las zonas con mayor pendiente, correspondientes a la zona sur y norte del SAR en donde el Proyecto no tendrá influencia.
Agua superficial	Calidad Patrón de escurrimientos	El Proyecto se sumará a las fuentes de riesgo de contaminación de aguas superficiales, específicamente la Laguna de Zumpango, durante la construcción y en caso de ocurrencia de eventos de riesgo; sin embargo, durante la operación del Proyecto este contribuirá positivamente a mejorar la calidad del agua de la Laguna debido al tratamiento, por lo cual en balance es impacto resulta benéfico, y al constituir el cuerpo de agua más grande e importante del SAR, su repercusión es regional, puesto que tiene impactos positivos secundarios, por ejemplo a la fauna silvestre que se beneficia de este espejo de agua; de manera que este impacto sí influye en la dinámica del SAR. Lo anterior, aunado a que el agua tratada constituye el insumo para su potabilización y abastecimiento a la región.
Agua subterránea	Recarga de acuíferos Calidad	El Proyecto representará una fuente potencial de riesgo de contaminación de aguas subterráneas en caso de infiltración, así mismo, al sellarse y compactarse algunas áreas y con la remoción de la vegetación se disminuirá la infiltración, contribuyendo a mermar este servicio ambiental a nivel del SAR el cual se ve afectado principalmente por la urbanización. No obstante, el Proyecto también tendrá un impacto positivo que consiste en la potabilización de agua de la Laguna de Zumpango para abastecimiento de la población regional y con esto disminuir la presión sobre los acuíferos.
Vegetación	Cobertura vegetal Estructura y composición florística Especies endémicas Sanidad vegetal Captura de carbono y generación de oxígeno	La implementación del Proyecto contribuirá a la disminución de la superficie con vegetación no forestal en el SAR, en donde se considera que en promedio la pérdida anual es de 59.75 ha, siendo que, en el área del Proyecto se removerán 2.6479 ha contribuye así a dicha pérdida. Así mismo, la implementación del Proyecto afectará áreas no forestales que presentan cobertura vegetal tal como pastizal inducido, en donde se afectarán ejemplares silvestres reduciendo su abundancia y disminuyendo los servicios que estos prestan, tales como captura de carbono y generación de oxígeno.
Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática Movilidad Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos Especies en riesgo y endémicas Salud	Se considera que, el AP y su AI en la zona de la Laguna de Zumpango son quizá las áreas de mayor importancia para la fauna silvestre a nivel del SAR, principalmente por la presencia del cuerpo de agua, en este sentido, durante su construcción el Proyecto representará una fuente de perturbación principalmente por la presencia de la maquinaria y personal. Mientras que, durante la operación el Proyecto incorpora una fuente de riesgo en caso de un evento no deseado de liberación accidental de sustancias. Así mismo, el Proyecto al modificar áreas que actualmente presentan algún tipo de cobertura vegetal afectará hábitats para la fauna y su libre movilidad. No obstante, el Proyecto también tendrá un impacto positivo, puesto que con este se mejorará la calidad de agua de la Laguna de Zumpango, lo cual beneficiará directamente a la fauna regional que hace uso de esta. Así mismo, con la conformación de un humedal se proveerán

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Condiciones con Proyecto
		hábitats para la fauna, por lo cual se considera que, si bien habrá impactos negativos, en balance el impacto de implementar el Proyecto resulte positivo y permanente.
Paisaje	Calidad del paisaje	La calidad del paisaje se verá afectado en las proximidades de desplante de los componentes PTAP-R y PP, sin embargo, se considera un impacto asimilable dadas las condiciones de alto grado de urbanización de la región. Por otro lado, el Proyecto incorporará un humedal que beneficiará la calidad visual en torno a la Laguna de Zumpango en su zona oriente.
Población	Salud	En caso de liberación accidental de sustancias se presentarían efectos sobre la salud humana, los principales efectos potenciales corresponden a exposición accidental a cloro gas y ozono. Estos efectos se limitan al área inmediata del evento, por lo cual los principales receptores serán las personas que laboren en las instalaciones de la PP y PTAP-R.
Economía	Empleo y ocupación	El Proyecto se incorpora a la región como una fuente de generación de empleos temporales y permanentes, así como directos e indirectos, además de que es altamente probable que a mediano plazo resulte benéfico para la actividad turística que se realiza en torno a la Laguna de Zumpango dado que se mejorará la calidad del agua y la calidad paisajística con la incorporación del humedal.
Infraestructura y servicios	Agua potable	El Proyecto tendrá un impacto positivo en el incremento en la disponibilidad de agua potable en la región.

Por lo tanto, como se puede observar en la tabla anterior, las tendencias de cambio por la incorporación del Proyecto tienen que ver con la modificación de componentes dentro del área del Proyecto y área de influencia, los cuales contribuyen a la reducción de áreas vegetadas, suelo fértil y servicios ambientales que de estos componentes derivan, no obstante, también debe señalarse que, los impactos positivos tendrán influencia a nivel regional en beneficio del componente hídrico, la población y la fauna silvestre.

CONSULTA PÚBLICA

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN

El pronóstico en este escenario superpone las medidas de mitigación de aplicación obligatoria descritas en el **Capítulo 6**, cuya propuesta y posterior ejecución está dirigida a reducir o prevenir los impactos previstos e inherentes al desarrollo del Proyecto. Dichas medidas se enlistan a continuación y la mayoría son de aplicación transversal, dado que atienden a 2 o más impactos.

Tabla 7-4 Medidas Establecidas Para la Atención de los Impactos Negativos que se Ocasionen por el Proyecto.

ID	Medidas / Clave del impacto
M1	Se delimitará físicamente el área autorizada para el desplante de los componentes del Proyecto, con el fin de restringir la movilidad del personal y maquinaria, consecuentemente prevenir afectaciones a áreas no autorizadas.
M2	Se implementarán acciones de educación ambiental, que contemple la colocación de señalética y realización de pláticas o capacitaciones en temas ambientales relacionados con el Proyecto. Así mismo, se establecerán acciones prohibidas durante el desarrollo del Proyecto.
M3	Las actividades de preparación del sitio y construcción se realizarán en horarios diurnos, evitando la generación de ruido durante la noche.
M4	Uso obligatorio del equipo de protección personal por parte de todo el personal que labore durante todas las etapas del Proyecto.
M5	Cumplimiento de un límite máximo permisible de ruido de 68 dB(A) en horario diurno (06:00-22:00) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00-06:00), según la NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
M6	Con la finalidad de minimizar la concentración de material particulado, se prevé humedecer las terracerías por las cuales transiten vehículos, así como las áreas con movimiento de tierras durante la construcción.
M7	Proteger con lonas el material terreo que sea transportado, a fin de evitar dispersión de partículas suspendidas.
M8	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se mantendrá una velocidad máxima de 40 km/h en las terracerías a fin de disminuir la generación de polvos, prevenir el atropellamiento de fauna e incidentes relacionados con la población y el personal de la obra.
M9	Se brindará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, además de que, el parque vehicular deberá contar con la verificación correspondiente.
M10	Se implementará un Programa de manejo integral de residuos, establecido específicamente para el presente proyecto.
M11	Se colocarán letrinas portátiles en relación de una letrina por cada 15 trabajadores (1:15), o por cada frente de trabajo activo.
M12	Al finalizar la etapa de construcción se retirará la maquinaria y se realizará la limpieza de todas las áreas del Proyecto, dejándolas libres de residuos y material.
M13	En caso de requerir reparaciones emergentes de maquinaria o equipo, los trabajos se llevarán a cabo protegiendo previamente el suelo con material impermeable y, sobre éste, material absorbente, por lo tanto, será obligatorio que la maquinaria cuente con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la carga de combustibles.
M14	Colocación de barreras antiturbidez para evitar la dispersión de sedimentos durante los trabajos para la conformación de los bordos de dique y tanque regulador.
M15	El retiro de vegetación será de forma gradual para evitar exponer el suelo por largos periodos de tiempo, así como para permitir el desplazamiento de la fauna.

CONSULTA PÚBLICA

ID	Medidas / Clave del impacto
M16	El material vegetal proveniente del retiro del arbolado que no sea utilizado será triturado y colocado sobre las áreas desnudas a fin de ayudar a proteger el suelo, evitar incrementar la superficie de escurrimiento, aportar nutrientes y ayudar en el proceso de sucesión natural.
M17	Implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora, con enfoque en especies de distribución endémica factibles de trasplante.
M18	Al finalizar la etapa de construcción, en las áreas de uso temporal que no cuenten con otros usos se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos.
M19	El suelo orgánico será colocado separado del suelo no fértil, para su reincorporación a las áreas temporales al término de la construcción.
M20	Reposición de individuos arbóreos removidos en áreas no forestales, con especies nativas.
M21	Acondicionamiento de áreas verdes en los componentes PP y PTAP-R, con especies nativas.
M22	Implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, asi como la reposición de ejemplares arbóreos removidos, como medida de compensación por la afectación de vegetación.
M23	Previo al inicio de la preparación del sitio y construcción de cada componente del Proyecto, se implementarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.
M24	Medidas preventivas y de seguridad en materia de riesgo ambiental.
M25	Se contará con espacios de almacenamiento de materiales y equipo, los cuales estarán dentro del área autorizada y evitando causar afectaciones a las áreas adyacentes.

Por lo tanto, con la implementación de estas medidas, se espera que los impactos prevenibles no ocurran, que el nivel de los demás impactos se mitigue o se compensen, como se describe en seguida.

Tabla 7-5 Escenario con Proyecto y con la Implementación de Medidas

Componente ambiental	Factor ambiental	Condiciones con Proyecto y con medidas.
Clima (microclima)	Temperatura y humedad	El escenario con Proyecto y sin medidas se mantendrá solo en las áreas de uso permanente, aunque en los componentes PP y AP-R se acondicionarán áreas verdes que permitirán mitigar el impacto. En las áreas de uso temporal se promoverá la sucesión natural mediante la incorporación de ejemplares de flora arbustivos o arbóreos, Por lo tanto, en el escenario con Proyecto y medidas este impacto tendrá una menor incidencia en términos de superficie con sellamiento correspondiente solo a 8.1753 ha.
Aire	Calidad	Aún con medidas este impacto permanece, pero con menor significancia, dado que las medidas permitirán reducir la emisión de contaminantes durante la construcción, así mismo, las medidas de seguridad en materia de riesgo permitirán prevenir eventos de liberación accidental de sustancias, por lo tanto, se considera que el impacto que persista por la ejecución del Proyecto sea temporal y que no modifique significativamente la calidad del aire de la región.
Confort sonoro	Nivel sonoro	Aún con medidas este impacto permanece, pero con menor significancia, dado que las medidas contempladas referentes al mantenimiento de maquinaria y equipo permitirán reducir la emisión excesiva de ruido, así mismo, se espera que, con las medidas de educación ambiental se evite la generación de ruido innecesario durante la construcción. Mientras que, durante la operación si bien no es posible evitar la generación de ruido debido al funcionamiento de

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Condiciones con Proyecto y con medidas.
		los equipos de proceso sí es posible proteger a la población receptora que, en este caso es el personal de las PTAP-R y PP mediante el uso de equipos de protección auditiva, por lo cual este impacto no tiene un alcance regional, por lo tanto, a nivel del SAR se mantienen las tendencias de cambio aún sin el Proyecto.
Suelo	Fertilidad Características físico – químicas Erodabilidad	Este impacto permanecerá en las áreas de uso permanente y con sellamiento correspondiente a 8.1753 ha, disminuyendo en el SAR la superficie de suelo fértil. Mientras que con una adecuada implementación de las medidas propuestas los riesgos de contaminación y erosión serían prevenibles y mitigables.
Geomorfología	Relieve	Se mantiene el escenario con Proyecto sin medidas, dado que, las modificaciones por nivelaciones, excavaciones y rellenos son necesarias para el desplante del Proyecto, sin embargo, son prácticamente imperceptibles puesto que se trata de áreas llanas.
Agua superficial	Calidad Patrón de escurrimientos	Con la implementación de medidas es posible prevenir los riesgos de contaminación de la Laguna de Zumpango, específicamente con un adecuado manejo de residuos, colocación de cortinas antiturbidez y con medidas de seguridad en materia de riesgo. Mientras que, el impacto por modificaciones en la superficie e incremento del coeficiente de escurrimiento será compensado con un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, así como reposición de ejemplares arbóreos, reubicación de flora y recuperación de áreas de uso temporal. Por lo tanto, se mantiene el impacto benéfico al contribuir positivamente a mejorar la calidad del agua de la Laguna debido al tratamiento, con repercusión regional.
Agua subterránea	Recarga de acuíferos Calidad	Con la implementación de medidas es posible prevenir los riesgos de contaminación del suelo y por consiguiente el riesgo de infiltración de contaminantes, específicamente con un adecuado manejo de residuos y sustancias. Mientras que, el impacto por disminución de superficies de infiltración será compensado con un Programa de Rescate y Reubicacipon de Flora y mitigado con reposición de ejemplares arbóreos, reubicación de flora y recuperación de áreas de uso temporal. Por lo tanto, permanecerá el impacto positivo que consiste en la potabilización de agua de la Laguna de Zumpango para abastecimiento de la población regional y con esto disminuir la presión sobre los acuíferos.
Vegetación	Cobertura vegetal Estructura y composición florística Especies endémicas Sanidad vegetal Captura de carbono y generación de oxígeno	Si bien con el Proyecto se removerán coberturas vegetales no forestales, dicha pérdida será compensada mediante un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y mitigado con reposición de ejemplares arbóreos, reubicación de flora y recuperación de áreas de uso temporal; lo cual permitirá mantener los servicios ambientales prestados por la vegetación, así como preservar los ejemplares de especies con algún criterio de importancia.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factor ambiental	Condiciones con Proyecto y con medidas.
Fauna	Diversidad y abundancia de fauna terrestre y acuática Movilidad Hábitat y corredores biológicos/ bioclimáticos Especies en riesgo y endémicas Salud	Con las medidas propuestas, principalmente el rescate y reubicación de fauna, así como acciones de educación ambiental, control de velocidad y medidas de seguridad en materia de riesgo ambiental, entre otras, será posible prevenir afectaciones a ejemplares de fauna. Mientras que, las afectaciones al hábitat por remoción de vegetación y desplante de componentes del Proyecto serán compensadas mediante un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y mitigado con reposición de ejemplares arbóreos, reubicación de flora y recuperación de áreas de uso temporal; así como con la incorporación de un humedal, el cual si bien no es una medida proveerá hábitats. Por otro lado, persistirá el impacto positivo del Proyecto, puesto que con este se mejorará la calidad de agua de la Laguna de Zumpango, lo cual beneficiará directamente a la fauna regional que hace uso de esta.
Paisaje	Calidad del paisaje	Aún con medidas permanecerá el impacto por modificación del paisaje debido al desplante de los componentes PTAP-R y PP, sin embargo, se considera un impacto asimilable dadas las condiciones de alto grado de urbanización de la región. Se mantiene la mejora a la calidad del paisaje debido a la incorporación de un humedal que beneficiará la calidad visual en torno a la Laguna de Zumpango en su zona oriente.
Población	Salud	Las medidas de seguridad en materia de riesgo permitirán prevenir la ocurrencia de eventos de liberación accidental de sustancias.
Economía	Empleo y ocupación	Dado que el impacto en este componente solo es positivo, se mantiene el mismo escenario, en el cual el Proyecto se incorpora a la región como una fuente de generación de empleos temporales y permanentes, así como directos e indirectos.
Infraestructura y servicios	Agua potable	Dado que el impacto en este componente solo es positivo, se mantiene el mismo escenario, en el cual el Proyecto tendrá un impacto positivo en el incremento en la disponibilidad de agua potable en la región.

CONSULTA PÚBLICA

Por lo tanto, como se observa en la tabla anterior, con la implementación adecuada de las medidas en tiempo y forma, la mayoría de los impactos son prevenibles, mitigables o compensables, lo cual permitirá mantener la calidad de los componentes ambientales. Si bien hay impactos que no cuentan con medida alguna debido a que se requiere desplantar los componentes del Proyecto en ese sitio, se considera que estos tienen un efecto puntual o local y no constituyen un factor determinante en la dinámica regional del SAR, estos son los siguientes:

IA12 Modificación del relieve natural por nivelaciones y excavaciones. Este impacto no cuenta con medidas, dado que es necesario llevar a cabo la nivelación, excavaciones, rellenos y conformación de bordos para la construcción de los componentes del Proyecto.

IA29 Restricción de la movilidad de fauna acuática debido a la presencia de bordos en la Laguna de Zumpango. Esta modificación no cuenta con medidas, dado que es necesaria la construcción de los bordos para dique y tanque regulador, con el fin de separar las aguas tratadas de las no tratadas, lo cual durante la etapa operativa resultará benéfico, dado que se reducirá la carga de contaminantes de la Laguna, impactando positivamente en el hábitat para la fauna acuática.

PRONÓSTICO AMBIENTAL

A partir del análisis de los tres apartados anteriores, los pronósticos de la situación a la que tendería la calidad ambiental del SAR, desarrollados en este capítulo, se concreta en los siguientes escenarios.

Tabla 7-6 Pronósticos de los Tres Escenarios del SAR

Escenario	Descripción
Escenario de línea base sin proyecto	Se incide sobre un ambiente de calidad ambiental baja, con una severa modificación, en el SAR existen indicadores de perturbación de origen antrópico, principalmente por la agricultura, y urbanización, lo que ha derivado en el incremento de una tasa de cambio de uso de suelo negativa para la vegetación forestal, con lo que se prevé una pérdida de vegetación forestal en el futuro, de continuar con las mismas tendencias de cambio y deterioro, con un promedio de pérdida de vegetación forestal de 59.75 ha por año, según la información de los últimos 5 años. Por lo tanto, es factible pronosticar que las modificaciones en el SAR por antropización y en detrimento de su calidad continuarán aún sin el Proyecto, dada la alta demanda de áreas para ampliación de la mancha urbana ya sea para asentamientos humanos, infraestructura urbana o industrial, principalmente. Con respecto al polígono de la ANP Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango, si bien resguarda áreas de importancia ambiental asociadas al cuerpo de agua, también presenta en su interior factores que afectan su calidad, tales como presencia de especies invasoras, actividad agrícola e infraestructura urbana, aunado a una baja calidad del agua en la Laguna.
Escenario con la inserción del proyecto	La ejecución del Proyecto sin contemplar las medidas de mitigación podría incidir directa y negativamente sobre los componentes aire, confort sonoro, microclimas, flora, fauna, suelo, agua, paisaje y población, contribuyendo a la disminución de la calidad ambiental del SAR y a la incorporación de fuentes de riesgo, principalmente en términos de afectación de superficies y disminución de los servicios ambientales, derivado de la remoción de vegetación presente. Aunque, por otro lado, la implementación del Proyecto tendrá efectos positivos con alcance regional, tales como la mejora en la calidad del agua de la Laguna de Zumpango e incremento de la disponibilidad de agua potable que repercutirá en una menor demanda de otras fuentes, tales como acuíferos.
Escenario con proyecto e implementación de medidas de mitigación	Se estima viable la posibilidad de mantener e incluso elevar ligeramente la calidad ambiental del SAR con una adecuada implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, con las que se pronostica el restablecimiento de algunos de los valores alterados con respecto a la línea base. Con la implementación de los programas ambientales y la operación de los componentes del Proyecto, principalmente el tratamiento de aguas pluviales y residuales, así como la conformación del humedal artificial, las oportunidades de mejoramiento de la calidad de ciertos componentes ambientales asociados a la Laguna de Zumpango se incrementarán, contribuyendo sustancialmente a hacer ambientalmente compatible el proyecto. No obstante, se reconoce que se tendrán impactos residuales, los cuales en balance resultarán poco significativos a comparación de los beneficios que se tendrán con la operación del Proyecto, beneficios con alcance regional, entre los que se encuentran mejoramiento de la calidad el agua de la Laguna de Zumpango, incremento en la disponibilidad de agua potable para reducir la presión sobre acuíferos y mejoramiento de hábitats para la fauna silvestre debido a una mejor calidad del agua e incorporación del humedal artificial.

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 8

Identificación de los Instrumentos Metodológicos y Elementos Técnicos que Sustentan los Resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental

CONTENIDO

8.1 CARTOGRAFÍA 8-1
8.2 FOTOGRAFÍAS 8-1
8.3 VIDEOS 8-1
8.4 OTROS ANEXOS 8-2
8.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8-3

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 8

Identificación de los Instrumentos Metodológicos y Elementos Técnicos que Sustentan los Resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental

8.1 CARTOGRAFÍA

La cartografía generada para la presenta MIA-R se encuentra incluida en los siguientes anexos:

Anexo 02_Shp_kmz_coordenadas_Proyecto (formato digital).

- 2_1_Area del proyecto,
- 2_2_Componentes
- 2_3_Obras
- 2_4 Poligonos forestales
- 2_5Incidencias

Anexo 05_Shp_kmz_SAR_AI, cartografía empleada para la elaboración de mapas (formato digital).

- Area de influencia
- SAR

Anexo 06_Shp cortes, cartografía empleada para la elaboración de mapas (formato digital).

- Shp ANP Zumpango_AP
- Union_SA_AI_AP
- USV INEGI

Anexo 07_Shp USV campo, cartografía empleada para la elaboración de mapas (formato digital).

Anexo 10 Mapas en formato jpg generados para los diferentes capítulos (formato digital).

8.2 FOTOGRAFÍAS

Las evidencias fotográficas del área del Proyecto, flora y fauna registrada durante las verificaciones se incluyen en los siguientes anexos:

Anexo 8_4 Especies registradas campo

Anexo 9.1 Evidencia de trabajo de campo_Zumpango

8.3 VIDEOS

No se generaron videos para la elaboración de la presente MIA-R.

CONSULTA PÚBLICA

8.4 OTROS ANEXOS

En seguida se presenta la totalidad de los anexos que se incluyen como soporte de la información presentada en esta MIA-R.

Anexo 01_Documentacion legal

Anexo 03 Estudios_MTD (formato digital)

Anexo 04_Planos del proyecto (formato digital)

Anexo 08_Caracterizacion vegetación

Anexo 09_Caracterizacion fauna

Anexo 11 Matriz impactos (formato digital).

Nota:
Con el fin de evitar el uso indiscriminado de papel, los anexos se presentan de manera digital a excepción de los planos y la documentación legal.

CONSULTA PÚBLICA

8.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANXICO (Banco de México). 2024. Banco de México. SIE - Mercado cambiario - Banco de México https://www.banxico.org.mx

Bojórquez-Tapia L. y A. Ortega-Rubio, 1989, Las evaluaciones de Impacto Ambiental: Conceptos y Metodologías, Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C., Publicación No.2, 59 p.

Bruschi, V. 2007. Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad. Tesis de doctorado, Universidad de Cantabria, Santander.

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2024. Sistema de Información sobre riesgos. Disponible en: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

CFE (Comisión Federal de Electricidad) y CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2024. Atlas Nacional de Riesgos. Disponible en: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx

CONABIO (Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). AVESMX, La Red de Conocimiento sobre las Aves de México. Disponible en: http://avesmx.conabio.gob.mx/

CONABIO-CONANP, (2010). 'Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad', escala: 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2023. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican. Diario Oficial de la Federación. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5708074&fecha=09/11/2023#gsc.tab=0

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/es/observando-el-tiempo/mapa-de-estaciones-meteorologicas-automaticas

CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2024. http://www.gob.mx/conapo

Conesa Fernández-Vítora, V. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Mundi-Prensa.

Coria, Ignacio Daniel, El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. Invenio [en linea] 2008, 11 (junio-Sin mes): Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87702010> ISSN 0329-3475

Cotán-Pinto. S. A. 2007. Valoración de impactos ambientales. Valoración de impactos. Metodologías aplicables para la identificación y valoración de impactos.

DOF. (2014). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

FAO, 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para la clasificación, correlación y comunicación internacional. Roma, Italia.

CONSULTA PÚBLICA

García, M. L. 1998. Criterios de diseño para la integración de las construcciones rurales en el paisaje. Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid.

Garmendia, A. S., C. S. Crespo, L. S. Garmendia y A. A. Salvador. 2005. Evaluación de Impacto Ambiental. Ed. Pearson. Madrid.

GBIF (Global Biodiversity Information Facility). 2024. https://www.gbif.org/es/occurrence/search?occurrence_status=present&q=

González, R. 2000. La fotografía elemento para el análisis y la simulación del paisaje forestal. Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid.

González-Bernaldez, F. 1981. Ecología y Paisajes. Madrid: Editorial Blume.

H. Congreso de la Unión. 01 de diciembre de 1992. Ley de Aguas Nacionales. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm

H. Congreso de la Unión. 05 de febrero de 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.html

H. Congreso de la Unión. 06 de junio de 2012. Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm

H. Congreso de la Unión. 07 de junio de 2013. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf

H. Congreso de la Unión. 08 de octubre de 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm

H. Congreso de la Unión. 12 de enero de 1994. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm

H. Congreso de la Unión. 28 de enero de 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm

H. Congreso de la Unión. 30 de mayo de 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm

H. Congreso de la Unión. 30 de noviembre de 2006. Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2004. Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825231736

CONSULTA PÚBLICA

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. Marco Geoestadístico Nacional 2019. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Guía para la interpretación de la cartografía de uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie VI. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825092030.pdf

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2019. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII, escala 1:250 000, Capa unión.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Conjunto de datos vectoriales de climas, escala 1:1 000 000.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Conjunto de datos vectoriales geológicos escala 1:1 000 000.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Conjunto de datos vectoriales edafológicos escala 1:250 000.

INEGI, 2011. Diccionario de Datos de Erosión del Suelo, escala 1: 250 000.

International Finance Corporation. Manual de buena práctica. Evaluación y gestión de impactos acumulativos: Guía para el sector privado en mercados emergentes.

Ministerio de Economía y Desarrollo, Dirección General de Inversiones Públicas. Pautas metodológicas de evaluación y gestión ambiental.

Muñoz-Pedreros, A. 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural 77 (1): 139-156

Organización de las Naciones Unidas. 2015. Convención Marco sobre el Cambio Climático. Disponible en: http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. 12 de julio de 2019. Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024. Diario Oficial de la Federación de los Estados unidos Mexicanos. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/578676/Plan_Nacional_de_Desarrollo_2019-2024.pdf

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 05 de marzo de 2014. Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Diario Oficial de la Federación. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5334865&fecha=05/03/2014

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 07 de septiembre de 2012. ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 07 de diciembre de 2016. Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México. Diario Oficial de la Federación. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016

CONSULTA PÚBLICA

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 10 de junio de 2015. NORMA Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/7251/1/nom-041-semarnat-2015.pdf

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 23 de junio de 2006. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 30 de diciembre de 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020 - 2024. Disponible en http://www.ordenjuridico.gob.mx/sectoriales.php#gsc.tab=0

SEMARNAT. (2022). Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional (MIA-R). México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2015. Disponible en: http://www.iucnredlist.org/

CONSULTA PÚBLICA

AyMA Ingeniería y Consultoría

URBA INGENIERIA

Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la ZMVM

6. Aspectos Ambientales, Jurídicos y Sociales

6.1.9 Elaboración de Estudio de Riesgo Ambiental

Estudio de Riesgo Ambiental Planta de Tratamiento de Agua Pluvial / Residual Zumpango, Modalidad Análisis de Riesgo

Revisión A

CONSULTA PÚBLICA

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Contrato No. CNA-GRM-OP-009-2025

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 1
Escenarios de los Riesgos Ambientales Relacionados con el Proyecto

CONTENIDO E ÍNDICES

1.1 BASES DE DISEÑO. 2
1.1.1 Memoria Descriptiva de la PTAP/R Zumpango *2*
1.1.2 Proyecto Civil *23*
1.1.3 Proyecto Mecánico *24*
1.1.4 Proyecto Sistema Contra-Incendio *26*
1.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO 31
1.2.5 Pruebas de Verificación *75*
1.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN 77
1.3.1 Especificación del Cuarto de Control *83*
1.3.2 Sistema de Aislamiento *84*
1.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS 93
1.4.1 Antecedentes de Accidentes e Incidentes *93*
1.4.2 Metodologías de Identificación y Jerarquización *95*

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Caudales de Diseño *3*
Tabla 1-2 Calidad de Agua Canal Santo Tomás, RENAMECA *4*
Tabla 1-3 Calidad Objetivo de Agua del Efluente en Temporada de Estiaje *4*
Tabla 1-4 Áreas Propensas a Incendios *28*
Tabla 1-5 Distribución de Equipos Contra-Incendios *28*
Tabla 1-6 Esquema de Operación y PTAP y PTAR *31*
Tabla 1-7 Unidades del Tren de Agua de la PTAP *33*
Tabla 1-8 Unidades de Proceso de la PTAR, Estiaje *41*
Tabla 1-9 Materias Primas (Sustancias Químicas) *46*
Tabla 1-10 Productos *46*
Tabla 1-11 Materiales de Alto Riesgo *47*
Tabla 1-12 Materias Primas Conducidas por Tubería *48*
Tabla 1-13 Hojas de Datos de Seguridad *49*
Tabla 1-14 Tipo de Recipientes y/o Envases de Almacenamiento *49*
Tabla 1-15 Relación de Equipos Dónde se Manejan Sustancias Químicas *51*
Tabla 1-16 Requerimiento de Operación *62*
Tabla 1-17 Características Almacenamiento de Sulfato de Aluminio al 48% *64*
Tabla 1-18 Características de Bomba de Trasvase de Sulfato de Aluminio *66*
Tabla 1-19 Características Bomba Dosificadora de Sulfato de Aluminio *68*
Tabla 1-20 Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020 ..... *77*
Tabla 1-21 Balance de Masa PTAP, Lluvias *79*
Tabla 1-22 Balance De Masa PTAR, Estiaje *80*
Tabla 1-23 Accidentes Relacionados a Cloro Gas a Nivel Nacional *93*
Tabla 1-24 Palabras Guía HAZOP *97*
Tabla 1-25 Criterios para Determinar el Nivel de Consecuencia *98*

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-26 Criterios para Determinar el Nivel de Frecuencia. *98*
Tabla 1-27 Definición del Nivel de Riesgo *99*
Tabla 1-28 Variables HAZOP Para la Evaluación de Riesgos Cloro Gas *101*
Tabla 1-29 HAZOP Nodo 1 ..... *102*
Tabla 1-30 HAZOP Nodo 2 ..... *104*
Tabla 1-31 HAZOP Nodo 3 ..... *107*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Ubicación de la PTAP/R Zumpango *6*
Figura 1-2 Grado de Riesgo por Bajas Temperaturas *11*
Figura 1-3 Grado de Riesgo por Presencia de Ciclones Tropicales *12*
Figura 1-4 Grado de Riesgo por Inundaciones *13*
Figura 1-5 Grado de Vulnerabilidad por Inundaciones *14*
Figura 1-6 Grado de Riesgo por Tormentas Eléctricas *15*
Figura 1-7 Sistema de Descargas Atmosféricas *16*
Figura 1-8 Grado de Riesgo por Ondas Cálidas *17*
Figura 1-9 Zonificación Sísmica CFE *18*
Figura 1-10 Grado de Riesgo por Sequía *19*
Figura 1-11 Grado de Peligro por Vientos *20*
Figura 1-12 Número de Accidentes por Pirotecnias *21*
Figura 1-13 Industrias con Sustancias Químicas Peligrosas *22*
Figura 1-14 Plano de Distribución de Equipos de Emergencia *30*
Figura 1-15 Arreglo General de la PTAP, Lluvias *34*
Figura 1-16 Diagrama de Proceso PTAP, Lluvias *35*
Figura 1-17 Diagrama de Flujo PTAP, Lluvias *36*
Figura 1-18 Arreglo General de la PTAR, Estiaje *41*
Figura 1-19 Diagrama de Proceso PTAR, Estiaje *42*
Figura 1-20 Diagrama de Flujo PTAR, Estiaje *43*
Figura 1-21 Sistema Booster *59*
Figura 1-22 Almacenamiento de Cloro *72*
Figura 1-23 Almacenamiento de Sulfato de Aluminio *73*
Figura 1-24 Arreglo General *74*
Figura 1-25 DTI de la Caseta de Cloración *81*
Figura 1-26 DTI de la Caseta de Dosificación de Sulfato de Aluminio *82*
Figura 1-27 Base para Cloradores *85*
Figura 1-28 Caseta de Cloración *86*
Figura 1-29 Detalle de Instalación de Bombas *87*
Figura 1-30 Detalle de Instalación de Mezcla de Sulfato de Aluminio *88*
Figura 1-31 Caseta de Dosificación de Sulfato de Aluminio *90*
Figura 1-32 Dique de Contención Sulfato de Aluminio *91*
Figura 1-33 Matriz de Riesgos *99*

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 1
Escenarios de los Riesgos Ambientales Relacionados con el Proyecto

La Laguna de Zumpango, localizada en el municipio de Zumpango, Estado de México, a aproximadamente 2 km de la cabecera municipal y entre el Circuito Exterior Mexiquense y la carretera Melchor Ocampo–Apaxco, constituye el remanente del antiguo Lago de Zumpango, que en su momento formó parte del sistema lacustre integrado por cinco grandes lagos: Texcoco, Xaltocan, Xochimilco, Chalco y Zumpango, correspondientes a la cuenca de la actual Zona Metropolitana del Valle de México.

El objetivo original de la obra de la Laguna fue abastecer de agua a los núcleos agrarios de la región Zumpango–Nextlalpan–Teoloyucan, con fines agrícolas y acuícolas. A partir de 1990, y como resultado de las demandas de las comunidades ribereñas, la calidad del agua mejoró gracias al ingreso de aportaciones provenientes de las presas La Concha (Tepotzotlán), Angulo y Lago de los Lirios (Cuautitlán Izcalli). Posteriormente, con el decreto del Gobierno del Estado de México en 2003 que declaró la zona como Área Natural Protegida "Santuario del Agua", la CONAGUA incorporó aportaciones de la Presa Madín, ubicada en Atizapán de Zaragoza.

Actualmente, la única función de este cuerpo es la de vaso regulador de avenidas pluviales, ya que su infraestructura de riego está deshabilitada. Además de ser un elemento cultural e identitario, al representar un sitio de valor histórico y simbólico para los habitantes de Zumpango.

Las aportaciones de agua hacia la Laguna de Zumpango son conducidas a través del Río Cuautitlán y, en su último tramo, mediante el Canal Santo Tomás, el cual opera bajo una filosofía de desfogue controlado (24 a 48 horas antes de la apertura de compuertas), con el fin de incrementar la proporción de agua pluvial en la mezcla almacenada. Gracias a esta práctica, la aportación del agua en la laguna se estima en una proporción de 80% pluvial y 20% residual, alcanzando en años recientes valores de hasta 90% pluvial y 10% residual. Durante dos meses del temporal de lluvias, la Laguna de Zumpango controla, a través del Canal Santo Tomás, las avenidas pluviales del río Cuautitlán y del Emisor del Poniente, con el fin de reducir el riesgo de inundaciones aguas abajo, en el estado de Hidalgo

El canal Santo Tomás y la Laguna de Zumpango han funcionado históricamente como un sistema de regulación y almacenamiento de los sobreflujos provenientes del Emisor Poniente, permitiendo el desvío controlado de agua hacia la laguna durante avenidas máximas. Este mecanismo evita que el excedente continúe aguas abajo por el río Cuautitlán, reduciendo el riesgo de inundaciones.

Bajo este contexto, se identifican dos condicionantes principales:

- La primera consiste en preservar la función de regulación de avenidas pluviales durante la temporada de lluvias, manteniendo siempre una capacidad disponible de regulación y almacenamiento de 5 Mm^3.
- La segunda es asegurar que la calidad del agua que se ingrese a la laguna cumpla con los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, aplicable a descargas en cuerpos de agua tipo embalse, lagos y lagunas.

Esta última condicionante determina la estrategia de tratamiento a implementar, orientada a reducir la carga contaminante del influente y alcanzar las metas de calidad requeridas, lo que define el funcionamiento general de la planta de tratamiento.

CONSULTA PÚBLICA

1.1 BASES DE DISEÑO

En la siguiente sección, se describen las bases de diseño de la **Planta de Tratamiento de Aguas Pluvial/Residual (PTAP/R) Zumpango**, las cuales se basan en las condiciones hidrológicas, operativas y de calidad del agua requerida en el embalse de la Laguna de Zumpango, considerando tanto el periodo de lluvias como el periodo de estiaje.

Estas bases establecen los criterios generales para la selección, dimensionamiento y operación del sistema de tratamiento propuesto, en función del origen y la variabilidad del agua influente, los objetivos de calidad del efluente y el marco normativo aplicable. Asimismo, permiten asegurar la flexibilidad operativa del sistema y su adecuada integración con la infraestructura hidráulica existente y con el esquema de aprovechamiento del agua para abastecimiento a la Zona Metropolitana del Valle de México.

1.1.1 Memoria Descriptiva de la PTAP/R Zumpango

A continuación, se detallan los criterios de diseño utilizados para la realización del proyecto "*Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la ZMVM"* para la etapa de la Planta de Tratamiento de Agua Residual/Pluvial, así como la descripción del proceso y funcionamiento de la PTAR/P.

Estudios y Datos Complementarios

Los datos básicos considerados para la elaboración del anteproyecto se han obtenido de acuerdo con lo siguiente:

- Información histórica de calidad de agua.
- Información y antecedentes proporcionados por la CONAGUA.
- Estudio confirmatorio de calidad de agua elaborado por el grupo consultor.

Con base en la información antes mencionada se genera el proyecto de ingeniería el cual cumple con los lineamientos de ingeniería de procesos de tratamiento de agua residual internacionalmente aceptados y las mejores prácticas del estado de la técnica actual, por lo que los criterios aplicados y el diseño en su totalidad responde al concepto técnico del grupo consultor y su entendimiento del proyecto, con la revisión y validación de la CONAGUA, lo que permite garantizar el desempeño de la planta de tratamiento de acuerdo a las bases y criterios de diseño presentados.

Caudales de Diseño

El dimensionamiento de las unidades de proceso se realiza con base en los siguientes caudales de diseño mostrados en la **Tabla 1-1:**

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-1 Caudales de Diseño

	PTAR*, Estiaje	PTAP**, Lluvias
Q med	0.3 m^3/s	7.0 m^3/s
Q max	1.3 m^3/s	9.0 m^3/s

*PTAR: Planta de Tratamiento de Agua Residual (En temporada de Estiaje).
**PTAP: Planta de Tratamiento de Agua Pluvial (En temporada de Lluvias).

El caudal máximo de 9.0 m^3/s, correspondiente al caudal máximo en el periodo de lluvias, constituye la base de diseño de la PTAP/R Zumpango, así como de la infraestructura principal. Dicho caudal se extrae mediante el cárcamo de bombeo de agua pluvial/residual, con succión en el Tanque Regulador (construido dentro de la Laguna) mismo que regula un volumen de aproximo de 4.2 Mm^3 con superficie cercana a 100 hectáreas. El Tanque Regulador actúa como volumen de compensación para amortiguar variaciones de gasto y asegurar un flujo constante y uniforme de agua hacia la PTAP/R Zumpango, además de funcionar como un eficiente desarenador.

Este esquema asegura que la laguna conserve su papel de control hidráulico regional, al mismo tiempo que proporciona un flujo regulado para la producción sostenida de agua tratada.

Características del Agua Pluvial y Residual

Las características del agua influente a la Laguna de Zumpango corresponden principalmente de aportaciones pluviales del Río Cuautitlán, combinadas con los aportes del Emisor del Poniente, conducidas hacia la Laguna de Zumpango a través del Canal Santo Tomás, las cuales presentan una composición variable con presencia de sólidos suspendidos, materia orgánica biodegradable, nutrientes y compuestos típicos de escorrentías urbanas.

El dimensionamiento de las unidades de tratamiento y la selección de procesos tienen como objetivo garantizar que el efluente tratado cumpla en estiaje con la calidad establecida para descargas a cuerpos receptores tipo embalse, conforme a los límites permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-2021, donde se presentan los límites establecidos como la calidad de agua objetivo para el agua efluente de la PTAP/R Zumpango.

En la evaluación de la información de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA) referente a la calidad del agua del Río Cuautitlán, en el sitio de derivación a la Laguna, se establecieron las concentraciones de diseño que se indican a continuación en la **Tabla 1-2**:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-2 Calidad de Agua Canal Santo Tomás, RENAMECA

Parámetro, mg/L	Concentración Promedio	Concentración Percentil 75	Concentración Promedio	Concentración Percentil 75
	Temporal de Lluvias		Temporal de Estiaje	
DBO	81	132	226	274
DQO	231	327	469	555
SST	174	255	122	168
Nitrógeno Total	20.4	26.2	47.4	62.2
Fósforo Total	5.5	7.0	8.1	12.0

Fuente: Red Nacional de Medición de Calidad del Agua, 2025

Calidad de Agua Objetivo

Los valores de calidad objetivo, considerados como límites máximos de diseño para el efluente tratado, se presentan a continuación en la **Tabla 1-3**.

Tabla 1-3 Calidad Objetivo de Agua del Efluente en Temporada de Estiaje

Parámetro	Unidad	NOM-001-SEMARNAT-2021
		Embalses, Lagos y Lagunas
		Promedio Mensual
Temperatura	°C	35
Grasas y Aceites	mg/L	15
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	20
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	100
Nitrógeno Total	mg/L	15
Fósforo Total	mg/L	5 (0.5 *)
pH	Unidades de pH	6 a 9
Escherichia coli	NMP/00 mL	250
Color Verdadero	Longitud de onda -	
	m -1	436
	m -1	525
	m -1	620
Toxicidad Aguda	UT	2 a los 15 minutos de exposición

* Objetivo de calidad especifico del proyecto de aprovechamiento de la Laguna de Zumpango

CONSULTA PÚBLICA

Ubicación de la PTAP/R Zumpango

La PTAP/R Zumpango se ubicará en el predio agrícola colindante al Norte del bordo perimetral de la Laguna. El área requerida para la planta es de aproximadamente 6 hectáreas.

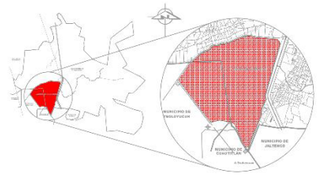
En la **Figura 1-1** se presenta la ubicación del predio disponible para la PTAP/R Zumpango.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-1 Ubicación de la PTAP/R Zumpango



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



NOTAS GENERALES Y PARTICULARES :

NOMBRE DE LA PLANTA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL ZUMPANGO
TREN DE AGUA DE PROCESO:	LLUVIAS
CAUDAL DE DISEÑO:	9 m³/s
TIPO DE PROCESO:	TRATAMIENTO PRIMARIO QUÍMICO

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:

PRETRATAMIENTO CRIBADO GRUESO, MEDIO Y FINO + MEZCLA RÁPIDA + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CON QUÍMICOS + TREN DE LODOS

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:

ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

TREN DE AGUA DE PROCESO:	ESTIAJE
CAUDAL DE DISEÑO:	1.3 m³/s
TIPO DE PROCESO:	BIOLÓGICO LODOS ACTIVADOS A2O

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:

PRETRATAMIENTO + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CONVENCIONAL + LODOS ACTIVADOS A2O + SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA + SEDIMENTACIÓN TERCIARIA CON QUÍMICOS + DESINFECCIÓN

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:

ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA

- Laguna de Zumpango
- Predio PTAP/R
- Canal Santo Tomás

REFERENCIAS DE PLANOS

No.	FECHA	NOMBRE DE PLANO

REVISIONES

No	FECHA	DESCRIPCIÓN

MEDIO AMBIENTE CONAGUA — SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO

GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO

DR. JUAN CÉSAR LUNA BAHENA

TÍTULO DEL PROYECTO:
"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México"

TÍTULO DEL PLANO:
Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual, Zumpango.
"Ubicación de la PTAP/R"

CLAVE DE PLANO:	UNIDAD DE ACOTACIÓN:	FECHA:	No. DE PLANO:
AP-PTAPRZUMP-ERA-1	METROS	MAR 2026	ERA - 01

VO. BO. DE PROYECTO POR LA CONAGUA: — POR LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO — NOMBRE Y PUESTO

POR LA RESIDENCIA — NO. DE PROYECTO, FECHA DE PROYECTO, RESPONSABLE, RESIDENTE

CONSULTA PÚBLICA

Análisis de Vulnerabilidad por Fenómenos Naturales

Con el fin de identificar condiciones externas que pudieran detonar eventos de riesgo ambiental, se llevó a cabo un análisis de vulnerabilidad del sitio del proyecto. Este se basó en cartografía temática del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y del Atlas Nacional de Riesgo y consideró un radio de influencia de 1 km, así como los principales riesgos hidrometeorológicos y geológicos en el área donde se ubicará la PTAP/R.

El análisis se enfocó en evaluar cómo estos fenómenos podrían interactuar con las instalaciones que manejarán sustancias peligrosas —principalmente cloro gas, con el propósito de identificar posibles escenarios de liberación accidental.

CONSULTA PÚBLICA

Riesgos Hidrometereológicos

1. Bajas Temperaturas – Muy Alto

El área del proyecto se encuentra dentro del municipio de Teoloyucan, el cual, de acuerdo con el Atlas de Riesgos Nacional, se encuentra en una categoría muy alta correspondiente al grado de riesgo por bajas temperaturas, sin embargo, colinda con el municipio de Zumpango, el cual presenta un grado de riesgo alto. Asimismo, el área presenta un índice medio de días con heladas, dentro de un rango de 61 a 120 días por año, con temperaturas de -6 y -12°C, para ambos municipios. Ver **Figura 1-2**.

Este riesgo se considera significativo para las consideraciones de diseño del proyecto, debido a la probabilidad de cristalización del sulfato de aluminio derivado de bajas temperaturas, como medida de prevención, el fluido se mantiene en contante movimiento a través de las bombas de trasvase, además de estar almacenados en tanques resistentes a la intemperie.

2. Ciclones Tropicales – Muy Bajo

De acuerdo con la información presentada en el Atlas de Riesgo Nacional, el grado de peligro y riesgo por presencia de ciclones tropicales a nivel municipal es muy bajo, como se muestra en la **Figura 1-3**.

Con base a esta categorización de riesgo, no se considera significativa la evaluación de este parámetro para las condiciones de diseño.

3. Inundaciones – Muy Alto

El sitio del proyecto se ubica en un área categorizada como riesgo muy alto por inundaciones, De acuerdo con el Atlas de Riesgos Nacional, como se muestra en la **Figura 1-4**. Mientras que el índice de vulnerabilidad de inundación (CENAPRED 2017), que presenta el área de estudio corresponde a la categoría media. Ver **Figura 1-5.**

Implicación en el riesgo ambiental:

Este fenómeno representa el principal factor externo de riesgo para el proyecto, debido a que puede provocar:

- Afectación directa a:
  - Áreas de almacenamiento de cloro
  - Sistemas de dosificación
  - Equipos eléctricos y de control
- Posibles escenarios de riesgo:

  - Daño estructural a tanques de cloro
  - Desplazamiento o flotación de recipientes
  - Fallas en válvulas y conexiones
  - Liberación accidental de cloro por afectación mecánica
- Impactos adicionales:
  - Arrastre de contaminantes
  - Interrupción de operación
  - Incremento de carga contaminante en el sistema.

Derivado del grado de riesgo presente en el área, se considera este parámetro para el diseño y construcción del proyecto, ya que como parte integral del proyecto se han previsto acciones para la rehabilitación de bordos de la Laguna de Zumpango, cuya función principal es actuar como un vaso regulador, previniendo las inundaciones de la zona.

4. Tormentas Eléctricas - Medio

El grado de riesgo por tormentas eléctricas presente en el área del proyecto corresponde a un grado medio, como se muestra en la **Figura 1-6** y un índice de peligro de 0.50, con un rango de 10 a 19 días al año de tormentas eléctricas de acuerdo con la información consultada en el Atlas de Riesgo Nacional.

De acuerdo con esta clasificación de riesgo se tomarán las medidas de seguridad necesarias para las descargas atmosféricas que puedan presentarse en el sitio y deriven en un accidente mayor. De esta manera, el proyecto de la PTAP/R contempla la instalación de un sistema de descargas atmosféricas, compuesto de 3 pararrayos los cuales cubren la totalidad de la instalación como se puede observar en la **Figura 1-7** y adicionalmente un sistema de puntas Franklin en cada una de las tres subestaciones eléctricas.

5. Ondas Cálidas – Muy Bajo

El grado de riesgo por presencia de ondas cálidas en el área del proyecto corresponde a un grado muy bajo (ver en la **Figura 1-8**), por lo que no se considera un riesgo significativo para la evaluación de este parámetro.

6. Sequía - Bajo

Asimismo, el grado de peligro por sequía (CONAGUA 2020) se considera bajo, mientras que el grado de vulnerabilidad y riesgo están catalogados como muy alto y alto respectivamente, para el área que comprende el Proyecto. Ver **Figura 1-10**.

Debido a que este no corresponde en un riesgo que afecte directamente al proyecto, no se considera para el diseño y construcción del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Riesgos Geológicos

7. Inestabilidad de Laredas – Muy Bajo

De acuerdo con el mapa Nacional por Inestabilidad de Laredas (CENAPRED, 2020), el área de estudio se encuentra dentro de la categoría muy bajo.

Sin embargo, se consideran las medidas necesarias para la cimentación y construcción del proyecto, de tal manera que no se constituya un riesgo significativo en las instalaciones, derivado de este parámetro.

8. Sismos - Medio

De acuerdo con la regionalización sísmica (CFE 2015), el área se presenta en la zona B – Media.
Debido al grado de riesgo presente en el área del proyecto se realizan todas las consideraciones pertinentes para el diseño y construcción del proyecto, así mismo, se realizan estudios de mecánica de suelos y estabilidad de los materiales, como se muestra en la **Figura 1-9**.

9. Vientos - Bajo

De acuerdo con la zonificación eólica elaborada por CFE, presentada en el Atlas de Riesgo Nacional, el área del proyecto se encuentra dentro de la zona A, con un tipo de peligro bajo, presentando vientos en un rango de entre 100 y 130 km/hora. Ver **Figura 1-11**.
Debido al grado de riesgo bajo, no se considera este parámetro en el diseño del proyecto.

Riesgos Químico - Tecnológicos

10. Pirotecnia

Alrededor del área del proyecto, sobre todo en la colindancia con el municipio de Zumpango existen establecimientos que manejan pólvora para la fabricación de pirotecnia. De acuerdo con la información presentada en el Atlas de Riesgo Nacional, con base a los indicadores de CENAPRED 2020, se tiene registro de 10 accidentes relacionados a la pirotecnia, dentro del periodo 2011 -2020, los cuales generaron un total de 7 decesos y 9 personas lesionadas en el municipio de Zumpango, mientras que en el municipio de Teoloyucan se tiene registro de 2 accidentes derivando en 4 lesionados para el mismo periodo. Ver **Figura 1-12.**

11. Industria Química

Asimismo, se tiene en inventario dos industrias con distancia de 1.5 y 1.8 km con respecto al área del proyecto que cuentan con almacenamiento de sustancias químicas peligrosas (Ver **Figura 1-13**), entre las cuales se encuentran sustancias altamente inflamables (acetona, xileno, alcoholes, entre otros) con cantidades de entre 20 y 86.5 toneladas, constituyendo un riesgo de incendio, el cual se pudiera propagar por los pastizales y áreas agrícolas cercanas al proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

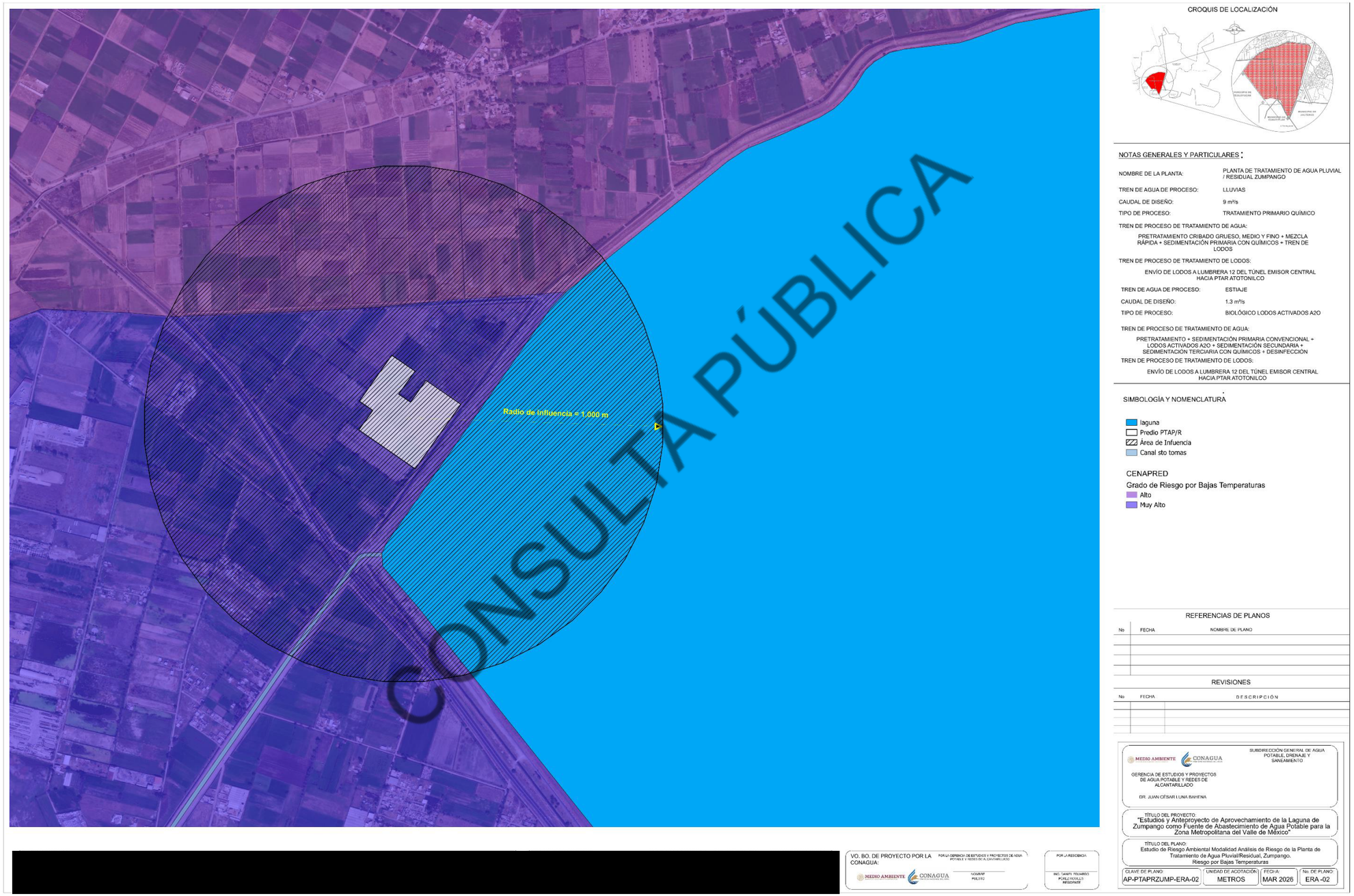
12. Riesgo de Ocurrencia de Incendios por Factores Humanos – Muy Alto

De acuerdo con el Atlas de Riesgo (CONAFOR 2020), el área del proyecto se encuentra dentro de la zona catalogada como Muy Alto, posiblemente debido a que los predios aledaños son de uso agrícola, y es una práctica común el uso del fuego para la preparación y limpieza de terrenos, lo que incrementa la susceptibilidad a la ocurrencia de incendios forestales y de vegetación.

Debido a que estos riesgos no afectan directamente en las condiciones de diseño del proyecto no se considera para la constitución de estos, sin embargo, si constituye un riesgo para la operación y el personal de la planta, por lo que se contará con medidas de seguridad para el alertamiento y la evacuación del personal, y de ser el caso, su atención, en caso de presentarse algún accidente de esta índole.

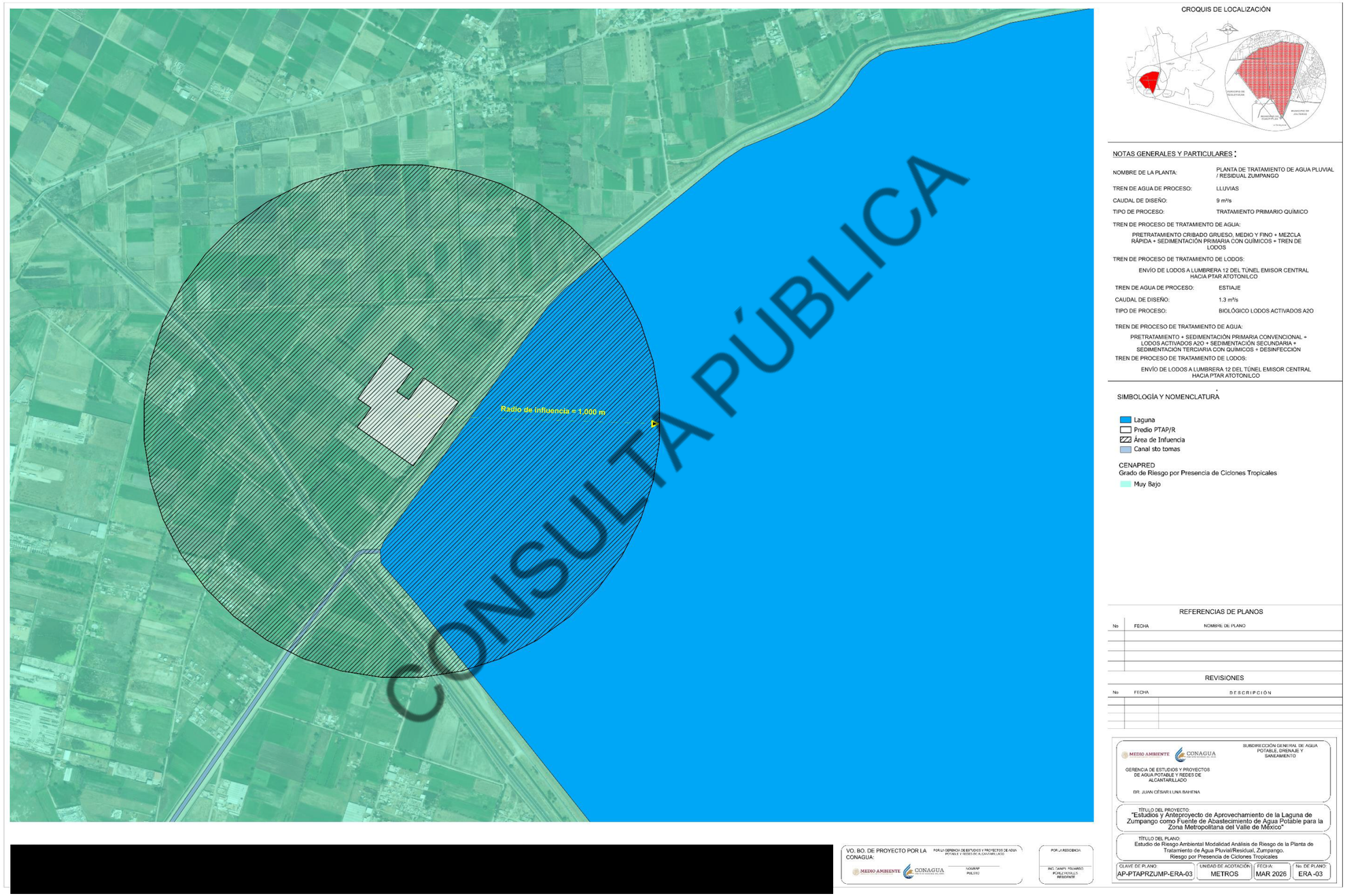
CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-2 Grado de Riesgo por Bajas Temperaturas



Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

Figura 1-3 Grado de Riesgo por Presencia de Ciclones Tropicales



Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

Figura 1-4 Grado de Riesgo por Inundaciones



Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

Figura 1-5 Grado de Vulnerabilidad por Inundaciones



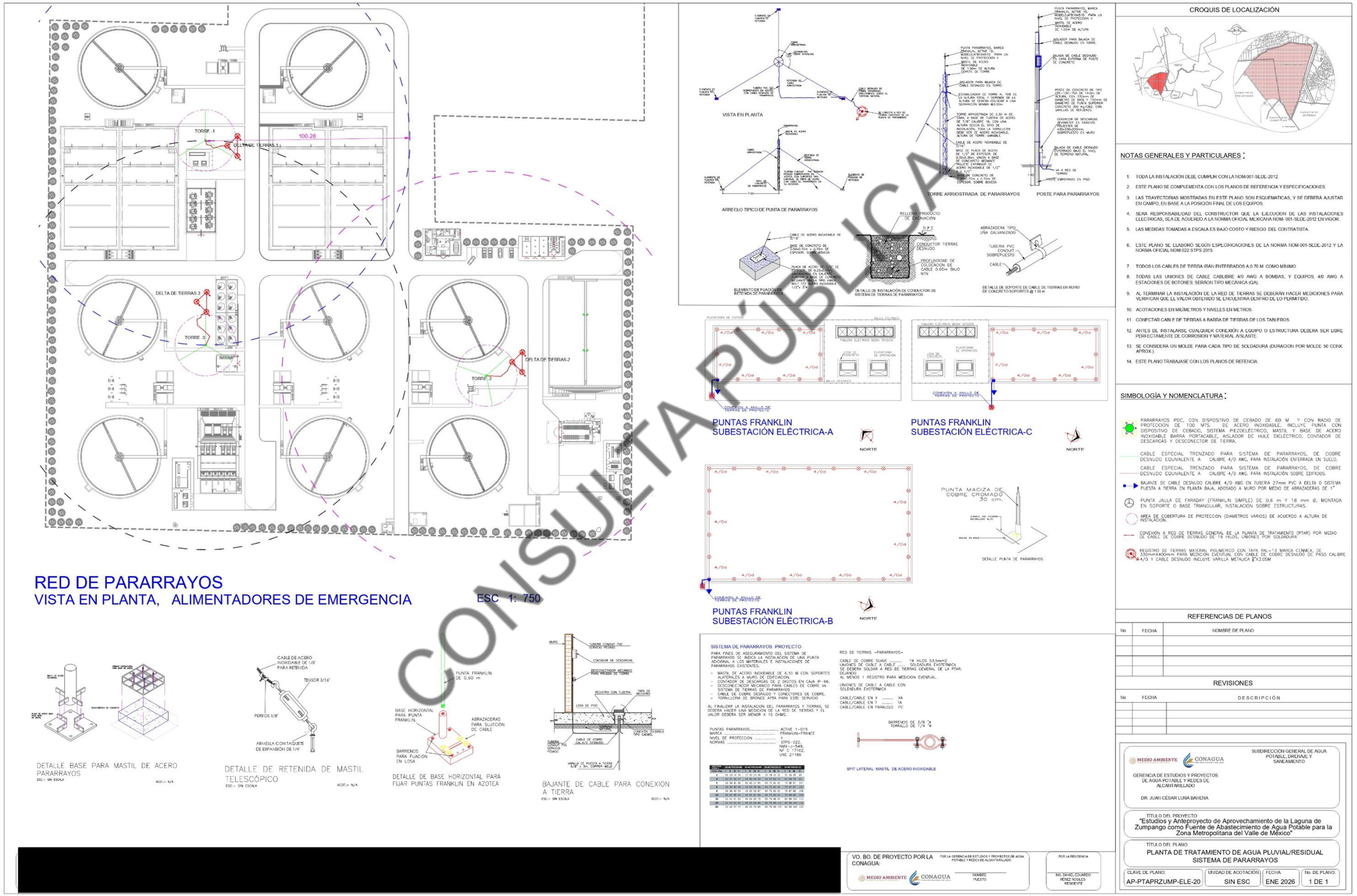
Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

Figura 1-6 Grado de Riesgo por Tormentas Eléctricas



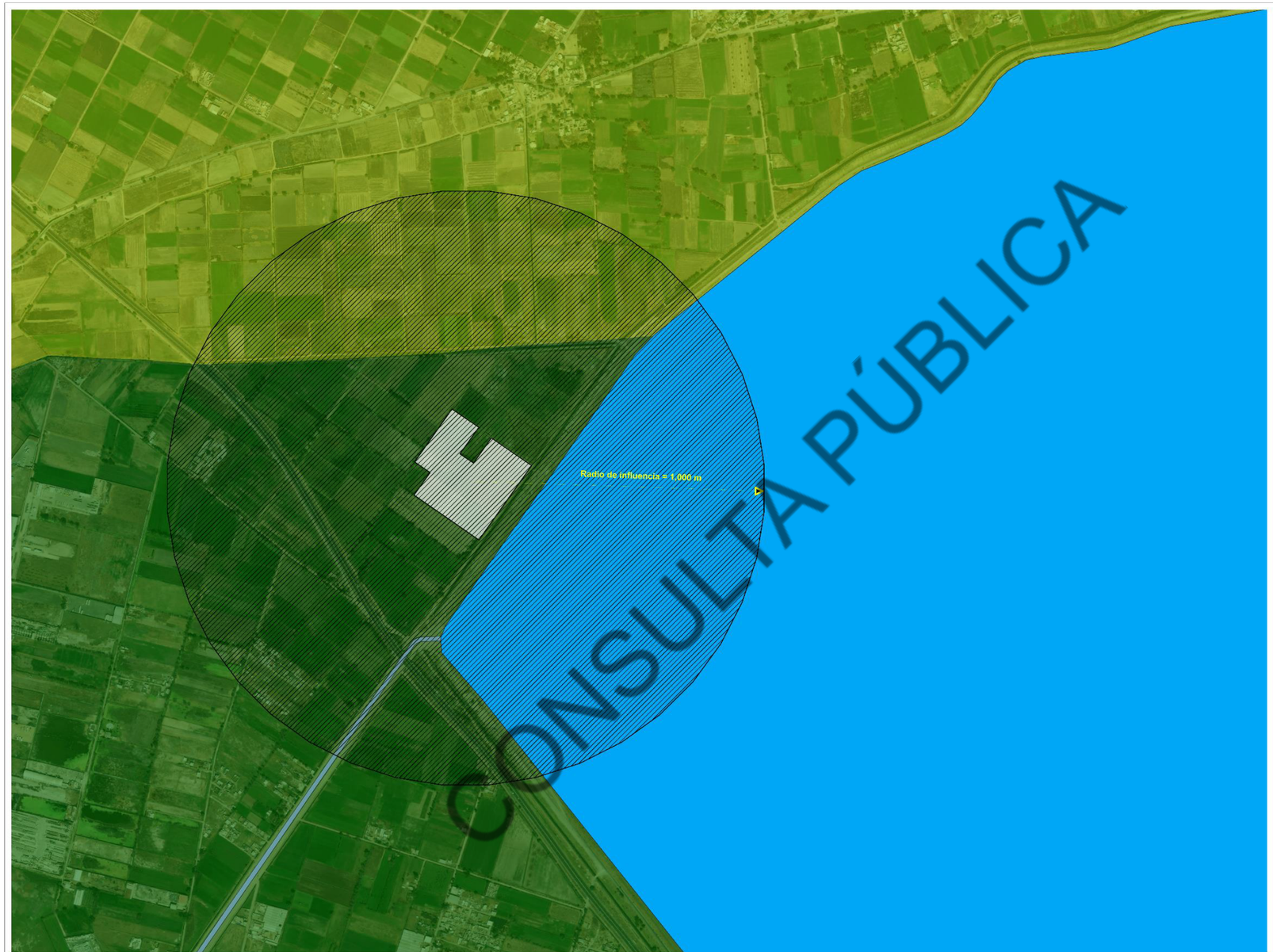
Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

Figura 1-7 Sistema de Descargas Atmosféricas



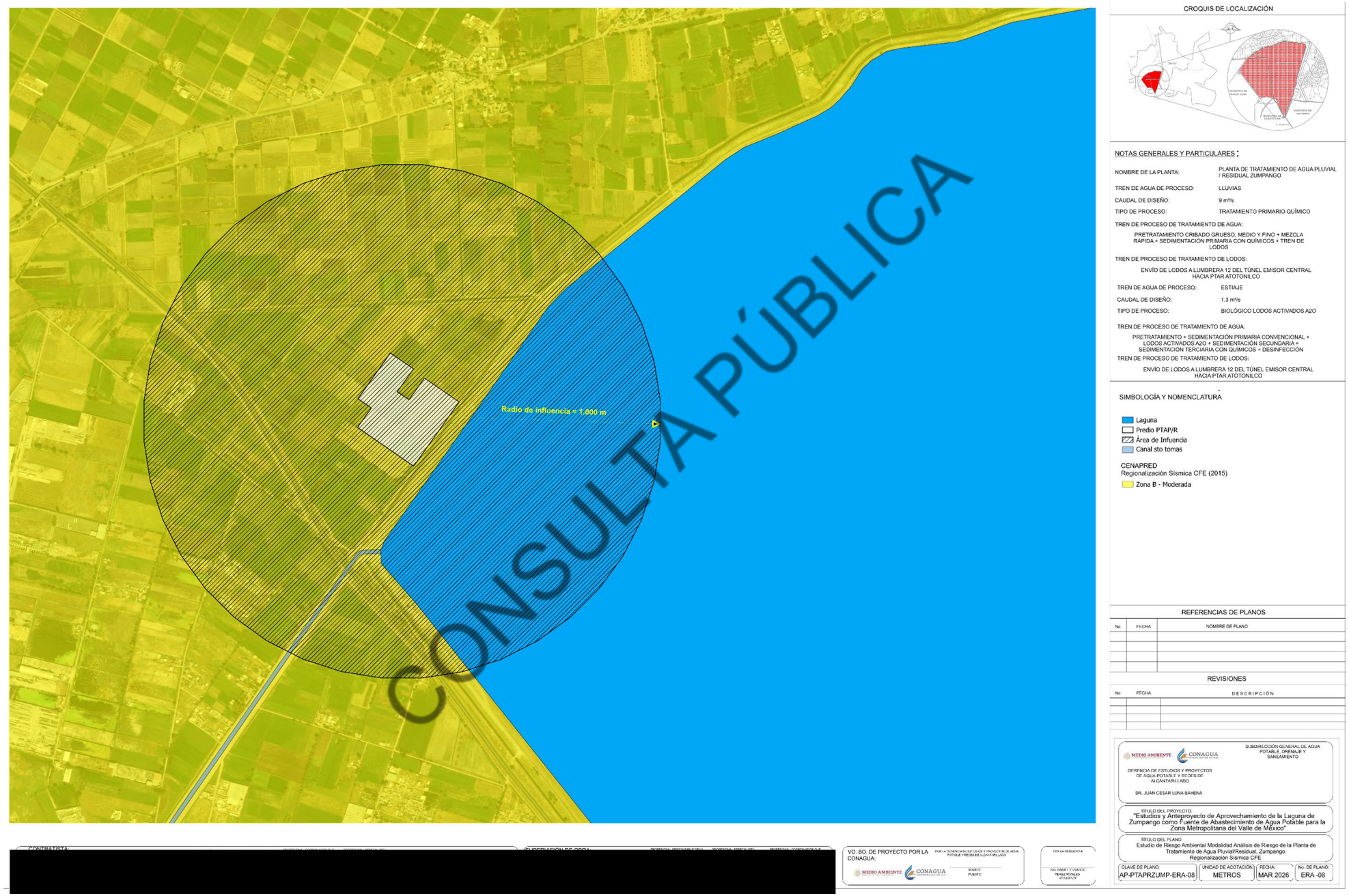
CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-8 Grado de Riesgo por Ondas Cálidas



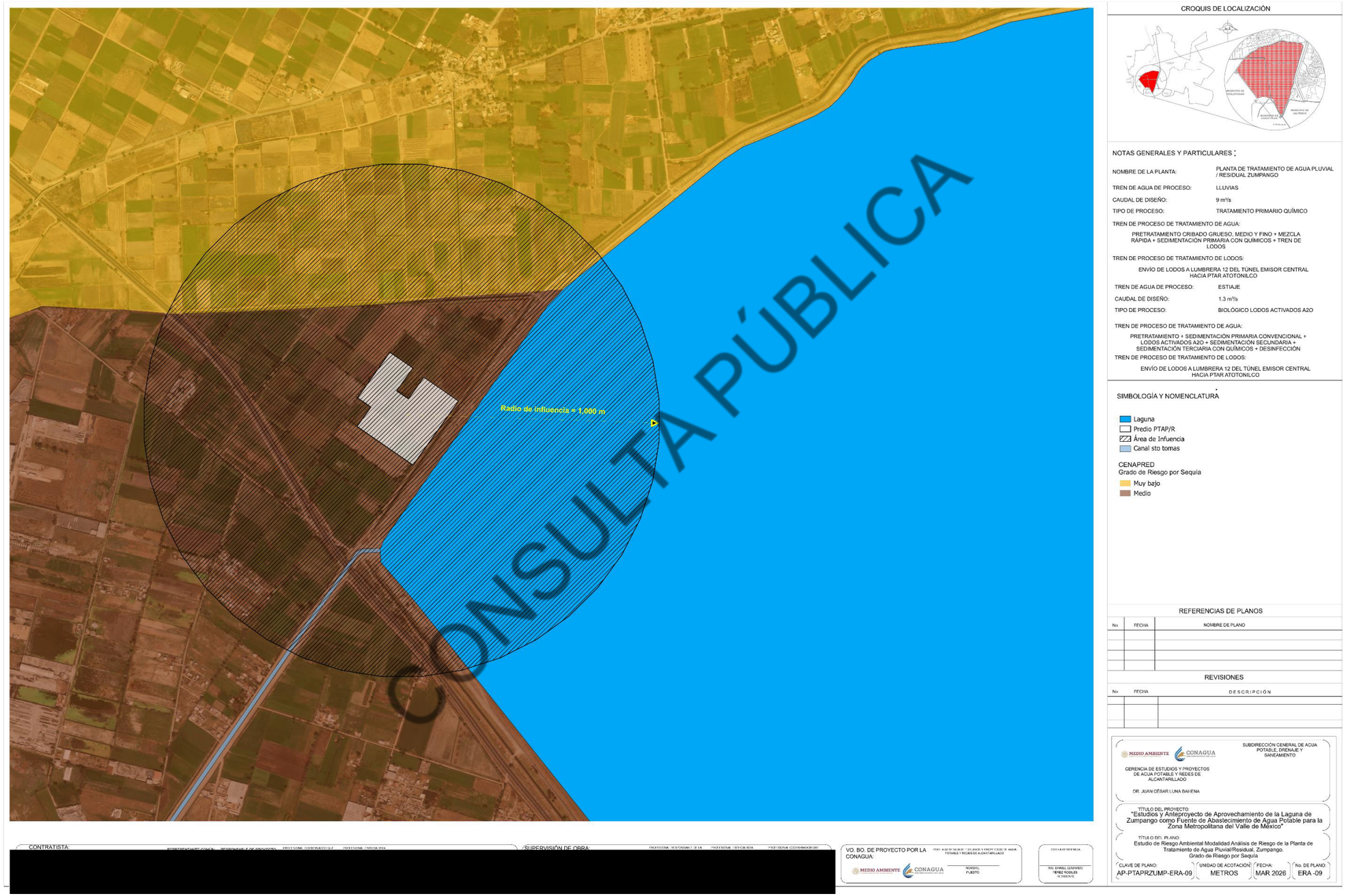
Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

Figura 1-9 Zonificación Sísmica CFE



Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

Figura 1-10 Grado de Riesgo por Sequía



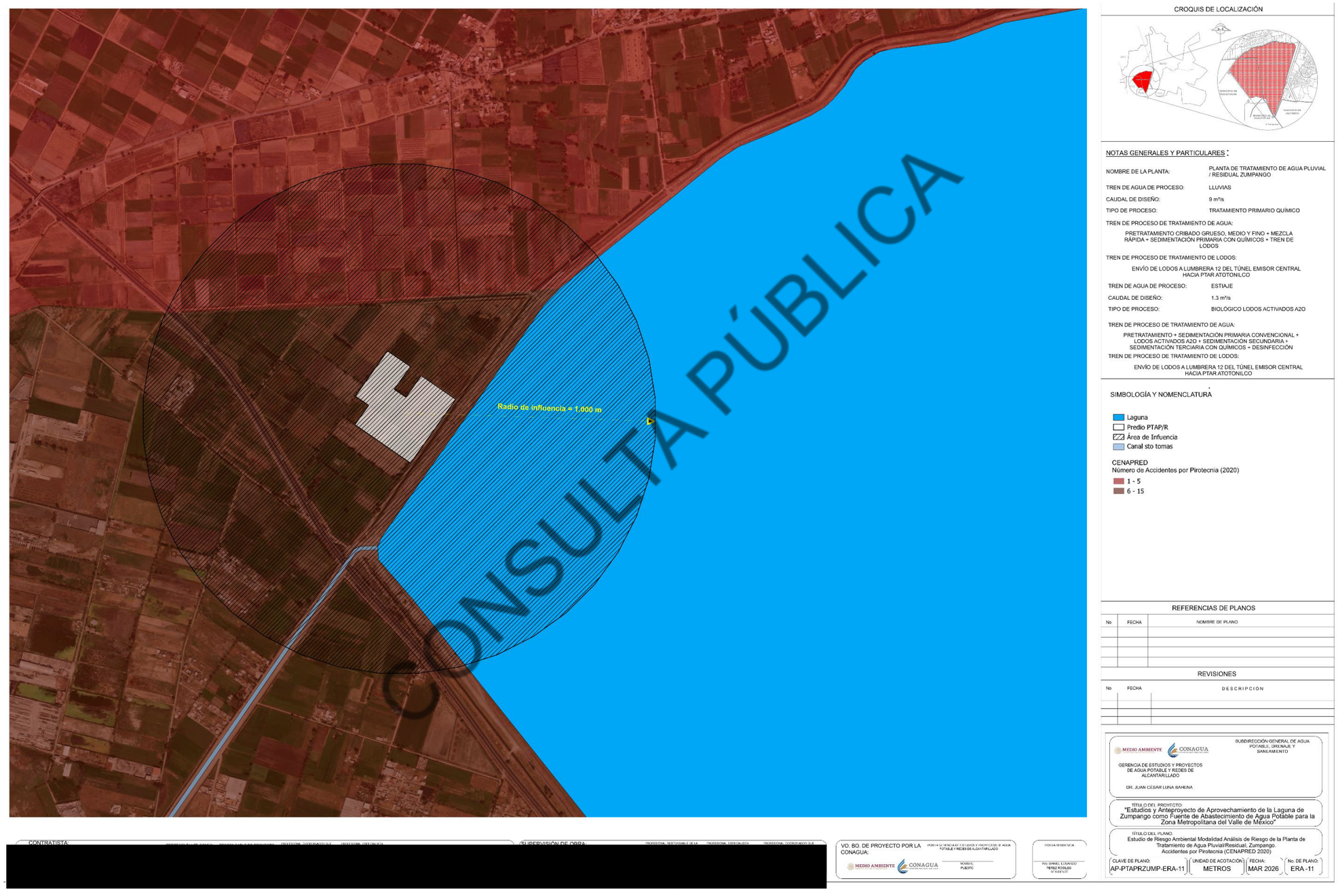
Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

Figura 1-11 Grado de Peligro por Vientos



Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

Figura 1-12 Número de Accidentes por Pirotecnias



Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

Figura 1-13 Industrias con Sustancias Químicas Peligrosas



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

NOTAS GENERALES Y PARTICULARES:

NOMBRE DE LA PLANTA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL ZUMPANGO
TREN DE AGUA DE PROCESO:	LLUVIAS
CAUDAL DE DISEÑO:	9 m³/s
TIPO DE PROCESO:	TRATAMIENTO PRIMARIO QUÍMICO

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO CRIBADO GRUESO, MEDIO Y FINO + MEZCLA RÁPIDA + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CON QUÍMICOS + TREN DE LODOS

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

TREN DE AGUA DE PROCESO:	ESTIAJE
CAUDAL DE DISEÑO:	1.3 m³/s
TIPO DE PROCESO:	BIOLÓGICO LODOS ACTIVADOS A2O

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CONVENCIONAL + LODOS ACTIVADOS A2O + SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA + SEDIMENTACIÓN TERCIARIA CON QUÍMICOS + DESINFECCIÓN
TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA

- Laguna
- Predio PTAP/R
- Área de Influencia
- Canal sto tomas

CENAPRED (2018)
Industrias con Sustancias Químicas Peligrosas

Industria 1
Almacenamiento y Mezcla de Productos Químicos (Reciclaje de Solventes Usados)
- Acetona 20 Ton
- Alcohol Isopropílico 35.6 Ton
- Alcohol Metílico 30.5 Ton
- Hexano 28.2 Ton
- Nafta 37.92 ton
- Tolueno 75.4 Ton
- Xileno 33.6 Ton

Industria 2
Distribución de Productos Químicos y Petroquímicos
- Xileno 86.5 Ton

REFERENCIAS DE PLANOS

No	FECHA	NOMBRE DE PLANO

REVISIONES

No	FECHA	DESCRIPCIÓN

MEDIO AMBIENTE CONAGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO
GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO
DR. JUAN CÉSAR LUNA BAHENA

TÍTULO DEL PROYECTO:
"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México"

TÍTULO DEL PLANO:
Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual, Zumpango
Industrias con Sustancias Químicas Peligrosas (CENAPRED 2018)

CLAVE DE PLANO:	UNIDAD DE ACOTACIÓN:	FECHA:	No. DE PLANO:
AP-PTAPRZUMP-ERA-12	METROS	MAR 2026	ERA -12

VO. BO. DE PROYECTO POR LA CONAGUA:
MEDIO AMBIENTE CONAGUA
NOMBRE

POR LA REFERENCIA
ING. DANIEL EDUARDO
RESIDENTE

PÚBLICA

Fuente: Elaboración Propia a Partir de Atlas de Riesgo Nacional (CENAPRED)

1.1.2 Proyecto Civil

En la etapa de anteproyecto, el diseño civil de la Planta Potabilizadora Zumpango se sustenta en el estudio geotécnico y geofísico realizado para el sitio, el cual incluyó trabajos de campo, ensayes de laboratorio y análisis geomecánico, con el objetivo de caracterizar las condiciones del subsuelo y establecer criterios de diseño estructural preliminar.

A continuación, se describen las recomendaciones constructivas derivadas de estos análisis:

1. Se recomienda construir un banco de nivel profundo en el sitio en estudio, para el monitoreo y control de hundimientos e inclinaciones de las estructuras.
2. Se recomienda instalar un tubo de observación piezométrica, para medir el nivel de aguas freáticas.
3. Se recomienda colocar un sistema de instrumentación, para el monitoreo de las estructuras, que permita visualizar el comportamiento con respecto al hundimiento regional, que será el mayor influyente en los desplazamientos de los elementos.
4. Las recomendaciones aquí presentadas son desde el enfoque geotécnico. Cualquier aspecto no contemplado en este estudio deberá ser informado para su evaluación.
5. Las excavaciones de 0.0 a 3.0 m se podrán realizar con taludes inclinados a 60 grados, protegido con malla electrosoldada 6-6 10/10 y concreto lanzado en un espesor de 5.0 cm.
6. Para excavaciones de 3.0 m a 6.0 m se deberá usar un sistema de tablestacado de 12 m de longitud.
7. Antes de realizar las excavaciones se deberá de revisar nuevamente el proyecto estructural definitivo para reafirmar o adaptar el procedimiento constructivo.
8. El análisis comparativo de los espectros determinados con PRODISIS 2015, Funciones de Transferencia y SHAKE, indica que el determinado con SHAKE es el más representativo y recomendado a utilizar en el diseño sísmico de las estructuras que se proyectan construir, debido a que considera la totalidad de los parámetros que caracterizan al subsuelo del sitio sin demeritar en la seguridad estructural.
9. El Espectro de Diseño así determinado por SHAKE, NO puede ser reducido por sobre resistencia debido a que se construyó considerando el comportamiento inelástico del subsuelo o sea de los diferentes estratos o paquetes litológicos que conforman la estratigrafía del sitio; pero sí por factores de ductilidad, situación que dependerá del factor que seleccionen los ingenieros estructuristas encargados del proyecto.
10. La Planta de Tratamiento de Agua Pluvial Zumpango, que se proyecta construir tendrá 2 niveles de doble altura, resulta que su período pudiera ser de 0.50 segundos, y en consecuencia el coeficiente sísmico a utilizar determinado con el Método Paso a paso (SHAKE), considerando que se diseñará con un factor de ductilidad Q = 2, sería c = 0.488 g; situación que dependerá de los ingenieros estructuristas encargados del proyecto.

Implicaciones en el Riesgo Ambiental

Las condiciones geotécnicas del sitio tienen implicaciones directas en el análisis de riesgo ambiental, particularmente en el manejo de sustancias peligrosas como cloro gas.

Se identifican los siguientes aspectos relevantes:

- Riesgo potencial: Asentamientos diferenciales en zonas con relleno pueden generar esfuerzos en:
    - Líneas de conducción de cloro

CONSULTA PÚBLICA

  - Válvulas y conexiones
  - Equipos de dosificación
- Consecuencia potencial
  - Fugas en sistemas presurizados
  - Liberación accidental de cloro
- Medidas de control desde diseño:
  - Mejoramiento del terreno en zonas críticas
  - Uso de cimentaciones adecuadas (losas o zapatas)
  - Diseño estructural considerando cargas sísmicas y condiciones de suelo

Con base en el estudio geotécnico y geofísico (Incluidos en el **Anexo E**), se concluye que el sitio es apto para la construcción del proyecto, siempre que se implementen las medidas de mejoramiento del suelo en zonas con material de relleno, asimismo las condiciones geotécnicas no representan una limitante para el desarrollo del proyecto y la correcta aplicación de criterios de diseño civil permitirá reducir la probabilidad de fallas estructurales que pudieran derivar en eventos de riesgo ambiental.

1.1.3 Proyecto Mecánico

El proyecto mecánico de la PTAP/R Zumpango contempla el diseño, selección e integración de sistemas de tuberías, válvulas, accesorios y equipos electromecánicos necesarios para la conducción y manejo de fluidos dentro del proceso de potabilización.

Dado que el proyecto se encuentra en etapa de ingeniería básica, los criterios de diseño se establecieron con base en normas nacionales e internacionales, considerando condiciones de operación seguras, confiabilidad del sistema y prevención de fallas que pudieran derivar en riesgos ambientales.

Sistemas Mecánicos Principales

Los sistemas mecánicos del proyecto se clasifican en:

- Sistema de conducción de agua (cruda, y proceso)
- Sistema de manejo de lodos
- Sistema de dosificación de químicos (cloro gas) – CRÍTICO

<u>Sistema de Cloración (Sistema crítico de riesgo)</u>

El sistema de cloración constituye el principal componente de riesgo ambiental del proyecto, debido al manejo de cloro gas, sustancia altamente tóxica.

Este sistema estará conformado por:

- Área de almacenamiento de tanques de cloro
- Sistema de regulación y dosificación
- Tuberías de conducción de cloro gas
- Válvulas, conexiones y accesorios

Dentro del sistema de cloración se identifican los siguientes puntos potenciales de falla:

- Conexiones entre tanque y sistema de dosificación
- Válvulas de control

CONSULTA PÚBLICA

- Líneas de conducción de cloro gas

El diseño mecánico incorpora:

- Uso de materiales compatibles con cloro (acero al carbón cédula adecuada)
- Cumplimiento con normas ANSI/ASME y AWWA
- Diseño de tuberías para evitar esfuerzos excesivos
- Control de velocidades de flujo para evitar erosión o fallas

Equipos Electromecánicos

La selección de los equipos electromecánicos se realizó con base en los requerimientos establecidos para cumplir con la calidad y caudal objetivo descrito en la Ingeniería de Proceso, asimismo se considera el equipamiento de manera integral teniendo en cuenta que todo el tren de lodos se instalará.

Los criterios de diseño utilizados para el cálculo, dimensionamiento y selección de equipos de bombeo son los descritos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la Comisión Nacional del Agua CONAGUA, en su libro No.15 *Estudio y Diseño de Instalaciones Mecánicas*, en la *sección 3* de dicho libro se presentan los criterios para el cálculo de carga de bombeo y potencia hidráulica, mientras que en la *sección 4*, el trazo de curvas del sistema y comportamiento de las bombas, y en la *sección 5* el diseño de tuberías y accesorios.

Desde el diseño funcional se definieron las características básicas y de desempeño requeridas por el proceso, por lo que, en esta parte de la ingeniería básica, se presentan los criterios de selección seguidos para la elección de los equipos que conforman la instalación electromecánica de la planta. Estos criterios se constituyen de la siguiente manera:

Características dimensionales y eléctricas: Que aseguren la completa compatibilidad constructiva, de montaje y de mantenimiento y reposición, tanto de las piezas integrantes del equipo como de los sistemas en su conjunto; se toman como base los estándares dimensionales ANSI/ASME y las características eléctricas básicas 480/220/110 V, 60 Hz, 3F.

- Seguridad en su operación y desempeño, asegurando al operador una certeza en su seguro manejo.
- Acondicionamiento: Característica requerida para un buen funcionamiento.
- Accionamiento: En función de la facilidad o dificultades para la operación del equipo.
- Capacidad y velocidad: En función de la capacidad requerida por cada unidad de proceso y los componentes mecánicos que la integran.
- Características de operación: Indicando particularidades específicas, para los equipos.
- Simultaneidad: Capacidad de operar conjuntamente con otros equipos.
- Confiabilidad: Relacionada con sus especificaciones y requerimientos en forma general.
- Modularidad: Considerando sobre todo la capacidad y la flexibilidad de operación.
- Requisitos especiales: Que requieran los equipos para que funcionen en forma óptima.

CONSULTA PÚBLICA

Medidas de Control desde Diseño

El proyecto incorpora medidas preventivas como:

- Selección adecuada de materiales
- Control de velocidades de flujo
- Diseño modular de sistemas
- Accesibilidad para mantenimiento

El diseño mecánico del proyecto considera criterios de seguridad, confiabilidad y compatibilidad con las condiciones de operación, lo que permite reducir la probabilidad de fallas en los sistemas de conducción y manejo de sustancias.

No obstante, debido al manejo de cloro gas, se identifican sistemas críticos que serán analizados detalladamente en los siguientes apartados del Estudio de Riesgo Ambiental.

1.1.4 Proyecto Sistema Contra-Incendio

Dado que el proyecto se encuentra en etapa de ingeniería básica, el sistema contra incendio se plantea de manera conceptual, considerando los criterios necesarios para garantizar la seguridad del personal, la protección de la infraestructura y la reducción de riesgos ambientales derivados de eventos de incendio.

A continuación, se enumeran los documentos, normas y estándares de referencia que sirven como base para la localización, selección (en su caso), así como para el diseño del sistema contra incendio para la protección de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual (PTAP/R).

- NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-022-STPS-2008 Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
- NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de Seguridad e higiene. E identificación de riesgos por fluidos conducidos por tuberías.
- NOM-029-STPS-2005 Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo Condiciones de Seguridad.
- NOM-003-SEGOB-2002 Señales y avisos para protección civil-Colores formas y símbolos a utilizar.
- NOM-154-SCFI-2005 Para mantenimiento y recarga de extintores.
- NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene.
- Reglamentos locales de protección civil aplicables.
- Normas oficiales mexicanas relacionadas con equipos portátiles contra incendio.

Nota: En caso de discrepancia entre normas, se aplicará el criterio más restrictivo.

Inspección y Mantenimiento

Los extintores deberán contar con:

- Carga vigente certificada.
- Etiqueta de mantenimiento inicial.

CONSULTA PÚBLICA

- Registro de inspección.

Áreas Críticas a Proteger

El sistema contra incendio se enfocará en las áreas con mayor potencial de riesgo, entre las que destacan:

- Almacén temporal de residuos peligrosos;
- Áreas de almacenamiento y dosificación de sustancias químicas;
- Caseta de cloración;
- Sistemas eléctricos y centros de control

Riesgos Asociados a Incendio

Los principales escenarios de incendio identificados en el proyecto incluyen:

- incendio en el almacén temporal de residuos peligrosos;
- incendios en equipos eléctricos;
- incendios derivados de fallas en equipos electromecánicos.

Cabe señalar que, si bien el cloro gas no es inflamable, un incendio en áreas cercanas podría comprometer la integridad de los sistemas de almacenamiento y dosificación, generando un evento secundario de liberación de gas.

El proyecto contempla la instalación de un sistema contra incendio a través de equipos portátiles para el combate de incendios dentro de las instalaciones, donde por la naturaleza del equipo o proceso se pudiera generar un conato de incendio (Ver **Tabla 1-4**), en conformidad con la NOM-002-STPS-2010, así mismo se contempla el uso de equipos para la etapa de construcción para todas las actividades en caliente y materiales inflamables. Sin embargo, se deberá elaborar y mantener vigente un estudio de riesgo de incendio previo a la operación de la PTAP/R y adecuar/equipar la instalación de acuerdo a lo que marque el estudio.

Asimismo, los extintores instalados deberán contar con los programas de mantenimiento y revisión en conformidad con la NOM-154-SCFI-2005, así como su señalización de acuerdo con las disposiciones establecidas en la NOM-026-STPS-2008 y NOM-003-SEGOB-2002.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-4 Áreas Propensas a Incendios

Área	Cantidad
Caseta de Cloración	1
Caseta de Almacenamiento de Sulfato de Aluminio	1
Caseta de Químicos	1
Edificio Administrativo	1
Edificio de Operación y Mantenimiento	1
Cuartos de Control	3
Subestación / Planta de emergencia eléctrica	3
Caja de bombas	4
Caja de recirculación de licor mezclado	4
Caja de mezcla	1

A continuación, en la **Tabla 1-5** y la se muestra la distribución de los equipos contra incendios, los equipos auxiliares para la prevención y combate de incendios como detectores y sistemas fijos no se consideran en el alcance de este proyecto.

Tabla 1-5 Distribución de Equipos Contra-Incendios

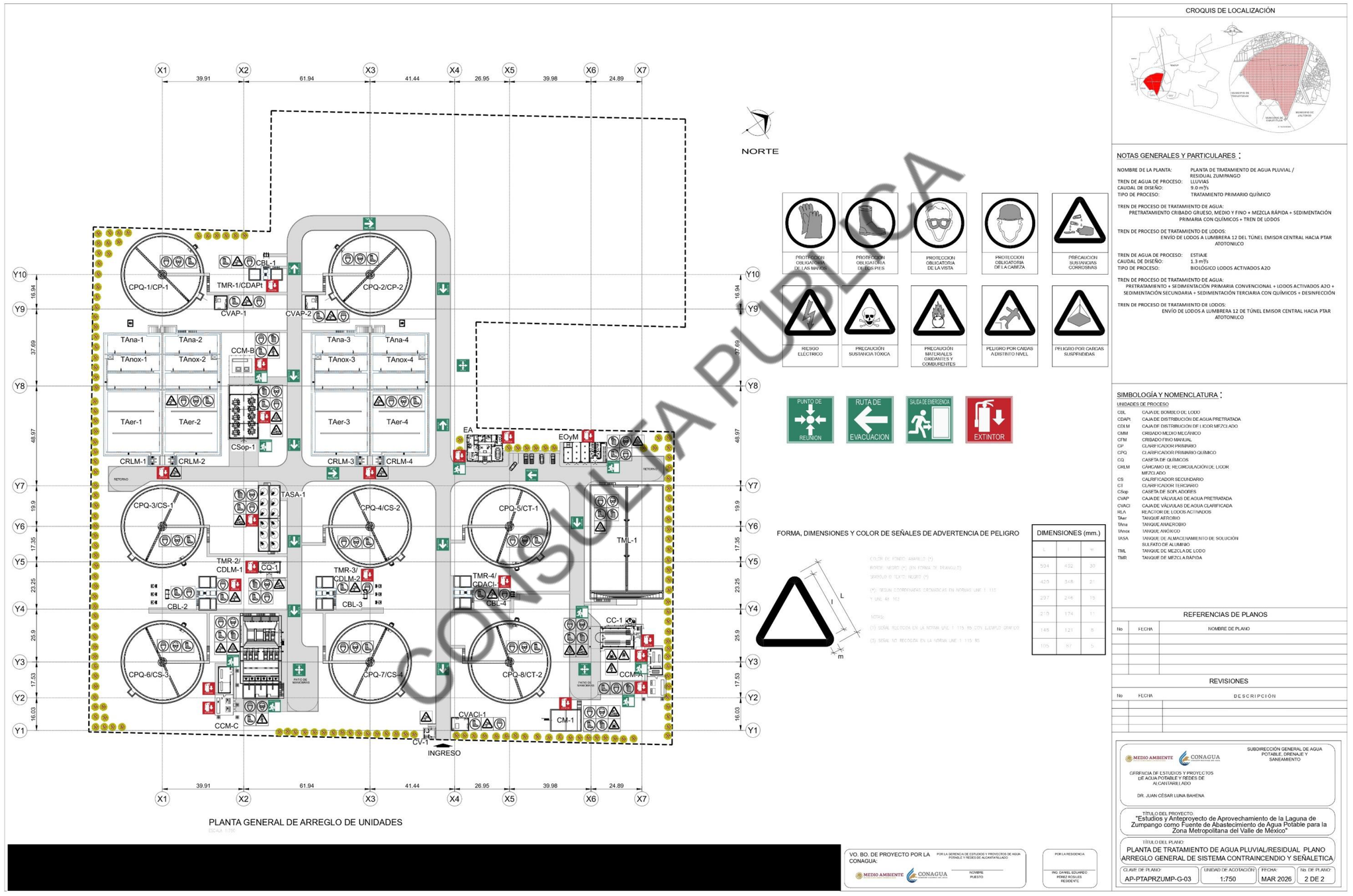
Etapa del Proyecto	Ubicación	Equipo	Cantidad
Construcción	Trabajos en caliente	Extintor PQS 6kg	1 por trabajo
	Almacenamiento de material inflamable	Extintor PQS 6kg	1 por almacén
	Maquinaria pesada y equipos de combustión	Extintor PQS 1 kg	1 por unidad / equipo
Operación	Caseta de cloración	Extintor PQS 9kg	1 cada 23 metros
	Caseta de Dosificación Sulfato de Aluminio	Extintor PQS 9kg	1
	Almacenamiento de Sulfato de Aluminio	Extintor PQS 9kg	1
	Caseta de Químicos	Extintor PQS 6kg	1
	Edificio Administrativo	Extintor CO_2 9kg	2
	Edificio Operación y Mantenimiento	Extintor PQS 9 kg	2
	Cuartos de Control	Extintor CO_2 9kg	3
	Subestación / Planta de emergencia eléctrica	Extintor PQS 9kg	3
	Caja de bombas	Extintor PQS 6kg	4

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Ubicación	Equipo	Cantidad
	Caja de recirculación de licor mezclado	Extintor PQS	2
	Caja de mezcla	Extintor PQS	1
Total de equipos			20

CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-14 Plano de Distribución de Equipos de Emergencia



COPIA NO CONTROLADA

1.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

La planta de tratamiento se conceptualizó bajo un esquema operativo modular y flexible, que permite su funcionamiento diferenciado en función de las condiciones hidrológicas asociadas a la temporada de lluvias y al período de estiaje. Durante la época de lluvias, la instalación opera como una Planta de Tratamiento de Agua Pluvial (PTAP), atendiendo caudales elevados con predominio de agua de origen pluvial y utilizando principalmente procesos físicos y fisicoquímicos.

Durante el período de estiaje, la planta se configura como una Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), incorporando procesos biológicos para el tratamiento de agua de origen residual, con caudales más bajos y relativamente constantes. Esta modulación operativa se logra mediante la reconversión funcional de unidades de tratamiento y la incorporación de infraestructura específica, optimizando el aprovechamiento de las instalaciones, asegurando el cumplimiento de los objetivos de calidad del efluente y garantizando la adaptabilidad del sistema a las variaciones estacionales.

En la **Tabla 1-6** se presenta el resumen del esquema de operación de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial (PTAP) y de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) bajo los distintos escenarios hidrológicos considerados para el proyecto. Así mismo en la **Figura 1-15**, se muestra el arreglo general de la planta y las unidades de proceso.

Tabla 1-6 Esquema de Operación y PTAP y PTAR

Lluvias PTAP 7 – 9 m^3/s	Estiaje 1ª etapa PTAR 0.3 m^3/s	Estiaje Futuro PTAR 1.3 m^3/s
TPQ 1	Sedimentador primario convencional	Sedimentador primario convencional
TPQ 2	No opera	Sedimentador primario convencional
TPQ 3	No opera	Clarificador secundario
TPQ 4	No opera	Clarificador secundario
No aplica	Reactores 1	Reactores 2, 3 y 4
TPQ 5	Clarificador secundario	Clarificador Terciario
TPQ 6	No opera	Clarificador secundario
TPQ 7	Clarificador terciario	Clarificador secundario
TPQ 8	No opera	Clarificador Terciario

*TPQ: Tanque de Clarificación Primaria

CONSULTA PÚBLICA

Planta de Tratamiento de Agua Pluvial (PTAP), en Época de Lluvias

El agua pluvial influente a la PTAP durante los meses de lluvias se tomará del Río Cuautitlán (a través del canal Santo Tomás). La operación y funcionamiento de la PTAP en época de lluvias será alrededor de 5 meses del año, de junio a octubre (153 días), en los cuales podrá tratar de 7 a 9 m^3/s (caudal máximo).

El sistema corresponde a un esquema convencional de clarificación fisicoquímica, que promueve la coagulación y sedimentación de sólidos suspendidos y coloidales mediante la dosificación controlada de coagulantes, buscando remover los sólidos suspendidos, arenas finas, materia orgánica sedimentable y, en especial, el fósforo, mediante procesos fisicoquímicos convencionales, optimizando la clarificación del agua antes de su envío hacia la laguna de Zumpango.

El agua pluvial (APl) conducida por el Canal Santo Tomás ingresa al Tanque Regulador (TR) dentro de la Laguna de Zumpango y se envía al Cárcamo de Bombeo de Agua Pluvial (CBAPl) ubicado dentro del predio de la planta, el cual estará equipado con un total de 6 bombas de agua pluvial (BAP) y enviarán el caudal de APl hacia el Pretratamiento.

Pretratamiento

El agua pluvial ingresa a la unidad de pretratamiento, el cuál consiste en cribado grueso manual, cribado medio mecánico consistente de 6 cribas de 10 mm de claro libre, equipadas con 2 tornillos transportadores de sólidos para la compactación y separación de los sólidos en contenedores previo a su disposición. Posteriormente, la corriente de agua cribada pasa a través de un Cribado Fino Mecánico consistente de 2 cribas mecánicas de 6 mm de claro libre, de tipo barras verticales con limpieza automática.

El agua pretratada efluente del cribado es conducida por gravedad hacia 4 Tanques de Mezcla Rápida equipados con 4 agitadores de mezcla rápida en donde se dosificará una solución de sulfato de aluminio como coagulante.

Clarificación Primaria con Químicos

El agua floculada (AFl) efluente del TMR ingresa a la Caja Distribuidora de Agua Floculada (CDAFl), 4 (cuatro) unidades, y se conduce por gravedad hacia 8 (ocho) Clarificadores Primarios con Químicos (CPQ) circulares de 40 m de diámetro, diseñados para manejar el flujo máximo de 9.0 m3/s. El objetivo de esta etapa es la separación mediante procesos de sedimentación de los sólidos suspendidos y coloidales previamente desestabilizados durante la etapa de mezcla rápida y floculación. En esta unidad se favorece la remoción de materia orgánica particulada y otros contaminantes asociados a los sólidos sedimentables, teniendo un porcentaje de remoción de SST de alrededor de 85%, del 50 % de la DBO total, y del ≈ 95 % del fósforo total, generando un efluente clarificado (agua tratada) que es conducido a la primera sección de la Laguna de Zumpango.

CONSULTA PÚBLICA

Manejo de Sólidos y Lodos PTAP

Los sólidos retenidos y removidos durante el CGM (sólidos de desbaste), los sólidos retenidos en las unidades de CMM (sólidos de cribado) y los sólidos del cribado prensados y descargados por el TSS (sólidos prensados) son enviados a disposición como residuo de manejo especial.

La materia flotante removida con el brazo desnatador de los CPQ se denomina Natas Primarias (NP) es enviada por gravedad a los 4 Cárcamos de Natas (CN), para posteriormente enviarse por bombeo al Tanque de Mezcla de Lodo (TML), mientras que el lodo primario químico (LPQ) se envía a 4 Cárcamos de Lodos (CL) y es conducido por bombeo hacia el TML.

Esta mezcla de lodo y natas se le denomina Corriente de Rechazo de la PTAP (CRP) y será enviada hacia la Lumbrera 12 del Túnel Emisor Central (TEC).

En la **Tabla 1-7** se muestran las unidades de proceso del tren de agua de la PTAP

Tabla 1-7 Unidades del Tren de Agua de la PTAP

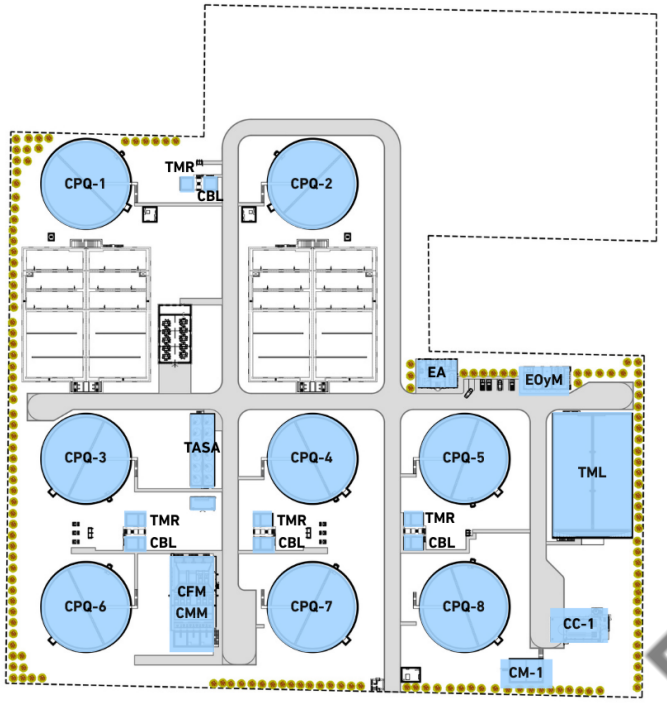
Etapa de Proceso	Unidades	Actividad Altamente Riesgosa
Pretratamiento	Cribado medio mecánico Cribado fino mecánico	NO
Mezcla rápida	Dosificación de sulfato de aluminio para la precipitación de sólidos suspendidos, DBO y DQO suspendida y coloidal, precipitación de fósforo	NO
Clarificación primaria con químicos	Clarificadores primarios	NO
Descarga de agua	Conducción de agua tratada a la 1ª sección de la Laguna de Zumpango	NO

El agua que recibe tratamiento en temporal de lluvias es de origen pluvial, y debido a que no existe una Norma aplicable al tratamiento de este tipo de agua para su descarga a un cuerpo receptor nacional, no se realiza la desinfección, por lo que para este proceso no se considera una actividad de alto riesgo.

En la **Figura 1-15** se muestra el arreglo general de la planta y en la **Figura 1-16** y **Figura 1-17** se muestra el esquema de funcionamiento de la PTAP en época de lluvia.

CONSULTA PÚBLICA

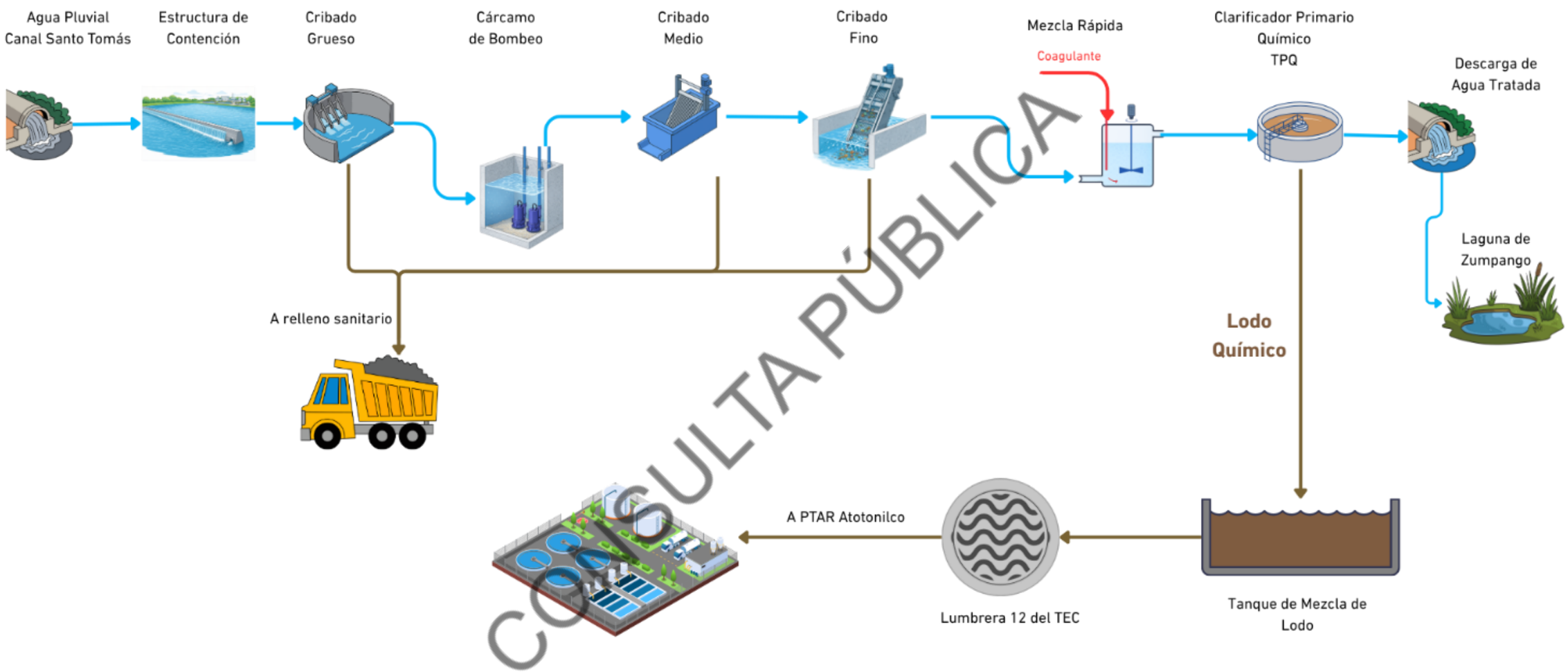
Figura 1-15 Arreglo General de la PTAP, Lluvias



TAG	Unidad
CPQ	Clarificador Primario Químico
TML	Tanque de Mezcla de Lodo
CC	Caseta de Cloración
CFM	Criba Fina Mecánica
CMM	Criba Media Mecánica
CM	Cámara de Mezcla
TMR	Tanque de Mezcla Rápida
CQ	Caseta de Químicos
CM	Caja de Mezcla
CBL	Caja de Bombeo de Lodo
EA	Edificio Administrativo
EOyM	Edificio Operación y Mantenimiento

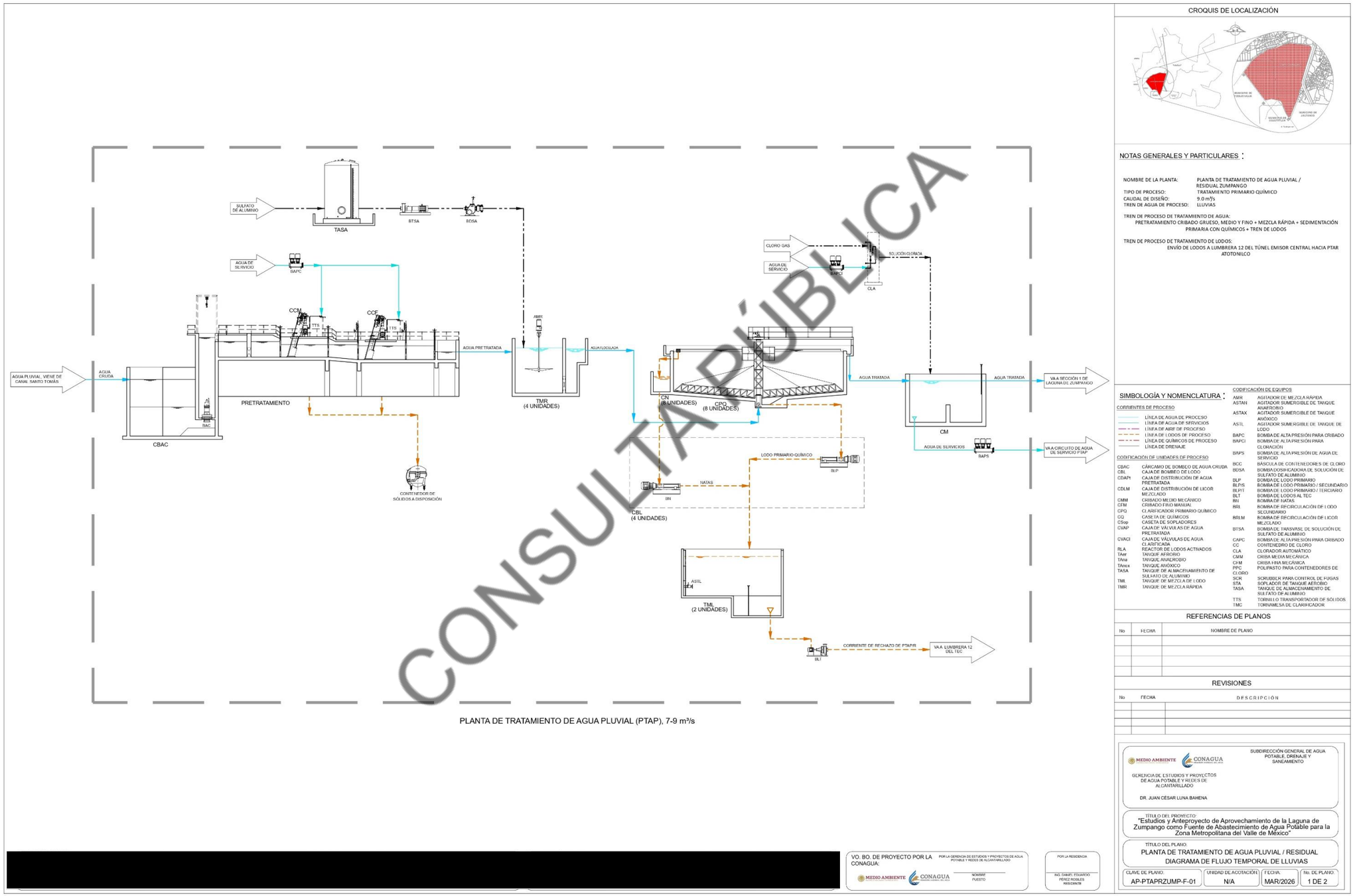
CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-16 Diagrama de Proceso PTAP, Lluvias



CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-17 Diagrama de Flujo PTAP, Lluvias



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL (PTAP), 7-9 m³/s

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

NOTAS GENERALES Y PARTICULARES :

NOMBRE DE LA PLANTA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL ZUMPANGO
TIPO DE PROCESO:	TRATAMIENTO PRIMARIO QUÍMICO
CAUDAL DE DISEÑO:	9.0 m³/s
TREN DE AGUA DE PROCESO:	LLUVIAS

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO CRIBADO GRUESO, MEDIO Y FINO + MEZCLA RÁPIDA + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CON QUÍMICOS + TREN DE LODOS

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA :

CORRIENTES DE PROCESO

- LÍNEA DE AGUA DE PROCESO
- LÍNEA DE AGUA DE SERVICIOS
- LÍNEA DE AIRE DE PROCESO
- LÍNEA DE LODOS DE PROCESO
- LÍNEA DE QUÍMICOS DE PROCESO
- LÍNEA DE DRENAJE

CODIFICACIÓN DE UNIDADES DE PROCESO

CBAC	CÁRCAMO DE BOMBEO DE AGUA CRUDA
CBL	CAJA DE BOMBEO DE LODO
CDAPt	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PRETRATADA
CDLM	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE LICOR MEZCLADO
CMM	CRIBADO MEDIO MECÁNICO
CFM	CRIBADO FINO MANUAL
CPQ	CLARIFICADOR PRIMARIO QUÍMICO
CQ	CASETA DE QUÍMICOS
CSop	CASETA DE SOPLADORES
CVAP	CAJA DE VÁLVULAS DE AGUA PRETRATADA
CVACI	CAJA DE VÁLVULAS DE AGUA CLARIFICADA
RLA	REACTOR DE LODOS ACTIVADOS
TAer	TANQUE AEROBIO
TAna	TANQUE ANAEROBIO
TAnox	TANQUE ANÓXICO
TASA	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SULFATO DE ALUMINIO
TML	TANQUE DE MEZCLA DE LODO
TMR	TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA

CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

AMR	AGITADOR DE MEZCLA RÁPIDA
ASTAN	AGITADOR SUMERGIBLE DE TANQUE ANAEROBIO
ASTAX	AGITADOR SUMERGIBLE DE TANQUE ANÓXICO
ASTL	AGITADOR SUMERGIBLE DE TANQUE DE LODO
BAPC	BOMBA DE ALTA PRESIÓN PARA CRIBADO
BAPCI	BOMBA DE ALTA PRESIÓN PARA CLORACIÓN
BAPS	BOMBA DE ALTA PRESIÓN DE AGUA DE SERVICIO
BCC	BÁSCULA DE CONTENEDORES DE CLORO
BDSA	BOMBA DOSIFICADORA DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO
BLP	BOMBA DE LODO PRIMARIO
BLP/S	BOMBA DE LODO PRIMARIO / SECUNDARIO
BLP/T	BOMBA DE LODO PRIMARIO / TERCIARIO
BLT	BOMBA DE LODOS AL TEC
BN	BOMBA DE NATAS
BRI	BOMBA DE RECIRCULACIÓN DE LODO SECUNDARIO
BRLM	BOMBA DE RECIRCULACIÓN DE LICOR MEZCLADO
BTSA	BOMBA DE TRASVASE DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO
CAPC	BOMBA DE ALTA PRESIÓN PARA CRIBADO
CC	CONTENEDORO DE CLORO
CLA	CLORADOR AUTOMÁTICO
CMM	CRIBA MEDIA MECÁNICA
CFM	CRIBA FINA MECÁNICA
PPC	POLIPASTO PARA CONTENEDORES DE CLORO
SCR	SCRUBBER PARA CONTROL DE FUGAS
SOPLADOR	SOPLADOR DE TANQUE AEROBIO
TASA	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SULFATO DE ALUMINIO
TTS	TORNILLO TRANSPORTADOR DE SÓLIDOS
TMC	TORNAMESA DE CLARIFICADOR

REFERENCIAS DE PLANOS

No	FECHA	NOMBRE DE PLANO

REVISIONES

No	FECHA	DESCRIPCIÓN

[redacted]

VO. BO. DE PROYECTO POR LA CONAGUA: POR LA GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO — MEDIO AMBIENTE CONAGUA — NOMBRE — PUESTO

POR LA RESIDENCIA — ING. DANIEL EDUARDO PÉREZ ROBLES — RESIDENTE

MEDIO AMBIENTE CONAGUA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO

GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO

DR. JUAN CÉSAR LUNA BAHENA

TÍTULO DEL PROYECTO:
"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México"

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL
DIAGRAMA DE FLUJO TEMPORAL DE LLUVIAS

CLAVE DE PLANO:	UNIDAD DE ACOTACIÓN:	FECHA:	No. DE PLANO:
AP-PTAPRZUMP-F-01	N/A	MAR/2026	1 DE 2

CONSULTA PÚBLICA

Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), en Estiaje

Durante la temporada de estiaje, el tratamiento del agua que ingresa a la PTAR se llevará a cabo mediante un tren de proceso diseñado para asegurar la remoción de sólidos, materia orgánica y nutrientes, en cumplimiento de los criterios de desempeño requeridos para su descarga a la Laguna de Zumpango. El proceso inicia con sedimentación primaria, en la cual se lleva a cabo la separación de los sólidos suspendidos de mayor tamaño, reduciendo la carga orgánica y sólidos que pasan al proceso biológico.

Posteriormente, el agua clarificada ingresa al sistema de lodos activados, configurado para realizar la remoción biológica de fósforo y nitrógeno mediante etapas secuenciales anaerobia, anóxica y aerobia. Este esquema permite la eliminación simultánea de nutrientes a través de la actividad de microorganismos especializados, promoviendo la descomposición de la fracción orgánica biodegradable.

Como complemento del proceso biológico, y con el fin de garantizar una remoción adecuada de fósforo, el sistema incorpora una etapa de precipitación química, en la cual se adicionan coagulantes que facilitan la formación de compuestos insolubles que son retirados posteriormente en la clarificación terciaria. Esta combinación de procesos biológicos y químicos permite alcanzar eficiencias altas y estables.

En conjunto, el tren de tratamiento en estiaje integra operaciones físicas, biológicas y químicas que aseguran un efluente con baja carga de nutrientes y sólidos, al tiempo que optimiza la generación y manejo de lodos para su posterior manejo.

Con este esquema de tratamiento, la PTAR durante el temporal de estiaje, operará alrededor de 212 días (7 meses) de noviembre a mayo, durante los cuales tendrá la capacidad de tratar un caudal de 0.3 a 1.3 m^3/s.

El agua residual (AR) conducida a través del Canal Santo Tomás ingresa al Tanque Regulador (TR) dentro de la Laguna de Zumpango y se envía al Cárcamo de Bombeo de Agua Residual (CBAR) ubicado dentro del predio, en donde mediante 1 bomba de agua residual (BAR) se enviará hacia el Pretratamiento.

Pretratamiento

El agua residual ingresa a la unidad de pretratamiento, el cual consiste en cribado medio mecánico consistente de 6 cribas de 10 mm de claro libre, equipadas con 2 tornillos transportadores de sólidos para la compactación y separación de los sólidos en contenedores previo a su disposición. Posteriormente, la corriente de agua cribada pasa a través de un Cribado Fino Mecánico consistente de 2 cribas mecánicas de 6 mm de claro libre, de tipo barras verticales con limpieza automática.

Clarificación Primaria Convencional

Durante el período de estiaje, la planta opera bajo un esquema de Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), en el cual el agua influente, de origen predominantemente residual municipal, es conducida a las etapas de tratamiento primario y secundario con incorporación de procesos biológicos. En este régimen operativo, de los ocho (8) clarificadores primarios con químicos previstos para la operación de la PTAP en temporada de lluvias, dos (2) unidades son reconfiguradas para operar como clarificadores primarios convencionales (CPC). La corriente de agua pretratada pasa a la Caja Distribuidora de Agua Pretratada (CDAPt), en donde se distribuye por gravedad a dos Clarificadores Primarios Convencionales (CPC).

CONSULTA PÚBLICA

En estas unidades, el agua residual influente es sometida a un proceso de sedimentación primaria, orientado a la remoción de sólidos sedimentables y materia orgánica particulada, sin la adición de reactivos químicos, generando un efluente clarificado que es conducido a las etapas posteriores de tratamiento biológico. Los lodos primarios generados en esta etapa son extraídos y enviados al Tanque de Mezcla de Lodo.

Reactor de Lodos Activados

La corriente de agua primaria se conduce hacia el reactor biológico de lodos activados tipo A2O (Anaerobic - Anoxi - Oxic por su acrónimo en inglés), diseñados para cumplir con los objetivos de tratamiento asociados a la remoción de carga orgánica, sólidos suspendidos remanentes y nutrientes principales nitrógeno y fosforo.

Los reactores biológicos tipo A2O están orientados a la eliminación biológica de nutrientes mediante la implementación de procesos secuenciales, que combinan dos zonas con y sin aporte de oxígeno, optimizando el desarrollo y la actividad de los distintos tipos de microorganismos involucrados en el tratamiento.

Para la operación en período de estiaje, el sistema contempla la construcción de cuatro (4) reactores de lodos activados, los cuales operarán de manera exclusiva durante el régimen de estiaje, sin requerirse su operación como parte de la PTAP en temporada de lluvias.

El sistema se compone de tres etapas principales:

- Zona anaerobia, en la cual no se presenta oxígeno disuelto ni nitratos. A esta zona se conduce el agua residual influente junto con la recirculación de lodos secundarios provenientes de los clarificadores secundarios, estableciendo las condiciones necesarias para el desarrollo de microorganismos acumuladores de fósforo, los cuales liberan fósforo al medio y almacenan compuestos orgánicos fácilmente biodegradables, condición necesaria para que, en etapas posteriores del proceso, se lleve a cabo la remoción biológica neta de fósforo mediante su incorporación a la biomasa.
- Zona anóxica, en la cual no se suministra oxigeno molecular disuelto. En esta etapa, los microorganismos heterótrofos facultativos utilizan el nitrato recirculado desde la zona aerobia para la degradación de la materia orgánica, mediante el proceso de desnitrificación, con la conversión de nitratos (NO3-) en nitrógeno gaseoso (N_2), el cual se libera a la atmósfera.
- Zona aerobia, en la cual se suministra oxígeno disuelto para favorecer la oxidación de la materia orgánica carbonácea, así como a la nitrificación del nitrógeno amoniacal, transformándolo en nitratos, que posteriormente son recirculados a la zona anóxica para su eliminación.

En la zona aerobia de los reactores de lodos activados se dispone de un sistema de aireación mediante difusores de burbuja fina, cuyo objetivo es suministrar el oxígeno disuelto requerido para la oxidación de la materia orgánica carbonácea y para el desarrollo del proceso de nitrificación. El sistema de aireación ha sido diseñado para cubrir un requerimiento total de aire de 55,018 m3/h, distribuido uniformemente en los cuatro reactores biológicos, a fin de asegurar condiciones hidráulicas y biológicas homogéneas.

La aireación se realiza mediante ≈10,794 difusores en total, con un flujo unitario de diseño de 3.0 cfm por difusor, lo que permite una adecuada transferencia de oxígeno y un control eficiente de las concentraciones de oxígeno disuelto en la masa líquida. El suministro de aire es proporcionado por un conjunto de sopladores, de los cuales cuatro (4) operan de manera simultánea bajo condiciones de

CONSULTA PÚBLICA

diseño, permitiendo modular la tasa de aireación en función de la carga orgánica, las condiciones de operación y los requerimientos del proceso biológico.

Clarificación Secundaria Convencional

El efluente de los reactores de lodos activados es conducido a la etapa de clarificación secundaria, cuyo objetivo es la separación sólido-líquido de la biomasa generada durante el tratamiento biológico. Durante el período de estiaje, cuatro (4) de los clarificadores primarios con químicos previstos para la operación de la PTAP en temporada de lluvias son reconfigurados para operar como clarificadores secundarios convencionales dentro del esquema de la PTAR.

En estas unidades se lleva a cabo la sedimentación de la biomasa agrupada en el lodo biológico, permitiendo la obtención de un efluente clarificado. Los clarificadores secundarios en su diseño, serán circulares a gravedad, del tipo convencional, con rastras diametrales de tracción periférica.

Una fracción del lodo sedimentado es recirculada hacia la zona anaerobia de los reactores de lodos activados, con el fin de mantener la concentración de biomasa requerida (SSTLM) para el adecuado desempeño del proceso biológico, mientras que el excedente de lodos secundarios es purgado y enviado al Tanque de Mezcla de Lodo.

Clarificación Terciaria con Químicos

Posterior a la clarificación secundaria, el efluente es conducido a la etapa de clarificación terciaria, cuyo objetivo principal es la remoción adicional de fósforo mediante un proceso de precipitación química. Durante el período de estiaje, dos (2) de los clarificadores primarios con químicos previstos para la operación de la PTAP en temporada de lluvias son reconfigurados para operar como clarificadores terciarios dentro del esquema de la PTAR.

En esta etapa se dosifica sulfato de aluminio como agente precipitante, promoviendo la formación de compuestos insolubles de fósforo que se aglomeran y sedimentan en los clarificadores terciarios. Este proceso permite reducir la concentración de fósforo total en el efluente tratado, complementando la remoción biológica lograda en los reactores de lodos activados y contribuyendo al cumplimiento del objetivo específico de calidad establecido para este proyecto, que es de 0.5 mg/L de fósforo total para descarga de agua tratada a la Laguna de Zumpango.

Los lodos generados en esta etapa, correspondientes a lodos químicos ricos en fósforo, son extraídos y enviados al Cárcamo de Bombeo de Lodo No. 4, mientras que el efluente clarificado es conducido hacia el proceso de desinfección previo a su descarga controlada en la Laguna de Zumpango, conforme al esquema operativo definido.

Desinfección

El manejo de sustancias consideradas como altamente riesgosas se lleva a cabo durante la etapa de cloración, proceso utilizado para desinfectar el efluente, eliminando microorganismos patógenos (bacterias, virus, parásitos) y adecuarla a los requerimientos de la NOM-001-SEMARNAT-2021. La desinfección se lleva a cabo en la caseta de cloración (cloro gas) confinada y en el tanque de mezcla de cloro.

La cloración es el proceso de desinfección de agua más comúnmente usado, el proceso consiste en la adición de cloro al agua tratada, el gas cloro al combinarse con el agua ocurren dos reacciones: hidrólisis y ionización. En la primera, el gas cloro se combina con el agua y forma ácido hipocloroso

CONSULTA PÚBLICA

(HOC1); posteriormente el ácido se ioniza a ion hipoclorito (OCl^-). La cantidad total de HOCl y OCl^- se conoce como “cloro libre disponible”.

El agua tratada, posterior a la clarificación terciaria, es sometida a un proceso de desinfección mediante la dosificación de cloro gas, con el objetivo de reducir la concentración de microorganismos patógenos y asegurar condiciones adecuadas para su descarga a la Laguna de Zumpango. La dosificación de cloro se realiza en una caja previa al inicio de la línea de conducción del efluente hacia el cuerpo receptor, aprovechando la longitud de dicha conducción (≈ 2.0 kilómetros) la cual proporciona en exceso el tiempo hidráulico de retención requerido que es de 20 a 30 minutos a caudal medio. Bajo este esquema, no se contempla la construcción de un tanque de contacto de cloro específico, toda vez que el tiempo de retención hidráulico disponible en la línea de descarga es suficiente para garantizar la eficacia del proceso de desinfección y el cumplimiento de los criterios sanitarios y normativos aplicables.

La desinfección tiene el objetivo principal de prevenir la proliferación de enfermedades, así como el control de crecimientos de algas y la producción de olores desagradables.

Para la ejecución del proceso de desinfección se utiliza el cloro en estado gaseoso, el proceso relacionado con ésta sustancia dentro del Proyecto consta de la recepción de los tanques de cloro de 907kg, el almacenamiento y manipulación de los mismos, una vez posicionados se inicia la conducción del gas por medio de tuberías hacia los cloradores para posteriormente realizar la dosificación automática por medio de los equipos y conducidos por tubería hacia el tanque de mezcla, en donde se realiza la disolución del agua pretratada con la solución de cloro.

El riesgo por el manejo y almacenamiento de cloro gas, corresponde a la operación de la PTAR durante el temporal de estiaje. Dentro de este proceso se identificaron los siguientes riesgos:

- Derrames, fugas y averías de los contenedores de gas cloro o sus componentes debido a un mal manejo en su almacenamiento, manipulación y transporte.
- El cloro gaseoso es una sustancia tóxica que representa un riesgo potencial a los operadores de la planta y a la población aledaña en caso de ocurrir una liberación accidental.
- El cloro en altas concentraciones puede constituir un riesgo para la vida acuática, sin embargo, el proyecto no contempla concentraciones de cloro residual en el efluente.
- El cloro reacciona con los compuestos orgánicos del agua residual y puede producir sub productos, algunos de ellos se conocen como carcinógenos y/o mutagénicos (trihalometanos). Para evitar la formación de estos productos se debe tener una asegurar concentración de materia orgánica, a través de un proceso biológico eficiente, que para este Proyecto se logra en la unidad del reactor biológico.

En la **Tabla 1-8** se muestran las unidades de proceso del tren de agua de la PTAR, y en la **Figura 1-18** el arreglo general de la PTAR.

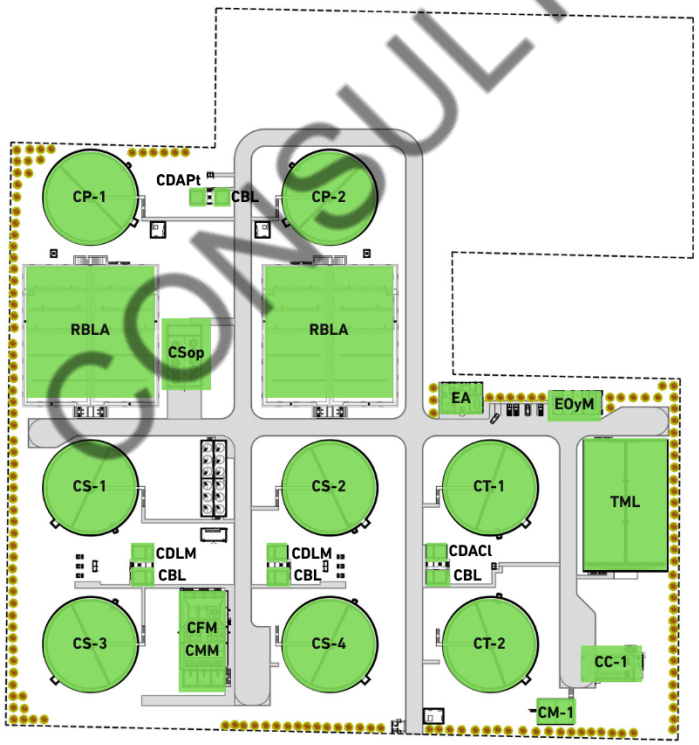
CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-8 Unidades de Proceso de la PTAR, Estiaje

Etapa de Proceso	Unidades	Actividad Altamente Riesgosa
Pretratamiento	Cribado medio mecánico Cribado fino mecánico	NO
Sedimentación primaria convencional	Clarificadores primarios	NO
Tratamiento biológico	Reactor de lodos activados, con secciones anaerobia y anóxica para efectuar la remoción biológica de fósforo y nitrógeno.	NO
Clarificación secundaria	Clarificadores secundarios	NO
Mezcla rápida	Dosificación de sulfato de aluminio para la precipitación adicional de fósforo	NO
Clarificación terciaria	Clarificadores terciarios	NO
Desinfección	Desinfección del agua tratada, mediante cloro gas	SI
Descarga de agua tratada	Conducción de agua tratada a la 1ª sección de la Laguna de Zumpango	NO

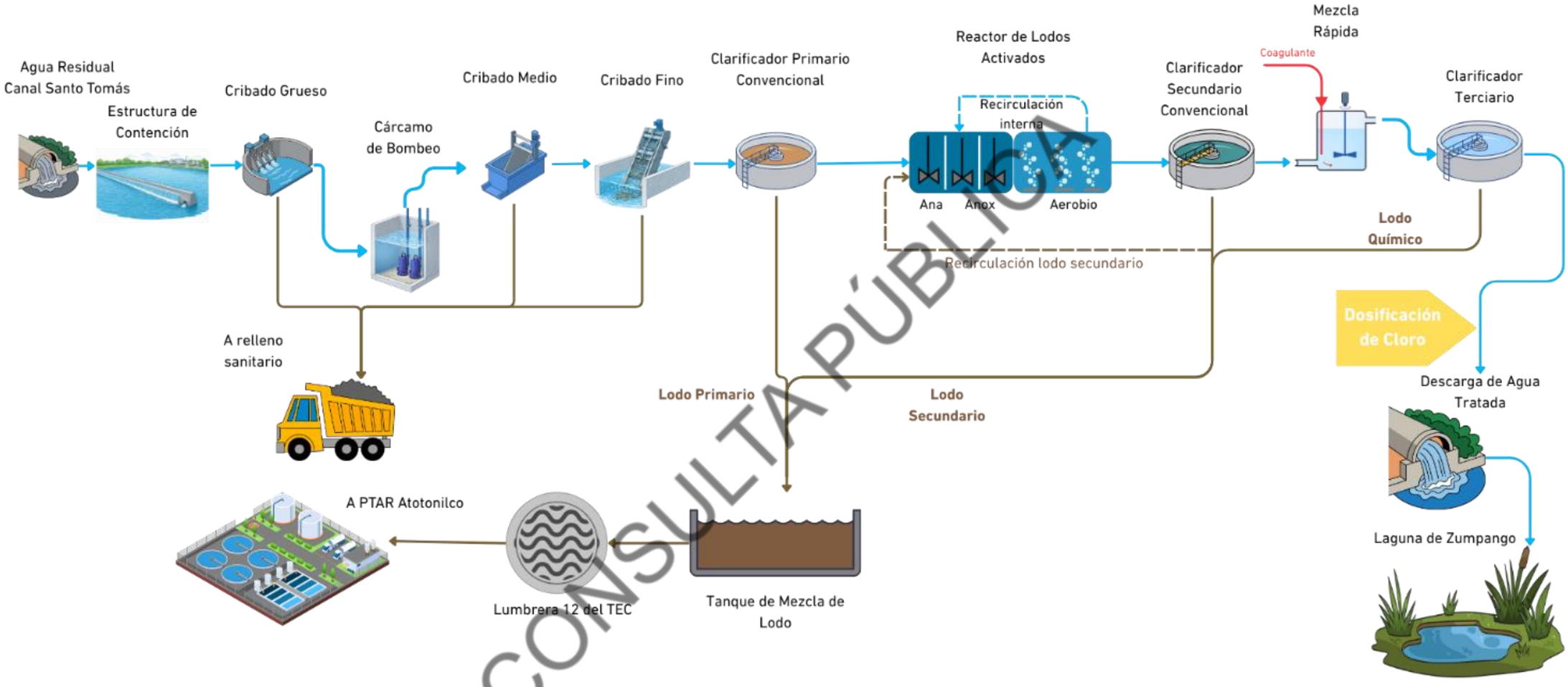
CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-18 Arreglo General de la PTAR, Estiaje



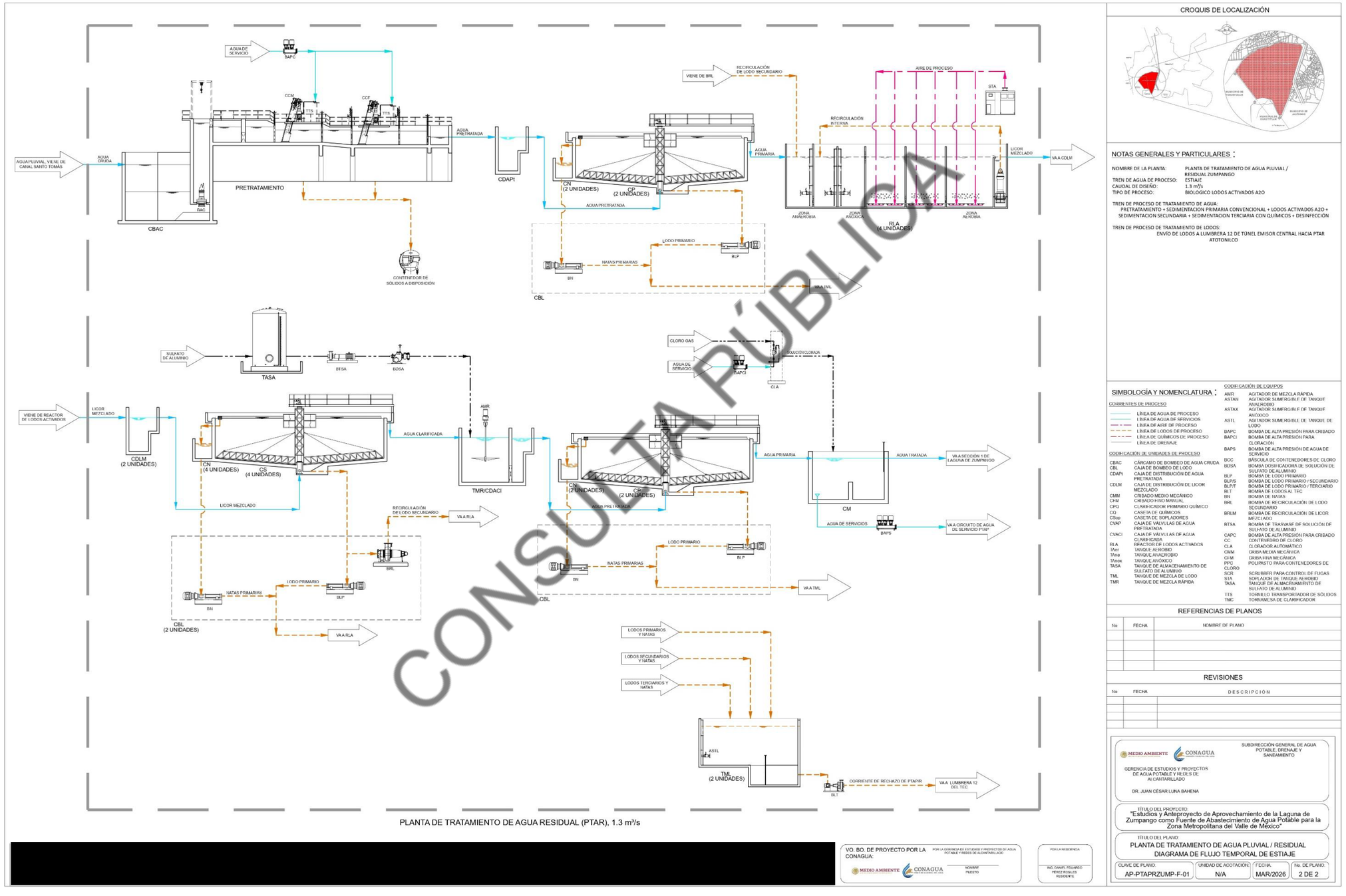
TAG	Unidad
CP	Clarificador Primario
RBLA	Reactor Biológico de Lodos Activados
CSop	Caseta de Sopladores
CS	Clarificador Secundario
CT	Clarificador Terciario
CFM	Criba Fina Mecánica
CMM	Criba Media Mecánica
TML	Tanque de Mezcla de Lodos
CC	Caseta de Cloración
CM	Cámara de Mezcla
CDAPt	Caja de Distribución de Agua Pre Tratada
CBL	Caja de Bomeo de Lodo
CDLM	Caja de Distribución de Licor Mezclado

Figura 1-19 Diagrama de Proceso PTAR, Estiaje



CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-20 Diagrama de Flujo PTAR, Estiaje



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PTAR), 1.3 m³/s

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

NOTAS GENERALES Y PARTICULARES :

NOMBRE DE LA PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL ZUMPANGO
TREN DE AGUA DE PROCESO: ESTIAJE
CAUDAL DE DISEÑO: 1.3 m³/s
TIPO DE PROCESO: BIOLOGICO LODOS ACTIVADOS A2O

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO + SEDIMENTACION PRIMARIA CONVENCIONAL + LODOS ACTIVADOS A2O + SEDIMENTACION SECUNDARIA + SEDIMENTACION TERCIARIA CON QUÍMICOS + DESINFECCIÓN

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DE TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA :

CORRIENTES DE PROCESO
- LÍNEA DE AGUA DE PROCESO
- LÍNEA DE AGUA DE SERVICIOS
- LÍNEA DE AIRE DE PROCESO
- LÍNEA DE LODOS DE PROCESO
- LÍNEA DE QUÍMICOS DE PROCESO
- LÍNEA DE DRENAJE

CODIFICACIÓN DE UNIDADES DE PROCESO

CBAC	CÁRCAMO DE BOMBEO DE AGUA CRUDA
CBL	CAJA DE BOMBEO DE LODO
CDAPI	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PRETRATADA
CDLM	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE LICOR MEZCLADO
CMM	CRIBADO MEDIO MECÁNICO
CFM	CRIBADO FINO MANUAL
CPQ	CLARIFICADOR PRIMARIO QUÍMICO
CQ	CASETA DE QUÍMICOS
CSop	CASETA DE SOPLADORES
CVAP	CAJA DE VÁLVULAS DE AGUA PRETRATADA
CVACI	CAJA DE VÁLVULAS DE AGUA CLARIFICADA
RLA	REACTOR DE LODOS ACTIVADOS
TAn	TANQUE ANAEROBIO
TAnox	TANQUE ANÓXICO
TASA	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SULFATO DE ALUMINIO
TML	TANQUE DE MEZCLA DE LODO
TMR	TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA

CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

AMR	AGITADOR DE MEZCLA RÁPIDA
ASTAN	AGITADOR SUMERGIBLE DE TANQUE ANAEROBIO
ASTAX	AGITADOR SUMERGIBLE DE TANQUE ANÓXICO
ASTL	AGITADOR SUMERGIBLE DE TANQUE DE LODO
BAPC	BOMBA DE ALTA PRESIÓN PARA CRIBADO
BAPCI	BOMBA DE ALTA PRESIÓN PARA CLORACIÓN
BAPS	BOMBA DE ALTA PRESIÓN DE AGUA DE SERVICIO
BCC	BÁSCULA DE CONTENEDORES DE CLORO
BDSA	BOMBA DOSIFICADORA DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO
BLP	BOMBA DE LODO PRIMARIO
BLP/S	BOMBA DE LODO PRIMARIO / SECUNDARIO
BLP/T	BOMBA DE LODO PRIMARIO / TERCIARIO
BLT	BOMBA DE LODOS AL TEC
BN	BOMBA DE NATAS
BRL	BOMBA DE RECIRCULACIÓN DE LODO SECUNDARIO
BRLM	BOMBA DE RECIRCULACIÓN DE LICOR MEZCLADO
BTSA	BOMBA DE TRASVASE DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO
CAPC	BOMBA DE ALTA PRESIÓN PARA CRIBADO
CC	CONTENEDORO DE CLORO
CLA	CLORADOR AUTOMÁTICO
CMM	CRIBA MEDIA MECÁNICA
CFM	CRIBA FINA MECÁNICA
PPC CLORO	POLIPASTO PARA CONTENEDORES DE CLORO
SCR	SCRUBBER PARA CONTROL DE FUGAS
STA	SOPLADOR DE TANQUE AEROBIO
TASA	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SULFATO DE ALUMINIO
TTS	TORNILLO TRANSPORTADOR DE SÓLIDOS
TMC	TORNAMESA DE CLARIFICADOR

REFERENCIAS DE PLANOS

No	FECHA	NOMBRE DE PLANO

REVISIONES

No	FECHA	DESCRIPCIÓN

MEDIO AMBIENTE | CONAGUA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO

GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO

DR. JUAN CÉSAR LUNA BAHENA

TÍTULO DEL PROYECTO:
"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México"

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL
DIAGRAMA DE FLUJO TEMPORAL DE ESTIAJE

CLAVE DE PLANO:	UNIDAD DE ACOTACIÓN:	FECHA:	No. DE PLANO:
AP-PTAPRZUMP-F-01	N/A	MAR/2026	2 DE 2

[redacted]

VO. BO. DE PROYECTO POR LA CONAGUA:
MEDIO AMBIENTE | CONAGUA
POR LA GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO
NOMBRE
PUESTO

POR LA RESIDENCIA
ING. DANIEL EDUARDO PÉREZ ROSALES
RESIDENTE

CONSULTA PÚBLICA

Generación y Características de los Lodos

El sistema de manejo de lodos de la planta ha sido diseñado para operar de manera flexible, adaptándose a los distintos regímenes operativos correspondientes a la temporada de lluvias y al período de estiaje. Para tal efecto, se dispone de un total de cuatro (4) cárcamos de bombeo de lodos, los cuales permiten la recolección y conducción diferenciada de las corrientes de lodo generadas en las distintas etapas del proceso.

Durante la operación en temporada de lluvias, cuando la planta funciona bajo el esquema de Planta de Tratamiento de Agua Pluvial (PTAP), los cuatro cárcamos de bombeo de lodos operan de manera simultánea, recibiendo la corriente de lodo primario químico generada en los clarificadores primarios con químicos.

En contraste, durante la operación en período de estiaje, bajo el esquema de Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), los cárcamos de bombeo de lodos operan de forma diferenciada en función del origen del lodo. En este régimen, el cárcamo de bombeo de lodos No. 1 recibe la corriente de lodo primario proveniente de la clarificación primaria convencional; los cárcamos No. 2 y No. 3 reciben la corriente de lodo secundario generada en los clarificadores secundarios; y el cárcamo No. 4 recibe la corriente de lodo terciario químico resultante del proceso de precipitación de fósforo.

Las corrientes de lodo recolectadas en los distintos cárcamos son impulsadas por bombeo hacia el Tanque de Mezcla de Lodos, donde se homogenizan antes de su conducción final. La corriente de salida de este tanque se denomina Corriente de Rechazo PTAP/R, la cual es enviada para su disposición a la Lumbrera 12 del Túnel Emisor Central (TEC), conforme al esquema operativo y de disposición definido para el proyecto

Reacciones del Proceso

En el proceso de cloración, el cloro reacciona con el agua produciendo ácido hipocloroso y ion hipoclorito de la siguiente forma:

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HOCl + H^+ + Cl^- \qquad \text{pK} = 3.4$$

$$HOCL \rightarrow H^+ + OCl^- \qquad \text{pK} = 7.5$$

Las cantidades relativas de las diferentes especies oxidadas del cloro son una función del pH y, a 25° C y pH 7.5, las actividades del HOCI y del OCI $^-$ son iguales. Cabe anotar que debido a la deficiencia de electrones del cloro en ambas formas (el ácido hipocloroso o el ion hipoclorito) los hace agentes muy activos y por lo tanto muy buenos oxidantes. Los protones producidos en esta reacción son neutralizados por el bicarbonato según:

$$HCO_3^- + H^+ \rightarrow H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

Para lograr la desinfección de las aguas se dosifica a niveles conocidos de cloro activo o libre, en cualquiera de sus diferentes formas, lo cual decrece luego de un período de contacto. Para producir el efecto desinfectante, el cloro dosificado sólo debe ser consumido parcialmente. Es decir, luego del período de contacto debe mantenerse un nivel adecuado de cloro residual. A esta variación, entre el nivel de cloro teórico alcanzado luego de la dosificación y el nivel de cloro residual, se le denomina

CONSULTA PÚBLICA

"demanda de cloro", y se debe a la gran variedad de reacciones entre el cloro activo y los compuestos presentes en el agua residual y también en algunas circunstancias, a su propia descomposición.

Podríamos agrupar estas reacciones del siguiente modo:

a) Las provocadas por la radiación solar
b) Las que se producen entre el cloro activo y los compuestos inorgánicos
c) Las reacciones del cloro activo con el amoniaco y el nitrógeno orgánico, y,
d) Las producidas entre el cloro activo y los compuestos orgánicos.

Reacciones con el Amonio y con el Nitrógeno Orgánico

Estas son diferentes a las que se producen con los compuestos inorgánicos y orgánicos. El cloro activo cuando reacciona con el amonio genera los compuestos denominados cloraminas y eventualmente a una variedad de productos libres de cloro que contienen nitrógeno. Los mecanismos de reacción son complejos y los productos varían según las condiciones de pH, concentración del Cl_2, nivel de amonio y tiempo de contacto. Puede resumirse como un proceso por pasos.

$$NH_3\ (aq) + HOC1 - NH_2Cl + H_20$$

$$NH_2Cl + HOC1 - NHCl_2 + H_2O$$

$$NHC1_2 + HOCI = NCl_3 + H_20$$

Con compuestos de nitrógeno orgánico el cloro reacciona fácilmente dando productos tales como la metilamina:

$$HOC1 + CH_3NH_2 - CH_3NHC1 + H_20$$

o de dicloro metilamina:

$$HOC1 + CH_3NHC1 - CH_3NCl_2 + H_20$$

CONSULTA PÚBLICA

1.2.1 Materias Primas, Productos y Subproductos Manejados en el Proceso

Para el funcionamiento del proceso para el tratamiento del agua se utilizan algunas sustancias químicas, en la **Tabla 1-9** se muestran las materias primas utilizadas, en la **Tabla 1-10** los productos resultantes del proceso.

Tabla 1-9 Materias Primas (Sustancias Químicas)

Sustancia	Cantidad Máxima de Almacenamiento [kg]	Concentración	Capacidad máxima de Producción [kg]	Tipo de Almacenamiento	Proceso Involucrado
Cloro Cl_2	10,109.00	-	N/A	Tanque cilindrico de acero al carbón de 907 kg.	Desinfección (PTAR)
Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3\ 14H_2O$	680,400.00*	48%	N/A	Tanque vertical de fibra de vidrio de 45,000 L	Clarificación primaria (PTAP). Clarificación terciaria (PTAR).
Hidróxido de Sodio	1.515*	20%	N/A	Depósito integrado a Scrubber	Scrubber
Diésel	345.00*	-	N/A	Depósito integrado a la planta de emergencia	Planta de emergencia

*Tomando como referencia la densidad sulfato de aluminio 1.33 g/cm, hidróxido de sodio 1.515 g/cm^3 y diésel 860 kg/m^3.

Tabla 1-10 Productos

Sustancia	Capacidad	Tipo de Almacenamiento	Equipo de Seguridad
Agua Tratada PTAP	1,300 L/s	N/A Descarga a Laguna Zumpango	Válvulas y medidores de flujo
Agua Tratada PTAR	1,300 L/s	N/A Descarga a Laguna Zumpango	Válvulas y medidores de flujo

CONSULTA PÚBLICA

Materiales de Alto Riesgo

Los materiales incluidos en los listados de Actividades Altamente Riesgosas, emitidos por la Secretaría de Gobernación y SEDUE (SEMARNAT), primer listado 28-Mar-1990 y segundo listado 4-May-1992, se muestran en la **Tabla 1-11**, siendo el Gas Cloro la sustancia que rebasa el umbral establecido en el primer listado.

Tabla 1-11 Materiales de Alto Riesgo

Material	Cantidad de Reporte (Kg.)		Cantidad Almacenada (Kg)
	1er. Listado	2º Listado	
Cloro gas	1 kg	-	10,109 kg (11 cilindros de 907 kg c/u)

En la siguiente tabla se presentan las sustancias químicas con alguna característica CRETI que son conducidas por tuberías, la trayectoria y las especificaciones de las dimensiones y materiales se pueden consultar en el **Anexo A** – Planos y Mapas, subcarpeta DTI's.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-12 Materias Primas Conducidas por Tubería

Nombre Químico de la Sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm^3)	Flujo (L/s)	Longitud de la Tubería (km)	Diámetro de la Tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm^2)	Espesor (mm)	Descripción de la Trayectoria
Dicloro (Cloro Gas)	7782-50-5	0.573	0.0032	0.015	2.54	N/A	15.10	Tanques de cloro gas hacia clorador
Tetradecahidrato de tris[tetraoxosulfato(VI)] de dialuminio (Sulfato de Aluminio)	10043-01-3	1.33	0.63	0.155	50.80	1	3.40	Caseta de dosificación de Sulfato de Aluminio a tanques de almacenamiento
Tetradecahidrato de tris[tetraoxosulfato(VI)] de dialuminio (Sulfato de Aluminio)	10043-01-3	1.33	0.63	0.050	50.80	1	3.40	Bombas dosificadoras a tanque de mezcla rápida

* De acuerdo con los lineamientos descritos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, International Union Pure Aplicated Chemistry).

** De acuerdo con el Chemical Abstract Service (CAS)

CONSULTA PÚBLICA

1.2.2 Hojas de Datos de Seguridad (MSD) de Aquellas Sustancias Consideradas Peligrosas que Presenten Alguna Característica CRETI

En el **Anexo B**, se encuentran las Hojas de Seguridad de las siguientes sustancias:

Tabla 1-13 Hojas de Datos de Seguridad

Sustancia	No. CAS	Proceso	Característica CRETI
Diésel	68334-30-5	PTAP / PTAR	Inflamable
Sulfato de Aluminio	10043-01-3	PTAP / PTAR	Corrosivo
Cloro Gas	7782-50-5	PTAR – Desinfección	Tóxico
Hidróxido de Sodio	1310-73-2	PTAR - Scrubber	Corrosivo

1.2.3 Almacenamiento de Sustancias Químicas

A continuación, en la **Tabla 1-14**, se describen las características de almacenamiento de las sustancias utilizadas en el proceso de la PTAP/R de Zumpango.

Tabla 1-14 Tipo de Recipientes y/o Envases de Almacenamiento

Sustancia	Tipo de Almacenamiento	Características (Código o Estándares de Construcción, Dimensiones)	Capacidad Máxima deAlmacenamiento	Dispositivos de Seguridad
Cloro	Tanque	Tanque cilíndrico horizontal Peso neto 1,678 kg. Las cabezas son convexas y soldadas al interior del barril. Espesor nominal de cabezas 5/6” Espesor de cuerpo 7/16” Material cuerpo y cabezas A-285-C Factor de corrosión 20% DOT o CTC – 106ª500X o código ASME Dimensiones: Long: 2.0 metros. Diámetro:0.75 m	907 kg	Fusible de seguridad. Capuchón de protección de válvulas. Detectores de Cloro gas, caseta confinada, scrubber para absorción y lavado de gases en caso de fuga.
Sulfato de Aluminio	Tanque	Cilindro de 50 m^3 Verticales FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) para presión atmosférica. Capacidad nominal de 50,000 L Manufacturado con Barrera química de RESINA EPOXICA VINILESTER TH-100 SERIES	50,000 L	Materiales y métodos de fabricación aprobados por la F.D.A. (“U. S. Food and Drug Administration”).

CONSULTA PÚBLICA

Sustancia	Tipo de Almacenamiento	Características (Código o Estándares de Construcción, Dimensiones)	Capacidad Máxima deAlmacenamiento	Dispositivos de Seguridad
		DE ALTA RESISTENCIA QUIMICA Y Barrera ESTRUCTURAL DE Resina Poliester Isoftalica de Moderada Resistencia Quimica y reforzado con filamentos de fibra de vidrio tipo textil. Boquillas bridadas ASA 150# de 6" de Ø o menores. Dimensiones: Altura: 5m Diámetro 3.5 m		- Fondo Plano y Tapa Toriesferica. - Boquillas bridadas ASA 150# de 6" de Ø o menores. - Doble capa de Velo de fibra de vidrio tipo "C" de 30gr/m^2 en el interior para resistencia.

1.2.4 Equipos de Proceso y Auxiliares

A continuación, se describen los equipos de proceso y auxiliares, especificando:

- Características, tiempo estimado de uso y localización dentro del arreglo general de la planta
- Número de equipos.
- Características: técnicas y de diseño, así como sus dispositivos de seguridad.
- Bases de diseño de los sistemas de desfogue.
- Localización dentro del arreglo general de la planta.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-15 Relación de Equipos Dónde se Manejan Sustancias Químicas

Nombre Unidad de proceso / Equipo	TAG Unidad de proceso / Equipo	Número de Equipo	Tiempo de Uso	Características
Caseta de Cloración CCL-1				
Clorador	CA-1/2	2		Almacenamiento y Dosificación de Cloro Gas No. de Cloradores en Requeridos: 2.0 uds No. de Cloradores en Servicio: 1.0 ud No. de Cloradores en Reserva: 1.0 ud Capacidad Unitaria Requerida: 960 kg/d Tipo de Almacenamiento: Tanques de 907 kg (1 ton) Autonomía: 11 tanques para 15 días de almacenamiento No. de Tanques de Cloro en Total: 11.00 uds No. de Basculas para tanques de Cloro/Capacidad Unitaria: 2 uds / 3,000kg No. de Tanques de Cloro Conectados en Paralelo: 6.00 uds Incluye: Scrubber para Control de Fugas con Capacidad para 1 Tonelada, Bombas de Alta Presión para Arrastre de Cloro (2 piezas, 1 en servicio + 1 de reserva) y Grúa Viajera para Izaje de Cilindros, dispositivos de soporte de tanques y accesorios.
Scrubber para Control de Fugas de cloro gas	SCR-1	1		
Bomba de Alta Presión para Cloración	BAPC-1/2	2		
Caseta de Dosificación de Sulfato de Aluminio CDSA				
Bomba Dosificadora de Sulfato de Aluminio	BDSA-1/2/3/4/5	5		Capacidad a Q Máximo: 140.00 L/h Carga Dinámica Total: 10.00 mca Contrapresión: 10.00 bar Potencia: 1.0 hp Tipo: Dosificadora de Diafragma Mecánico Todos los equipos dosificadores de reactivos deberán contar con control remoto de aplicación de dosificación mediante señales digitales o señales analógicas de 4-20 mA o la incorporación de este equipo a la red de comunicación EtherNet/IP para una dosificación automática
Tanque de Almacenamiento de Sulfato de Aluminio	TASA-1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12	12		Tipo: Vertical, Cerrado, Atmosférico Material de Fabricación: PRFV con protección para intemperie Capacidad Unitaria: 45.00 m3 Diámetro: 3.50 m Altura Útil: 4.68 m Altura Total: 4.98 m

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Unidad de proceso / Equipo	TAG Unidad de proceso / Equipo	Número de Equipo	Tiempo de Uso	Características
Bomba de Trasvase de Sulfato de Aluminio	BTSA-1/2/3	3		Tipo: Centrifuga Horizontal, Drive Magnético Caudal de operación unitario: 25.00 m3/h Carga Dinámica Total: 1.00 Bar Potencia: 3.00 hp

Clorador

Los cloradores automáticos permiten regular de manera continua la dosificación de cloro, en función de las condiciones de operación del sistema, y se integran con los equipos de almacenamiento de cloro, básculas, líneas de conducción, sistemas eléctricos, de control e instrumentación.

Las características generales de diseño mecánico del equipo deberán:

- Ser capaz de dosificar en un rango 20:1.
- Poder alimentar cloro aún bajo presiones menores a la atmosférica.
- Estar fabricado en los materiales resistentes a cloro especificados.

Asimismo, deberá apegarse estrictamente a las disposiciones establecidas en la legislación vigente y a las normas técnicas aplicables;

- Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX) vigentes.
- Lineamientos, manuales y criterios técnicos emitidos por la CONAGUA, incluyendo el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
- Normas y especificaciones de organismos nacionales e internacionales tales como CFE, ANSI, AWWA, ASTM, IEC e ISO, según corresponda al tipo de equipo o sistema.
- Reglamentos estatales y municipales aplicables, así como disposiciones en materia de construcción, seguridad, protección civil y medio ambiente.
- Criterios técnicos y condiciones particulares establecidos en el Anteproyecto.

En caso de discrepancia entre normas, documentos o criterios, se deberá aplicar el requerimiento más estricto, previa autorización de la CONAGUA.

Normatividad Específica

- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- AFBMA - Anti-Friction Bearing Manufacturers Association
- AGMA - American Gear Manufacturers Association
- AISC-American Institute of Steel Construction
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society
- AWWA - American Water Works Association
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation
- SSPC - Steel Structures Painting Council

CONSULTA PÚBLICA

- NOM Normas Oficiales Mexicanas
- ANSI/NFPA 70 National Electric Code

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos de la Comisión Nacional del Agua.

Además, se deberá cumplir con las recomendaciones del Instituto del Cloro.

Especificaciones Técnicas

Materiales y Componentes

Los materiales del clorador automático deberán ser adecuados para el manejo seguro de cloro gas y resistentes a la corrosión, cumpliendo como mínimo con lo siguiente:

- Cuerpo del clorador: material resistente a la corrosión por cloro.
- Válvulas y reguladores: materiales compatibles con cloro gas.
- Tuberías y conexiones: cobre, acero o materiales aprobados para cloro gas.
- Sellos y empaques: materiales compatibles con cloro gas, resistentes a envejecimiento.
- Tornillería: acero inoxidable o material protegido contra corrosión.
- No se aceptarán materiales incompatibles con cloro gas.
- Material en contacto con cloro gas: Acero al carbón, tuberías en cédula 80 y conexiones para 3,000 PSI.
- Material en contacto con solución de cloro: La tubería de PVC estará hecha de plastificantes rígidos de polivinilo clorado y será normalmente de clase 12454-B, serie 80, a menos que se tenga otra indicación, de acuerdo con la especificación ASTM D 1785 para tubería plástica de PVC.
- Los accesorios con soldadura solvente serán serie 80 de acuerdo con la especificación ASTM D 2467 para boquillas tipo, en accesorios de tuberías de polivinilo clorado (PVC)
- Las uniones de tuberías serán con pegamento solvente de acuerdo con la especificación ASTM D 2564 para pegamentos solventes en tuberías plásticas de PVC y con primer de acuerdo con la especificación ASTM F 656 para primero ser usados en uniones de tuberías plásticas de PVC y accesorios.
- Las juntas necesarias para unir válvulas o accesorios y serán de teflón.
- Las bridas serán hechas de PVC de acuerdo con ANSI/ASME B 16.5 – Tuberías bridadas y accesorios bridados, clase 150, a menos que se tenga otra indicación.
- Los empaques serán ANSI de 150 libras, cara completa, 1/8” de espesor de Neopreno.

Accesorios

El equipamiento del clorador automático deberá incluir los siguientes accesorios:

<u>Rotámetro</u>

Tipo:	Rotámetro para medición de flujo cloro gas.
Capacidad:	1,000 libras/d.

<u>Inyector</u>

Tipo:	Garganta fija diferencial.

CONSULTA PÚBLICA

Capacidad: 1,000 libras/d.

Bomba de arrastre de agua de servicio (en caso de no contar con agua de servicio a estas condiciones de operación)

Tipo: Bomba centrífuga multietapa vertical.

Líquido a utilizar: Agua filtrada.

Caudal máximo: 2 L/s.

Presión de operación: 5 a 6 bar.

Potencia: 10 hp

Tensión/Fases/Frec.: 460V/3F/60Hz

Número de equipos: 2

Incluye: Arrancador con botonera de paro y arranque local.

Sistemas Auxiliares

El equipamiento del clorador automático deberá incluir su regulador de vacío y su eyector hidráulico.

Instalación y montaje

Todo el equipo deberá ser instalado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y bajo procedimientos aprobados por el Instituto del cloro.

Todos los equipos deberán suministrarse con bridas, empaques y elementos de fijación necesarios para su correcta integración al sistema.

El contratista deberá presentar, cuando así se requiera, certificados de calidad, fichas técnicas, pruebas de laboratorio, garantías del fabricante y documentación de trazabilidad, los cuales deberán ser aprobados por la supervisión antes de su suministro e instalación.

Los materiales deberán ser almacenados, manejados y protegidos adecuadamente en obra, evitando daños, contaminación, corrosión o deterioro, conforme a las recomendaciones del fabricante y a las buenas prácticas de ingeniería.

Características Técnicas

- Características dimensionales y eléctricas: Que aseguren la completa compatibilidad constructiva, de montaje y de mantenimiento y reposición, tanto de las piezas integrantes del equipo como de los sistemas en su conjunto; se toman como base los estándares dimensionales ANSI/ASME y las características eléctricas básicas 480/220/110 V, 60 Hz, 3F.
- Seguridad en su operación y desempeño, asegurando al operador una certeza en su seguro manejo
- Acondicionamiento: Característica requerida para un buen funcionamiento.
- Accionamiento: En función de la facilidad o dificultades para la operación del equipo.
- Capacidad y velocidad: Según la capacidad de producción de la planta.
- Características de operación: Indicando particularidades específicas, para los equipos.
- Simultaneidad: Capacidad de operar conjuntamente con otros equipos.
- Confiabilidad: Relacionada con sus especificaciones y requerimientos en forma general.

CONSULTA PÚBLICA

- Modularidad: Considerando sobre todo la capacidad y la flexibilidad de operación
- Requisitos especiales: Que requieran los equipos para que funcionen en forma óptima

Tanques de Almacenamiento Cloro Gas

Los tanques cilíndricos tienen como función principal contener y suministrar gas cloro en condiciones seguras y controladas para su dosificación en el proceso de desinfección del agua tratada. Los tanques forman parte integral del sistema de cloración del tren de químicos, interactuando con cabezales de conexión, válvulas de seguridad, sistemas de vacío o reguladores de presión, evaporadores (en su caso), líneas de conducción, inyectores, analizadores de cloro residual, tableros eléctricos y sistemas de control y automatización. Asimismo, deberán integrarse a los sistemas de seguridad correspondientes, incluyendo detección de fugas, ventilación forzada, equipos de neutralización y protocolos de emergencia, conforme a lo indicado en el proyecto.

El diseño, fabricación y operación de los tanques de cloro deben cumplir con las siguientes normas y directrices:

- CGA V-1: Compressed Gas Association Standard para válvulas de cilindros.
- CGA G-2: Requisitos generales de seguridad para el manejo de gas cloro.
- Chlorine Institute Pamphlet 17: Normas para el almacenamiento y manipulación de cilindros y tanques de gas cloro.
- Chlorine Institute Pamphlet 6: Guía de mantenimiento y prueba de cilindros y tanques de gas cloro.
- NOM-005-STPS-1998: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas
- NOM-018-STPS-2015: Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

Las principales referencias en cuanto a estándares y normas de fabricación son las que se indican a continuación:

- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- AFBMA - Anti-Friction Bearing Manufacturers Association
- AGMA - American Gear Manufacturers Association
- AISC-American Institute of Steel Construction
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society
- AWWA - American Water Works Association
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation
- SSPC - Steel Structures Painting Council
- NOM Normas Oficiales Mexicanas
- ANSI/NFPA 70 National Electric Code

CONSULTA PÚBLICA

Además, se deberá cumplir con las recomendaciones del Instituto del Cloro.

Especificaciones Técnicas

Características Generales

- Capacidad Nominal: 907 kg (2,000 lb) de gas cloro comprimido.
- Proveedor: Force Flow o técnicamente similar.
- Material del Tanque: Acero al carbono de alta resistencia, diseñado y construido conforme a la normativa DOT 3AA para contener gases bajo presión. El material debe ser compatible con el gas cloro, altamente resistente a la corrosión y cumplir con los requisitos de grosor y resistencia a la presión.
- Diámetro y Longitud: Dimensiones estándar según el diseño para una capacidad de 907 kg, aproximadamente 76 cm de diámetro y 213 cm de largo.
- Presión de Diseño: Los tanques deben soportar una presión de trabajo máxima de 400 psig (2,758 kPa).
- Válvulas de Seguridad: Equipados con válvulas de cierre automático diseñadas para trabajar a presiones específicas, permitiendo la liberación controlada de gas en caso de sobrepresión.
- Sistema de Sellado: Los tanques deben tener juntas y sellos resistentes a la corrosión por cloro, minimizando el riesgo de fugas.

Accesorios y Equipos Adicionales

- Válvulas de Operación: Las válvulas deben cumplir con la norma CGA V-1 y ser compatibles con los sistemas de manejo de gas cloro. Se deben incluir dispositivos de seguridad como capuchones de protección.
- Tapa de Seguridad: Los tanques deben estar equipados con una tapa de seguridad para proteger las válvulas durante el transporte y el almacenamiento.
- Accesorios de Manipulación: Los tanques deben incluir puntos de anclaje o accesorios para su manipulación con grúas o sistemas de elevación específicos para cilindros de gas cloro, conforme a las recomendaciones del Chlorine Institute Pamphlet 17.

Requisitos de Seguridad

- Pruebas de Presión: Todos los tanques deben someterse a pruebas hidrostáticas a una presión mínima de 5/3 de la presión de diseño (al menos 665 psig o 4583 kPa), según lo establecido en la normativa DOT.
- Pruebas Visuales: Los tanques deben someterse a inspecciones visuales regulares para detectar corrosión, grietas u otros daños estructurales, conforme a lo recomendado por el Chlorine Institute Pamphlet 6.
- Identificación y Etiquetado: Cada tanque debe estar claramente identificado con el peso, la presión de prueba, el número de serie, la capacidad, la fecha de la última prueba hidrostática y la etiqueta de sustancia peligrosa correspondiente (cloro, UN1017).

Manejo y Almacenamiento

- Almacenamiento**:** Los tanques deben almacenarse en posición horizontal, asegurados con soportes y cadenas para evitar el movimiento, y en un área bien ventilada, alejada de fuentes de calor y materiales incompatibles.

CONSULTA PÚBLICA

- Manipulación: El movimiento de los tanques debe realizarse con dispositivos de elevación aprobados por el Chlorine Institute, evitando golpes bruscos y caídas que puedan dañar la estructura del tanque o las válvulas.
- Temperatura de Operación: Los tanques de gas cloro deben almacenarse y operarse en un rango de temperatura de -30°C a 50°C.

Mantenimiento y Vida Útil

- Revisión Periódica: Los tanques deben ser revisados y probados cada 5 años, conforme a las directrices de la normativa DOT 3AA y el Chlorine Institute Pamphlet 6.
- Reparación y Retiro de Servicio: Los tanques que presenten daños estructurales, corrosión severa o cualquier fallo en las pruebas de presión deben retirarse inmediatamente de servicio y enviarse a un centro especializado para su reparación o disposición final.

Placa de Identificación

Cada tanque de cloro deberá contar con placas o marcados permanentes de identificación, grabados o estampados directamente en el cuerpo del recipiente o en placas metálicas fijadas de forma permanente. La información deberá ser claramente legible y resistente a las condiciones de operación, almacenamiento y manipulación del cilindro.

La identificación deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante del cilindro.
- Número de serie único del recipiente.
- Capacidad nominal del cilindro (1 tonelada de cloro).
- Peso del cilindro vacío (tara).
- Presión de diseño o presión máxima de trabajo.
- Fecha de fabricación del cilindro.
- Fechas de inspección o pruebas hidrostáticas.
- Norma o código de fabricación aplicable.
- Tipo de producto contenido: Cloro (Cl_2).
- Número UN del producto (UN 1017 – Cloro).
- Identificación del proveedor o llenador del cilindro.

Identificación de Seguridad

Además de la placa de identificación, los tanques deberán contar con etiquetado y señalización de seguridad visible, que incluya:

- Pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (SGA).
- Advertencias de peligro (gas tóxico y corrosivo).
- Nombre químico del producto: Cloro.
- Número ONU: UN 1017.
- Indicaciones de manejo seguro.

La señalización deberá cumplir con lo establecido en NOM-018-STPS y normativa de transporte de sustancias peligrosas.

CONSULTA PÚBLICA

Información Operativa Recomendada

Para facilitar la operación y control del sistema de cloración en planta, se recomienda que cada tanque cuente además con:

- Identificación del lote de llenado.
- Fecha de llenado.
- Proveedor del gas.
- Peso bruto del cilindro cargado.

Bomba de Alta Presión para Cloración

El grupo de presión booster tiene como función principal incrementar y mantener la presión requerida en el sistema hidráulico para garantizar el suministro adecuado de agua a los diferentes servicios de la Planta de Tratamiento de Aguas Pluviales/Residuales Zumpango, tales como sistemas de lavado, servicios auxiliares, alimentación de equipos o redes internas de distribución.

El sistema estará constituido por un conjunto de bombas centrífugas multietapa, diseñadas para operar en forma automática mediante control de presión, asegurando un suministro continuo y estable bajo las condiciones hidráulicas definidas en el proyecto.

El equipo deberá operar de manera continua, confiable y eficiente bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales del sitio, garantizando el caudal y la presión requeridos para la correcta operación del sistema.

Características Generales

Las bombas deberán ser del tipo centrífugo multietapa vertical u horizontal, adecuadas para servicio continuo.

El sistema booster consistirá en bombas centrífugas verticales multipasos ensambladas de fábrica (Ver **Figura 1-21**). Cada unidad contará con variadores de frecuencia integrados en los motores. El sistema estará diseñado para mantener una presión constante en aplicaciones con flujo variable, controlando de manera continua la velocidad de las bombas.

La eficiencia total del sistema, incluyendo bomba, motor y variador de frecuencia, deberá ser superior al 60% El funcionamiento del sistema deberá ajustarse a la demanda apagando o encendiendo el número necesario de bombas para garantizar el flujo y presión requeridos. Al arranque, el aumento de presión deberá ser suave para evitar golpe de ariete y sobrepresiones. La integración de control será tal, que mantenga la misma velocidad en todas las bombas encendidas.

Deberán incluirse dispositivos de control y monitoreo que permitan la operación automática del sistema y la supervisión de parámetros clave como presión, caudal, eficiencia y elementos de alarma como alta y baja presión.

El cabezal deberá incluir válvula check y válvulas de aislamiento para cada bomba, así como un transductor de presión.

El panel de control contará con interruptor de desconexión principal, todos los fusibles necesarios, protecciones del motor, interruptores y microprocesador.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-21 Sistema Booster



Para la fabricación, selección e instalación de bombas centrífugas verticales multipasos para alta presión es importante seguir diversas normas nacionales e internacionales para asegurar la eficiencia, seguridad y durabilidad del equipo. A continuación, se detallan las principales normas aplicables:

Normas Nacionales

Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de equipos, como lo son:

- NOM-001-CONAGUA-2011: Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario - Hermeticidad - Especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-002-CONAGUA-1996: Requisitos de calidad del agua para sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado.
- NOM-001-SEDE Instalaciones eléctricas.

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos de la Comisión Nacional del Agua.

Normas Internacionales

La fabricación, instalación, pruebas y certificaciones de los equipos y accesorios incluidos en este apartado deben cumplir con las normas internacionales establecidas, siempre que sean aplicables a su uso, ubicación e instalación:

- FBMA - Anti-Friction Bearing Manufacturers Association
- AGMA - American Gear Manufacturers Association
- AISC-American Institute of Steel Construction
- ANSI - American National Standards Institute
- ANSI/HI 9.6.6-2009 - Rotodynamic (Centrifugal and Vertical) Pumps for NPSH Margin
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- ASTM A48: Especificaciones para hierro fundido utilizado en componentes de bombas.
- AWWA - American Water Works Association
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation
- ANSI/NFPA 70 National Electric Code

CONSULTA PÚBLICA

- ISO 9001: Sistemas de gestión de calidad.
- ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental.
- ISO 9906:2012 - Hydraulic performance acceptance tests

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos de la Comisión Nacional del Agua.

Materiales y Componentes

Los materiales utilizados en la construcción de las bombas y componentes asociados serán resistentes a la corrosión, adecuados para el manejo de agua potable o agua de proceso con características similares.

Todas las piezas giratorias en contacto con el líquido bombeado estarán hechas de acero inoxidable AISI 304.

- Cabezales de la bomba: hierro fundido ASTM A 48-30 B, cubierta de acero inoxidable CF 8M, de acero inoxidable.
- Sello mecánico: HQQE, tipo cartucho, balanceado y O-ring (SiC/SiC/EPDM)
- Cabezales de succión y descarga: acero inoxidable 316 o acero galvanizado
- Bases de la Bomba: Hierro fundido o Acero inoxidable AISI 304
- Carcasa y etapas: acero inoxidable, hierro dúctil o material equivalente, según aplicación.
- Impulsores: acero inoxidable o material resistente a desgaste hidráulico.
- Eje: acero inoxidable de alta resistencia.
- Sellos: sellos mecánicos adecuados a la presión de operación.
- Tornillería: acero inoxidable o galvanizado.

Materiales mínimos

- Carcasa: acero inoxidable o hierro fundido con recubrimiento anticorrosivo.
- Impulsores: acero inoxidable.
- Eje: acero inoxidable.
- Sellos mecánicos: materiales resistentes al desgaste y corrosión.
- Las bombas deberán contar con curvas certificadas de operación.

Motores Eléctricos

Los motores deberán cumplir con:

- Tipo: inducción trifásica.
- Voltaje: 460 V.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Velocidad: aproximadamente 1800 rpm.
- Protección mínima: IP55.
- Aislamiento: Clase F.
- Eficiencia energética: NEMA Premium o equivalente.
- Factor de servicio mínimo: 1.15.

Colectores y Accesorios Hidráulicos

El sistema deberá incluir:

CONSULTA PÚBLICA

- Colector de succión.
- Colector de descarga.
- Válvulas de aislamiento.
- Válvulas check.
- Manómetros.
- Sensores de presión.

Las tuberías y accesorios deberán ser compatibles con el material del sistema hidráulico del proyecto.

Sistema de Control

El grupo de presión deberá contar con un sistema de control que incluya:

- Arranque automático.
- Protección contra sobrecarga.
- Protección contra operación en seco.
- Control automático por presión.
- Indicadores de operación y alarma.

Sensores

El fabricante deberá incluir protecciones para corrido en seco por medio de un interruptor de nivel y flotador para el tanque, así como transductor de presión en el cabezal de descarga.

Panel de control

El sistema llevará integrado panel de control de acero con interruptor de desconexión principal, todos los fusibles necesarios, protecciones del motor, interruptores y microprocesador CU352 o similar. El controlador deberá contar con las siguientes funciones y características:

- Clasificación eléctrica: UL Type 3R/12
- Controlador PID, parámetros PI ajustables (Kp + Ti)
- Curvas de Rendimiento: Cargadas en el controlador para gestión automática
- Mantenimiento de presión constante
- Función parada (cierre de bajo flujo)
- Control cascada automático de bombas
- Selección de tiempo mínimo entre arranque/parada; prioridad en arranque y cambio automático de bombas
- Prueba de funcionamiento de bombas automática para prevenir amarre
- Asignación de bomba Standby
- Operación manual
- Control de presión proporcional
- Cambio forzado de bomba
- Asistente de arranque
- Aumento de presión suave
- Influencia de punto de ajuste, externa (entrada analógica)
- Funcionamiento de emergencia (entrada digital)
- Contraseña de protección
- Funciones a control remoto
- Alternancia automática de bombas

CONSULTA PÚBLICA

- Operación simultánea a la misma velocidad
- Gestión de alarmas y diagnóstico
- Monitoreo en tiempo real del rendimiento
- Configuración de modos de funcionamiento

Conexiones de salida

Bridadas, compatibles con las normas de tuberías locales e internacionales ANSI.

Motor

Motor MLE de imán permanente con variador de frecuencia integrado, trifásica eficiencia IE 3, 60 Hz, Corriente nominal a 460 V.

Scrubber

Las características generales de diseño mecánico del equipo deberán:

- Ser capaz de operar automáticamente con base en la detección de concentración alta de cloro en el ambiente.
- Arrancar acciones de seguridad y control de fugas de manera automática.
- Estar fabricado en los materiales resistentes al cloro especificados.

En la siguiente tabla se establecen los requerimientos de operación del sistema de lavado químico.

Tabla 1-16 Requerimiento de Operación

Concepto	Valor
Cantidad:	1 sistema
Capacidad:	1,00o kg
Tipo:	Automático
Temperatura interior mínima	5ºC
Sustancia neutralizante	Sosa al 20%
Capacidad de tanque de almacenamiento de sosa	6 m^3 mínimo
Medio de extracción de gas	Ventilador
Caudal de extracción de gas	6,000 Nm^3/h
Presión de operación de extractor de gases	1,500 Pa
Material de construcción de torre(s) de lavado	HDPE
Material del tanque de almacenamiento	HDPE
Gabinete de control	IP55
Bomba de recirculación de sosa	Caudal 30 m^3/h, potencia 5.5 kW, IP55, aislamiento clase F, voltaje 460

CONSULTA PÚBLICA

Concepto	Valor
Ventilador	Radial de alta capacidad 1 en operación y 1 en reserva potencia 5.5 kW, 460 VCA, IP55 aislamiento del motor clase F

Características Técnicas

La selección de los equipos electromecánicos se realizó con base a los siguientes criterios, en función de los equipos analizado en el contexto de los siguientes aspectos:

- Características dimensionales y eléctricas: Que aseguren la completa compatibilidad constructiva, de montaje y de mantenimiento y reposición, tanto de las piezas integrantes del equipo como de los sistemas en su conjunto; se toman como base los estándares dimensionales ANSI/ASME y las características eléctricas básicas 480/220/110 V, 60 Hz, 3F.
- Seguridad en su operación y desempeño, asegurando al operador una certeza en su seguro manejo
- Acondicionamiento: Característica requerida para un buen funcionamiento.
- Accionamiento: En función de la facilidad o dificultades para la operación del equipo.
- Capacidad y velocidad: Según la capacidad de producción de la planta.
- Características de operación: Indicando particularidades específicas, para los equipos.
- Simultaneidad: Capacidad de operar conjuntamente con otros equipos.
- Confiabilidad: Relacionada con sus especificaciones y requerimientos en forma general.
- Modularidad: Considerando sobre todo la capacidad y la flexibilidad de operación
- Requisitos especiales: Que requieran los equipos para que funcionen en forma óptima

Materiales

Las tuberías de HDPE, a menos que se tenga otra indicación, y materiales resistentes a cloro gas húmedo.

Instalación y montaje

Todo el equipo deberá ser instalado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y bajo procedimientos aprobados por el Instituto del Cloro.

Alimentación eléctrica

460 VCA, 60 hz, 3 fases.

Tanques de Almacenamiento de Sulfato de Aluminio

Los tanques tienen como función principal almacenar en condiciones seguras y controladas las soluciones químicas empleadas en los procesos de ajuste de pH y coagulación del agua, garantizando la concentración y disponibilidad requeridas para su correcta dosificación. Considerando las características químicas del sulfato de aluminio al 48%, los recipientes deberán fabricarse en fibra de vidrio reforzada con resinas específicas compatibles con cada reactivo, asegurando resistencia química, estructural y mecánica, así como estabilidad frente a cargas hidrostáticas y condiciones ambientales de operación (Ver **Tabla 1-17**).

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-17 Características Almacenamiento de Sulfato de Aluminio al 48%

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
TAG	TASA	
No. De Tanques Requeridos para la PTAP/R (5,000 L/s)	10.00	uds
Autonomía	15.00	días
Tipo	Vertical, Cerrado, Atmosférico	
Material de Fabricación	PRFV/PE	
Capacidad Unitaria	45.00	m^3
Diámetro	3.50	m
Altura Útil	4.70	m
Altura Total	5.00	m

Para la fabricación, selección e instalación de tanques de almacenamiento de químicos es importante seguir diversas normas nacionales e internacionales para asegurar la eficiencia, seguridad y durabilidad del equipo. A continuación, se detallan las principales normas aplicables:

Normas Nacionales

- NOM-005-STPS-1998: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas
- NOM-018-STPS-2015: Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

Normas Internacionales

Las principales referencias en cuanto a estándares y normas de fabricación son las que se indican a continuación:

- ASTM D3299: Especificación estándar para tanques fabricados en PRFV mediante enrollado filamentario.
- ASTM D4097: Especificación estándar para tanques de PRFV fabricados mediante métodos de contacto (laminado manual).
- ASME RTP-1: Estándar para recipientes de almacenamiento no sometidos a presión.
- ISO 9001: Certificación del sistema de calidad del fabricante.

Características Técnicas

Compatibilidad Química

Se utilizarán únicamente materiales que tengan compatibilidad química con el fluido a manejar, de manera que todos los componentes en contacto con el fluido sean resistentes a la corrosión y no reaccionen con el químico.

Cuerpo del Tanque

CONSULTA PÚBLICA

Plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) con resinas específicas resistentes a químicos, como resina de poliéster isoftálica o resina de vinilléster. El espesor de pared será el adecuado para soportar la presión del líquido almacenado, generalmente entre 6 y 12 mm, dependiendo del tamaño del tanque.

Revestimiento Interno

Revestimiento adicional de resina resistente a la corrosión, compatible con químico de almacenamiento.

Conexiones

Las conexiones podrán ser de 2 tipos:

1. Bridadas con dimensiones ANSI
2. Conexiones roscadas NPT

Las conexiones, pasos hombre, puertos de venteo, etc. se muestran a detalle en los planos correspondientes.

Seguridad

Cada unidad deberá contar con un sistema de contención secundaria para derrames, con capacidad para contener al menos el 110% del volumen del tanque.

Preparación del Sitio de Instalación

- Se ubicará el tanque en un área bien ventilada y accesible para el mantenimiento.
- Deberán considerarse distancias de seguridad respecto a otras instalaciones y áreas de trabajo para minimizar riesgos en caso de fugas o incendios.
- Se realizará la cimentación, reforzamientos y adecuaciones especificadas en el proyecto civil correspondiente.

E proyecto incluye la prueba de estanqueidad de tanque, incluye agua, bomba, herramienta, equipos y retiro del agua al término de la prueba, y todo lo necesario para su correcta ejecución, de acuerdo con la norma oficial mexicana nom-007-conagua-1997.

Bombas para el Trasvase de Sulfato de Aluminio

Las bombas de acoplamiento magnético tienen como función principal realizar el trasvase seguro de productos químicos dentro del sistema, garantizando el caudal y la presión requeridos para la correcta transferencia de los reactivos, minimizando el riesgo de fugas y asegurando la integridad del proceso y de las instalaciones.

Las bombas de drive magnético eliminan el uso de sellos dinámicos, reduciendo el riesgo de fugas, y se integran a los sistemas de manejo, almacenamiento y transferencia de productos químicos, interactuando con tanques, tuberías, válvulas, sistemas eléctricos y de control del proyecto.

Características Generales

Los equipos deberán ser de tipo bomba centrífuga horizontal de accionamiento magnético sin sellos mecánicos, diseñados específicamente para el manejo de líquidos corrosivos y la transferencia de químicos. El diseño estará centrado en un impulsor accionado mediante un acoplamiento magnético, eliminando la necesidad de sellos con el objetivo de reducir significativamente el riesgo de fugas.

CONSULTA PÚBLICA

Su fabricación y materiales seleccionados deberán cumplir con las especificaciones técnicas y características para garantizar su eficiencia, durabilidad y seguridad.

Se utilizará exclusivamente motores TEFC (Totalmente cerrado, enfriado por ventilador), adecuados para operar en ambientes industriales. Ver **Tabla 1-18**.

Tabla 1-18 Características de Bomba de Trasvase de Sulfato de Aluminio

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
TAG	BTSA	
Cantidad	3	pza
Tipo	Centrifuga Horizontal, Drive Magnético	
Caudal de operación unitario	25.00	m^3/h
Carga dinámica total	1.00	bar
Potencia	3.00	hp

CONSULTA PÚBLICA

La ejecución de los trabajos deberá apegarse estrictamente a las disposiciones establecidas en la legislación vigente y a las normas técnicas aplicables, incluyendo, de manera enunciativa pero no limitativa, las siguientes:

- Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX) vigentes.
- Lineamientos, manuales y criterios técnicos emitidos por la CONAGUA, incluyendo el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
- Normas y especificaciones de organismos nacionales e internacionales tales como CFE, ANSI, AWWA, ASTM, IEC e ISO, según corresponda al tipo de equipo o sistema.
- Reglamentos estatales y municipales aplicables, así como disposiciones en materia de construcción, seguridad, protección civil y medio ambiente.
- Criterios técnicos y condiciones particulares establecidos en el Anteproyecto.

En caso de discrepancia entre normas, documentos o criterios, se deberá aplicar el requerimiento más estricto, previa autorización de la CONAGUA.

Normatividad Específica

Para la fabricación, selección e instalación de Bombas de Drive Magnético es importante seguir diversas normas nacionales e internacionales para asegurar la eficiencia, seguridad y durabilidad del equipo. A continuación, se detallan las principales normas aplicables:

- NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización)
- NOM-005-STPS-1998: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos de la Comisión Nacional del Agua.

Materiales y Componentes

Los materiales de fabricación deberán ser químicamente compatibles con los productos a trasvasar y adecuados para ambientes corrosivos, cumpliendo como mínimo con lo siguiente:

- Cuerpo hidráulico: PTAPR, PVDF, ETFE, acero inoxidable o material equivalente compatible con el químico manejado.
- Impulsor: material plástico reforzado o acero inoxidable, compatible con el fluido.
- Cojinetes internos: carburo de silicio, carbono o material equivalente, resistente a desgaste químico.
- Encapsulado magnético: material resistente a corrosión y desmagnetización.
- Tornillería: acero inoxidable o material protegido contra corrosión.

Todos los equipos deberán suministrarse con bridas, empaques y elementos de fijación necesarios para su correcta integración al sistema.

Los materiales deberán ser almacenados, manejados y protegidos adecuadamente en obra, evitando daños, contaminación, corrosión o deterioro, conforme a las recomendaciones del fabricante y a las buenas prácticas de ingeniería.

Compatibilidad Química

Se utilizarán únicamente materiales que tengan compatibilidad química con el fluido a manejar, de manera que todos los componentes en contacto con el fluido sean resistentes a la corrosión y no reaccionen con el químico.

Conexiones

Las conexiones hidráulicas deberán ser estándar para facilitar la integración con otros componentes del sistema.

- Conexiones roscadas NPT (diámetro de acuerdo a diseño).
- Conexiones bridadas ANSI (de aplicar).

Bombas Dosificadoras de Sulfato de Aluminio

Las bombas dosificadoras se integran a los sistemas de preparación, almacenamiento y dosificación de productos químicos, interactuando con tanques, tuberías, válvulas, sistemas eléctricos, tableros de control e instrumentación del proyecto.

Los equipos deberán ser de tipo bomba de pistón/membrana, también denominada bomba de membrana hidráulica, diseñados específicamente para el manejo de químicos líquidos a altas presiones con regulación del volumen desplazado: 0 – 100 %.

Su fabricación y materiales seleccionados deberán cumplir con las especificaciones técnicas y características para garantizar su eficiencia, durabilidad y seguridad.

CONSULTA PÚBLICA

Su diseño deberá mantener todas las partes móviles de la bomba sumergidas en aceite. Además, el embolo deberá posicionarse siempre en el punto muerto central superior en cada recorrido.

En la siguiente tabla se describen las características principales para la selección del equipo:

Tabla 1-19 Características Bomba Dosificadora de Sulfato de Aluminio

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
TAG	BDSA	
Cantidad	5.00	pza
Capacidad a Q Máximo	140.00	L/h
Carga dinámica total	10.00	mca
Contrapresión	10.00	bar
Potencia	1.0	hp
Tipo	Dosificadora de diafragma mecánico	
Todos los equipos dosificadores de reactivos deberán contar con control remoto de aplicación de dosificación mediante señales digitales o señales analógicas de 4-20 mA o la incorporación de este equipo a la red de comunicación EtherNet/IP para una dosificación automática		

La ejecución de los trabajos deberá apegarse estrictamente a las disposiciones establecidas en la legislación vigente y a las normas técnicas aplicables, incluyendo, de manera enunciativa pero no limitativa, las siguientes:

- Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX) vigentes.
- Lineamientos, manuales y criterios técnicos emitidos por la CONAGUA, incluyendo el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
- Normas y especificaciones de organismos nacionales e internacionales tales como CFE, ANSI, AWWA, ASTM, IEC e ISO, según corresponda al tipo de equipo o sistema.
- Reglamentos estatales y municipales aplicables, así como disposiciones en materia de construcción, seguridad, protección civil y medio ambiente.
- Criterios técnicos y condiciones particulares establecidos en el Anteproyecto.

En caso de discrepancia entre normas, documentos o criterios, se deberá aplicar el requerimiento más estricto, previa autorización de la CONAGUA.

Normatividad Específica

Para la fabricación, selección e instalación de Bombas de Membrana es importante seguir diversas normas nacionales e internacionales para asegurar la eficiencia, seguridad y durabilidad del equipo. A continuación, se detallan las principales normas aplicables:

- NOM-016-ENER-2016, Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.

CONSULTA PÚBLICA

- NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilizacNOM-005-STPS-1998: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos de la Comisión Nacional del Agua.

Materiales y Componentes

Los materiales de las bombas dosificadoras de membrana deberán ser químicamente compatibles con cada producto dosificado, garantizando resistencia a la corrosión, al desgaste y una vida útil acorde con las condiciones de operación del proyecto.

Cabezal y componentes húmedos

Los materiales mínimos aceptables para los componentes en contacto con el producto químico serán los siguientes:

- Sulfato de aluminio: PVC, PVDF o material de características equivalentes.
- Hidróxido de sodio: PVC, PVDF, PTAP/R o material de características equivalentes.
- Ácido sulfúrico: PVDF, PTFE u otro material resistente a ácidos fuertes.

No se aceptarán materiales que presenten incompatibilidad química con el reactivo manejado.

Membrana

La membrana de dosificación deberá ser de PTFE u otro material de características equivalentes, compatible con el producto químico, resistente a fatiga mecánica y al ataque químico.

Válvulas, sellos y asientos

- Los sellos deberán ser de materiales compatibles con cada reactivo, tales como AFLAS o VITON, de acuerdo con la recomendación del fabricante y el producto dosificado.
- Los asientos y bolas de sello deberán ser de acero inoxidable CA 20 o material equivalente.
- Las válvulas check deberán ser de PVDF o material compatible con el químico manejado.

Tornillería y estructura

La tornillería y estructura del equipo deberán ser de acero inoxidable o de materiales debidamente protegidos contra ambientes corrosivos, adecuados para su instalación en áreas de dosificación química.

Equipamiento mínimo incluido

Cada bomba dosificadora de membrana deberá suministrarse, como mínimo, con el siguiente equipamiento:

a) Bomba dosificadora

- Cabezal de succión y descarga en PVC, PVDF o material compatible con el producto químico.
- Membrana compatible con el reactivo manejado.
- Válvulas de succión y descarga.

CONSULTA PÚBLICA

- Conexiones bridadas ANSI, cuando aplique, y/o conexiones roscadas NPT, en diámetros acordes al diseño del sistema.

b) Motor eléctrico

- Tipo: vertical.
- Potencia: según proyecto.
- Voltaje: 460 V.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Velocidad nominal: 1,800 rpm.
- Fases: 3.
- Eficiencia: NEMA Premium® o equivalente.
- Envolvente: TEFC, grado de protección mínimo IP55.
- Clase de aislamiento: F.
- Factor de servicio mínimo: 1.15.
- Diseño adecuado para operación a 2,350 msnm.
- Acabado con pintura epóxica para ambientes exteriores y corrosivos.
- Placa de datos en acero inoxidable.

c) Accesorios

- Kit de montaje completo del equipo.
- Kit de mantenimiento preventivo para un periodo mínimo de 12 meses de operación.

Compatibilidad Química

Se utilizarán únicamente materiales que tengan compatibilidad química con el fluido a manejar, de manera que todos los componentes en contacto con el fluido sean resistentes a la corrosión y no reaccionen con el químico.

Sistema de Sellado

El equipo deberá tener un sistema de sellado hermético para evitar fugas del fluido a manejar lo cual es crucial para la seguridad de las instalaciones y personal de operación debido a la naturaleza corrosiva, oxidante y/o tóxica de los químicos utilizados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales / Pluviales.

Precisión y Repetibilidad

El fabricante de los equipos garantizará alta precisión de estos, con un error de dosificación menor al 1%, así como la repetibilidad del equipo bajo las condiciones de operación establecidas en el rango de volumen desplazado de 10 – 100%.

Control y Automatización

En los equipos que así lo requieran por la naturaleza o necesidades del proyecto serán integrados al sistema de control automático, como PLC (Controlador Lógico Programable) o sistemas SCADA

CONSULTA PÚBLICA

(Supervisión, Control y Adquisición de Datos), así como opciones para control manual y remoto, permitiendo ajustes precisos del caudal y presión.

Conexiones

- Conexiones roscadas NPT (diámetro de acuerdo con diseño)
- Conexiones bridadas ANSI (de aplicar)

Seguridad

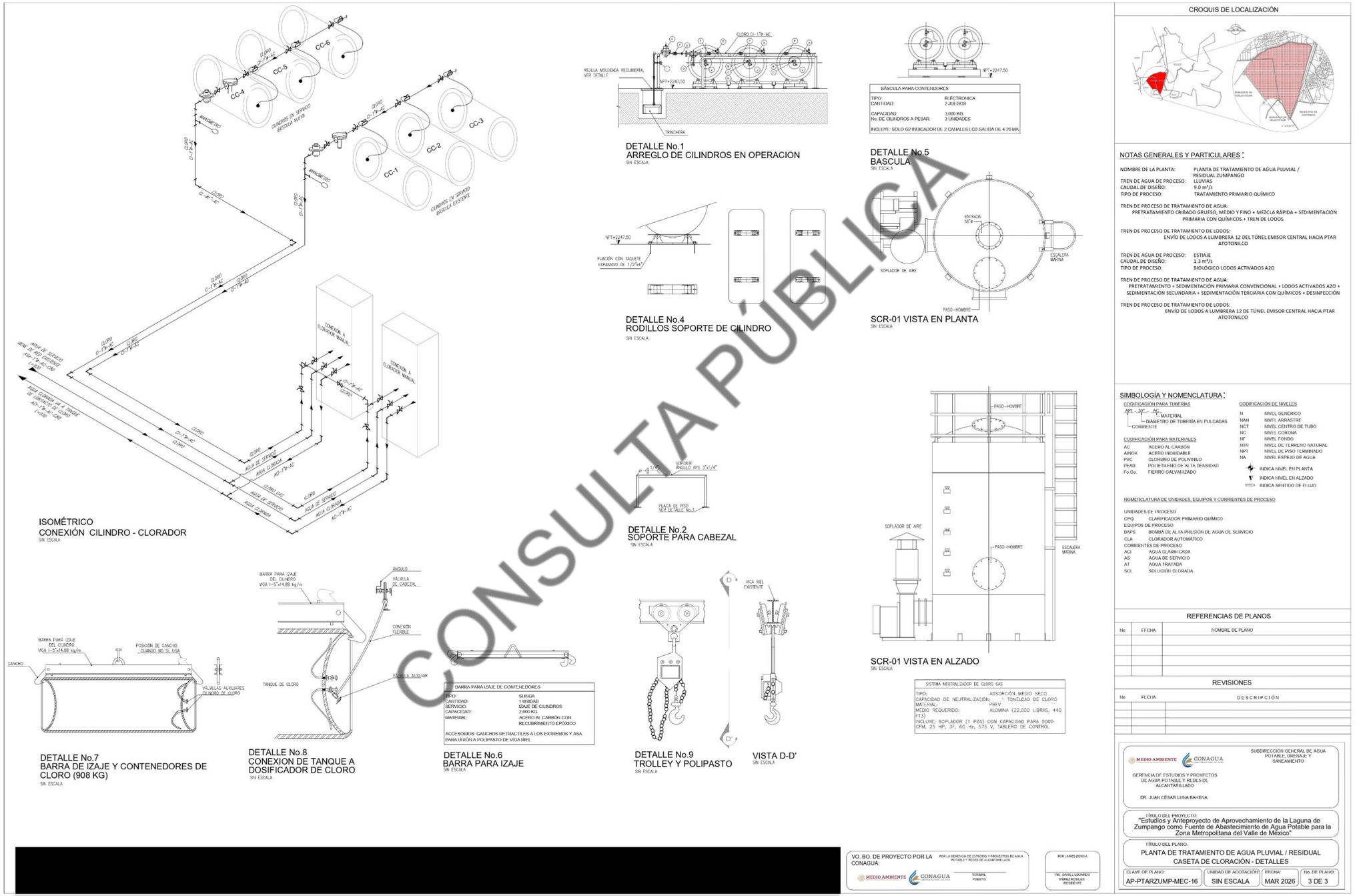
Los equipos deberán contar con sistemas de protección contra sobrepresión, como válvulas hidráulicas para purga de aire y rebose.

Condiciones operativas para bombas de Sulfato de aluminio

- Rango de caudal de operación: Según proyecto
- Presión de impulsión: 1.5 BAR
- Succión máxima: 1.50 metros columna de agua
- Contrapresión máxima de diseño: 6 BAR

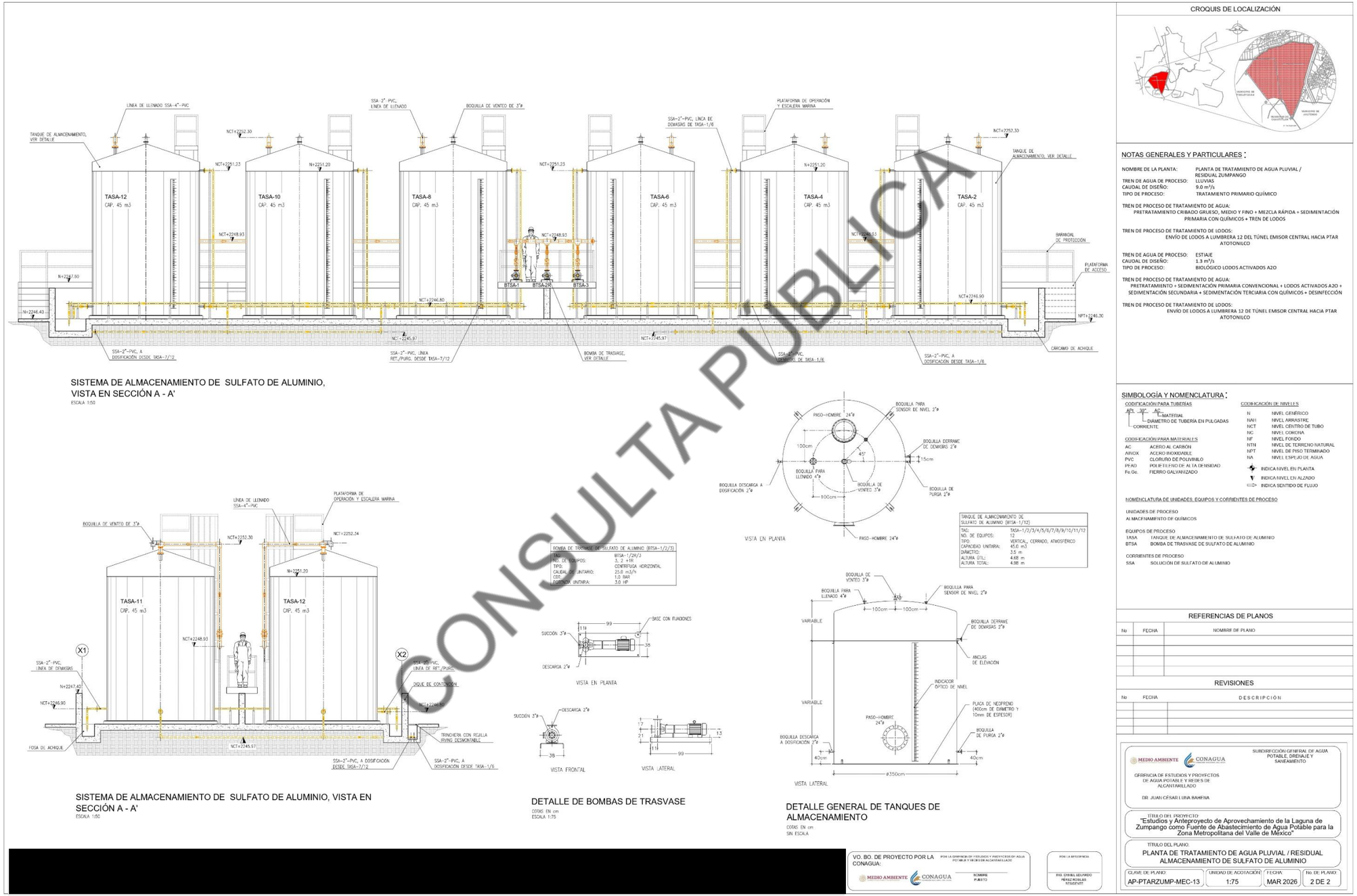
CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-22 Almacenamiento de Cloro Gas



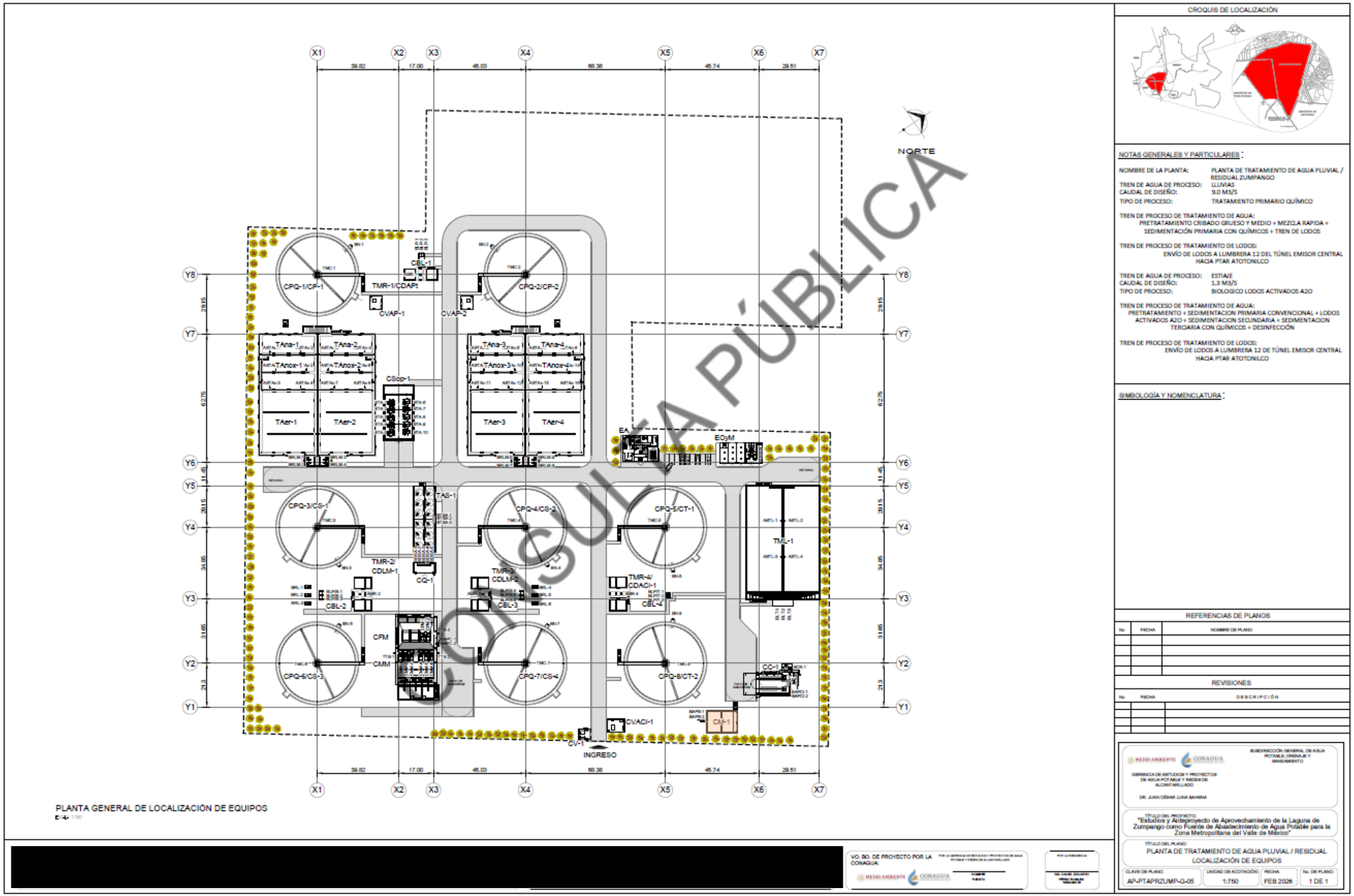
CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-23 Almacenamiento de Sulfato de Aluminio



CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-24 Arreglo General



PLANTA GENERAL DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

NOTAS GENERALES Y PARTICULARES:

NOMBRE DE LA PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL ZUMPANGO
TREN DE AGUA DE PROCESO: LLUVIAS
CAUDAL DE DISEÑO: 9.0 M3/S
TIPO DE PROCESO: TRATAMIENTO PRIMARIO QUÍMICO

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO CRIBADO GRUESO Y MEDIO + MEZCLA RAPIDA + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CON QUÍMICOS + TREN DE LODOS

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

TREN DE AGUA DE PROCESO: ESTIAJE
CAUDAL DE DISEÑO: 1.3 M3/S
TIPO DE PROCESO: BIOLOGICO LODOS ACTIVADOS A2O

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO + SEDIMENTACION PRIMARIA CONVENCIONAL + LODOS ACTIVADOS A2O + SEDIMENTACION SECUNDARIA + SEDIMENTACION TERCIARIA CON QUÍMICOS + DESINFECCIÓN

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DE TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA:

REFERENCIAS DE PLANOS

No.	FECHA	NOMBRE DE PLANO

REVISIONES

No.	FECHA	DESCRIPCIÓN

VO. BO. DE PROYECTO POR LA CONAGUA:

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO
GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y RIEGOS DE ALCANTARILLADO
DR. JUAN CÉSAR LUNA MARINA

TÍTULO DEL PROYECTO:
"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México"

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL
LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS

CLAVE DE PLANO:	UNIDAD DE ACOTACIÓN:	FECHA:	No. DE PLANO:
AP-PTAPRZUMP-G-05	1:750	FEB 2026	1 DE 1

CONAGUA PÚBLICA

1.2.5 Pruebas de Verificación

El alcance del presente proyecto no contempla las especificaciones de verificación de los equipos tales como: pruebas hidrostáticas, radiografiado, medición de espesores, protección mecánica, protección anticorrosiva, de los tanques de almacenamiento, equipo de proceso, entre otros. ya que se trata de un anteproyecto y dichas especificaciones se obtienen una vez que se hace la adquisición o se instala el equipo.

Sin embargo, en las etapas posteriores a este proyecto, se deberá considerar lo siguiente:

- El fabricante debe incluir todos los certificados de calidad y de pruebas realizadas en fábrica de todos y cada uno de los elementos que se incluyen en su oferta, así como los protocolos de pruebas a realizar una vez instalado el equipo. Estos protocolos deben incluir sus respectivos formatos. Las pruebas deberán ser realizadas por personal calificado por parte del proveedor.

Certificación de la Instalación

Servicio del Fabricante

A. Inspección, Puesta en Marcha, y Ajuste de Campo: un representante de servicio autorizado por el fabricante visitará el sitio de instalación 2 días para dar testimonio y certificar por escrito que se han instalado apropiadamente tanto el equipo, y los controles, como los sistemas de alineación, lubricación y ajuste, quedando preparado para el correcto funcionamiento de los equipos de bombeo.
    1. Instalación del equipo.
    2. Inspección, verificación, y ajuste del equipo.
    3. Arranque y pruebas de campo para el funcionamiento apropiado del equipo.
    4. Ajustes de campo y pruebas de desempeño para asegurar que la instalación de equipo y funcionamiento obedecen requisitos establecidos.

B. Instrucción del Personal de Operación:
    1. Donde así se requiera, un representante autorizado por el fabricante visitará el sitio por 1 día para instruir el personal de operación en el funcionamiento y mantenimiento del equipo. La instrucción será específica a los modelos del equipo proporcionados.
    2. El representante deberá tener por lo menos dos años de experiencia en el entrenamiento. Un currículo vitae del representante deberá ser suministrado para corroborar lo anterior.
    3. Las sesiones de entrenamiento se fijarán con un mínimo de tres semanas de antelación.
    4. El programa de instrucción, el material propuesto, así como una descripción detallada de cada lección se someterá para su revisión. Los comentarios se incorporarán en el material.
    5. Los materiales de entrenamiento permanecerán con los aprendices.

CONSULTA PÚBLICA

Tanques de Almacenamiento de Cloro Gas

El control de calidad es fundamental para asegurar la integridad estructural y funcional de los tanques de cloro de 907 kg. Todos los tanques deben someterse a inspecciones y pruebas exhaustivas durante la fabricación y antes de su puesta en servicio.

Inspección de Materiales

- Verificación de Materiales: Todos los materiales deben ser inspeccionados antes de la fabricación para verificar que cumplen con los requisitos de resistencia y compatibilidad química establecidos en la normativa DOT 3AA.
- Certificados de Calidad: Los proveedores de materiales deben proporcionar certificados de calidad que garanticen que el acero y otros componentes cumplen con las especificaciones técnicas.

Pruebas No Destructivas (NDT)

- Inspección Visual: Se realizará una inspección visual de cada tanque para detectar cualquier defecto superficial, corrosión o deformación.
- Pruebas de Ultrasonido: El tanque debe someterse a pruebas ultrasónicas para detectar defectos internos, como grietas o fallos en la soldadura.
- Pruebas Radiográficas: Las soldaduras críticas deben ser inspeccionadas mediante radiografía para asegurar su integridad y cumplimiento con los requisitos de seguridad.

Pruebas de Presión

- Prueba Hidrostática: Todos los tanques deben someterse a una prueba hidrostática a una presión de al menos 665 psig (4583 kPa), según las normativas DOT y del Instituto de Cloro, para garantizar que soportan la presión de diseño sin deformarse ni presentar fugas.
- Prueba de Fugas: Después de la prueba hidrostática, se realizará una prueba de detección de fugas, utilizando gases de prueba inertes, para confirmar que no hay emisiones de gas cloro.

Trazabilidad

- Número de Serie: Cada tanque debe llevar un número de serie único, grabado de manera permanente, para asegurar la trazabilidad a lo largo de su vida útil.
- Registro de Inspecciones: Todas las inspecciones, pruebas y mantenimientos deben documentarse y almacenarse durante toda la vida útil del tanque. El fabricante debe proporcionar un registro completo de pruebas que certifique el cumplimiento de las especificaciones de calidad.

Certificación del Producto

- Certificado de Conformidad: Cada tanque debe incluir un certificado que garantice el cumplimiento con las normas DOT 3AA y las recomendaciones del Instituto de Cloro.
- Inspección por Terceros: La inspección y prueba de los tanques puede ser verificada por un organismo independiente para asegurar que el control de calidad cumple con los estándares internacionales.

CONSULTA PÚBLICA

1.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Con el objetivo de incrementar el caudal firme potabilizado en la Planta Potabilizadora Zumpango (PP Zumpango) para su envío a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), se planteó la incorporación, durante el período de estiaje, de un caudal constante de agua residual a la Laguna de Zumpango proveniente del río Cuautitlán y/o del Gran Canal de Desagüe.

En una primera etapa, el caudal de agua residual considerado para el periodo de estiaje se estableció en 0.3 m3/s, proveniente del Canal Santo Tomás. Posteriormente, y ante la factibilidad de incorporar aportaciones adicionales, dicho caudal se incrementó hasta 1.3 m3/s, mediante la posible derivación de flujo excedente del Gran Canal de Desagüe.

Dado el origen del agua influente a la Laguna de Zumpango durante el período de estiaje, su descarga a un cuerpo receptor nacional y, particularmente, el hecho de que el agua almacenada en la laguna será utilizada con fines de abastecimiento público, el efluente tratado deberá cumplir con los límites permisibles promedio mensual establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 para descargas en embalses, lagos y lagunas.

Las condiciones climatológicas consideradas son las siguientes:

Altitud:	2,550 msnm
Presión atmosférica:	571.8 mmHg
Humedad relativa:	44 al 77 %

Tabla 1-20 Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020

Nombre de la Estación / Número	Temperatura media del mes más caliente (ago), °C	Temperatura Media Normal Anual, °C	Temperatura media del mes más frío (ene), °C
15151 Zumpango	24.4	15.1	5.8
Temperatura del agua de diseño	22.4	15.1	7.8

(SMN, 2020)

Condiciones de Operación en Lluvias

Durante el período de lluvias, la operación del sistema se caracteriza por el ingreso predominante de grandes aportaciones de origen pluvial (hasta 9.0 m3/s) a la Laguna de Zumpango, provenientes del Río Cuautitlán a través del Canal Santo Tomás, como resultado del manejo de avenidas y del esquema de desfogue controlado implementado en la infraestructura hidráulica existente. En estas condiciones, la calidad del agua influente a la laguna presenta alta proporción de agua pluvial y una carga contaminante significativamente menor en comparación con el período de estiaje, lo que permite que el tratamiento se enfoque principalmente en la remoción de sólidos asociados al arrastre superficial, materia orgánica biodegradable y fósforo.

La planta de tratamiento operará bajo un esquema flexible, ajustando los caudales influentes y el proceso físico químico implementado, de acuerdo con la variabilidad hidrológica propia del temporal,

CONSULTA PÚBLICA

con el objetivo de mejorar la calidad del agua almacenada en la laguna y mantener condiciones adecuadas para su regulación hidráulica y su aprovechamiento posterior.

Condiciones de Operación en Periodo de Estiaje

Durante el periodo de estiaje, la operación del sistema se ve condicionada por la disminución significativa de las aportaciones de origen pluvial, por lo que el volumen de agua que ingresa a la Laguna de Zumpango proviene principalmente de fuentes de agua residual municipal conducidas a través del Canal Santo Tomás y, de manera complementaria, de posibles aportaciones del Gran Canal de Desagüe. En estas condiciones, el agua influente presenta mayores concentraciones de materia orgánica, nutrientes y otros contaminantes característicos del agua residual, lo que hace necesario un esquema de tratamiento más robusto y controlado, consistente en sedimentación primaria, reactor de lodos activados, clarificación secundaria, precipitación química y desinfección.

La PTAR operará bajo un régimen de caudal constante, orientado a garantizar el cumplimiento de los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 para cuerpos receptores tipo embalse, asegurando la mejora sostenida de la calidad del agua almacenada en la laguna y su aprovechamiento posterior como fuente para abastecimiento de agua potable.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-21 Balance de Masa PTAP, Lluvias

Parámetro	Unidades	1	2	3	4	5	6	23
		Agua Cruda	Influente a primario (sin retornos)	Agua Primaria	Natas Primarias	Lodos Primarios	Agua Tratada	Dosificación de cloro gas
Caudal medio	m3/d	604,800	604,800	595,348	392	9,059	595,348	
	h operación	24	24	24	24	24	24	24
	l/s	**7,000**	7,000.0	6,891	4.5	104.9	6,891	
Flujo másico	kg/d	604,800,000	604,800,000	595,348,439	3,175,200	9,059,145	595,348,439	0
DBO5	mg/l	132	132.4	70		4,221.6	70	
	kg/d	80,097	80,086	41,782		38,244	41,782	
SST	mg/l	255	254.9	38		14,464	38	
	kg/d	154,224	154,159	22,762		131,035	22,762	
SSV	mg/l	179	178.4	27		10,125	27	
	kg/d	107,957	107,911	15,934		91,725	15,934	
NT	mg/l	26	26.3	25		123	23	
	kg/d	15,906	15,909	14,775		1,112	14,775	
NTK	mg/l	26	26.3	25		122.8	25	
	kg/d	15,906	15,909	14,775		1,112	14,775	
PT	mg/l	7.0	7.0	0.7		421.1	0.7	
	kg/d	4,234	4,232	417		3,815	417	
CF	NMP/ 100 ml	10,000,000	8,330,000	1,249,500			1,249,500	
Concentración	%				2.0%			

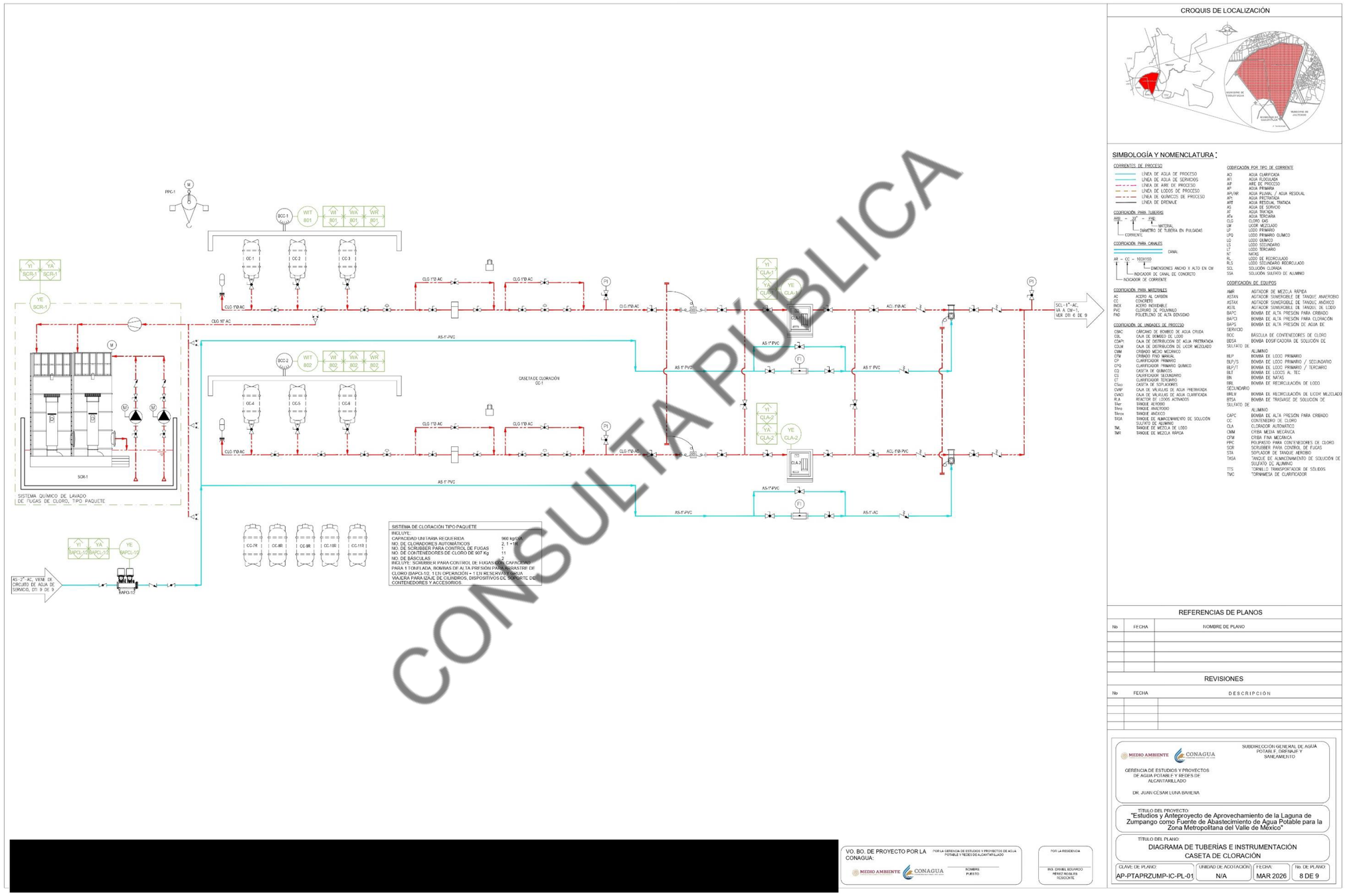
CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-22 Balance De Masa PTAR, Estiaje

Parámetro	Unidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Agua Cruda	Influente a primario	Agua Primaria	Lodos Primarios	Influente a Reactor Lodos Activados	Licor Mezclado	Recirculación Interna[a]	Aire a Reactor Lodos Activados[a]	Recirculación de Lodo Secundario	Purga de Lodo Secundario	Agua Clarificada	Lodo Terciario	Agua Terciaria	Agua Tratada
Caudal medio	m3/d	112,320	112,320	111,800	520	111,800	223,600	190,651	1,320,430	111,800	1,432	111,800	454	109,914	109,914
	h operación	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	l/s	1,300	1,300	1,294	6.0	1,294	2,588	2,207		1,294	16.6	1,294	5.3	1,272	1,272
Flujo másico	kg/d	112,320,000	112,320,000	111,799,950	520,050	111,799,950	223,599,900	190,651,100		111,799,950	1,432,236	111,799,950	453,867	109,913,848	109,913,848
DBO5	mg/l	226	226	185	17,816	185						5.0		5.0	5.0
	kg/d	25,384	25,384	20,656	9,265	20,656						559		550	550
SST	mg/l	158	158	66	20,020	66	3,750	8,000		8,000	8,040	10.0	10,000	5.0	5.0
	kg/d	17,785	17,785	7,339	10,411	7,339				894,400	11,515	1,118	4,539	550	550
SSV	mg/l	119	119	49	15,023	49	2,773	5,917		5,917	5,946	7.5		4	4
	kg/d	13,346	13,346	5,507	7,813	5,507				661,491	8,517	838		412	412
NT	mg/l	47	47	42	1,077	42						12.5		12.5	12.5
	kg/d	5,268	5,268	4,686	560	4,686						1,397		1,374	1,374
NTK	mg/l	47	47	42	1,077	42						2.6		2.6	2.6
	kg/d	5,268	5,268	4,686	560	4,686						291		286	286
PT	mg/l	8.1	8.1	7.3	1.0	7.3						5.5		0.5	0.5
	kg/d	910	910	815	1	815						615		55	55
CF	NMP/ 100 ml	50,000,000	41,650,000	6,250,000	-	6,250,000	-	-	-	-	-	630,000	-	190,000	< 250

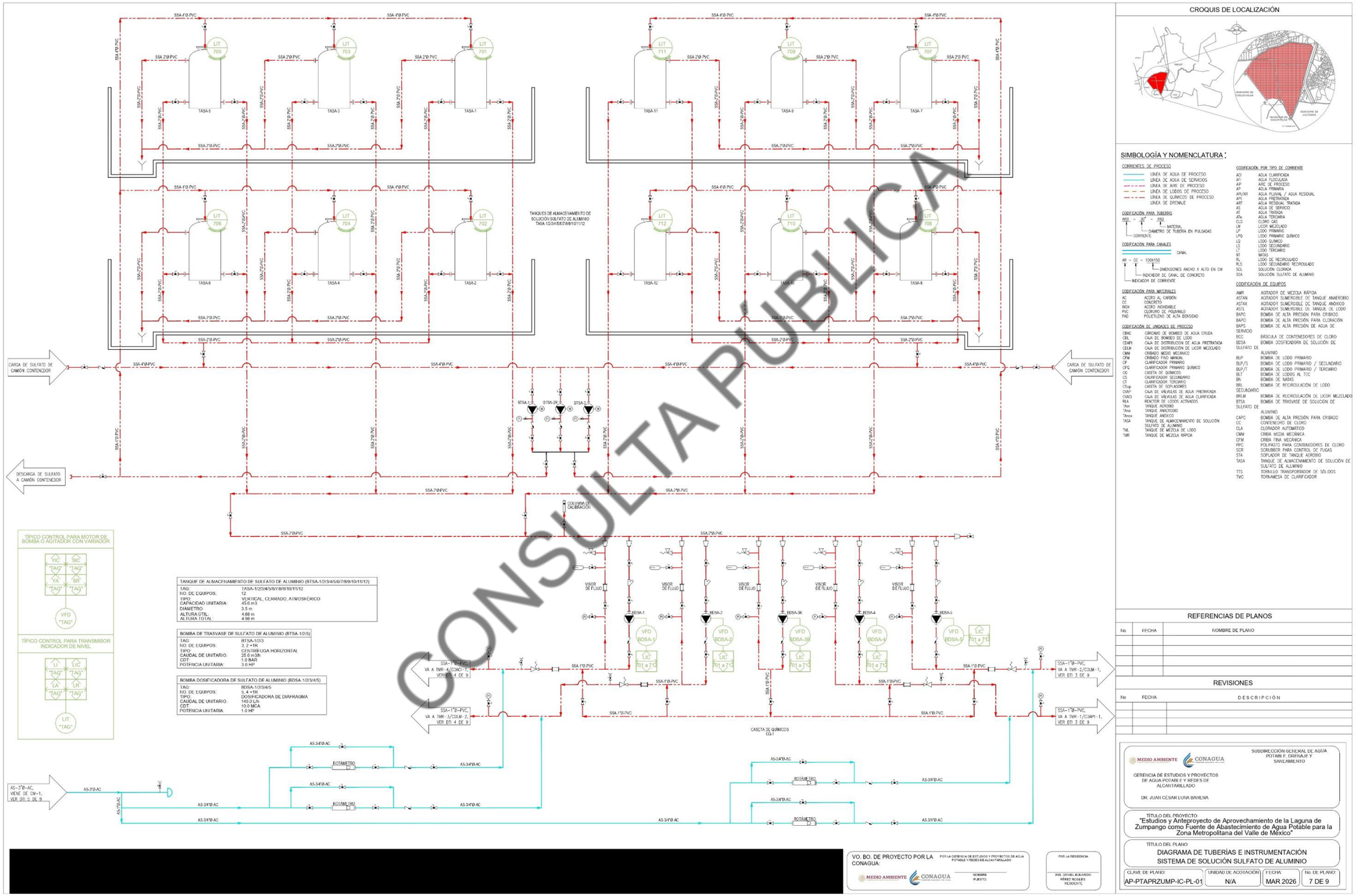
CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-25 DTI de la Caseta de Cloración



CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-26 DTI de la Caseta de Dosificación de Sulfato de Aluminio



CONSULTA PÚBLICA

1.3.1 Especificación del Cuarto de Control

El Sistema de control para la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual (PTAPR) Zumpango, en el Estado de México deberá contar con una serie de PLC's de gama media con procesador de 10 MB 's; con dos puertos EtherNet/IP incorporados; puerto USB; hasta 32 tareas y hasta 180 nodos CIP, o de características superiores (Descritos en el **Anexo E**). Todos deben de poderse desarrollar en el mismo software de programación, deberán contar con doble puerto de EtherNet/IP o doble módulo de comunicación EtherNet/IP para conectarse a dos VLANS con dominios distintos, el sistema se dividirá en varios controladores con CPU 's distribuidos estratégicamente, con esto se asegura un funcionamiento continuo de la planta al presentarse una falla o falta de comunicación de alguno de los CPU 's del control.

La información es inicialmente obtenida por los elementos sensores de las distintas variables críticas en el proceso, tales como flujos, niveles, presión, entre otros. Estas señales son enviadas por transmisores a través de canales de entrada digitales o analógicos hacia el controlador, de tal forma que el controlador cuenta con la información necesaria para ejecutar sus acciones en función a estos datos.

Las señales analógicas son enviadas en 4-20 mA, con variación proporcional de acuerdo al rango de la variable en cuestión, por su parte para las entradas digitales son utilizados valores de 24 VDC (preferentemente) presentes o ausentes. Las salidas de control digitales son de 24 VDC (preferentemente), esto brinda la posibilidad de activar o desactivar circuitos en distintas condiciones de voltaje a través de relevadores o dispositivos de acoplamiento guardando cierto aislamiento hacia los canales en el procesador.

Una vez concentradas las señales en el controlador, los algoritmos, interpreta la información enviando señales y retroalimentación al sistema de forma automática.

En este documento se describen las variables del proceso a medir y/o controlar de forma electrónica, el funcionamiento de los motores en los diferentes tanques y la comunicación con los equipos tipo paquete. Todo el funcionamiento descrito será para el modo automático. Para el modo de funcionamiento manual del sistema se actuará de acuerdo a la operación del personal de planta.

- Red de Control: Se propone la existencia de una red VLAN de control principal con DLR de planta una basada en el protocolo EtherNet /IP.
- Componentes: Estación de operación y monitoreo, Estación de ingeniería, Tablero Agua Cruda, Tablero Agua Reactor Lodos 1, Tablero Agua Reactor Lodos 2 y Tablero Agua Tratada.

CONSULTA PÚBLICA

1.3.2 Sistema de Aislamiento

Caseta de Cloración

La caseta de cloración mide 171 m^2 y está compuesta por un área de lavaojos y regaderas, patio de servicios y un área de almacenamiento y dosificación de cloro, además de un área de carga y descarga de 119.7 m^2.

Se prevé la construcción de una caseta confinada, constituida por muros de block de acabado aparente, piso de cemento y carpeta asfáltica (patio de maniobras), y un techo de estructura metálica a dos aguas recubierto con cemento e impermeabilizado con membrana de refuerzo intermedio.

La caseta cuenta con acceso en la parte frontal (área y descarga de cilindros), por medio de dos puertas de 4.95 m de ancho cada una, y como sistema de iluminación natural se tienen seis ventanas fijas en la parte delantera y ocho en la parte posterior de la caseta.

El sistema de extracción y dosificación de cloro funciona por medio de vacío; El cloro se extrae de los tanques y se envía hacía los cloradores. Esta conducción es por medio de tuberías de una (1) pulgada de diámetro en acero al carbón cédula 80. Esta línea cuenta con diversos elementos, tanto para el control y manejo de cloro gas, así como de seguridad. Cada tanque de cloro cuenta con su válvula de cierre, mientras que en la línea de conducción se cuenta con una serie de válvulas que permiten el cierre parcial del sistema, ya sea por seguridad u operabilidad. La línea es conducida por medio de una trinchera hacía la zona de cloradores, con el fin de evitar daños durante las maniobras de izaje y cambio de cilindros; esta trinchera está cubierta por una rejilla tipo Irving fabricada en PRFV (plástico reforzado con fibra de vidrio).

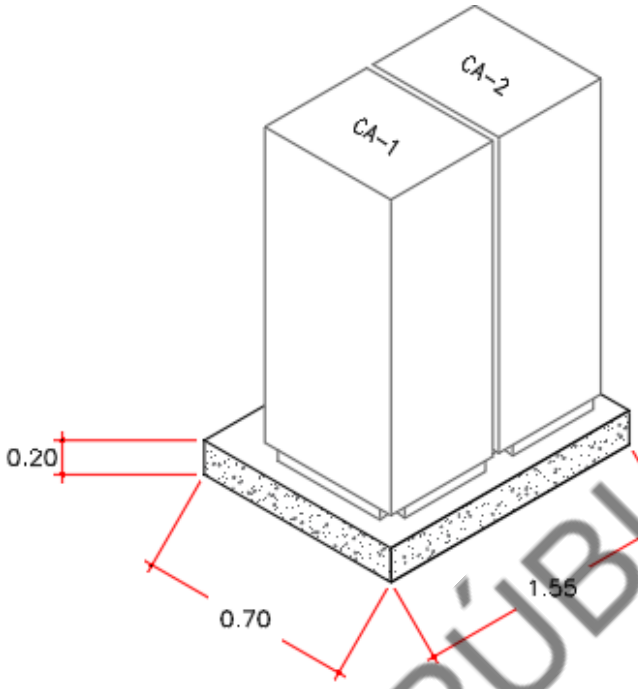
Dentro de la caseta de cloración se prevé la instalación de los siguientes equipos:

- 6 tanques de cloro gas en operación y cinco de reserva, teniendo un total de 11 tanques de 907 kg cada uno.
- 2 cloradores manuales; los cuales realizan la mezcla de agua y cloro gas para generar una solución clorada, la cual se envía al tanque de mezcla.
- 1 polipasto para el cambio y movilización de los tanques de cloro.
- 2 básculas con capacidad para 3 tanques de cloro cada una.
- Bombas de cloración; estas bombas suministran el agua que se utilizará para realizar la mezcla de agua y cloro gas.
- 3 detectores de cloro gas.
- 1 lavador de gases químico (Scrubber).

Los cloradores se ubican sobre una plataforma de concreto de 0.20 m de espesor como se observa en la **Figura 1-27**. Los cloradores y la línea de conducción de cloro gas cuentan con diversos accesorios y componentes para su interconexión. La función principal de estos accesorios es reducir el riesgo de fugas de cloro gas, ya que son elementos diseñados especialmente para el manejo de cloro gas (yugo para conexión de cilindro, adaptadores de conexión flexible, válvula de cabezal, válvula bola, filtro de cloro, unión amoniaco, manifold de acero al carbón, para extracción de cloro, rodillos para tanques de cloro, entre otros (**Ver pág. 52**). Los rodillos tienen como función servir de soporte o base para los tanques de cloro gas, así como evitar el desplazamiento lateral.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-27 Base para Cloradores



Asimismo, dentro de la caseta de cloración, se contará con el siguiente equipo de seguridad para la atención de emergencias:

- Scrubber
- 3 detectores de fuga de cloro
- Regadera de emergencias
- Lavador de ojos

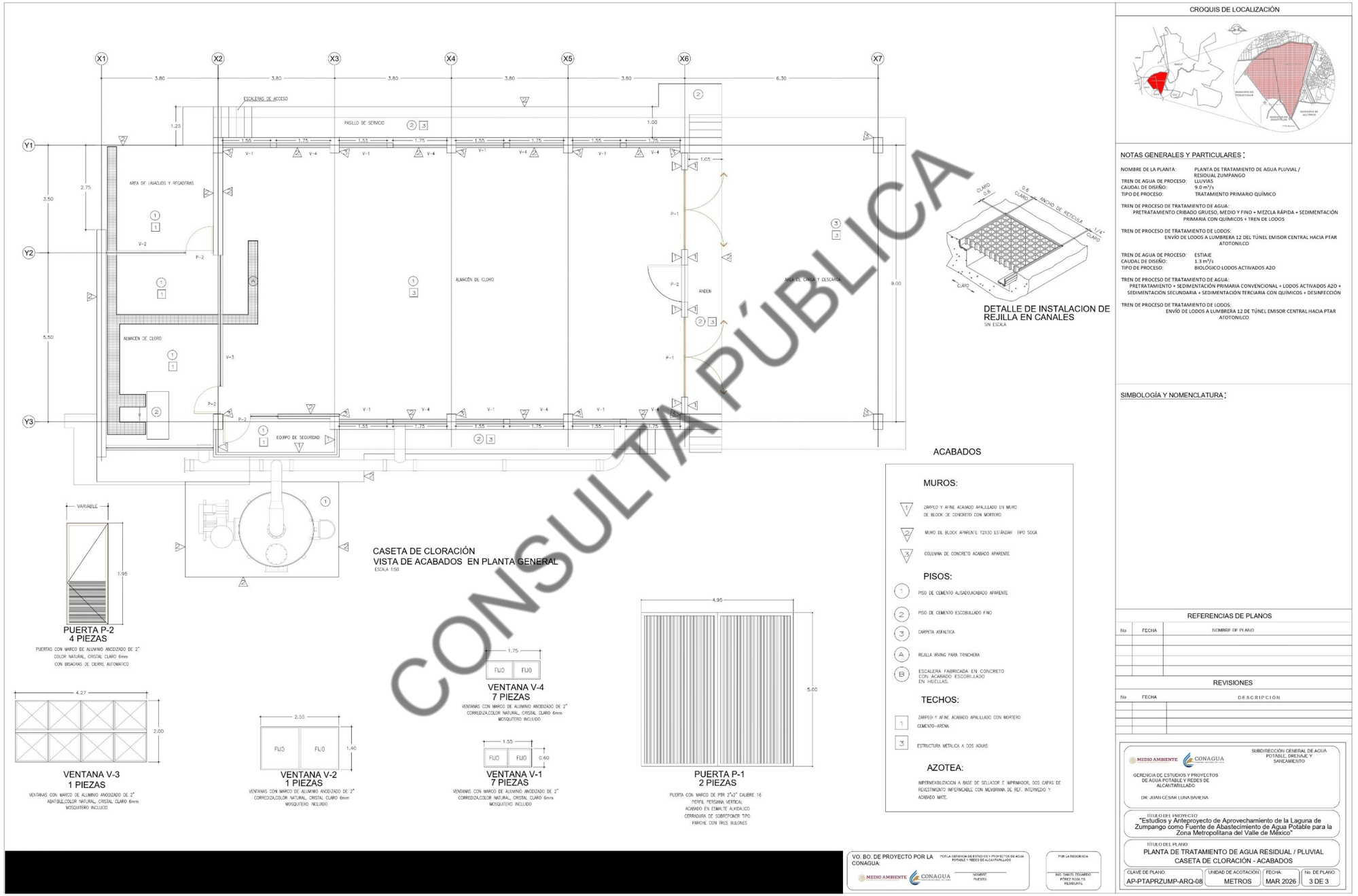
Al igual se contará, dentro de la caseta de vigilancia, con el siguiente equipo de protección personal para caso de emergencias que se encuentren en un punto de fácil acceso.

- Equipo de respiración autónoma
- Respirador advantange
- Traje encapsulado
- Kit B para la supresión de fugas

En la **Figura 1-28** se muestra la configuración de la caseta de cloración.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-28 Caseta de Cloración



CONSULTA PÚBLICA

Caseta de Dosificación de Sulfato de Aluminio

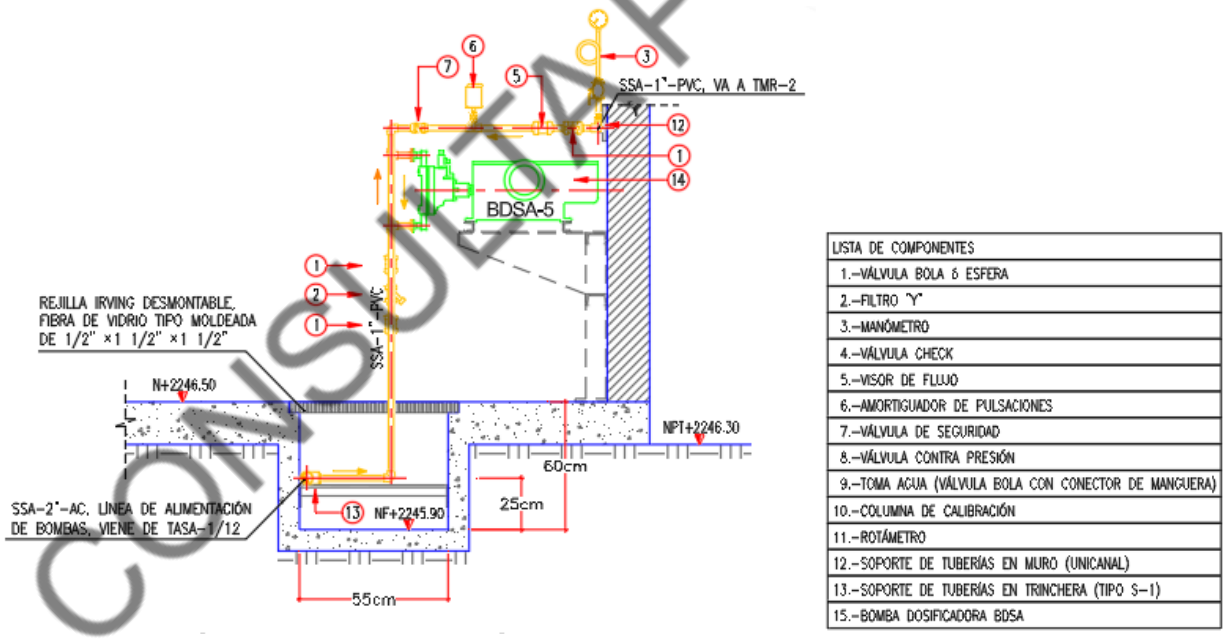
La caseta para la dosificación del sulfato de aluminio mide 54 m^2, construida por muros de block aparente, piso de cemento y techo impermeabilizado con membrana de refuerzo intermedio.

Como acceso cuenta con una puerta de 2.5 m, y como ventilación con dos ventanas en la parte delantera, tres en la parte posterior y una en cada costado.

Esta conducción es por medio de tuberías de una (1) pulgada de diámetro de polivinilo clorado (PVC) cédula 80. Esta línea cuenta con diversos elementos, tanto para el control y manejo del sulfato de aluminio, por medio de una serie de válvulas que permiten el cierre parcial del sistema, ya sea por seguridad u operabilidad (Ver y **Figura 1-30**). La línea es enviada por medio de una trinchera cubierta por una rejilla tipo Irving fabricada en PRFV (plástico reforzado con fibra de vidrio).

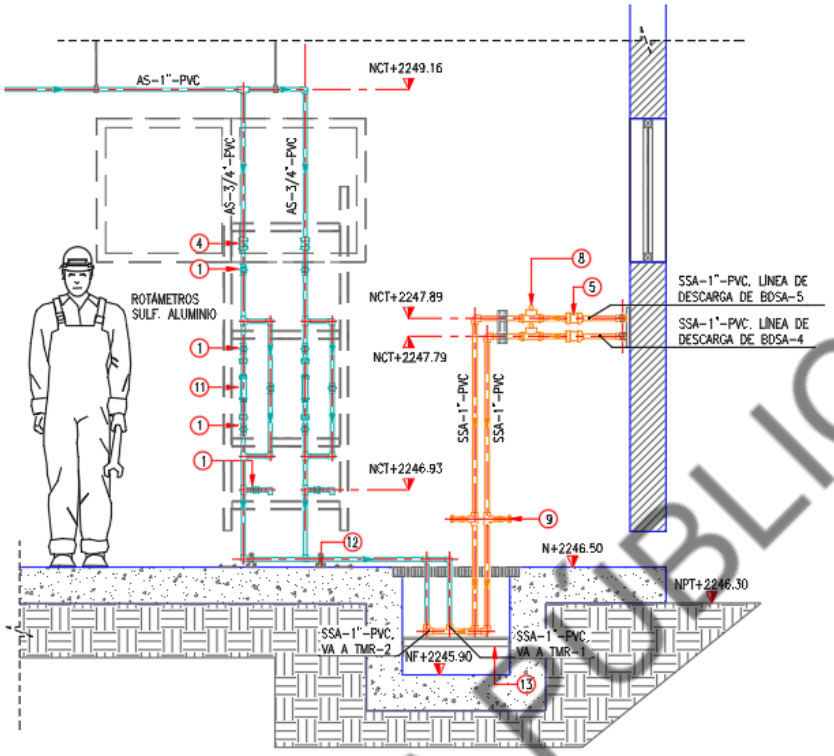
Dentro de esta caseta se prevé la instalación de cinco bombas para efectuar la dosificación de los productos químicos, descritas anteriormente (**Ver pág. 67**), las cuales cuentan con componentes para su interconexión (válvula bola o esfera, filtro Y, manómetro, válvula check, visor de flujo, amortiguador de pulsaciones, válvula de seguridad, válvula contra presión, columna de calibración, rotámetro, entre otros, como se muestra en las siguientes figuras. Como se muestra en la **Figura 1-29.**

Figura 1-29 Detalle de Instalación de Bombas



CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-30 Detalle de Instalación de Mezcla de Sulfato de Aluminio



En la **Figura 1-31** se muestra la configuración de la caseta de dosificación de sulfato de Aluminio.

Dique de Contención para los Tanques de Sulfato de Aluminio

Para el almacenamiento de los tanques de Sulfato de Aluminio se cuenta con un área abierta, independiente a la caseta de dosificación del químico, en donde se almacena un total de 12 tanques de fibra de vidrio tipo vertical cerrado (**Ver pág. 63**), los cuales cuentan con los siguientes componentes para asegurar la seguridad en la operación:

- Boquilla para sensor de medición de nivel
- Boquilla de descarga a dosificación
- Boquilla para llenado
- Boquilla de venteo; expulsión de gases y vapores
- Boquilla de purga; vaciado o trasvase
- Boquilla de derrame de demasías; se ubica en la parte superior del tanque por encima del volumen útil.
- Indicador de nivel
- Línea de llenado

El sistema de conducción del Sulfato de Aluminio se compone principalmente de tuberías de una (1) pulgada de diámetro de polivinilo clorado (PVC) cédula 80.

Sobre el dique de contención, se encuentran tres bombas de trasvase descritas anteriormente en la **pág. 65**. La función de estas bombas es realizar el llenado, vaciado y trasvase de los tanques de

CONSULTA PÚBLICA

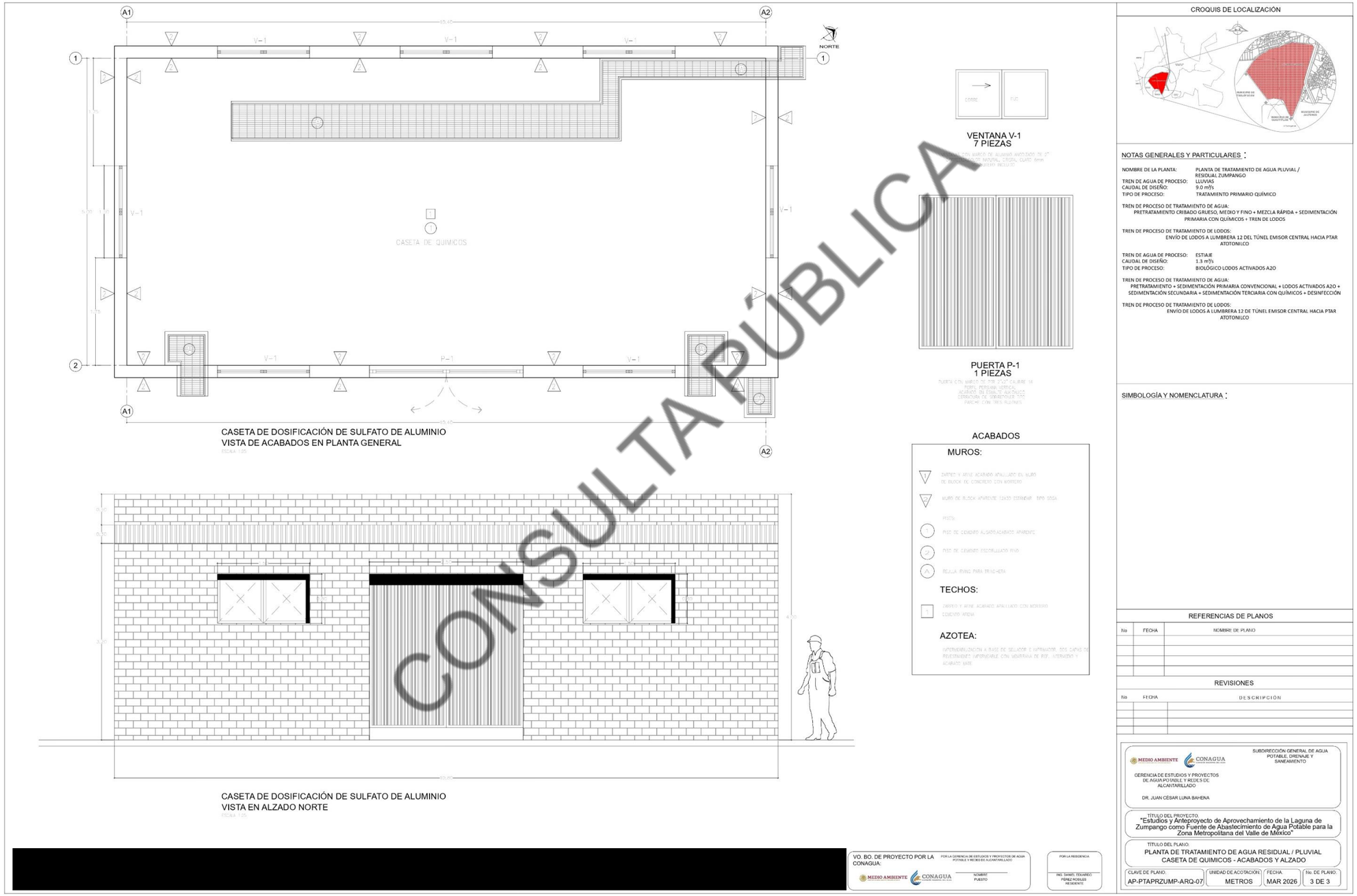
almacenamiento de sulfato de aluminio. En caso de fuga en uno de los tanques de almacenamiento, se puede extraer el fluido por medio de las bombas de trasvase y enviarlo (trasvasarlo) a otro tanque. Si hubo algún derrame dentro del dique, se puede utilizar estas bombas para realizar el vaciado del dique, ya sea enviando el fluido a un tanque de almacenamiento, a una pipa o cualquier otro punto de almacenamiento al que se conecte la tubería de descarga.

Como medida de mitigación en caso de que ocurriera algún derrame de uno de los tanques en servicio, se prevé con la construcción de un dique de contención, fabricado de concreto, con muros de 0.40m de espesor, seccionado en cuatro partes de 81m^3 cada una, en las que se instalan 3 tanques de almacenamiento de sulfato de aluminio cada una, dispuestos cada 1.5m entre sí, además de una fosa de achique de 0.16m^3, ubicada en cada sección y un pasillo peatonal de 1m de ancho para el acceso a válvulas y bombas de transvase, con recubrimiento resistente.

En la **Figura 1-32** se muestra la configuración del dique de contención para el Sulfato de Aluminio.

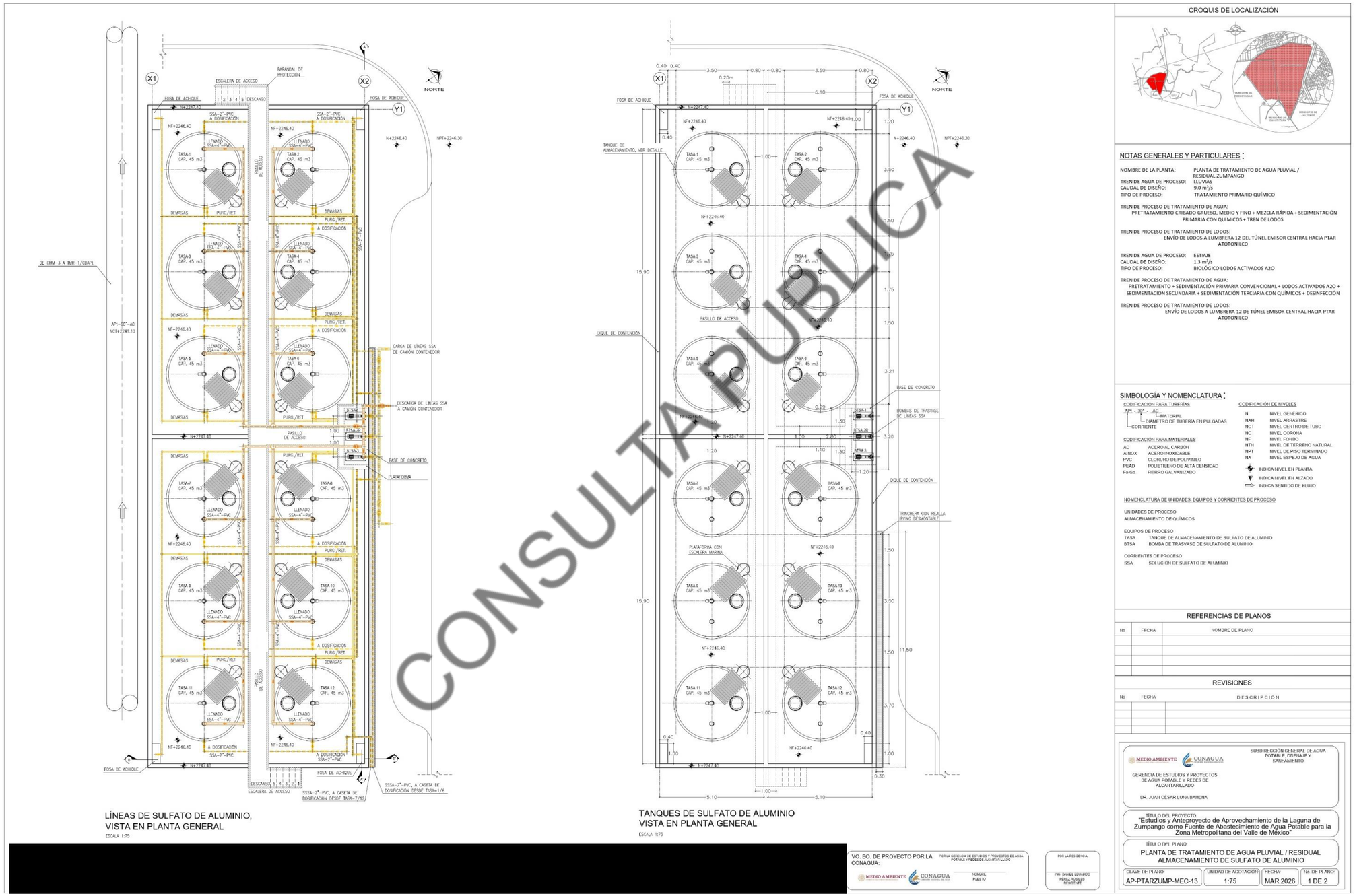
CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-31 Caseta de Dosificación de Sulfato de Aluminio



CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-32 Dique de Contención Sulfato de Aluminio



CONSULTA PÚBLICA

Almacén de Residuos Peligrosos

De acuerdo con el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:
   a. Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
   b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
   c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
   d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
   e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
   f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
   g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
   h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
   i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I:
   a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
   b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
   c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
   d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
   e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I:
      a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,

CONSULTA PÚBLICA

b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.
e) En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

1.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

En esta sección se presenta un análisis derivado de las actividades altamente riesgosas consideradas en la operación de la PTAP/R, utilizando metodologías como HAZOP, y las simulaciones correspondientes al riesgo por fuga de cloro gas.

1.4.1 Antecedentes de Accidentes e Incidentes

A continuación, se describen algunos accidentes que han ocurrido en instalaciones similares al proyecto, relacionados al manejo de cloro gas, usados como referencia en el presente estudio.

Tabla 1-23 Accidentes Relacionados a Cloro Gas a Nivel Nacional

Fecha	Accidente	Causa	Sustancia Involucrada	Afectaciones	Fuente
05/03/2026	Fuga en un contenedor de 1 ton de gas cloro, en una instalación de Agua y Drenaje Monterrey.	Equipo en mal estado.	Gas cloro	Intoxicación de un operario y evacuación de la población aledaña.	Periódico “El Norte”. https://www.elnorte.com/fuga-de-gas-cloro-causa-intoxicacion-a-trabajador-de-ayd/ar3163117
26/07/2023	Fuga en una válvula dañada de un tanque, en planta potabilizadora de Sinaloa.	Equipo en mal estado.	Gas cloro	Evacuación de la población aledaña.	Periódico “El Milenio” https://www.milenio.com/estados/fuga-gas-cloro-planta-potabilizadora-obliga-desalojo-sinaloa
2023	Fuga de gas cloro en planta potabilizadora de comunidad. Ahome, Sinaloa	Incidente (fuga)	Gas cloro	Operativo precautorio y desalojo de familias cercanas.	ERA PPZ
2020	Robo de dos cilindros de gas cloro de instalaciones de	Robo / incidente de	Gas cloro	Se emitió alerta regional.	ERA PPZ

CONSULTA PÚBLICA

Fecha	Accidente	Causa	Sustancia Involucrada	Afectaciones	Fuente
	planta potabilizadora Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM) Mexicali, Baja California	seguridad			
2020	Reportada presunta fuga de gas cloro en planta potabilizadora Tapijulapa, Tabasco	Incidente (presunta fuga)	Gas cloro	Pobladores evacuados preventivamente por fuerte olor.	ERA PPZ
2017	Reacción química en contenedor de cloro residual JAPAME (Jalpa de Méndez)	Incidente (reacción en contenedor)	Gas cloro	Un accidente en el patio de oficinas (daños y movilización).	ERA PPZ
2011	Se abrió una válvula en un conducto de gas cloro causando fuga en Planta potabilizadora Ciudad (oriente) — Sonora	Accidente (fuga)	Gas cloro	Dos personas intoxicadas (una enviada a hospital).	ERA PPZ

CONSULTA PÚBLICA

1.4.2 Metodologías de Identificación y Jerarquización

El estudio de riesgo fue realizado de acuerdo con los métodos descritos en:

- El Manual de Procedimientos de Análisis de Riesgos Químicos (Handbook Chemical Process Hazards Analysis), (Departamento de Energía de Estados Unidos, 2004).
- General Guidance for Risk Management Programs (40 CFR part 68), (Environmental Protection Agency, 2004).
- General Guidance for Risk Management Programs (Appendix F: Supplemental Risk Management Program Guidance for Wastewater Treatment Plants), (Environmental Protection Agency, 2004).

La metodología aplicada en el proceso de Análisis de Riesgos en Procesos (ARP) se describe a continuación:

1. **Identificar y Entender los Peligros potenciales del proceso;**

Inicialmente se aplican listas de Verificación para asegurar el cumplimiento de las Normas, Estándares y/o Buenas Prácticas de Ingeniería que son aplicables al proceso e identificar si algún incumplimiento representa un riesgo potencial.

2. **Identificación de los Peligros y Escenarios Potenciales;**

La identificación de los peligros y los escenarios potenciales para eventos no deseados que pudieran ocurrir se realizó mediante la aplicación de la metodología HAZOP.

3. **Establecer el Nivel de Riesgo (Consecuencias y Frecuencia) o Probabilidad del evento;**

Típicamente una emisión de material o energía puede eventualmente impactar a la población, el ambiente o las instalaciones existentes y causar un daño de determinado.

4. **Análisis de las Consecuencias (estimativo);**

Se estima el impacto sobre el personal y el medio circundante de la instalación, mediante el análisis de los peligros y los escenarios potenciales identificados. Para el caso de la estimación de los radios de afectación se utilizó el programa de modelación de dispersión atmosférica ALOHA, versión 5.4.7.

5. **Determinar acciones apropiadas de respuesta al Nivel de Riesgo para reducir su frecuencia y/o mitigar la consecuencia.**

Esta evaluación también se utiliza para jerarquizar y establecer las prioridades entre los riesgos identificados y las recomendaciones para su prevención.

La determinación de algunas cantidades de fuga consideradas en el estudio fue realizada por medio de algoritmos de cálculo que se encuentran establecidos en los manuales de referencia de Dinámica Heurística (Dinámica Heurística, S.A. de C.V., 2012) y del White's Handbook of Chlorination and Alternative Desinfectants tercera y quinta edición (White, Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants, 1992) (White, White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants, 2010).

CONSULTA PÚBLICA

Identificación de Riesgos y Escenarios - Análisis HAZOP

La técnica (Hazard and Operability Study, HAZOP). Esta técnica fue desarrollada por el Imperial Chemical Industries (ICI) en el año 1963, consolidándose como estándar en 1974, con la finalidad de identificar peligros potenciales y problemas operativos en los procesos químicos, está técnica está basada en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación, a través del análisis sistemático de las causas y consecuencias de las desviaciones posibles.

El propósito de un estudio HAZOP es descubrir sistemáticamente todas las desviaciones creíbles de un proceso en una instalación, sistema o subsistema y determinar las consecuencias específicas que podrían surgir de cada una. Esto se hace a través del uso de palabras guías que dirijan el análisis. El equipo de estudio HAZOP examina cada segmento de un proceso para identificar todas las desviaciones significativas de condiciones operativas normales, describir cómo podrían ocurrir y contabilizar los medios disponibles para detectar y corregir las desviaciones. Programas de hoja.

Como ya se mencionó, el proceso de estudio del HAZOP involucra aplicar de una manera sistemática, todas las combinaciones relevantes de palabras claves, a la planta o proceso bajo estudio, en un esfuerzo de descubrir peligros potenciales.

A continuación, se enuncian las fases para la aplicación de la técnica HAZOP:

1. Definición del área de estudio

La primera etapa de la metodología HAZOP, consiste en la definición del área de aplicación del estudio (sistema, proceso, subsistema, etc.), así como establecer los objetivos del estudio.

2. Definición de los nodos

En esta etapa del proceso el proceso o sistema elegido para el estudio se divide en partes clave localizados dentro del sistema en conjunto, caracterizados por variables como presión, temperatura, caudal, nivel, composición, viscosidad, estado, etc., generalmente los nodos incluyen; equipo mayor, conducciones, interconexiones, etc.

El criterio para la selección del nodo deberá atender la consideración de los puntos críticos o estratégicos en los que se observe una variación significativa de alguna variable del proceso.

Posteriormente los nodos se deberán enumerar de una forma clara y unívoca de manera que se impida errores en la interpretación de su extensión, incluyendo las referencias que se precisen a los equipos, válvulas y líneas principales que se asocian al nodo.

3. Definición de la intención / palabras primarias

A cada nodo se deberá asignar una descripción de su operación segura esperada, indicando los parámetros de operación “normales” más significativos (caudal, presión, temperatura, pH, etc.).

- Parámetros específicos: Variables medibles y detectables que caracterizan los aspectos físicos del proceso.
- Parámetros generales: Situaciones que pueden generar un riesgo o peligro al ser modificadas de manera cualitativa.

4. Definición de las palabras guía / palabras secundarias

Con el fin de identificar las posibles desviaciones de las operaciones normales, se utiliza una serie de palabras, aplicadas a cada nodo. En la **Tabla 1-24** se enuncian las palabras más usadas:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-24 Palabras Guía HAZOP

Palabra	Significado
No / Sin	Se plantea para estudiar la ausencia de la variable aplicada.
Más	Se plantea para estudiar un incremento cuantitativo en un parámetro del proceso.
Menos	Se plantea para estudiar un decremento cuantitativo en un parámetro del proceso.
Diferente de	Se plantea en la sustitución o modificación de la variable.
Inverso	Se plantea en el estudio de la dirección opuesta o contraria a la variable.
Además / También	Se plantea para estudiar un incremento cualitativo en un parámetro del proceso.
Parte / Parcial	Se plantea para estudiar un decremento cualitativo en un parámetro del proceso.

5. Definición de las desviaciones

En esta sección se deberá realizar la interacción de la palabra guía más el parámetro, a fin de aplicar a cada nodo definido, las variables aplicables de manera sistemática. El HAZOP consiste en el estudio de todas las combinaciones posibles entre palabra guía y variable de proceso, para posteriormente descartar aquellas poco o no creíbles y analizar solamente aquellas con potencial de ocurrencia.

6. Definición de las causas

Para la identificación de las causas posibles para las desviaciones propuestas generalmente se utiliza la siguiente clasificación:

- Fallas de los equipos
- Fallas humanas
- Eventos externos

Las causas deberán ser definidas a conciencia con el fin de permitir la identificación de las consecuencias que se derivan de esta, enunciando el tipo de falla y el elemento causante.

7. Evaluación del riesgo

En esta sección se realiza la evaluación de las consecuencias, medidas de seguridad y controles de las desviaciones identificadas.

Una vez identificadas las causas de las desviaciones planteadas, se deberá realizar el análisis de las consecuencias identificadas asociadas a cada desviación con relación a: efectos a la salud de los trabajadores, entorno inmediato, exterior (incluido el ambiente natural), y los daños a las instalaciones. Para posteriormente definir las medidas de seguridad y controles que se deben seguir para evitar

8. Definición de las recomendaciones

Utilizando la técnica HAZOP, será necesario la elaboración de recomendaciones técnicas, operativas, administrativas, entre otras para la mitigación de los riesgos analizados y/o reducir las consecuencias derivadas de las desviaciones.

Las recomendaciones deben sustentarse de manera clara y justificar la viabilidad de su aplicación en el proceso (que, porque, como, cuando y donde), para una mejor comprensión de las recomendaciones se deberá asignar las personas, organismos o representantes responsables de su implementación, atención y seguimiento.

CONSULTA PÚBLICA

Jerarquización de Riesgos

Para la determinación del nivel de consecuencia identificados, el equipo de ARP, establece la categoría del evento no deseado. Para ello, se establecieron las siguientes categorías:

El grado de afectación para los eventos peligrosos identificados, se define de acuerdo con lo establecido en la **Tabla 1-25**. Para la categorización de la afectación se seleccionará el nivel de consecuencia de conformidad a la consecuencia más severa del evento presentado.

Tabla 1-25 Criterios para Determinar el Nivel de Consecuencia

Tipo de Evento	Menor C-1	Moderada C-2	Severo C-3	Catastrófica C-4
Parámetros (Produce)	*No hay lesiones *Daños y pérdidas de producción menores a $10,000 USD	*Una sola lesión *Daños y pérdidas de producción entre $10,000 y $100,000 USD	*Lesiones múltiples *Daños y pérdidas de producción entre $100,000 y $1,000,000 USD	*Muerte dentro o fuera del lugar *Daños y pérdidas de producción mayores a $1,000,000 USD

Nivel de Frecuencia del Evento

Para evaluar la frecuencia de ocurrencia de los diferentes eventos que se trata de prevenir, se toma como referencia la **Tabla 1-26**, seleccionando el nivel de frecuencia del 1 al 4 que mejor describa el rango de la frecuencia del evento analizado.

Tabla 1-26 Criterios para Determinar el Nivel de Frecuencia.

Categoría	Descripción	Frecuencia (1/años)
F-1 Extremadamente Improbable	Ocurrencia por circunstancias excepcionales	$<10^{-4}$
F-2 Muy Improbable	Difícil pero no es imposible que ocurra	10^{-3} a 10^{-4}
F-3 Improbable	Improbable, pero puede ocurrir una vez en la vida de la instalación.	10^{-2} a 10^{-3}
F-4 Probable	Puede ocurrir más de una vez en la vida de la instalación	$>10^{-2}$

Nivel de Riesgo

El Nivel de Riesgo se obtiene a partir del nivel de consecuencia y de frecuencia de acuerdo con lo indicado en la siguiente Matriz, donde un Nivel de Riesgo I es el más alto Nivel de Riesgo y un nivel IV es el nivel de más bajo, como se muestra en la Figura 1-33 y en la Tabla 1-27.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 1-33 Matriz de Riesgos

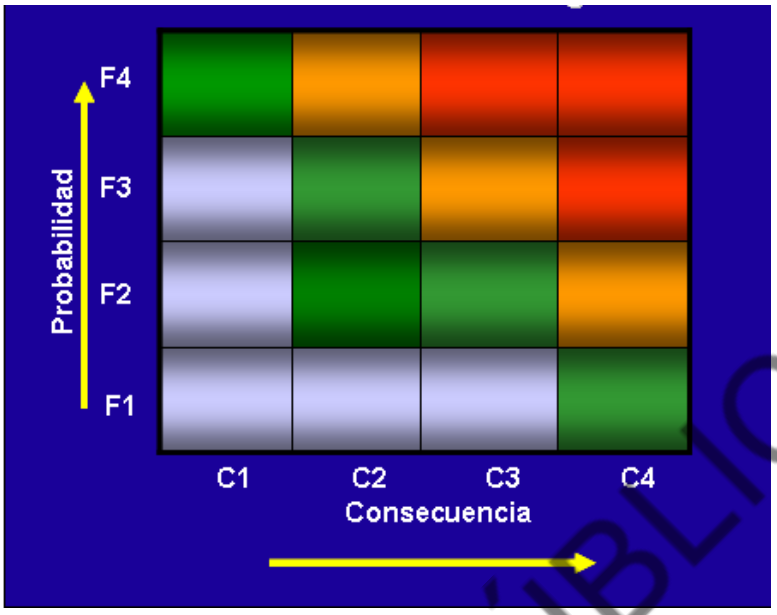


Tabla 1-27 Definición del Nivel de Riesgo

Riesgo	Descripción	Acción
I	**Intolerable**	Debe ser reducido con controles de ingeniería y administrativos hacia un riesgo III o menor dentro de un período de no mayor a 6 meses. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse la operación o el trabajo.
II	Indeseable	Debe ser reducido con controles de ingeniería y controles administrativos hacia un riesgo III o menor, dentro de un período de no mayor de 12 meses. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.
III	Tolerable	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo. Evaluar la efectividad de los controles existentes (procedimientos, programas, etc.) y al menos mantenerlos. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Si el riesgo está asociado con consecuencias graves, estimar con más precisión su probabilidad para determinar la necesidad de mejorar las medidas de control.
IV	Aceptable	No requiere reducción. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.

CONSULTA PÚBLICA

Identificación de Riesgos

Para la aplicación de la técnica HAZOP, se consideraron los siguientes riesgos:

Fugas de Cloro

Las fugas de cloro, comúnmente conocidas como emisiones o liberaciones, son descargas de cloro líquido o vapor (gas) hacia la atmósfera. Las fugas se catalogan como menores, mayores o catastróficas (White, White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants, 2010).

Las fugas menores usualmente ocurren al inicio, arranque o instalación de un nuevo equipo, o inmediatamente después de procedimientos de mantenimiento o inspección en una instalación en funcionamiento. Estas fugas comúnmente son el resultado de fallas en empaques de válvulas que requieren ser reajustados o malfuncionamiento de algún equipo.

Las fugas mayores incluyen el capado de la tubería a presión, ruptura de los conectores flexibles, fallas en los tapones fusibles, y/o fugas producidas por accidentes asociados con trabajos de reparación mientras el sistema de cloro a presión se encuentra operando. Las fugas mayores también pueden ocurrir cuando la temperatura del cloro alcance los 483 °F (250 °C) y ocurre una combustión espontánea entre el cloro y el acero (White, White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants, 2010).

Una fuga catastrófica en una planta de tratamiento de aguas residuales o planta potabilizadora es un evento “uno en un millón”, el cual se produce por la ruptura de un contenedor o “reventón” de un tapón fusible. Los sistemas de cloración utilizados en las plantas de tratamiento y potabilizadoras que someten el cloro a un vacío de 18-20 pulgadas de mercurio, las fugas son usualmente menor (White, White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants, 2010).

Los siguientes ejemplos son tomados del libro White’s Handbook of Chlorination and Alternative Desinfectants, quinta edición, 2010. De acuerdo con el autor, son los escenarios que por las características operativas y de funcionamiento pudieran ocurrir en una instalación.

1. Falla en los conectores flexibles: La ruptura de la tubería de conexión flexible a la válvula auxiliar del recipiente se considera como el peor de los escenarios de fuga para un contenedor de 907 kg.
2. Falla en el tapón fusible por corrosión: La corrosión es la causa más común de falla en un tapón fusible. Un tapón fusible de ¾ de pulgada consiste de un centro de plomo de 3/16 de pulgada y de cuerpo de latón. La pequeña cantidad de humedad que contiene el cloro “seco” comienza a atacar de inmediato el cuerpo del tapón de latón, produciendo eventualmente un agujero de forma cónica con su base dentro del cilindro. El resultado de este ataque corrosivo es un pequeño agujero entre el cuerpo de latón del tapón y el enroscado de acero de la cabeza del contenedor. La mejor manera de evitar fugas de este tipo es un reemplazo rutinario de todos los tapones. Se deben instalar por lo menos cada 5 años tapones nuevos para minimizar este riesgo. El libro de White indica que cuando este tipo de fallas ocurren, el diámetro del agujero en el tapón fusible nunca es mayor a 0.1 pulgadas.
3. Reventón de tapón fusible: Un reventón del tapón fusible raramente ocurre, pero se utiliza frecuentemente como ejemplo para un caso catastrófico, que sería casi equivalente a la ruptura completa de las paredes del contenedor. Si llegase a ocurrir un reventón del tapón, la peor situación sería la descarga total de cloro líquido.

CONSULTA PÚBLICA

Para la realización del análisis de riesgos en caso de una fuga de Cloro gas, se siguió la metodología HAZOP, para lo cual se identificaron las variables descritas en la siguiente tabla:

Tabla 1-28 Variables HAZOP Para la Evaluación de Riesgos Cloro Gas

Palabra Guía
No / Sin
Más
Diferente de
Además / También

Parámetros	
Temperatura	Condiciones normales de operación
Flujo	Corrosión
Presión	Humedad

Nodos	
1	Tanques de cloro gas
2	Línea de conducción de los tanques hacia el clorador
3	Cloradores

A continuación, en la **Tabla 1-29**, **Tabla 1-30** y **Tabla 1-31**, se muestran los resultados de análisis HAZOP realizado para los Nodos 1, 2 y 3.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-29 HAZOP Nodo 1

Instalación: Planta de Tratamiento de Agua Residual Zumpango

Proceso: Desinfección del Efluente de la PTAR
Sección / Área: Caseta de cloración
Nodo 1: Tanque de Cloro
Intención: Almacenamiento de Cloro Gas

Palabra Guía	Parámetro	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Medidas de seguridad	C	F	R	Recomendaciones
Diferente de	Condiciones normales de operación	1. Desplazamiento / Caída del tanque	1.1. Mala sujeción por error del operario	1.1.1. Fuga de cloro gaseoso 1.1.2. Daño del tanque 1.1.3. Daños a la salud del personal	4	4	I	Manipular y almacenar los tanques con personal capacitado y adiestrado de acuerdo con los procedimientos establecidos. Seguir el procedimiento, manuales y recomendaciones del fabricante para el manejo y almacenamiento de los tanques. Asegurar los tanques en los rodillos. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los sensores, alarmas y dispositivos para a atención de emergencias antes de cada turno. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los tanques antes de cada turno y en la recepción. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los equipos y dispositivos de carga antes de cada turno. Uso de EPP adecuado para la actividad. Asegurarse de que todo el personal entienda y sepa aplicar los planes para la atención a emergencias. Instalación de lavador de gases	2	3	III	La capacitación de los operarios deberá ser continua por lo menos una vez al año para el uso correcto de los equipos. Se deberá inspeccionar el tanque, asegurando su integridad física. Se deberán reemplazar todos los dispositivos, accesorios y equipos dañados. Mantener contacto continuo con las Unidades Internas de Protección Civil de las instalaciones aledañas. Mantener actualizados los programas de mantenimiento, inspección y verificación de los equipos. Mantener supervisión continua e implementar herramientas administrativas para el control de los procedimientos.
			1.2. Falla mecánica de los equipos y dispositivos de izaje	1.2.1. Fuga de cloro gaseoso 1.2.2. Daño del tanque	3	4	I		3	1	IV	
			1.3. Sismo	1.3.1. Fuga de cloro gas 1.3.2. Daño de válvulas	1	3	IV		1	1	IV	
Diferente de	Condiciones normales de operación	2. Manejo de los tanques diferente a los procedimientos establecidos	2.1. Falta de protección en las válvulas por omisión del operario	2.1.1. Daño de las válvulas 2.1.2. Fuga de cloro gas	1	4	III	Manipular y almacenar los tanques con personal capacitado y adiestrado de acuerdo con los procedimientos establecidos. Seguir el procedimiento, manuales y recomendaciones del fabricante para el manejo y almacenamiento de los tanques. Asegurar los tanques en los rodillos. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los sensores, alarmas y dispositivos para a atención de emergencias antes de cada turno. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los tanques antes de cada turno y en la recepción. Asegurarse de que todo el personal entienda y sepa aplicar los planes para la atención a emergencias. Dar aviso de las fallas y averías de los dispositivos, equipos, etc. Uso de EPP acorde a la actividad. Realizar los mantenimientos correspondientes a los dispositivos de seguridad. Instalación de lavador de gases	1	3	IV	La capacitación de los operarios deberá ser continua por lo menos una vez al año para el uso correcto de los equipos. Se deberá inspeccionar el tanque, asegurando su integridad física. Se deberán reemplazar todos los dispositivos, accesorios y equipos dañados. Mantener supervisión continua e implementar herramientas administrativas para el control de los procedimientos. Se deberán evaluar y reemplazar los dispositivos, accesorios, equipos, etc. que resulten afectados y/o deteriorados.
			2.2. Falta de aseguramiento de los tanques por omisión del operario	2.2.1. Daño del tanque 2.2.2. Golpes al personal 2.2.3. Choques contra equipos, infraestructura, etc.	1	4	III		1	3	IV	
			2.3. Cierre incorrecto de válvulas por omisión o falla del operador	2.3.1. Fuga de gas cloro 2.3.2. Daños a la salud del personal	2	4	II		1	3	IV	

CONSULTA PÚBLICA

Instalación: Planta de Tratamiento de Agua Residual Zumpango

Proceso: Desinfección del Efluente de la PTAR
Sección / Área: Caseta de cloración

Nodo 1: Tanque de Cloro
Intención: Almacenamiento de Cloro Gas

Palabra Guía	Parámetro	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Medidas de seguridad	C	F	R	Recomendaciones
Diferente de	Condiciones normales de operación	3. Cambio en las condiciones normales de operación por factores externos	3.1. Accidentes por manejo de pólvora	3.1.1. Explosión 3.1.2. Incendio 3.1.3. Pérdida de la integridad física del tanque	**4**	**1**	**III**	Asegurarse de que todo el personal entienda y sepa aplicar los planes para la atención a emergencias. Mantener comunicación con los operarios, jefes de área, etc. Realizar recorridos de supervisión. Mantener los señalamientos de seguridad visibles; rutas de evacuación, puntos de encuentro, salidas de emergencia. Activar el plan de contingencias ambientales. Uso de EPP acorde a las actividades productivas y de rescate. Asegurarse de no obstruir las rutas y salidas de evacuación. Activar los planes de atención a emergencias correspondientes. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los sensores, alarmas y dispositivos para a atención de emergencias antes de cada turno. Realizar los mantenimientos correspondientes a los dispositivos de seguridad.	**2**	**1**	**IV**	Mantener contacto continuo con las Unidades Internas de Protección Civil de las instalaciones aledañas. Mantener contacto continuo con autoridades del área para la atención de emergencias. Realizar ejercicios de evacuación y simulacros de respuesta a emergencias. Mantener actualizada y capacitada a la Unidad Interna de Protección Civil. Mantener actualizado el plan de contingencias ambientales
Diferente de	Condiciones normales de operación	4. Cambio de las condiciones normales de operación por factores climatológicos adversos	4.1. Inundación	4.1.1. Daño de sensores y dispositivos electrónicos.4.1.2. Daño de bombas 4.1.3. Restricción de acceso	**3**	**3**	**II**		**2**	**3**	**III**	
Más	Temperatura	5. Aumento de temperatura	5.1. Incendio	5.1.1. Liberación de cloro gaseoso y líquido 5.1.2. Expansión del incendio 5.1.3. Aumento en la presión del tanque	**4**	**1**	**III**		**3**	**1**	**IV**	
Más	Flujo	6. Aumento de flujo	6.1. Válvulas dañadas	6.1.1. Fuga de gas cloro	**1**	**4**	**III**	Manipular y almacenar los tanques con personal capacitado y adiestrado de acuerdo a los procedimientos establecidos. Asegurarse de que todo el personal entienda y sepa aplicar los planes para la atención a emergencias. Mantener comunicación con los operarios, jefes de área. Reportar averías e inconformidades de los equipos. Realizar recorridos de supervisión. Evaluar y activar el plan de contingencias ambientales. Uso de EPP acorde a las actividades productivas y de rescate. Activar los planes de atención a emergencias correspondientes. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los sensores, alarmas y dispositivos para a atención de emergencias antes de cada turno. Realizar los mantenimientos correspondientes a los dispositivos de seguridad. Verificar el estado físico y funcionamiento de los dispositivos de los tanques en su recepción.	**1**	**2**	**IV**	La capacitación de los operarios deberá ser continua por lo menos una vez al año para la inspección y verificación de los equipos y sistemas de control y atención a emergencias. Se deberá inspeccionar el tanque, asegurando su integridad física. Se deberán reemplazar todos los dispositivos, accesorios y equipos dañados. Mantener supervisión continua e implementar herramientas administrativas para el control de los procedimientos. Se deberán evaluar y reemplazar los dispositivos, accesorios, equipos, etc. que resulten afectados y/o deteriorados.
Además de	Corrosión	7. Existencia de corrosión	7.1. Fuga	1.1. Fuga de cloro gaseoso 1.2. Daño del tanque 1.3. Daños a la salud del personal	**4**	**4**	**I**		**2**	**3**	**III**	
			7.2. Falta de mantenimiento	2.1. Fuga de cloro gaseoso	**1**	**4**	**III**		**1**	**3**	**IV**	

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-30 HAZOP Nodo 2

Instalación: Planta de Tratamiento de Agua Residual Zumpango

Proceso: Desinfección del Efluente de la PTAR
Sección / Área: Caseta de cloración
Nodo 2: Línea de conducción
Intención: Conducción cloro

Palabra Guía	Parámetro	DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	C	F	R	MEDIDAS DE SEGURIDAD	C	F	R	RECOMENDACIONES
Más	Flujo	1. Mayor Flujo	1.1. Mal funcionamiento de las válvulas RPM, RPCE, manifold, paso, etc., por falta de mantenimiento y/o calibración.	1.1.1. Aumento de presión en la línea 1.1.2. Fuga de gas cloro por conexiones dañadas 1.1.3. Daños a la salud del personal	**2**	**4**	**II**	Capacitar y adiestrar a los trabajadores de acuerdo con los procedimientos establecidos. Instalación y verificación del funcionamiento de las válvulas RPM, RPCE y válvulas de cierre, válvula de alivio. Verificar el funcionamiento de la válvula de cierre Instalación de rotámetro. Monitorear presión / vacío en la línea Cerrar las válvulas. Realizar los mantenimientos correspondientes de todos los dispositivos y equipos. Instalación de sistema de detección de fugas. Utilizar EPP de acuerdo con la actividad.	**1**	**2**	**IV**	Aplicar programa de mantenimiento a equipo de seguridad y equipo en general Contar con un Kit B para la atención a emergencias. Se deberán evaluar y reemplazar los dispositivos, accesorios, equipos, etc. que resulten afectados y/o deteriorados. Mantener supervisión continua e implementar herramientas administrativas para el control de los procedimientos. La capacitación de los operarios deberá ser continua por lo menos una vez al año para el uso correcto de los equipos.
Más	Temperatura	2. Aumento de temperatura	2.1. Falla de la resistencia de válvula RPM	2.1.1. Aumento de presión	**1**	**3**	**IV**	Monitoreo de presión y temperatura Instalación y verificación del funcionamiento de rotámetro Verificar el funcionamiento de las válvulas de cierre Realizar los mantenimientos correspondientes de todos los dispositivos y equipos.	**1**	**2**	**IV**	
			2.2. Incendio	2.2.1. Aumento de presión 2.2.2. Ruptura de tubería 2.2.3. Fuga de gas cloro 2.2.4. Expansión del incendio	**4**	**1**	**III**	Asegurarse de que todo el personal conozca aplicar los planes para la atención a emergencias. Realizar recorridos de supervisión. Mantener los señalamientos de seguridad visibles; rutas de evacuación, puntos de encuentro, salidas de emergencia. Activar el plan de contingencias ambientales. Uso de EPP acorde a las actividades productivas y de rescate. Asegurarse de no obstruir las rutas y salidas de evacuación. Activar los planes de atención a emergencias correspondientes. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los sensores, alarmas y dispositivos para a atención de emergencias antes de cada turno. Realizar los mantenimientos correspondientes a los dispositivos de seguridad. Cerrar válvulas de paso	**3**	**1**	**IV**	Mantener contacto continuo con las Unidades Internas de Protección Civil de las instalaciones aledañas. Mantener contacto continuo con autoridades del área para la atención de emergencias. Realizar ejercicios de evacuación y simulacros de respuesta a emergencias. Mantener actualizada y capacitada a la Unidad Interna de Protección Civil. Mantener actualizado el plan de contingencias ambientales

CONSULTA PÚBLICA

Instalación: Planta de Tratamiento de Agua Residual Zumpango

Proceso: Desinfección del Efluente de la PTAR
Sección / Área: Caseta de cloración
Nodo 2: Línea de conducción
Intención: Conducción cloro

Palabra Guía	Parámetro	DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	C	F	R	MEDIDAS DE SEGURIDAD	C	F	R	RECOMENDACIONES
Además de	Humedad	3. Humedad en la línea	3.1. Daño en conexiones	3.1.1. Deterioro de equipo 3.1.2. Fuga de gas cloro 3.1.3. Corrosión por producción de hipoclorito o ácido clorhídrico	1	3	IV	Capacitar y adiestrar a los trabajadores de acuerdo con los procedimientos establecidos. Verificar el funcionamiento de la válvula de cierre Instalación de sistema de detección de fugas. Monitorear presión / vacío en la línea Cerrar las válvulas. Realizar los mantenimientos correspondientes de todos los dispositivos y equipos. Utilizar EPP de acuerdo con la actividad. Instalación de sistema de detección de fugas.	1	2	IV	Aplicar programa de mantenimiento a equipo de seguridad y equipo en general Contar con un Kit B para la atención a emergencias. Se deberán evaluar y reemplazar los dispositivos, accesorios, equipos, etc. que resulten afectados y/o deteriorados. Mantener supervisión continua e implementar herramientas administrativas para el control de los procedimientos. La capacitación de los operarios deberá ser continua por lo menos una vez al año para el uso correcto de los equipos.
Además de	Corrosión	4. Existe Corrosión	4.1. Fugas de gas por daño en conexiones o falta de mantenimiento	4.1.1. Deterioro del sistema de conducción 4.1.2. Fuga de gas cloro 4.1.3. Daños a la salud del personal	1	4	III		1	3	IV	
			4.2. Humedad en sistema	4.2.1. Deterioro del sistema de conducción 4.2.2. Fuga de gas cloro	1	4	III		1	3	IV	
Diferente de	Condiciones normales de operación	5. Daño a la línea de conducción	5.1. Golpes 5.2. Perforación	5.1.1. Ruptura de tubería o válvulas 5.1.2. Desconexión de tubería flexible u otra vulnerable 5.2.1 Fuga de gas cloro	4	3	I	Capacitar y adiestrar a los trabajadores de acuerdo con los procedimientos establecidos. Instalación y verificación del funcionamiento de las válvulas RPM, RPCE y válvulas de cierre, válvula de alivio. Verificar el funcionamiento de la válvula de cierre Instalación de rotámetro. Monitorear presión / vacío en la línea Cerrar las válvulas. Realizar los mantenimientos correspondientes de todos los dispositivos y equipos. Instalación de sistema de detección de fugas. Utilizar EPP de acuerdo con la actividad. Colocar guardas en líneas vulnerables (trinchera).	3	2	III	
Diferente de	Condiciones normales de operación	6. Cambio en las condiciones normales de operación por factores externos	6.1. Accidentes por manejo de pólvora	6.1.1. Explosión 6.1.2. Incendio	4	1	III	Asegurarse de que todo el personal entienda y sepa aplicar los planes para la atención a emergencias. Mantener comunicación con los operarios, jefes de área, etc. Realizar recorridos de supervisión. Mantener los señalamientos de seguridad visibles; rutas de evacuación, puntos de encuentro, salidas de emergencia. Activar el plan de contingencias ambientales. Uso de EPP acorde a las actividades productivas y de	2	1	IV	Mantener contacto continuo con las Unidades Internas de Protección Civil de las instalaciones aledañas. Mantener contacto continuo con autoridades del área para la atención de emergencias. Realizar ejercicios de evacuación y simulacros de respuesta a emergencias. Mantener actualizada y capacitada a la Unidad Interna de Protección Civil.

CONSULTA PÚBLICA

Instalación: Planta de Tratamiento de Agua Residual Zumpango

Proceso: Desinfección del Efluente de la PTAR
Sección / Área: Caseta de cloración
Nodo 2: Línea de conducción
Intención: Conducción cloro

Palabra Guía	Parámetro	DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	C	F	R	MEDIDAS DE SEGURIDAD	C	F	R	RECOMENDACIONES
Diferente de	Condiciones normales de operación	7. Cambio de las condiciones normales de operación por factores climatológicos adversos	7.1. Inundación	7.1.1. Daño de sensores y dispositivos electrónicos. 7.1.2. Daño de bombas 7.1.3. Restricción de acceso	3	3	II	rescate. Asegurarse de no obstruir las rutas y salidas de evacuación. Activar los planes de atención a emergencias correspondientes. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los sensores, alarmas y dispositivos para a atención de emergencias antes de cada turno. Realizar los mantenimientos correspondientes a los dispositivos de seguridad. Cerrar válvulas de paso. Dejar fuera el sistema de cloración	2	3	III	Mantener actualizado el plan de contingencias ambientales

RPM: válvula reguladora de presión manual con resistencia para calentar flujo de cloro; RPCE: válvula reguladora de presión y cierre eléctrico

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1-31 HAZOP Nodo 3

Instalación: Planta de Tratamiento de Agua Residual Zumpango

Proceso: Desinfección del Efluente de la PTAR
Sección / Área: Caseta de cloración
Nodo 3: Cloradores
Intención: Dosificación de cloro hacia tanque de mezcla

Palabra Guía	Parámetro	DESVIACION	CAUSA	CONSECUENCIA	C	F	R	PROTECCIONES	C	F	R	RECOMENDACIONES
Más	Temperatura	1. Aumento de la temperatura	1.1. Incendio	1.1.1. Aumento de presión 1.1.2. Expansión del incendio	**4**	**1**	**III**	Asegurarse de que todo el personal conozca aplicar los planes para la atención a emergencias. Realizar recorridos de supervisión. Mantener los señalamientos de seguridad visibles; rutas de evacuación, puntos de encuentro, salidas de emergencia. Activar el plan de contingencias ambientales. Uso de EPP acorde a las actividades productivas y de rescate. Asegurarse de no obstruir las rutas y salidas de evacuación. Activar los planes de atención a emergencias correspondientes. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los sensores, alarmas y dispositivos para a atención de emergencias antes de cada turno. Realizar los mantenimientos correspondientes a los dispositivos de seguridad. Apagado del sistema	**3**	**1**	**IV**	Mantener contacto continuo con las Unidades Internas de Protección Civil de las instalaciones aledañas. Mantener contacto continuo con autoridades del área para la atención de emergencias. Realizar ejercicios de evacuación y simulacros de respuesta a emergencias. Mantener actualizada y capacitada a la Unidad Interna de Protección Civil. Mantener actualizado el plan de contingencias ambientales
Más	Presión	2. Aumento de la presión	2.1. Daño de conexiones	2.1.1. Fuga de cloro	**2**	**2**	**III**	Capacitar y adiestrar a los trabajadores de acuerdo con los procedimientos establecidos. Verificar el funcionamiento de la válvula de cierre Instalación de sistema de detección de fugas. Monitorear presión y temperatura Paro del equipo Realizar los mantenimientos correspondientes de todos los dispositivos y equipos. Utilizar EPP de acuerdo con la actividad. Instalación de sistema de detección de fugas. Verificar las condiciones de diseño en el mando del equipo.	**1**	**1**	**IV**	Aplicar programa de mantenimiento a equipo de seguridad y equipo en general Contar con un Kit B para la atención a emergencias. Se deberán evaluar y reemplazar los dispositivos, accesorios, equipos, etc. que resulten afectados y/o deteriorados. Mantener supervisión continua e implementar herramientas administrativas para el control de los procedimientos. La capacitación de los operarios deberá ser continua por lo menos una vez al año para el uso correcto de los equipos.
Además de	Humedad	3. Humedad en la línea	3.1. Daño en conexiones	3.1.1. Deterioro de equipo 3.1.2. Fuga de gas cloro	**1**	**2**	**IV**		**1**	**1**	**IV**	
Además de	Corrosión	4. Existe Corrosión	4.1. Fugas de gas por daño en conexiones o falta de mantenimiento	4.1.1. Deterioro del equipo 4.1.2. Fuga de gas cloro 4.1.3. Daños a la salud del personal	**4**	**3**	**I**		**3**	**2**	**III**	
Diferente de	Condiciones normales de operación	5. Daño a la línea de conducción	5.1. Golpes	5.1.1. Daño del equipo 5.1.2. Daño de conexiones y empaques 5.2.1 Fuga de gas cloro	**3**	**3**	**II**	Cerrar las válvulas. Revisar y verificar el funcionamiento del equipo. Inspeccionar y realizar pruebas de fugas. Realizar los mantenimientos correspondientes de todos los dispositivos del equipo. Instalación de sistema de detección de fugas. Utilizar EPP de acuerdo con la actividad. Evaluar y reemplazar los dispositivos, accesorios, equipos, etc. que resulten afectados y/o deteriorados.	**2**	**2**	**III**	Contar con un Kit B para la atención a emergencias. Instalar guardas, topes o postes cercanos al equipo a fin de evitar daños.

CONSULTA PÚBLICA

Instalación: Planta de Tratamiento de Agua Residual Zumpango

Proceso: Desinfección del Efluente de la PTAR
Sección / Área: Caseta de cloración
Nodo 3: Cloradores
Intención: Dosificación de cloro hacia tanque de mezcla

Palabra Guía	Parámetro	DESVIACION	CAUSA	CONSECUENCIA	C	F	R	PROTECCIONES	C	F	R	RECOMENDACIONES
Diferente de	Condiciones normales de operación	6. Cambio en las condiciones normales de operación por factores externos	6.1. Accidentes por manejo de pólvora	6.1.1. Explosión 6.1.2. Incendio	4	1	III	Asegurarse de que todo el personal entienda y sepa aplicar los planes para la atención a emergencias. Mantener comunicación con los operarios, jefes de área, y todos los trabajadores. Realizar recorridos de supervisión. Mantener los señalamientos de seguridad visibles; rutas de evacuación, puntos de encuentro, salidas de emergencia. Activar el plan de contingencias ambientales. Uso de EPP acorde a las actividades productivas y de rescate. Asegurarse de no obstruir las rutas y salidas de evacuación. Activar los planes de atención a emergencias correspondientes. Verificar el estado físico y funcionamiento correcto de los sensores, alarmas y dispositivos para a atención de emergencias antes de cada turno. Realizar los mantenimientos correspondientes a los dispositivos de seguridad. Cerrar válvulas de paso Dejar fuera el sistema de cloración	2	1	IV	Mantener contacto continuo con las Unidades Internas de Protección Civil de las instalaciones aledañas. Mantener contacto continuo con autoridades del área para la atención de emergencias. Realizar ejercicios de evacuación y simulacros de respuesta a emergencias. Mantener actualizada y capacitada a la Unidad Interna de Protección Civil. Mantener actualizado el plan de contingencias ambientales
Diferente de	Condiciones normales de operación	7. Cambio de las condiciones normales de operación por factores climatológicos adversos	7.1. Inundación	7.1.1. Daño de sensores y dispositivos electrónicos. 7.1.2. Daño de bombas 7.1.3. Restricción de acceso	3	3	II		2	3	III	

CONSULTA PÚBLICA

Modelación de Escenarios – Programa ALOHA

Posterior a la identificación de los riesgos asociados con el cloro gas, se determinaron 2 escenarios en caso de ocurrencia de una liberación del gas.

- El primero "Evento Catastrófico (EC)" consiste en la liberación total de la sustancia sin contar con ningún sistema de control, el cual también es considerado como el caso menos probable debido a que el Proyecto, contempla contar con dispositivos de control, así como controles operativos en caso de contingencia.
- Y el segundo "Evento más Probable (EMP)", considera la liberación parcial del cloro gas debido a una mala conexión, daño en válvula o una mala operación, en el cual se consideran condiciones realistas de mitigación mediante dispositivos de alertamiento y/o acción de personal operativo y brigadista.

Es importante mencionar que el proyecto considera la instalación de un lavador químico de gases vinculado a detectores de gases con sistema de alertamiento, programables según las necesidades del proyecto, para lo que se recomiendan 2 parámetros de concentración del cloro gas (1ppm y 3ppm).

Para la simulación de los escenarios de riesgo y la determinación de los radios potenciales de afectación, se empleó el software ALOHA versión 5.4.7 (Areal Locations of Hazardous Atmospheres), desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), el cual permite estimar la dispersión atmosférica y las áreas de influencia derivadas de la liberación de sustancias peligrosas, en este caso el cloro en estado gaseoso.

Para realizar la simulación con este programa es necesario establecer los datos atmosféricos del área de estudio como dirección y velocidad del viento, porcentaje de humedad, temperatura, nubosidad, entre otros, que para este caso es la caseta de cloración ubicada al norte de la PTAR/P. Además de los datos físicos del contenedor de la sustancia en estudio.

Una vez establecidos los datos físicos y atmosféricos, se procede a seleccionar la sustancia dentro del catálogo del programa, así como sus características principales como estado físico, temperatura, volumen y masa de manejo. Posteriormente se selecciona el escenario de acuerdo a la dispersión de la sustancia. Aunado a esto, se indica la forma y el diámetro de la abertura por donde se liberará la sustancia.

Una vez ingresados los datos, se procede a analizar los resultados de la modelación en la que se indican los radios de dispersión y afectaciones clasificados como:

1. Amenaza en el punto (Threat point).
2. Zona de amenaza (Threat zone), en color rojo se muestra la máxima concentración, en color naranja la concentración media y color amarillo la menor concentración que se tendrá de la liberación en el área.
3. Velocidad en la que se libera la sustancia.

En el **Capítulo 2** del presente estudio se muestran los resultados y el desarrollo de estas simulaciones.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 2
Descripción de las Zonas de Protección en Torno a las Instalaciones

CONTENIDO E ÍNDICES

2.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN 1
2.1.1 Condiciones para la Simulación de los Escenarios de Riesgo *2*
2.1.2 Modelación de Escenarios de Riesgo *4*
2.1.3 Informes de Resultados, Cloro Gas *8*
2.2 INTERACCIONES DE RIESGO 13
2.2.1 Áreas Naturales Protegidas *16*
2.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL 19
2.3.1 Agua *19*
2.3.2 Flora y fauna *20*
2.3.3 Suelo *20*
2.3.4 Aire *21*
2.3.5 Población y Propiedad *21*
2.4 CONCLUSIONES 21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Condiciones Meteorológicas *2*
Tabla 2-2 Propiedades Fisicoquímicas del Cloro Gas *2*
Tabla 2-3 Concentraciones de Exposición de Interés *3*
Tabla 2-4 Parámetros de Entrada en ALOHA – Evento Catastrófico *4*
Tabla 2-5 Resultados de la Modelación del Escenario 1 (Evento Catastrófico) *4*
Tabla 2-6 Parámetros de Entrada en ALOHA – Evento Más Probable *6*
Tabla 2-7 Resultados de la Modelación Escenario 1 (Evento Más Probable) *6*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Modelación Escenario 1 – Evento Catastrófico *5*
Figura 2-2 Modelación Escenario 1 – Evento Más Probable *7*
Figura 2-3 Evento Catastrófico *9*
Figura 2-4 Evento Más Probable *11*
Figura 2-5 Áreas Afectadas Evento Más Probable – PTAR *14*
Figura 2-6 Afectaciones Evento Catastrófico – Actividades Económicas *15*
Figura 2-7 Afectaciones Evento Catastrófico – ANP *17*
Figura 2-8 Áreas Afectadas Evento Más Probable – ANP *18*

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 2
Descripción de las Zonas de Protección en Torno a las Instalaciones

El presente apartado tiene como objeto evaluar las posibles afectaciones derivadas de la liberación accidental de sustancias principalmente asociadas al manejo de cloro gas, se realizó la delimitación de zonas de protección en torno a las instalaciones del proyecto, considerando como sustancia de mayor riesgo el cloro en estado gaseoso. Dicha delimitación se fundamenta en el análisis de escenarios de fuga definidos y modelados, tomando en cuenta las condiciones meteorológicas predominantes del sitio, así como las características fisicoquímicas y toxicológicas de la sustancia.

En este sentido, se establecieron diferentes zonas de afectación en función de los niveles de concentración y sus posibles efectos a la salud humana, incluyendo la zona de alto riesgo (IDLH), la zona de daño o afectación y la zona de amortiguamiento.

De esta manera, es posible identificar los radios de influencia ante un evento de liberación, así como definir las medidas de prevención, mitigación y respuesta a emergencias requeridas para la protección del personal, las instalaciones y el entorno.

2.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Con base en los escenarios de riesgo ambiental asociados al Proyecto, analizados y evaluados en el Capítulo 1 del presente Estudio de Riesgo, y considerando las condiciones de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Pluviales/Residuales (PTAP/R) Zumpango, se aplicó la metodología descrita en el Capítulo 1 para su identificación y jerarquización, a partir de la cual se determinaron los Eventos Máximos Probables (EMP) y los Eventos Catastróficos (EC) que pudieran presentarse durante la etapa de operación. Dichos eventos están relacionados principalmente con el almacenamiento y manejo de cloro en estado gaseoso, utilizado en el proceso de desinfección del efluente.

Para la simulación de los escenarios de riesgo y la determinación de los radios potenciales de afectación, se empleó el software ALOHA versión 5.4.7 (Areal Locations of Hazardous Atmospheres), desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), el cual permite estimar la dispersión atmosférica y las áreas de influencia derivadas de la liberación de sustancias peligrosas, como el cloro en estado gaseoso.

ALOHA es un software desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), ampliamente utilizado para la evaluación de consecuencias por liberaciones accidentales de sustancias peligrosas. Este modelo es reconocido internacionalmente como una herramienta de apoyo para el análisis de riesgo químico, la modelación de dispersión atmosférica y la planeación de respuestas ante emergencias.

El modelo ALOHA fue seleccionado debido a que permite simular la dispersión atmosférica de sustancias tóxicas densas, como el cloro gas, considerando variables meteorológicas, condiciones de liberación y propiedades fisicoquímicas de la sustancia.

CONSULTA PÚBLICA

La selección de este modelo es congruente con las características del proyecto y con los criterios establecidos en la Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo de la SEMARNAT.

Los escenarios modelados mediante ALOHA fueron desarrollados bajo criterios conservadores y sin considerar la eficiencia operativa del sistema scrubber ni la intervención de brigadas de emergencia, con la finalidad de estimar radios máximos potenciales de afectación.

2.1.1 Condiciones para la Simulación de los Escenarios de Riesgo

Condiciones Meteorológicas

Para la simulación de los escenarios de riesgo por medio del *Software ALOHA*, es necesario considerar las condiciones meteorológicas del sitio del Proyecto, las cuales fueron determinadas con base en la información de los últimos diez años, descritas en el Capítulo IV de la MIA.

A continuación, en la **Tabla 2-1**, se presentan las condiciones meteorológicas consideradas.

Tabla 2-1 Condiciones Meteorológicas

Parámetro	Valor Considerado
Velocidad del viento	2.6 m/s
Dirección del viento	N
Temperatura ambiente	18.5 °C
Humedad relativa	60%
Estabilidad atmosférica	Clase C
Tipo de terreno	Urbano / Industrial
Altura de liberación	1.0 m

Propiedades Fisicoquímicas

Asimismo, se consideran las propiedades fisicoquímicas de la sustancia modelada, en este caso, el cloro en estado gaseoso.

Tabla 2-2 Propiedades Fisicoquímicas del Cloro Gas

Parámetro	Descripción
Estado físico	Gaseoso
Número CAS	7782-50-5
Peso molecular	70.91 g/mol
Color	Amarillo verdoso / ámbar
Olor (umbral 0.31 ppm)	Picante, irritante, sofocante

CONSULTA PÚBLICA

Parámetro	Descripción
Temperatura de ebullición	-40.0 °C a 1 atm
Punto de fusión	-101.0 °C a 1 atm
Inflamabilidad / Explosividad	El cloro no es inflamable en el aire, pero mantiene la combustión. Forma mezclas explosivas con el hidrógeno y otros gases inflamables
Calor de vaporización	68.8 cal/g (-40 °C, 1 atm)
Calor de fusión	22.8 cal/g
Capacidad calorífica	0.473 KJ/Kg °C
Densidad de vapor (aire = 1)	2.482 (0 °C, 1 atm)
Densidad relativa líquido (agua = 1)	1.468 (0 °C)
Densidad del gas seco	3.209 veces la densidad del aire a 0 °C, 1 atm
Densidad del líquido	1.468 g/cc (0 °C, 1 atm)
Relación gas/líquido	463.8 litros (0 °C, 1 atm)
Coeficiente de expansión	21.9%
Solubilidad en agua	7.1 g/l (20 °C, 1 atm)
Presión de vapor	6.62 atm (25 °C)
% de volatilidad	100%

Fuente: Hoja de Datos de Seguridad del Cloro Gas

CONSULTA PÚBLICA

Concentraciones de Interés

Para evaluación de los radios de afectación para sustancias tóxicas, se consideran los valores de concentración de IDHL *(Immediately Dangerous to Life or Health)* para la Zona de Alto Riesgo, por ser inmediatamente peligroso para la vida o la salud, y la concentración de TLV_8 o TWA *(Threshold Limit Value, Time-Weighted Average),* que es la concentración límite de exposición para un día normal de trabajo de 8 horas, para la Zona de Amortiguamiento *(Guía para la presentación del estudio de riesgo, modalidad análisis de riesgo, SEMARNAT)*.

Tabla 2-3 Concentraciones de Exposición de Interés

Área de interés	Parámetro	Concentración
Zona de Alto Riesgo	IDLH	10 ppm
Zona de Amortiguamiento	TLV8	1 ppm

Los escenarios fueron modelados como “Evento Catastrófico (EC)”, que consiste en la liberación sin control de la sustancia sin contar con ningún sistema de seguridad, el cual también es considerado como el caso **menos probable** debido a que el Proyecto considera contar con dispositivos de control, así como controles operativos en caso de contingencia. También se modela el “Evento más Probable (EMP)”, el cual considera condiciones realistas de mitigación mediante dispositivos de control y/o acción de personal operativo y brigadista.

2.1.2 Modelación de Escenarios de Riesgo

Escenario 1

Evento Catastrófico (EC)

Existe una ruptura en la válvula de uno de los tanques de almacenamiento de gas cloro ubicado en la caseta de desinfección. El tanque tiene una capacidad de 907 kg de gas y, debido a la ruptura, y a la falta de sistemas de control, se libera el contenido de manera instantánea. Se considera que, al momento de presentarse la fuga, el cloro se encuentra en estado líquido y al entrar en contacto con la presión atmosférica cambia a fase gaseosa. En este evento se considera una abertura de 2 cm de diámetro correspondiente al diámetro exterior de la válvula. A continuación, en la **Tabla 2-4** se muestran los parámetros utilizados para la modelación y en la **Tabla 2-5** se presentan los radios de afectación resultantes.

Tabla 2-4 Parámetros de Entrada en ALOHA – Evento Catastrófico

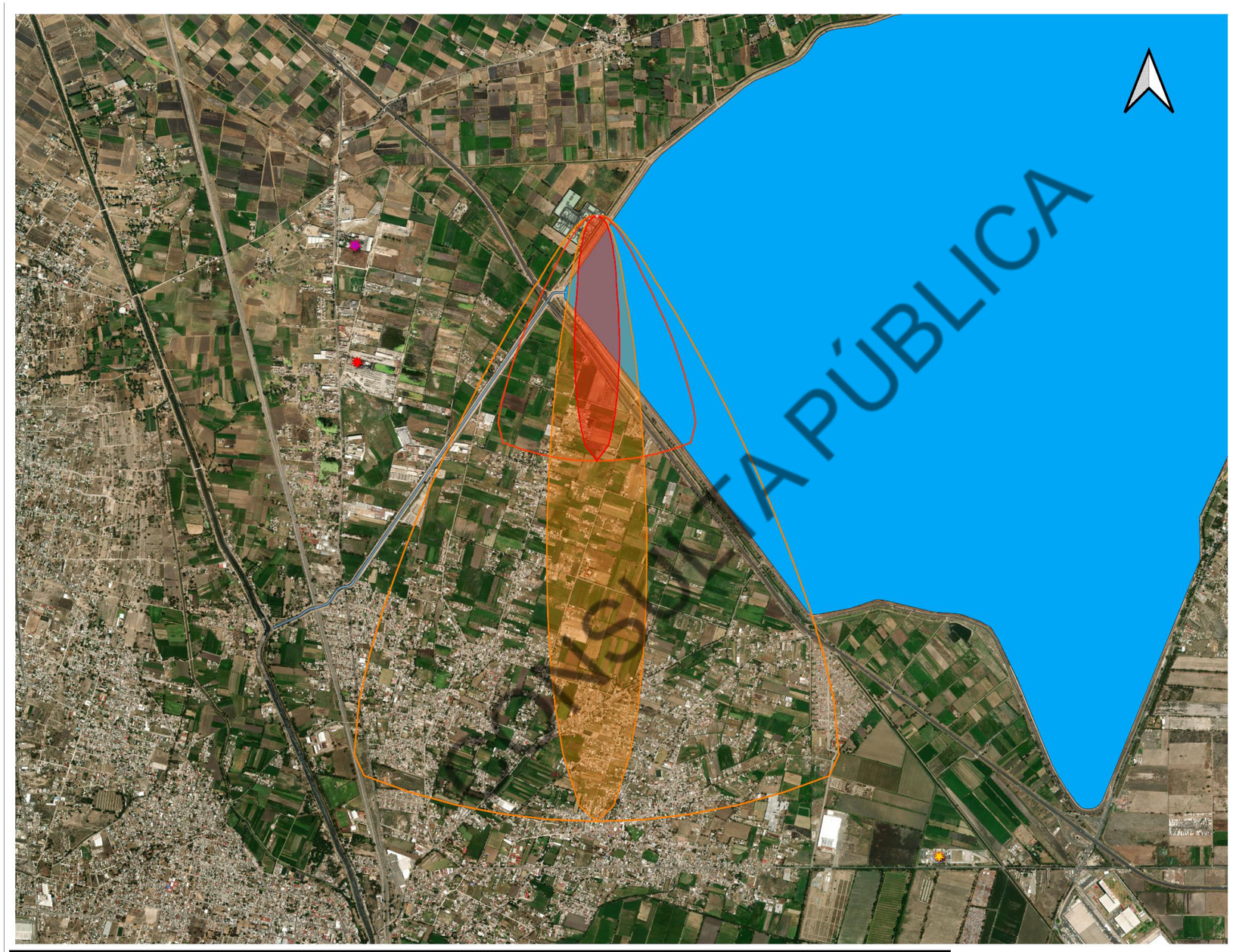
Parámetro	Valor	Unidad
Tipo de liberación	Continua	-
Origen de la fuga	Válvula	-
Diámetro equivalente de fuga	20	mm
Cantidad total liberada	417	kg
Duración de la liberación	18	min
Tasa de liberación	23.1	kg/min
Condición de contención	Caseta confinada	-

Tabla 2-5 Resultados de la Modelación del Escenario 1 (Evento Catastrófico)

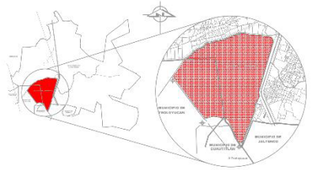
Clasificación	Concentración de Interés	Radio de Afectación
Zona de Alto Riesgo	IDLH (10 ppm Cl_2)	1.7 km
Zona de Amortiguamiento	TLV8 (1 ppm Cl_2)	4.2 km

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-1 Modelación Escenario 1 – Evento Catastrófico



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



NOTAS GENERALES Y PARTICULARES :

NOMBRE DE LA PLANTA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL ZUMPANGO
TREN DE AGUA DE PROCESO:	LLUVIAS
CAUDAL DE DISEÑO:	9 m³/s
TIPO DE PROCESO:	TRATAMIENTO PRIMARIO QUÍMICO
TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:	PRETRATAMIENTO CRIBADO GRUESO, MEDIO Y FINO + MEZCLA RÁPIDA + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CON QUÍMICOS + TREN DE LODOS
TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:	ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO
TREN DE AGUA DE PROCESO:	ESTIAJE
CAUDAL DE DISEÑO:	1.3 m³/s
TIPO DE PROCESO:	BIOLÓGICO LODOS ACTIVADOS A2O
TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:	PRETRATAMIENTO + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CONVENCIONAL + LODOS ACTIVADOS A2O + SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA + SEDIMENTACIÓN TERCIARIA CON QUÍMICOS + DESINFECCIÓN
TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:	ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA

- Laguna de Zumpango
- Predio PTAP/R
- Canal Santo Tomás
- Industria Química 1
- Industria Química 2
- Industria Química 3

Viento 2.6 m/s

Radios de afectación EC — Aloha Threat Zones
- Zona de Incertidumbre (1ppm)
- Zona de Incertidumbre (10 ppm)
- Zona de Riesgo (1ppm) 4,200 m
- Zona de Riesgo IDHL (10 ppm) 1,700 m

REFERENCIAS DE PLANOS

No	FECHA	NOMBRE DE PLANO

REVISIONES

No	FECHA	DESCRIPCIÓN

MEDIO AMBIENTE CONAGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO
GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO
DR. JUAN CÉSAR LUNA BAHENA

TÍTULO DEL PROYECTO:
"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México"

TÍTULO DEL PLANO:
Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual, Zumpango.
"Modelación Escenario 1 - Evento Catastrófico"

CLAVE DE PLANO:	UNIDAD DE ACOTACIÓN:	FECHA:	No. DE PLANO:
AP-PTAPRZUMP-ERA-13	METROS	MAR 2026	ERA -13

VO. BO. DE PROYECTO POR LA CONAGUA:

MEDIO AMBIENTE CONAGUA

POR LA RESIDENCIA

Como se puede observar en la **Figura 2-1**, el Evento Catastrófico tendría un radio de afectación de la zona de alto riesgo de 1.7 km, lo cual abarcaría parte del poniente de la laguna, predios agrícolas y viviendas de la Colonia Santo Tomás.

La zona de amortiguamiento se extendería hasta una distancia de 4.2 km hacia el sur, abarcando gran parte de las poblaciones de Teoloyucan, Santa Cruz, Santa María Caliacac y La Providencia, sin embargo, en esta zona, la concentración sería de 1 ppm, correspondiente al valor límite de exposición ocupacional para una jornada de 8 horas..

Este evento se modela como catastrófico, sin embargo, es menos probable de ocurrir, ya que en como parte del proyecto se tiene prevista la construcción de una caseta de cloración cerrada en dónde se almacenará y manejará el gas cloro, equipada con 3 sensores de gas cloro y un lavador químico de gases (Scrubber), por lo que, en caso de ocurrir una liberación accidental del gas, este quedará dentro de la caseta y al detectar al detectar concentraciones de prealarma de 1 ppm se activarán alarmas preventivas, mientras que concentraciones iguales o superiores a 3 ppm activarán automáticamente el sistema scrubber para la neutralización del gas..

Evento Máximo Probable de Riesgo (EMP)

Existe liberación de gas cloro por una mala conexión en la línea de suministro desde uno de los tanques de almacenamiento ubicados en la caseta de desinfección. El tanque tiene una capacidad de 907 kg y se libera parte de su contenido (107kg).

Este escenario es más común ya que no considera una ruptura completa de la válvula, sino una fuga por una mala conexión, lo cual también pudiera presentarse en casos de corrosión del tanque o mal estado de las válvulas por falta de mantenimiento y cuya abertura se modela de 2 mm de diámetro.

Tabla 2-6 Parámetros de Entrada en ALOHA – Evento Más Probable

Parámetro	Valor	Unidad
Tipo de liberación	Continua	-
Origen de la fuga	Mala conexión en la línea Válvula dañada Corrosión	-
Diámetro equivalente de fuga	2	mm
Cantidad total liberada	107	kg
Duración de la liberación	60	min
Condición de contención	Caseta confinada	-

Tabla 2-7 Resultados de la Modelación Escenario 1 (Evento Más Probable)

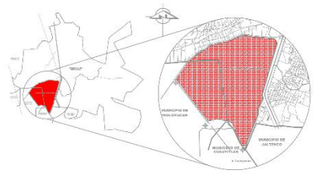
Clasificación	Concentración de Interés	Radio de Afectación
Zona de Alto Riesgo	IDLH (10 ppm Cl2)	166 m
Zona de Amortiguamiento	TLV8 (1 ppm Cl2)	574 m

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-2 Modelación Escenario 1 – Evento Más Probable



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



NOTAS GENERALES Y PARTICULARES :

NOMBRE DE LA PLANTA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL ZUMPANGO
TREN DE AGUA DE PROCESO:	LLUVIAS
CAUDAL DE DISEÑO:	9 m³/s
TIPO DE PROCESO:	TRATAMIENTO PRIMARIO QUÍMICO

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO CRIBADO GRUESO, MEDIO Y FINO + MEZCLA RÁPIDA + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CON QUÍMICOS + TREN DE LODOS

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

TREN DE AGUA DE PROCESO:	ESTIAJE
CAUDAL DE DISEÑO:	1.3 m³/s
TIPO DE PROCESO:	BIOLÓGICO LODOS ACTIVADOS A2O

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CONVENCIONAL + LODOS ACTIVADOS A2O + SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA + SEDIMENTACIÓN TERCIARIA CON QUÍMICOS + DESINFECCIÓN

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA

- Laguna de Zumpango
- Predio PTAP/R
- Canal Santo Tomás

Viento 2.6 m/s

Radios de afectación EMP — Aloha Threat Zones
- Zona de incertidumbre (1 ppm)
- Zona de incertidumbre (10 ppm)
- Zona de Riesgo (1 ppm) 574 m
- Zona de Riesgo IDHL (10 ppm) 166 m

REFERENCIAS DE PLANOS

No	FECHA	NOMBRE DE PLANO

REVISIONES

No	FECHA	DESCRIPCIÓN

MEDIO AMBIENTE CONAGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO
GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO
DR. JUAN CÉSAR LUNA BAHENA

TÍTULO DEL PROYECTO:
"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México"

TÍTULO DEL PLANO:
Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual, Zumpango.
"Modelación Escenario 1 - Evento Más Probable"

CLAVE DE PLANO:	UNIDAD DE ACOTACIÓN:	FECHA:	No. DE PLANO:
AP-PTAPRZUMP-ERA-14	METROS	MAR 2026	ERA - 14

[redacted]

VO. BO. DE PROYECTO POR LA CONAGUA:
MEDIO AMBIENTE CONAGUA
NOMBRE
PUESTO

POR LA RESPONSIVA:
ING. DANIEL EDUARDO PÉREZ FONTALLO
RESPONSIVO

En la **Figura 2-2** se observa que el Evento Más Probable tendría un radio de afectación para la zona de alto riesgo de 166 metros, lo cual saldría del límite del predio, sin embargo, no alcanza otras instalaciones o establecimientos, la fuga cruzaría el camino que bordea la laguna y se dispersaría en su superficie.

La zona de amortiguamiento tiene una distancia de 574 metros, cruzando la carretera 57D “Circuito Exterior Mexiquense” y llegando a parcelas agrícolas. No abarca zonas habitacionales, comerciales u otros establecimientos.

Este escenario se considera el más probable de ocurrir, al estar asociado a una fuga localizada en conexiones, accesorios o válvulas del sistema de cloración. La magnitud de la afectación dependerá principalmente del diámetro efectivo de la abertura, la presión de operación y el tiempo durante el cual permanezca activa la emisión de cloro.

Para efectos de la modelación, el escenario fue evaluado bajo un enfoque conservador, sin considerar la intervención de sistemas adicionales de control o respuesta, tales como la atención por parte de brigadas, el cierre de válvulas, la reparación de la fuga o la activación de medidas operativas de contención. En condiciones reales de operación, la implementación oportuna de dichas medidas permitiría reducir el tiempo de emisión del gas y, en consecuencia, disminuir la extensión de las zonas potenciales de afectación.

2.1.3 Informes de Resultados, Cloro Gas

A continuación, en la **Figura 2-3** y **Figura 2-4** se presentan las hojas de resultados del software ALOHA, con los escenarios de las modelaciones bajo las condiciones señaladas para los escenarios correspondientes a la fuga de cloro gas.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-3 Evento Catastrófico

Text Summary ALOHA® 5.4.7

```
SITE DATA:
  Location: ZUMPANGO, MEXICO, MEXICO
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
  Time: April 1, 2026  1200 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: CHLORINE
  CAS Number: 7782-50-5                  Molecular Weight: 70.91 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 0.5 ppm   AEGL-2 (60 min): 2 ppm   AEGL-3 (60 min): 20 ppm
  IDLH: 10 ppm
  Ambient Boiling Point: -40.0° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 2.6 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: urban or forest      Cloud Cover: 5 tenths
  Air Temperature: 18.5° C               Stability Class: C
  No Inversion Height                    Relative Humidity: 60%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
  Non-flammable chemical is escaping from tank
  Tank Diameter: .75 meters              Tank Length: 2 meters
  Tank Volume: 0.88 cubic meters
  Tank contains liquid                   Internal Temperature: 18.5° C
  Chemical Mass in Tank: 907 kilograms
  Tank is 72% full
  Circular Opening Diameter: 2 centimeters
  Opening is 0.38 meters from tank bottom
  Release Duration: 18 minutes
  Max Average Sustained Release Rate: 177 kilograms/min
     (averaged over a minute or more)
  Total Amount Released: 417 kilograms
  Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:
  Model Run: Heavy Gas
  Red   : 1.7 kilometers --- (10 ppm = IDLH)
  Orange: 4.2 kilometers --- (1 ppm)
```

CONSULTA PÚBLICA

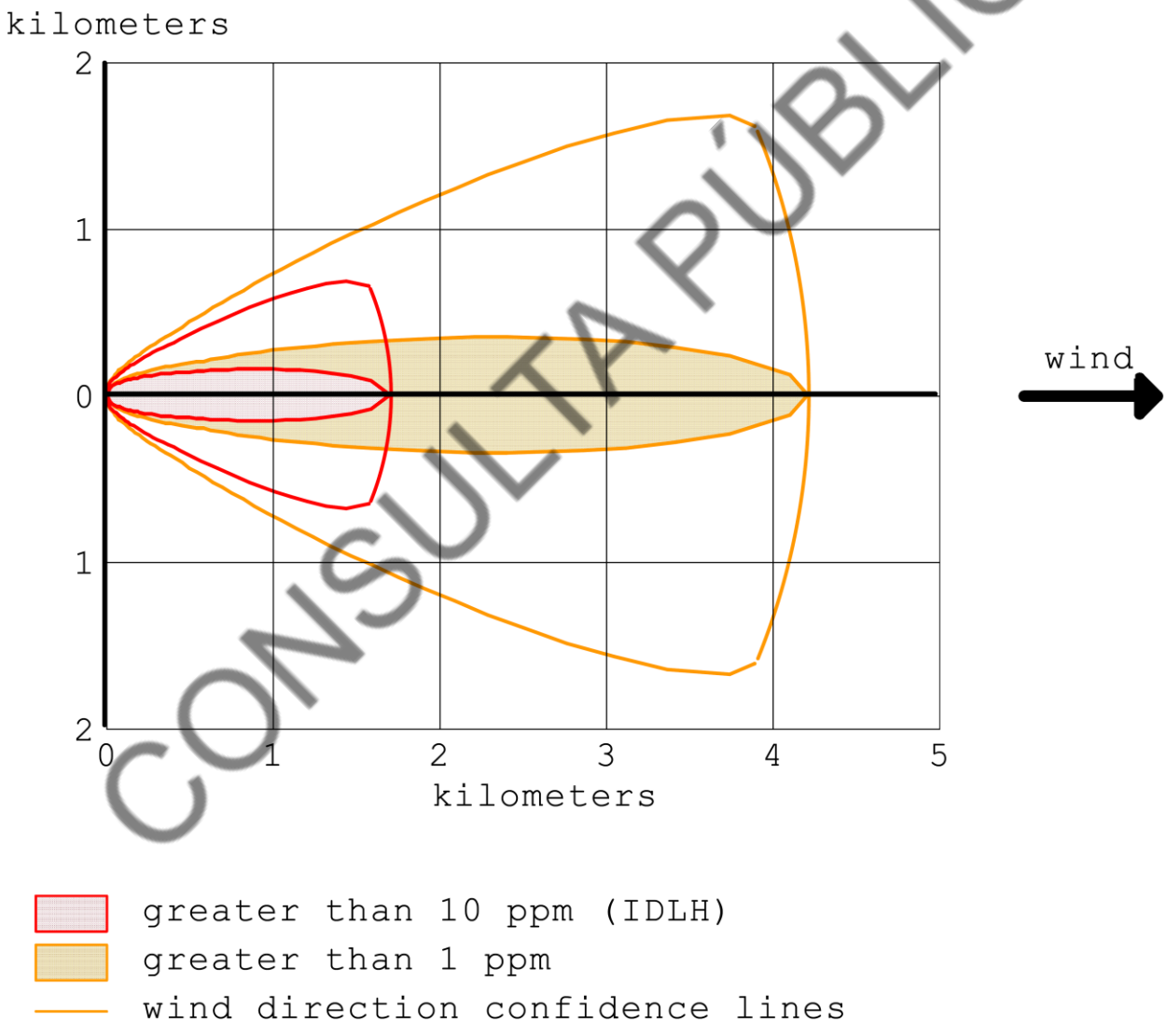
Toxic Threat Zone ALOHA® 5.4.7

```
Time: April 1, 2026  1200 hours ST (user specified)

Chemical Name: CHLORINE

Wind: 2.6 meters/second from N at 3 meters

THREAT ZONE:
  Model Run: Heavy Gas
  Red    : 1.7 kilometers --- (10 ppm = IDLH)
  Orange: 4.2 kilometers --- (1 ppm)
```



CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-4 Evento Más Probable

Text Summary ALOHA® 5.4.7

```
SITE DATA:
  Location: ZUMPANGO, MEXICO, MEXICO
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
  Time: April 1, 2026  1200 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: CHLORINE
  CAS Number: 7782-50-5                  Molecular Weight: 70.91 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 0.5 ppm   AEGL-2 (60 min): 2 ppm   AEGL-3 (60 min): 20 ppm
  IDLH: 10 ppm
  Ambient Boiling Point: -40.0° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 2.6 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: urban or forest      Cloud Cover: 5 tenths
  Air Temperature: 18.5° C               Stability Class: C
  No Inversion Height                    Relative Humidity: 60%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
  Non-flammable chemical is escaping from tank
  Tank Diameter: .75 meters              Tank Length: 2 meters
  Tank Volume: 0.88 cubic meters
  Tank contains liquid                   Internal Temperature: 18.5° C
  Chemical Mass in Tank: 907 kilograms
  Tank is 72% full
  Circular Opening Diameter: 0.2 centimeters
  Opening is 0.38 meters from tank bottom
  Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
  Max Average Sustained Release Rate: 1.8 kilograms/min
     (averaged over a minute or more)
  Total Amount Released: 107 kilograms
  Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:
  Model Run: Heavy Gas
  Red   : 166 meters --- (10 ppm = IDLH)
  Orange: 574 meters --- (1 ppm)
```

CONSULTA PÚBLICA

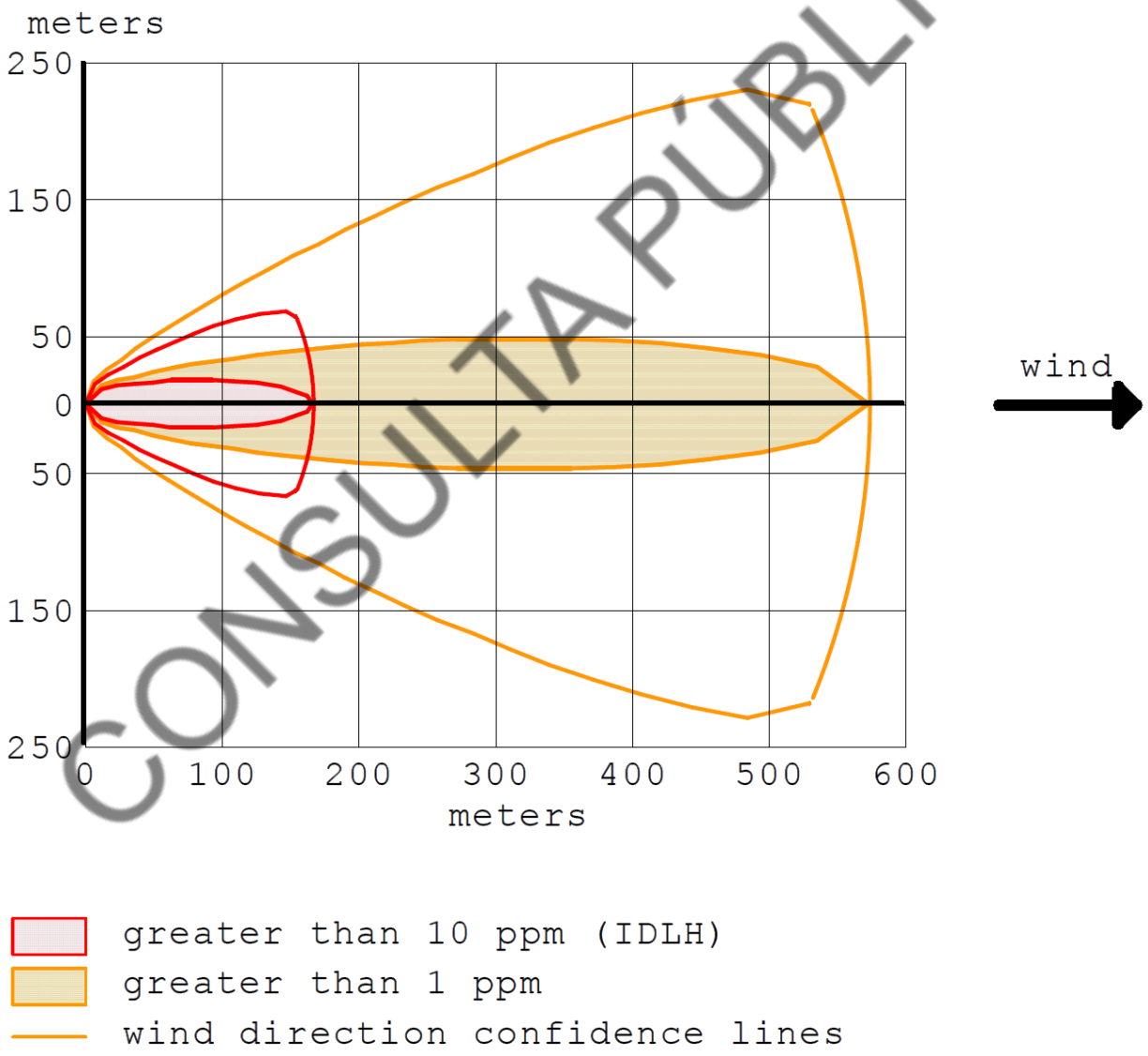
Toxic Threat Zone ALOHA® 5.4.7

```
Time: April 1, 2026  1200 hours ST (user specified)

Chemical Name: CHLORINE

Wind: 2.6 meters/second from N at 3 meters

THREAT ZONE:
  Model Run: Heavy Gas
  Red    : 166 meters --- (10 ppm = IDLH)
  Orange: 574 meters --- (1 ppm)
```



CONSULTA PÚBLICA

2.2 INTERACCIONES DE RIESGO

De acuerdo con las modelaciones presentadas anteriormente, ante la ocurrencia de una fuga de gas cloro por falla de conexión (escenario más probable), las zonas potencialmente impactadas dentro de las instalaciones de la PTAP/R se restringen a la caseta de cloración, la caja de válvulas 1, la caja de válvulas de agua clarificada 1, así como a una fracción del patio de maniobras, la caja de mezcla de contacto de cloro y el clarificador terciario 2, sin prever afectaciones significativas a receptores externos, como se muestra en la **Figura 2-5**. El riesgo directo en caso de alguna fuga sería principalmente al personal que se encuentre operando en la PTAP/R ya que, si no cuenta con un Equipo de Protección Personal, disponible de manera inmediata, se expondría directamente a los efectos tóxicos del gas, pudiendo causar asfixia.

Se considera que, en condiciones normales de operación, se tendría una plantilla de 10 trabajadores por turno en la PTAP/R.

No se considera que pudieran ocurrir interacciones con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones ajenas a las instalaciones del Proyecto que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo y que incrementen el riesgo en caso de una emergencia, de acuerdo con el inventario de industrias químicas disponible (CENAPRED 2018), existen 2 instalaciones cercanas al Proyecto, sin embargo, no se encuentran dentro del radio de afectación por una posible fuga, como se muestra en la **Figura 2-6**.

De acuerdo con la información consultada en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el área de afectación con concentración de 1 ppm de gas cloro, en caso de ocurrir el evento catastrófico, se afectarían a 6 industrias manufactureras, 4 servicios de salud dedicados a los servicios de consulta externa y asistencia social (2 consultorios odontológicos, 1 quiropráctico y 1 institución de apoyo para alcohólicos anónimos), y 2 servicios educativos; entre los cuales se encuentran 1 escuela primaria pública y 1institución de educación artística del sector privado, como se muestra en la **Figura 2-6**.

La población afectada de acuerdo con la consulta del mapa interactivo del censo de población y vivienda 2020 realizado por el INEGI, el radio de afectación con concentración de 1 ppm de gas cloro, por ocurrencia del evento catastrófico se estima en aproximadamente 1,711 habitantes. Para el caso del evento más probable, no se tiene registro de los asentamientos humanos ni actividades económicas presentes en el área, de acuerdo con la información disponible de INEGI y DENUE.

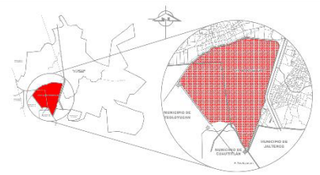
Para el área de afectación IDHL del escenario catastrófico, no se cuenta con la información estadística disponible para estimar a la población y actividades económicas que resultarían afectadas, sin embargo, por medio de imágenes satelitales se pueden observar algunas edificaciones en la parte norte de Teoloyucan, colindante con la Laguna de Zumpango.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-5 Áreas Afectadas Evento Más Probable – PTAR



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



NOTAS GENERALES Y PARTICULARES :

NOMBRE DE LA PLANTA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL ZUMPANGO
TREN DE AGUA DE PROCESO:	LLUVIAS
CAUDAL DE DISEÑO:	9 m³/s
TIPO DE PROCESO:	TRATAMIENTO PRIMARIO QUÍMICO

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO CRIBADO GRUESO, MEDIO Y FINO + MEZCLA RÁPIDA + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CON QUÍMICOS + TREN DE LODOS

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

TREN DE AGUA DE PROCESO:	ESTIAJE
CAUDAL DE DISEÑO:	1.3 m³/s
TIPO DE PROCESO:	BIOLÓGICO LODOS ACTIVADOS A2O

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CONVENCIONAL + LODOS ACTIVADOS A2O + SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA + SEDIMENTACIÓN TERCIARIA CON QUÍMICOS + DESINFECCIÓN

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

SIMBOLOGÍA
- Laguna de Zumpango
- Predio PTAP/R

Radios de afectación EMP — Aloha Threat Zones
- Zona de Incertidumbre (1 ppm)
- Zona de Incertidumbre (10 ppm)
- Zona de Riesgo (1 ppm)
- Zona de Riesgo IDHL (10 ppm)

NOMENCLATURA

CC- Caseta de Cloración
CCM - Cuarto de Control de Motores
CS/T - Clarificador Secundario/Terciario
CB - Caja de Bombas
CM - Caja de Mezcla de Cloro
CV - Caja de Válvulas
CSop - Caseta de Sopladores
CQ - Caseta de Químicos
TASA - Tanque de Almacenamiento Sulfato de Aluminio
TAna - Tanque Anaerobio
TAnox - Tanque Anóxico
TAer - Tanque Aerobio
EA - Edificio Administrativo
EOyM - Edificio de Operación y Mantenimiento

REFERENCIAS DE PLANOS

No	FECHA	NOMBRE DE PLANO

REVISIONES

No	FECHA	DESCRIPCIÓN

MEDIO AMBIENTE CONAGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO
GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO
DR. JUAN CÉSAR LUNA BAHENA

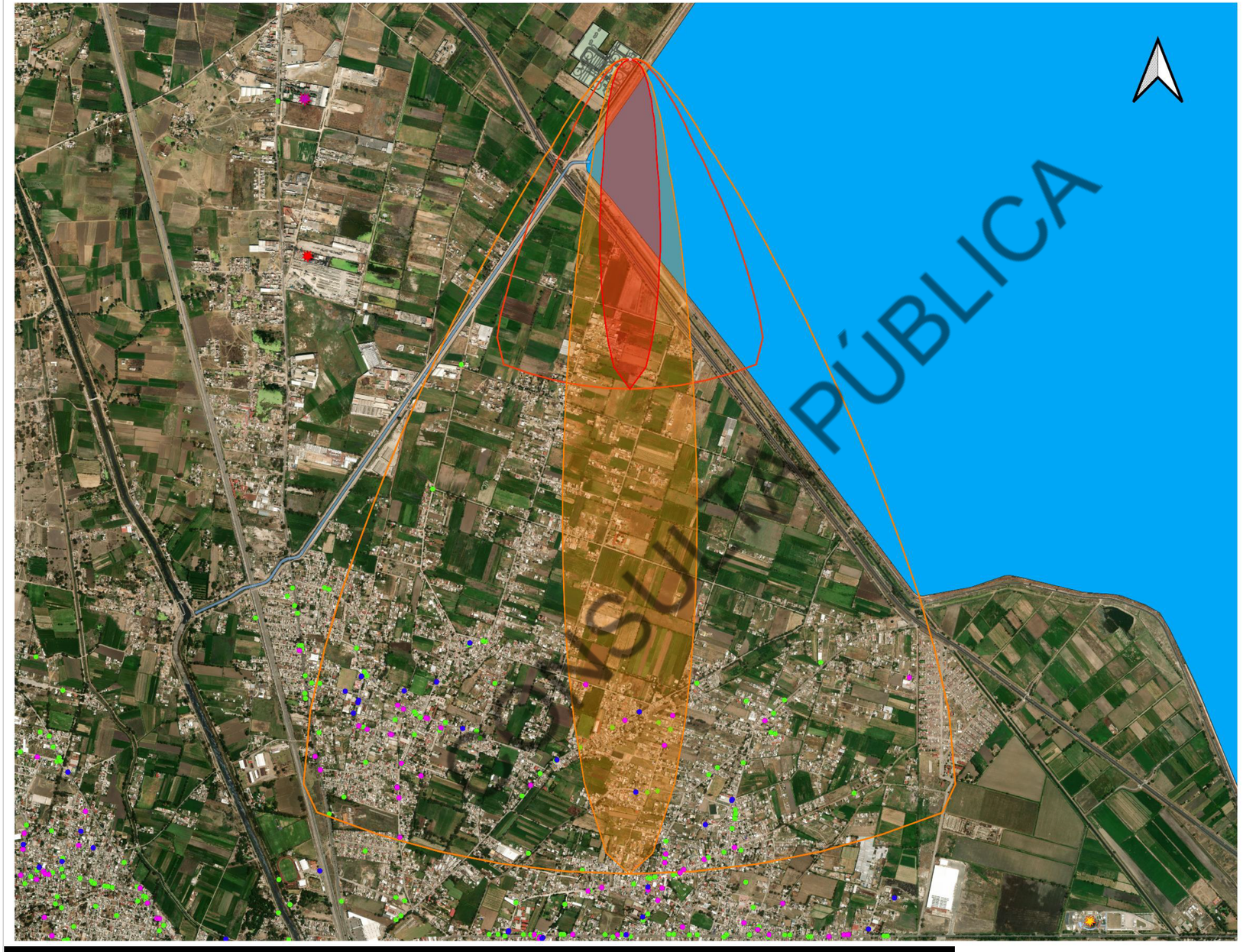
TÍTULO DEL PROYECTO:
"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México"

TÍTULO DEL PLANO:
Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual, Zumpango.
"Modelación Escenario 1 - Evento Más Probable / Áreas Afectadas"

CLAVE DE PLANO:	UNIDAD DE ACOTACIÓN:	FECHA:	No. DE PLANO:
AP-PTAPRZUMP-ERA-18	METROS	MAR 2026	ERA - 18

VO. BO. DE PROYECTO POR LA CONAGUA:
MEDIO AMBIENTE CONAGUA

Figura 2-6 Afectaciones Evento Catastrófico – Actividades Económicas



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

NOTAS GENERALES Y PARTICULARES :

NOMBRE DE LA PLANTA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL ZUMPANGO
TREN DE AGUA DE PROCESO:	LLUVIAS
CAUDAL DE DISEÑO:	9 m³/s
TIPO DE PROCESO:	TRATAMIENTO PRIMARIO QUÍMICO

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:

PRETRATAMIENTO CRIBADO GRUESO, MEDIO Y FINO + MEZCLA RÁPIDA + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CON QUÍMICOS + TREN DE LODOS

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:

ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

TREN DE AGUA DE PROCESO:	ESTIAJE
CAUDAL DE DISEÑO:	1.3 m³/s
TIPO DE PROCESO:	BIOLÓGICO LODOS ACTIVADOS A2O

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:

PRETRATAMIENTO + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CONVENCIONAL + LODOS ACTIVADOS A2O + SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA + SEDIMENTACIÓN TERCIARIA CON QUÍMICOS + DESINFECCIÓN

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:

ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA

- Laguna de Zumpango
- Predio PTAP/R
- Canal sto tomas

Radios de afectación EC — Aloha Threat Zones
- Zona de Incertidumbre (1 ppm)
- Zona de Incertidumbre (10 ppm)
- Zona de Riesgo (1 ppm)
- Zona de Riesgo IDHL (10 ppm)

Actividades Económicas
- Industria Química 1
- Industria Química 2
- Industria Química 3
- Industria manufacturera
- Servicios de educación
- Servicios de salud

REFERENCIAS DE PLANOS

No	FECHA	NOMBRE DE PLANO

REVISIONES

No	FECHA	DESCRIPCIÓN

VO. BO. DE PROYECTO POR LA CONAGUA:

MEDIO AMBIENTE CONAGUA

POR LA GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO

NOMBRE PUESTO

POR LA RESIDENCIA

ING. DANIEL IZEVICO LÓPEZ NOMBRE DEL RESIDENTE

MEDIO AMBIENTE CONAGUA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO

GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO

DR. JUAN CESAR LUNA BAHENA

TÍTULO DEL PROYECTO:
"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México"

TÍTULO DEL PLANO:
Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual, Zumpango.
"Modelación Escenario 1 - Evento Catastrófico - Actividades Económicas"

CLAVE DE PLANO:	UNIDAD DE ACOTACIÓN:	FECHA:	No. DE PLANO:
AP-PTAPRZUMP-ERA-15	METROS	MAR 2026	ERA - 15

2.2.1 Áreas Naturales Protegidas

En fecha 17 de agosto de 2021 se publicó en el Periódico Oficial Gaceta de Gobierno el Decreto del Ejecutivo del Estado de México, por el que se modifica la Declaratoria del Ejecutivo del Estado por el que se establece el Área Natural Protegida con la categoría de Parque Estatal denominada "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango", en la que establece que se encuentra ubicada en los municipios de Coyotepec, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Huehuetoca, Melchor Ocampo, Nextlalpan. Teoloyucan, Tepotzotlán, Tequixquiac y Zumpango, Estado de México, con una superficie de 20,108.87 hectáreas.

De acuerdo con el Programa de Manejo, el ANP Estatal "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango", se encuentra dividido por una zona núcleo y una zona de amortiguamiento con tres subzonas: subzona de protección, subzona de restauración y subzona de aprovechamiento sustentable.

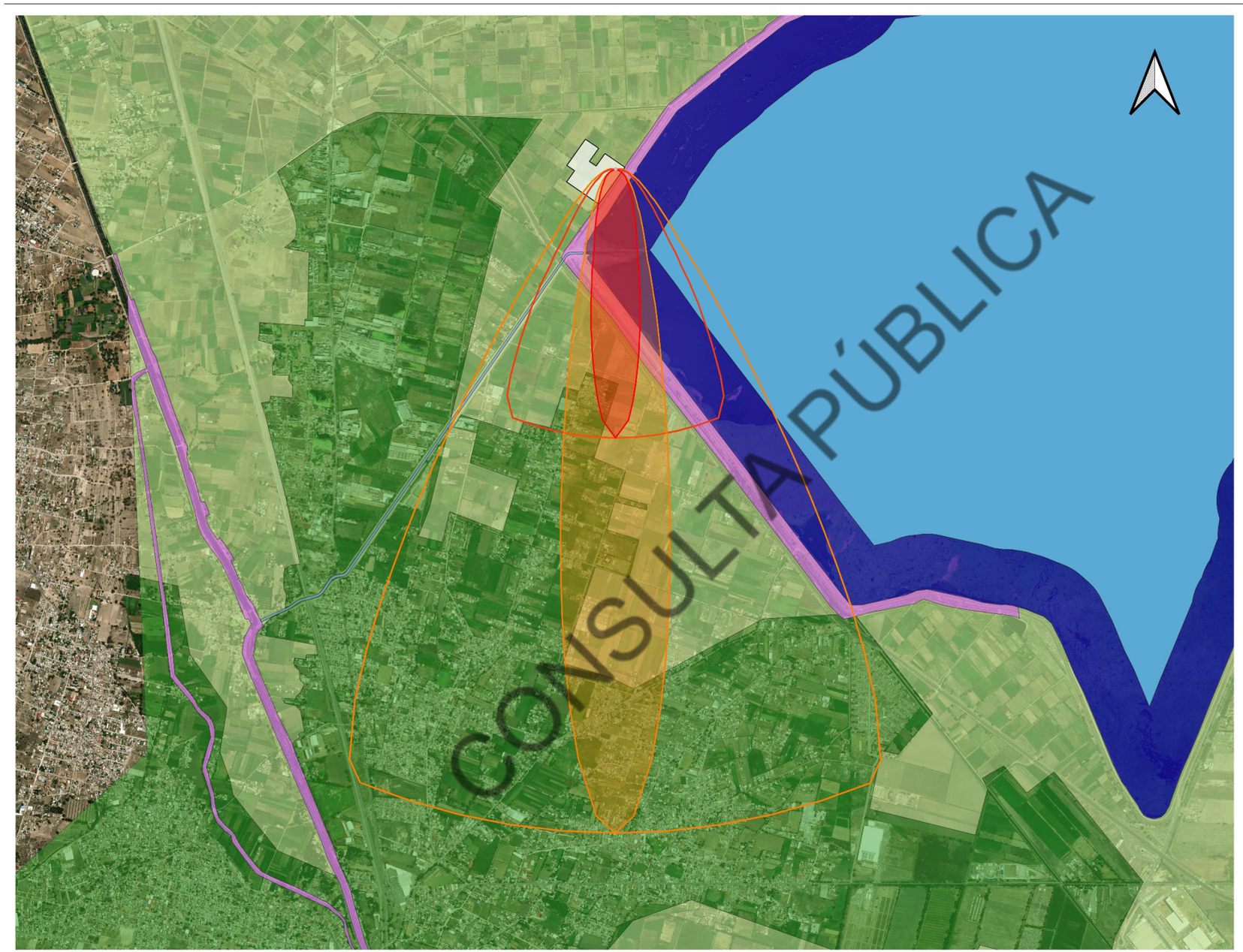
El área del proyecto se encuentra dentro de la ANP Estatal denominada Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango, por lo que el radio de afectación en caso de ocurrir el evento catastrófico, impactaría dentro de las subzonas de protección, aprovechamiento de recursos, aprovechamiento de los recursos humanos y restauración como se puede observar en la **Figura 2-7**. Para el caso de ocurrencia del evento más probable, el radio de afectación se reduce a las subzonas de protección y restauración (Ver **Figura 2-8**).

El ANP Estatal funciona como un regulador ambiental, que propicia el hábitat de flora y fauna acuática; contribuye a la conservación a largo plazo de la biodiversidad endémica, incluye los ecosistemas naturales de la región y la cultura lacustre asociada. La primera declaratoria del Ejecutivo del Estado de México fue publicada el 23 de junio de 2003 en la Gaceta Oficial, señalando que el ANP Estatal se encuentra ubicada en los municipios de Coyotepec, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Huehuetoca, Melchor Ocampo, Nextlalpan. Teoloyucan, Tepotzotlán, Tequixquiac y Zumpango, con una superficie de 20,108 hectáreas.

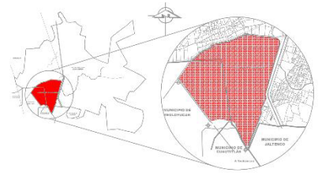
La presencia del ANP dentro de las zonas potenciales de afectación incrementa la relevancia ambiental del escenario modelado, debido a que una liberación accidental de cloro podría alterar temporalmente las condiciones ecológicas del ecosistema lacustre y afectar organismos sensibles presentes en la Laguna de Zumpango.

CONSULTA PÚBLICA

Figura 2-7 Afectaciones Evento Catastrófico – ANP



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



NOTAS GENERALES Y PARTICULARES :

NOMBRE DE LA PLANTA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL / RESIDUAL ZUMPANGO
TREN DE AGUA DE PROCESO:	LLUVIAS
CAUDAL DE DISEÑO:	9 m³/s
TIPO DE PROCESO:	TRATAMIENTO PRIMARIO QUÍMICO

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO CRIBADO GRUESO, MEDIO Y FINO + MEZCLA RÁPIDA + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CON QUÍMICOS + TREN DE LODOS

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

TREN DE AGUA DE PROCESO:	ESTIAJE
CAUDAL DE DISEÑO:	1.3 m³/s
TIPO DE PROCESO:	BIOLÓGICO LODOS ACTIVADOS A2O

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA:
PRETRATAMIENTO + SEDIMENTACIÓN PRIMARIA CONVENCIONAL + LODOS ACTIVADOS A2O + SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA + SEDIMENTACIÓN TERCIARIA CON QUÍMICOS + DESINFECCIÓN

TREN DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS:
ENVÍO DE LODOS A LUMBRERA 12 DEL TÚNEL EMISOR CENTRAL HACIA PTAR ATOTONILCO

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA

- Predio PTAP/R
- Canal Santo Tomás

Radios de afectación EC — Aloha Threat Zones
- Zona de Incertidumbre (1 ppm)
- Zona de Incertidumbre (10 ppm)
- Zona de Riesgo (1 ppm)
- Zona de Riesgo IDHL (10 ppm)

Zonificacion ANP "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango"
- Subzona de Aprovechamiento de los Recursos
- Subzona de Aprovechamiento para Asentamientos Humanos
- Subzona de Protección
- Subzona de Restauración
- Zona Núcleo

REFERENCIAS DE PLANOS

No	FECHA	NOMBRE DE PLANO

REVISIONES

No	FECHA	DESCRIPCIÓN

MEDIO AMBIENTE CONAGUA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO

GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO

DR. JUAN CÉSAR LUNA BAHENA

TÍTULO DEL PROYECTO:
"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México"

TÍTULO DEL PLANO:
Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual, Zumpango.
"Modelación Escenario 1 - Evento Catastrófico - ANP

CLAVE DE PLANO:	UNIDAD DE ACOTACIÓN:	FECHA:	No. DE PLANO:
AP-PTAPRZUMP-ERA-16	METROS	MAR 2026	ERA - 16

[redacted]

VO. BO. DE PROYECTO POR LA CONAGUA:

POR LA GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO

MEDIO AMBIENTE CONAGUA

NOMBRE PUESTO

POR LA RESIDENCIA

ING. DANIEL LOPEZ CRUZ
JEFE DEL RESIDENTE

Figura 2-8 Áreas Afectadas Evento Más Probable – ANP



2.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

El presente apartado tiene como objetivo identificar, describir y evaluar los efectos potenciales sobre el sistema ambiental derivados de los escenarios accidentales previamente identificados en el análisis de riesgo ambiental de la PTAP/R, considerando la liberación accidental de sustancias peligrosas utilizadas en los procesos de desinfección y ajuste químico, principalmente cloro gas, sulfato de aluminio y sosa cáustica.

Este análisis se fundamenta en:

- La identificación de peligros desarrollada mediante metodología HAZOP (Hazard and Operability Study).
- La definición de escenarios de riesgo en términos de Evento Más Probable de Riesgo y Evento Catastrófico.
- La modelación de consecuencias mediante el software ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres).
- La caracterización del sistema ambiental incluida en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) correspondiente al proyecto.
- La evaluación de interacciones de riesgo entre las instalaciones del proyecto y el entorno.

Como se ha detectado en el análisis de riesgos realizado, el material peligroso que podría tener un efecto negativo por su liberación al ambiente en la PTAP/R y el cual es materia del presente estudio es el Cloro gas.

En este apartado se describen los efectos que pudiera tener una liberación de cloro gas sobre los componentes del sistema ambiental en el área de influencia del Proyecto.

2.3.1 Agua

La Laguna de Zumpango constituye el cuerpo de agua superficial más cercano al área del proyecto y representa la fuente de abastecimiento de agua cruda para el proceso de potabilización. En los eventos modelados, la Laguna de Zumpango se encuentra dentro de las áreas de Alto Riesgo, por tal motivo se considera el principal receptor ambiental potencial en caso de ocurrencia de un evento accidental que involucre la liberación de sustancias peligrosas.

La laguna presenta funciones ambientales relevantes, entre las que destacan:

- Regulación hidrológica local.
- Hábitat para flora y fauna acuática.
- Integración al sistema hidrológico regional.
- Uso como fuente de abastecimiento de agua para tratamiento.

Debido a que el cloro se disuelve fácilmente en el agua, pudiera llegar a alterar el pH en la superficie afectada de la laguna, poniendo en riesgo a los microorganismos y algas esenciales para el ecosistema, así como peces y otros organismos acuáticos. Los efectos potenciales se consideran localizados y temporales debido a la capacidad de dilución del cuerpo receptor.

CONSULTA PÚBLICA

Por lo anterior, la evaluación de los efectos potenciales sobre este cuerpo receptor constituye un elemento prioritario del presente análisis de riesgo ambiental.

En caso de contacto con el agua:

- El cloro se disuelve parcialmente.
- Forma ácido hipocloroso y ácido clorhídrico.
- Estos compuestos reaccionan rápidamente con materia orgánica presente en el agua.

Debido al volumen del cuerpo receptor y la capacidad de dilución, los efectos serían:

- Localizados en el área inmediata.
- De corta duración.
- Sin persistencia a largo plazo.

2.3.2 Flora y fauna

La PTAP/R se encuentra rodeada de campos agrícolas, por lo que la vegetación original ha sido perturbada previamente. El contacto prolongado de las especies vegetales con el gas cloro pudiera llegar a quemar sus hojas o causar que se caigan, sin embargo, se considera que, en caso de un evento, el gas se dispersaría rápidamente en el aire, reduciendo sus efectos sobre la vegetación.

Los efectos potenciales incluyen:

- Irritación o daño localizado en exposiciones directas.
- Efectos de corta duración.
- Ausencia de bioacumulación.

No se prevé afectación a poblaciones completas ni alteraciones ecosistémicas.

En caso de afectación a la vegetación de los campos de cultivo aledaños se deberán sustituir los ejemplares dañados.

En el caso de la fauna pudiera haber afectación directa en especies acuáticas como peces y anfibios, los cuales son más sensibles a los efectos y pudiera causar su mortalidad. Asimismo, en el caso de aves o mamíferos terrestres, pudiera existir envenenamiento por inhalación o irritación ocular. En ese caso se deberá identificar, retirar y disponer de manera sanitariamente adecuada, los ejemplares muertos para evitar la propagación de enfermedades.

2.3.3 Suelo

En el caso de liberación de cloro, no se considera una afectación directa al suelo, por ser una sustancia en estado gaseoso; aunque en caso de depositarse en el suelo, puede reaccionar con la humedad y formar ácidos, cambiando la química del suelo, aunque el efecto no sería persistente.

Los efectos sobre el suelo se limitan a:

- Zonas inmediatas al punto de liberación.
- Alteraciones químicas localizadas.
- Neutralización natural progresiva.

CONSULTA PÚBLICA

No se prevé contaminación persistente ni migración significativa.

2.3.4 Aire

En caso de una liberación de cloro, la afectación al aire se considera significativa debido a que la contaminación a la atmósfera se daría de manera inmediata y en gran volumen; formando una nube tóxica en el aire que podría poner en riesgo la salud de las personas y fauna que se encuentren dentro del radio de exposición.

La persistencia del contaminante en el aire dependería de las corrientes de viento que se presenten al momento del evento.

En caso de presentarse esta situación, se deberá evacuar a toda la población del área de riesgo hasta que se haya controlado o terminado la emisión y que el contaminante se haya dispersado en la atmósfera.

Las afectaciones se caracterizan por:

- Impacto localizado.
- Dispersión atmosférica controlada por condiciones meteorológicas.
- Ausencia de efectos permanentes.

No se prevé deterioro crónico ni acumulativo de la calidad del aire.

2.3.5 Población y Propiedad

En caso de ocurrir algún evento de fuga de gas cloro, el riesgo inmediato se presentaría principalmente al personal que se encuentre operando en la PTAP/R ya que, si no cuenta con un Equipo de Protección Personal, disponible de manera inmediata, se expondría directamente a los efectos tóxicos del gas, pudiendo causar asfixia. Se considera que, en condiciones normales de operación, se tendría una plantilla de 10 trabajadores por turno en la PTAP/R.

Aunado a esto, pudiera haber afectaciones a la población aledaña a la PTAP/R, de acuerdo a los radios de afectación presentados, en los que se señala los radios de la zona de alto riesgo y la zona de amortiguamiento.

El cloro puede generar irritación en ojos, nariz y garganta de manera inmediata; así como tos, dificultad para respirar y, en exposiciones altas o prolongadas, puede causar daño pulmonar severo o incluso la muerte. Existe un mayor riesgo para poblaciones vulnerables como niños, adultos mayores, y personas con afecciones respiratorias.

Estos efectos se limitan al área inmediata del evento y son mitigables mediante medidas de control.

En caso de una emergencia fuga de cloro, se llevarán a cabo los procedimientos correspondientes y se notificará tanto a la Unidad de Protección Civil, brigadistas y población vecina para evacuar el área a una distancia identificada por el radio de amortiguamiento desde el punto de la emergencia.En caso de daños a la propiedad o población, se deberá contar con un seguro ambiental conforme lo solicite el resolutivo de impacto ambiental.

2.4 CONCLUSIONES

Con base en la modelación de escenarios de riesgo realizada mediante el software ALOHA, se identificó que el evento de mayor severidad corresponde a la liberación total de cloro derivada de una

CONSULTA PÚBLICA

falla catastrófica en el sistema de almacenamiento, mientras que el evento más probable corresponde a una fuga por falla en conexiones o accesorios del sistema de cloración.

Los resultados obtenidos permitieron delimitar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, identificando la posible afectación sobre componentes ambientales relevantes, asentamientos humanos, infraestructura y áreas naturales protegidas.

En particular, se identificó interacción potencial con el ANP "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango", principalmente bajo el escenario catastrófico; sin embargo, considerando la baja probabilidad de ocurrencia del evento, así como la implementación de medidas de prevención, detección y control previstas para el proyecto, se considera que el riesgo ambiental asociado puede mantenerse en niveles aceptables.

Asimismo, los efectos identificados sobre el sistema ambiental se consideran principalmente temporales y reversibles, condicionados a la aplicación inmediata de medidas de atención a emergencias, control de fugas y restauración ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 3
Señalamiento de las Medidas de Seguridad y Preventivas en Materia Ambiental

CONTENIDO E ÍNDICES

3.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS 1
3.1.1 Sistemas de Seguridad *1*
3.1.2 Capacitación y Atención a Emergencias *10*
3.1.3 Equipos de Seguridad *10*
3.1.4 Medidas Preventivas *11*
3.1.5 Programa de Atención a Emergencias / Contingencias *12*
3.1.6 Programa de Mantenimiento Preventivo *13*
3.1.7 Medidas Ambientales Posteriores a la Emergencia *15*
3.2 CONCLUSIONES 17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Recomendaciones Técnico - Operativas *2*
Tabla 3-2 Relación Extintores *7*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Componentes del Lavador de Gases *2*
Figura 3-2 Diagrama de Funcionamiento del Scrubber *3*
Figura 3-3 Ubicación de Extintores *9*

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 3
Señalamiento de las Medidas de Seguridad y Preventivas en Materia Ambiental

En el presente capítulo se describen las medidas preventivas, correctivas y de seguridad en materia ambiental previstas para la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual Zumpango (PTAP/R Zumpango), orientadas a prevenir, controlar y mitigar los riesgos asociados al manejo de sustancias peligrosas, particularmente cloro en estado gaseoso utilizado durante el proceso de desinfección.

Las medidas aquí descritas derivan de los resultados obtenidos en el proceso de identificación, evaluación y jerarquización de riesgos desarrollado mediante la metodología HAZOP, presentada en el Capítulo 1, apartado 1.4.2 del presente Estudio de Riesgo Ambiental.

La implementación de dichas medidas permitirá reducir significativamente la probabilidad de ocurrencia de eventos de liberación accidental, así como minimizar sus posibles efectos sobre la población, la infraestructura y los componentes ambientales presentes en el entorno del proyecto.

3.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

De la identificación y jerarquización de riesgos o peligros del análisis HAZOP, se indican a continuación en la **Tabla 3-1** las recomendaciones técnico-operativas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3-1 Recomendaciones Técnico - Operativas

Nodo	Sistema	Parámetro	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguardas Existentes	Recomendaciones Técnico-Operativas	Responsable	Etapa de Implementación
1	Cloro gas	Contención	Fuga	Falla en válvula	· Liberación de nube tóxica · Componente ambiental afectado: calidad de aire	· Kit de emergencia B · Sistema de lavado de gases (Scrubber) · Caseta confinada	· Instalar válvulas de cierre rápido accesibles. · Contar con un Kit B para fugas de cloro.	Ingeniería / Operación	Diseño / Operación
1	Cloro gas	Contención	Fuga	Daño en conexión	· Exposición del personal · Afectación a la calidad del aire	· Kit de emergencia B · Sistema de lavado de gases (Scrubber) · Caseta confinada	Instalar detectores fijos con alarmas audibles y visibles.	Ingeniería	Diseño
1	Cloro gas	Flujo	Flujo excesivo	Falla en regulador	Sobredosificación y liberación	· Control manual · Medición de parámetros de calidad de agua en el efluente.	Instalar reguladores certificados y monitoreo continuo	Ingeniería	Diseño / Operación
NO-07	Sosa cáustica	Contención	Fuga	· Falla en conexión · Derrame	· Exposición química. · Posible contaminación de suelo	Sistema de contención	Implementar inspección periódica	Mantenimiento	Operación

CONSULTA PÚBLICA

3.1.1 Sistemas de Seguridad

Con la finalidad de reducir la probabilidad de ocurrencia de eventos de riesgo y mitigar sus posibles consecuencias, el proyecto de la PTAP/R Zumpango contempla la implementación de diversos sistemas de seguridad orientados al control de procesos, detección temprana de condiciones anormales y atención de emergencias.

Estos sistemas han sido considerados desde la etapa de ingeniería básica, particularmente en aquellas áreas donde se manejan sustancias peligrosas como cloro gas y productos químicos de dosificación, así como en zonas con riesgo asociado a equipos eléctricos o almacenamiento temporal de residuos peligrosos.

Los sistemas de seguridad previstos incluyen medidas de prevención, control y mitigación, tales como:

- sistemas de detección y alarma;
- ventilación y tratamiento de gases;
- aislamiento de áreas críticas;
- sistemas de control automatizado;
- equipos de atención inicial de emergencias;
- procedimientos operativos y de respuesta.

Lavador de Gases Scrubber

La incorporación del sistema de lavado de gases (scrubber) constituye la principal medida de mitigación activa ante escenarios de liberación accidental de cloro gaseoso, debido a que permite contener y neutralizar la nube tóxica antes de su dispersión hacia el exterior de las instalaciones, reduciendo significativamente los posibles efectos sobre la población y los componentes ambientales localizados dentro de las zonas potenciales de afectación.

Este sistema se conceptualizó para reducir el riesgo ante la eventualidad de una fuga de gas cloro en los puntos de cloración.

El sistema se compone:

1. Caseta de almacenamiento y extracción de gas cloro.
2. Caseta de dosificación de gas cloro.
3. Área de instrumentación, control y telemetría.
4. Equipo lavador de gases o scrubber.
5. Planta de emergencia.
6. Nicho de lavaojos y regadera.
7. Equipos e instalaciones eléctricas e hidráulicas.
8. Obras exteriores.

El sistema encenderá automáticamente a partir de que se presente una concentración mayor a 3 ppm de gas cloro en cualquiera de las casetas. Esta concentración estará siendo monitoreada mediante sensores electrónicos que al detectar dicha condición activarán simultáneamente las alarmas sonoras, el scrubber y los inyectores de aire en las casetas.

CONSULTA PÚBLICA

El sistema succionará el gas cloro por las bocas de extracción de la caseta y lo enviarán por tuberías para ser neutralizado en el scrubber mediante una reacción química que utiliza una solución de sosa cáustica. El apagado del sistema se realiza automáticamente hasta que el sensor haya detectado que la concentración sea inferior al límite establecido; esta condición de paro corresponde a la configuración de fábrica y podrá ajustarse conforme a las necesidades operativas del sistema.

La periodicidad de las inspecciones y el mantenimiento recomendados por el fabricante del scrubber es de al menos 2 veces al año.

El sistema cuenta con elementos de seguridad complementarios como son: La planta de emergencia que suministrará energía eléctrica en caso de falla del servicio público; el nicho de lavaojos para atención inmediata del personal que tenga accidentalmente contacto con la sosa cáustica y un dique de contención para el scrubber con el fin de evitar daños por alguna fuga de sosa cáustica.

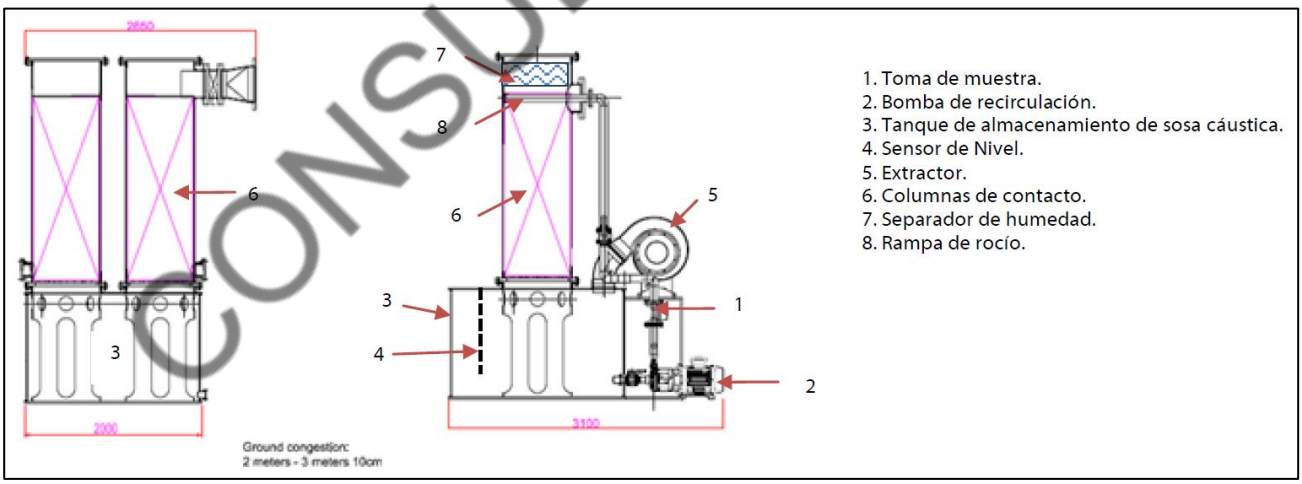
El sistema cuenta con un área de maniobras para la carga y descarga de los tanques de cloro, alumbrado exterior, equipos e instalaciones hidráulicas y eléctricas, necesarios para su funcionamiento integral.

El sistema no modifica esencialmente los procedimientos de cloración, ni de automatización y control con los cuales actualmente se operan las estaciones de cloración abiertas; solamente refuerza el aspecto de seguridad.

Funcionamiento del Scrubber

Este es el equipo medular del sistema y se encarga de realizar la neutralización del gas cloro en su interior al ponerlo en contacto con una solución de agua y sosa cáustica al 33%. Los componentes básicos se muestran en la figura siguiente.

Figura 3-1 Componentes del Lavador de Gases



Adicionalmente como medida de seguridad, el scrubber se instala dentro de un dique de contención para evitar derrames en caso de fugas en las tuberías o en el tanque de almacenamiento; también para llenado y reemplazo de la sosa cáustica y para el lavado del equipo. El dique de contención cuenta

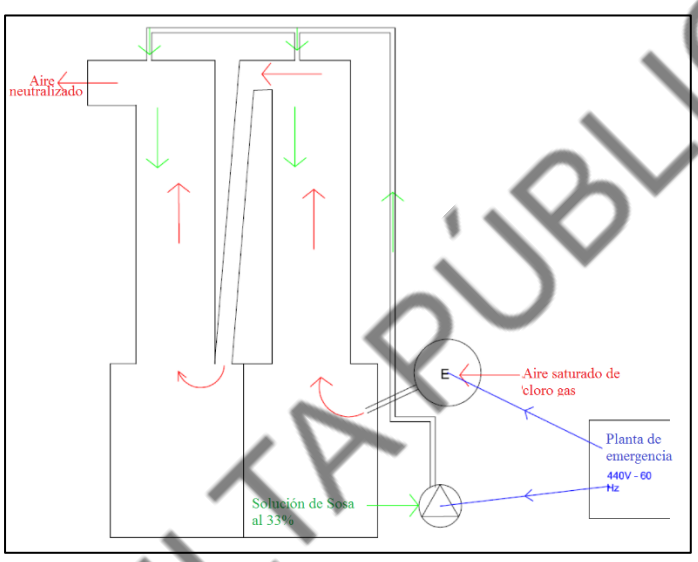
CONSULTA PÚBLICA

con una válvula manual para vaciarlo en caso de lluvia, esta válvula deberá permanecer cerrada para evitar derrames de sosa en el subsuelo en caso de accidente.

El equipo está diseñado para neutralizar 1000 kg de gas cloro, es decir que cubre el caso de fuga para la capacidad de un solo tanque lleno. Cualquiera de los sensores de gas cloro que detecte las 3 ppm encenderá el extractor del scrubber y su bomba de recirculación introduciendo el gas cloro mezclado con aire para neutralizarlo.

El diagrama de funcionamiento básico del scrubber se presenta a continuación:

Figura 3-2 Diagrama de Funcionamiento del Scrubber



CONSULTA PÚBLICA

La lógica inicial de operación del equipo, solicitada para el área de operación será la siguiente:

a. El equipo debe arrancar y parar en automático mediante los sensores a partir de una concentración de 3 ppm en cualquiera de las casetas, encendiendo las alarmas, el scrubber (la bomba de recirculación, el extractor) y el inyector de aire.

b. En el tablero del scrubber existe un botón de emergencia para arranque y paro del equipo en forma manual.

c. El aviso de fuga y encendido de los equipos será visualizado en el sistema SCADA.

d. El equipo encenderá ante cualquier estimulo que signifique situación de riesgo:

- Detección de la concentración programada de cloro.
- Falla de sensores de cloro o falla electrónica.
- Falla eléctrica o de suministro eléctrico.

El equipo seguirá trabajando hasta que se normalicen los anteriores parámetros o manualmente por intervención del personal autorizado.

e. En caso de falla en el suministro público energía eléctrica, deberá entrar en funcionamiento automáticamente la planta de emergencia para mantener la disponibilidad de energía eléctrica.

f. Cuando uno de los sensores del almacén detecte la fuga, el equipo enciende y la válvula ubicada en el tubo de extracción de la caseta de dosificación debe cerrar, para optimizar la extracción del gas cloro.

g. Cuando el sensor de la caseta de dosificación detecte la fuga, el equipo enciende y la válvula ubicada en el tubo de extracción de dicha caseta debe abrir para permitir el flujo de gas cloro hacia el scrubber.

h. Se deberá contar con una bitácora para registro de las incidencias y con órdenes de trabajo para reparar las fallas en el sistema.

Las características generales de los componentes del scrubber son:

a. Bomba para recirculación de sosa con potencia = 13.20 kw.

b. Extractor de aire con capacidad de= 4.80 kw.

c. Tanque de almacenamiento de sosa cáustica con capacidad de 3 m^3.

d. Dique de contención con capacidad de = 5.20 m^3.

Para mayor detalle de las características y el funcionamiento del scrubber se deberá consultar el manual del equipo proporcionado por el fabricante, el cual se presenta en el **Anexo D.**

Detector de Fugas

El sistema de cloración contará con detectores fijos de cloro instalados estratégicamente en la caseta de almacenamiento y en la caseta de dosificación, con el propósito de identificar oportunamente concentraciones anormales de gas cloro en el ambiente. Dichos detectores estarán interconectados al sistema de alarmas audibles y visibles, al sistema SCADA y al sistema scrubber, permitiendo la activación automática de medidas de control y neutralización.

Los detectores deberán mantenerse calibrados conforme a las especificaciones del fabricante y deberán incluirse dentro del programa de mantenimiento preventivo, con registros documentados de calibración, pruebas funcionales y sustitución de sensores cuando corresponda.

El sistema de detección deberá contar con niveles de alarma diferenciados. La concentración de 1 ppm se considerará como nivel de prealarma y activación preventiva, mientras que concentraciones iguales o superiores a 3 ppm activarán la alarma de emergencia, el sistema scrubber, extractores e inyectores de aire, conforme a la lógica de operación del sistema.

Planta de Emergencia

En caso de falla en el suministro de energía eléctrica, el sistema cuenta con una planta generadora de electricidad con motor a diésel que entrará de forma automática y puede estar encendida hasta 8 horas, tiempo suficiente para que el equipo scrubber neutralice una fuga de gas cloro. Los principales elementos que la integran son:

a. Caseta.

b. Planta de emergencia.

CONSULTA PÚBLICA

c. Tableros de control e interruptores.

d. Instalaciones eléctricas y de alumbrado.

La planta cuenta con su propio tablero de control que se interconecta con el tablero principal del sistema, el encendido y apagado será en forma manual o automática; en el caso de modo automático se encenderá al momento de fallo en el suministro de energía y apagará cuando se haya restablecido el servicio municipal o bien cuando se cuando se haya agotado el combustible disponible.

Las características generales de la planta de emergencia son:

e. Potencia = 40 kw.

f. Capacidad del tanque de diésel= 250 lts.

g. Voltaje= 440 volts.

Para mayor detalle de las características y el funcionamiento de la planta de emergencia se deberá consultar el manual del equipo proporcionado por el fabricante.

La disponibilidad de energía de respaldo garantiza la operación continua de los sistemas de detección, extracción y neutralización de cloro, incluso durante fallas en el suministro eléctrico, evitando la pérdida de control de escenarios de riesgo.

Caseta de Almacenamiento y Extracción de Gas Cloro

La caseta de almacenamiento y extracción de gas cloro corresponde al área destinada al resguardo y operación de los contenedores de cloro utilizados en el proceso de desinfección. Esta instalación constituye una de las áreas críticas del proyecto debido al manejo de cloro gas.

La caseta opera bajo condiciones de confinamiento controlado y cuenta con sistemas de seguridad orientados a reducir la probabilidad de liberación accidental y mitigar sus posibles consecuencias.

Entre los principales elementos que integran esta área se encuentran:

- contenedores de cloro gas de 907 kg;
- equipos de cloración y dosificación;
- sistema de extracción y ventilación;
- sensores de detección de cloro;
- sistema scrubber para neutralización de gas;
- polipasto para maniobra de contenedores;
- instalaciones eléctricas e hidráulicas asociadas.

La instalación contempla condiciones de acceso controlado y operación confinada, permitiendo mantener el sistema bajo condiciones seguras de funcionamiento y favorecer la contención de posibles fugas de gas.

Durante las maniobras de sustitución y movimiento de contenedores se deberán aplicar procedimientos operativos de seguridad y mantenerse en funcionamiento los sistemas de detección, ventilación y tratamiento de gases correspondientes.

CONSULTA PUBLICA

Caseta de Dosificación de Gas Cloro

La caseta de dosificación corresponde al área donde se regula la cantidad de cloro suministrada al sistema de desinfección de agua.

Esta área opera bajo condiciones confinadas y cuenta con sistemas de extracción, ventilación y detección de gas cloro, orientados a prevenir acumulaciones peligrosas y reducir la exposición del personal ante posibles fugas.

Entre los principales componentes del sistema se encuentran:

- equipos de regulación y dosificación;
- sistema de extracción y ventilación;
- sensores de detección de cloro;
- instalaciones hidráulicas y eléctricas asociadas.

La operación de esta área se realizará conforme a procedimientos internos de seguridad y bajo condiciones controladas de acceso y supervisión.

El confinamiento de las áreas de almacenamiento y dosificación permite limitar la dispersión de gas cloro hacia el exterior en caso de presentarse una fuga accidental, favoreciendo la activación y eficiencia del sistema scrubber y reduciendo la posibilidad de afectaciones al entorno ambiental.

Área de Instrumentación y Control

El sistema de cloración contará con un área destinada a la instrumentación y control de los equipos asociados al almacenamiento, dosificación y tratamiento de gas cloro.

En esta área se ubicarán los sistemas de monitoreo y control necesarios para la operación segura del sistema, incluyendo:

- tableros eléctricos;
- controladores del sistema;
- detectores de cloro;
- analizadores de proceso;
- controles eléctricos del sistema scrubber.

La integración de estos elementos permite supervisar en tiempo real las condiciones de operación y activar acciones de respuesta ante condiciones anormales o eventos de emergencia.

Nicho de Lavaojos y Regadera

La estación de cloración deberá de contar con un nicho de seguridad equipado con lavaojos y regadera de emergencia, destinado a la atención inmediata de incidentes por contacto accidental con sustancias químicas, particularmente sosa cáustica utilizada en el sistema scrubber.

Este sistema permitirá realizar el lavado inmediato de las zonas expuestas, contribuyendo a reducir la gravedad de posibles lesiones químicas al personal.

El sistema contará con suministro continuo de agua y condiciones adecuadas de operación para atención de emergencias.

CONSULTA PÚBLICA

Equipos e Instalaciones Eléctricas e Hidráulicas

La estación de cloración contará con instalaciones eléctricas e hidráulicas necesarias para la operación de los sistemas de dosificación, ventilación, detección y atención de emergencias.

Las instalaciones eléctricas consideran alimentación para equipos de control, iluminación, ventilación y operación del sistema scrubber, incluyendo respaldo mediante planta de emergencia.

Por su parte, las instalaciones hidráulicas permitirán el suministro de agua a los sistemas de seguridad y atención de emergencias, incluyendo el nicho de lavaojos y regadera.

Sistema de Protección Contra Incendios: Extintores Portátiles

Aunque el cloro no es inflamable, la presencia de equipos eléctricos, combustibles y sustancias químicas auxiliares hace necesaria la implementación de sistemas de atención inicial contra incendio.

El proyecto contempla la instalación de extintores portátiles como medida de atención inicial ante conatos de incendio, en cumplimiento con la normativa aplicable en materia de seguridad y prevención de incendios.

La selección, ubicación, señalización, inspección y mantenimiento de los extintores se realizará conforme a lo establecido en:

- NOM-002-STPS-2010;
- NOM-154-SCFI-2005;
- NOM-026-STPS-2008.

Se considera la utilización de extintores de polvo químico seco (PQS) y dióxido de carbono (CO_2), seleccionados en función del tipo de riesgo presente en cada área de la instalación.

Los extintores serán ubicados estratégicamente en áreas operativas, eléctricas y de manejo de sustancias químicas, garantizando su accesibilidad y visibilidad durante una emergencia.

Asimismo, los equipos deberán mantenerse en condiciones adecuadas de operación mediante inspecciones periódicas y mantenimiento realizado por personal o empresas autorizadas.

El personal que laborará en la instalación deberá recibir capacitación periódica en el uso y manejo de extintores portátiles, integrada al Plan de Atención a Emergencias del Programa Interno de Protección Civil, incluyendo prácticas de uso real y procedimientos de evacuación.

A continuación, en la **Tabla 3-2** se muestra la relación propuesta de extintores para la PTAP/R Zumpango, y en la **Figura 3-3** su ubicación.

CONSULTA PÚBLICA

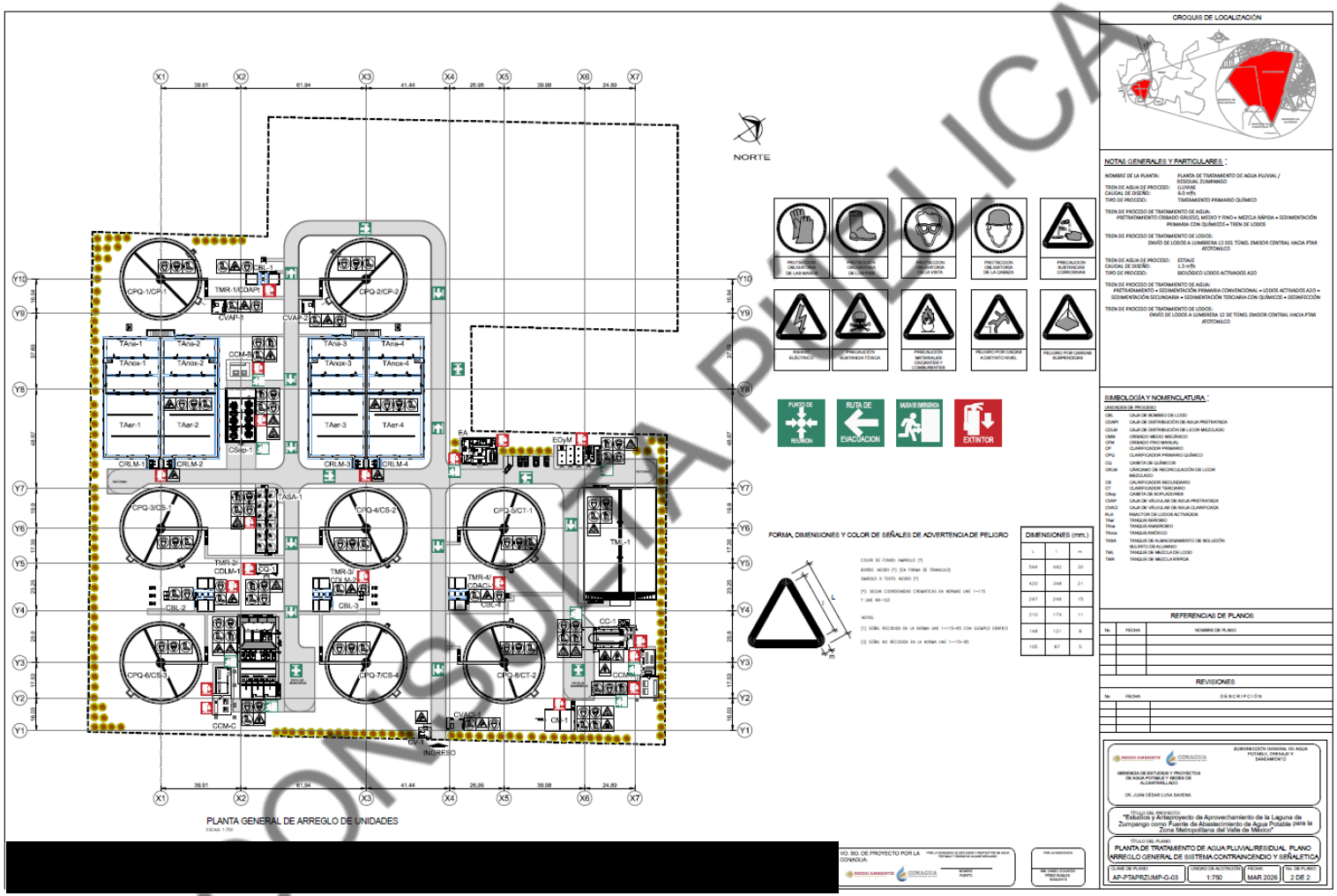
Tabla 3-2 Relación Extintores

Etapa del Proyecto	Ubicación	Equipo	Cantidad
Construcción	Trabajos en caliente	Extintor PQS 6kg	1 por trabajo
	Almacenamiento de material inflamable	Extintor PQS 6kg	1 por almacén
	Maquinaria pesada y equipos de combustión	Extintor PQS 1 kg	1 por unidad / equipo

Etapa del Proyecto	Ubicación	Equipo	Cantidad
Operación	Caseta de cloración	Extintor PQS 9kg	1 cada 23 metros
	Caseta de Dosificación Sulfato de Aluminio	Extintor PQS 9kg	1
	Almacenamiento de Sulfato de Aluminio	Extintor PQS 9kg	1
	Caseta de Químicos	Extintor PQS 6kg	1
	Edificio Administrativo	Extintor CO_2 9kg	2
	Edificio Operación y Mantenimiento	Extintor PQS 9 kg	2
	Cuartos de Control	Extintor CO_2 9kg	3
	Subestación / Planta de emergencia eléctrica	Extintor PQS 9kg	3
	Caja de bombas	Extintor PQS 6kg	4
	Caja de recirculación de licor mezclado	Extintor PQS	2
	Caja de mezcla	Extintor PQS	1
Total de equipos			**20**

CONSULTA PÚBLICA

Figura 3-3 Ubicación de Extintores



CONSULTA PÚBLICA

3.1.2 Capacitación y Atención a Emergencias

El personal operativo deberá recibir capacitación periódica en:

- manejo seguro de cloro gaseoso;
- uso de equipo de protección personal;
- detección y control de fugas;
- operación del sistema scrubber;
- procedimientos de evacuación;
- atención inicial de emergencias químicas.

Asimismo, se deberán realizar simulacros periódicos de atención a fugas de cloro y coordinación con brigadas internas y autoridades de Protección Civil.

3.1.3 Equipos de Seguridad

Equipo de Respiración Autónoma

También llamado equipo de respiración autocontenido (ERA y SCBA), está diseñado para equipos de rescate y sitios con atmósferas con poco oxígeno.

Normalmente se compone de los siguientes componentes:

- Botella de respiración de aire comprimido.
- Sistema regulador de presión.
- Máscara de protección.

La PTAP/R Zumpango deberá de contar con mínimo 2 equipos de respiración autónoma en sus instalaciones, los cuales deberán estar siempre listos y disponibles para la brigada de emergencias. Deberá estar sometido a un programa de mantenimiento en donde se verifique que la botella de respiración de aire comprimido cuente con carga vigente y que el equipo esté completo. El personal debe recibir capacitación en su uso y manejo. Este equipo no deberá almacenarse dentro de la caseta de cloración, deberá estar en un sitio accesible y señalizado, de preferencia en la caseta de vigilancia de la planta.

Kit B para la Supresión de Fugas

El Kit de Emergencia B para fugas de gas cloro está diseñado específicamente para contener fugas en contenedores de cloro de 1 tonelada. Consta de un conjunto de herramientas y dispositivos de emergencia como parches, cadenas, juntas, etc, que permiten taponar fugas en válvulas, tapones fusibles y paredes laterales, permitiendo prevenir accidentes mayores al permitir su manipulación o descarga del tanque de manera segura, posterior a la ejecución del sello.

La caseta de cloración deberá de contar con 1 kit B en un sitio accesible e identificado. El personal del área deberá de estar capacitado para su uso.

Respiradores de Cara Completa o Media Cara y Filtros

Como medida complementaria de protección respiratoria, la PTAP/R contará con respiradores de cara completa o media cara equipados con filtros adecuados para vapores y gases químicos, destinados a

CONSULTA PUBLICA

actividades de inspección, mantenimiento y atención de eventos menores asociados al manejo de sustancias peligrosas.

Estos equipos permitirán reducir la exposición del personal a concentraciones bajas o moderadas de contaminantes presentes en el ambiente, particularmente durante actividades relacionadas con el sistema de cloración y manejo de productos químicos.

Los respiradores deberán mantenerse en condiciones adecuadas de operación, incluyendo inspecciones periódicas, reemplazo de filtros conforme a las recomendaciones del fabricante y capacitación del personal para su correcto uso y ajuste.

Cabe señalar que estos equipos no sustituyen al equipo de respiración autónoma (SCBA) en escenarios de emergencia con concentraciones peligrosas de cloro gas.

Traje Encapsulado

La brigada de atención a emergencias contará con trajes encapsulados de protección química para intervención en eventos asociados a fugas de sustancias peligrosas, particularmente cloro gas y productos químicos corrosivos utilizados en el proceso de potabilización.

Estos equipos tienen como finalidad reducir la exposición del personal durante actividades de contención, aislamiento y control de fugas, proporcionando protección integral contra contacto dérmico e inhalación de sustancias peligrosas.

El uso de trajes encapsulados estará restringido al personal previamente capacitado y deberá realizarse conjuntamente con equipo de respiración autónoma, conforme a los procedimientos internos de atención a emergencias.

Asimismo, los equipos deberán mantenerse bajo condiciones adecuadas de almacenamiento, inspección y mantenimiento preventivo.

3.1.4 Medidas Preventivas

Con base en los resultados obtenidos en la identificación y evaluación de riesgos del presente estudio, se definieron diversas medidas preventivas orientadas a reducir la probabilidad de ocurrencia de accidentes, así como a minimizar las consecuencias potenciales derivadas del manejo de sustancias peligrosas y de la operación de los diferentes sistemas que conforman la PTAP/R Zumpango.

Las medidas preventivas consideradas incluyen sistemas de seguridad, controles operativos, programas de mantenimiento, procedimientos de operación y acciones de capacitación, enfocados principalmente en las áreas identificadas como críticas dentro del análisis de riesgo, particularmente aquellas relacionadas con el manejo de cloro gas y almacenamiento de sustancias químicas.

Estas medidas han sido planteadas considerando la etapa de desarrollo del proyecto (ingeniería básica), incorporando criterios de seguridad industrial, prevención de accidentes y protección ambiental, con el propósito de fortalecer las condiciones de operación segura de la instalación y reducir el potencial de afectación al personal, la población circundante y el medio ambiente.

Inspección de Contenedores de Gas Cloro

Como medidas preventivas, se deberá contar con programas de mantenimiento a la instalación e inspecciones periódicas. Los contenedores de 1 ton de gas cloro, previo a su ingreso a la instalación, deberán ser inspeccionados minuciosamente y en caso de detectar corrosión o cilindros en mal estado

CONSULTA PÚBLICA

que pongan en riesgo su integridad y/o funcionamiento, son detenidos y regresados al proveedor, aunado a esto, no se deberá permitir el ingreso a cilindros que hayan sido sometidos a sandblasteo, que tengan válvulas en mal estado, cuando los cilindros no tengan capuchón de seguridad o muestren evidencia de golpes y/o corrosión.

El mantenimiento de los tanques será responsabilidad del mismo proveedor, y es responsabilidad del operador de la planta el verificar el estado de estos al ingreso.

Programas de Mantenimiento e Integridad Mecánica

La PTAP/R deberá contar con procedimientos, infraestructura, recursos humanos y materiales para desarrollar el programa de mantenimiento, mediante el cual se administran, controlan y organizaran tales actividades en los equipos de proceso e instalaciones, donde se manejan las sustancias peligrosas. El programa de mantenimiento deberá incluir instalaciones eléctricas, sistema de tierras físicas, pararrayos, revisión y mantenimiento de válvulas de seguridad, detectores de cloro, alarmas, equipos de proceso, tuberías, estructuras y edificios.

Por otro lado, todo el personal de operación y mantenimiento deberán recibir una adecuada capacitación en sus puestos de trabajo, lo que los hace ser completamente calificados para el desempeño de sus actividades.

3.1.5 Programa de Atención a Emergencias / Contingencias

Con la finalidad de reducir los posibles efectos derivados de una emergencia asociada al manejo de sustancias peligrosas, particularmente cloro en estado gaseoso, el proyecto de la PTAP/R Zumpango deberá contar con un Programa de Atención a Emergencias y Contingencias orientado a establecer las acciones de prevención, control, respuesta y mitigación ante eventos de riesgo ambiental.

El programa tendrá como objetivo principal proteger la integridad del personal, la población cercana, la infraestructura y los componentes ambientales presentes en el entorno del proyecto, mediante procedimientos de actuación coordinada ante posibles escenarios de liberación accidental de sustancias peligrosas.

Los escenarios considerados dentro del programa incluirán, entre otros:

- fugas menores de cloro por conexiones o accesorios;
- liberación accidental de cloro por falla en válvulas o tuberías;
- falla del sistema de dosificación;
- interrupción del suministro eléctrico;
- eventos asociados a fenómenos naturales, tales como inundaciones o sismos;
- incendios en áreas operativas o eléctricas.

El programa deberá contemplar la integración de brigadas internas de atención a emergencias, debidamente capacitadas en:

- manejo seguro de sustancias químicas;
- control de fugas de cloro;
- uso de equipo de protección personal y equipo autónomo;
- evacuación y primeros auxilios;
- operación de sistemas de seguridad y neutralización.

CONSULTA PÚBLICA

Asimismo, se deberán establecer procedimientos específicos de actuación ante emergencias, incluyendo:

- activación de alarmas;
- aislamiento del área afectada;
- evacuación del personal;
- activación automática y manual del sistema scrubber;
- cierre de válvulas y sistemas de contención;
- notificación inmediata a autoridades competentes;
- evaluación de afectaciones ambientales potenciales.

El sistema de atención a emergencias deberá operar de manera coordinada con las autoridades municipales y estatales de Protección Civil, así como con las instancias de seguridad, salud y atención a emergencias que correspondan, a fin de garantizar una respuesta oportuna y eficaz ante cualquier contingencia.

De igual manera, el proyecto deberá contar con mecanismos de comunicación y alertamiento para el personal operativo y, en caso de ser necesario, para la población ubicada dentro de las zonas potenciales de afectación identificadas en el presente Estudio de Riesgo Ambiental.

Posterior a la ocurrencia de una contingencia, se deberán implementar acciones de evaluación y restauración ambiental orientadas a identificar posibles afectaciones sobre la calidad del aire, agua, suelo, flora y fauna, así como ejecutar las medidas correctivas y de remediación que resulten necesarias conforme a la magnitud del evento.

El Programa de Atención a Emergencias y Contingencias deberá mantenerse actualizado y complementarse con simulacros periódicos, programas de capacitación y revisión continua de equipos y sistemas de seguridad, a fin de asegurar su correcta implementación y capacidad de respuesta operativa.

3.1.6 Programa de Mantenimiento Preventivo

Con la finalidad de garantizar condiciones seguras de operación y reducir la probabilidad de ocurrencia de eventos de riesgo ambiental asociados al manejo de sustancias peligrosas, el proyecto de la PTAP/R Zumpango deberá contar con un Programa de Mantenimiento Preventivo aplicable a los equipos, sistemas e instalaciones relacionados con el almacenamiento, conducción, dosificación y control de cloro gaseoso.

El programa tendrá como objetivo principal asegurar la integridad mecánica y funcional de los sistemas críticos del proyecto, mediante actividades periódicas de inspección, revisión, prueba, calibración y sustitución de componentes susceptibles de desgaste, corrosión o falla operativa.

El mantenimiento preventivo deberá aplicarse, entre otros, a los siguientes sistemas y componentes:

- contenedores de cloro;
- válvulas y conexiones;
- tuberías y líneas de conducción;
- reguladores y equipos de dosificación;

CONSULTA PÚBLICA

- sensores de detección de cloro;
- sistema scrubber;
- extractores y sistemas de ventilación;
- tableros eléctricos y sistemas de control;
- planta de emergencia;
- instalaciones hidráulicas y eléctricas asociadas.

Las actividades de mantenimiento deberán realizarse conforme a las especificaciones técnicas y frecuencias recomendadas por los fabricantes de los equipos, así como de acuerdo con procedimientos internos de operación y seguridad.

Como parte del programa, se deberán contemplar las siguientes acciones:

- inspecciones periódicas de integridad física y corrosión;
- verificación de hermeticidad en válvulas y conexiones;
- calibración de sensores y equipos de monitoreo;
- pruebas de funcionamiento del sistema scrubber;
- revisión de sistemas de alarma y comunicación;
- mantenimiento a sistemas eléctricos y de respaldo energético;
- limpieza y sustitución de componentes desgastados;
- registro y seguimiento de incidencias detectadas.

Particularmente, el sistema scrubber deberá mantenerse en condiciones óptimas de operación mediante revisiones periódicas de bombas de recirculación, extractores, niveles y concentración de sosa cáustica, sensores de activación, válvulas y líneas de conducción sistemas eléctricos y de automatización.

Asimismo, la planta de emergencia deberá someterse a pruebas periódicas de encendido y operación, verificando la disponibilidad de combustible y la continuidad del suministro eléctrico hacia los sistemas críticos de seguridad.

Todas las actividades de mantenimiento deberán documentarse mediante bitácoras y registros operativos, indicando:

- fecha de ejecución;
- equipo intervenido;
- actividades realizadas;
- condiciones detectadas;
- acciones correctivas implementadas;
- personal responsable.

En caso de identificarse fallas, deterioros o condiciones que pudieran representar un riesgo para la seguridad operativa o ambiental del proyecto, se deberán implementar medidas correctivas inmediatas, incluyendo la suspensión temporal de operaciones cuando resulte necesario.

CONSULTA PÚBLICA

Adicionalmente, el personal responsable del mantenimiento deberá contar con capacitación especializada en manejo seguro de sustancias químicas peligrosas, operación de sistemas de control y atención inicial de emergencias químicas.

La implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo permitirá reducir significativamente la probabilidad de fallas mecánicas, operativas o eléctricas que pudieran derivar en eventos de liberación accidental de cloro gaseoso, contribuyendo así a mantener condiciones adecuadas de seguridad operativa y protección ambiental.

3.1.7 Medidas Ambientales Posteriores a la Emergencia

En caso de presentarse una contingencia asociada a la liberación accidental de sustancias peligrosas, particularmente cloro en estado gaseoso, se deberán implementar medidas ambientales orientadas a controlar, minimizar y, en su caso, restaurar las posibles afectaciones ocasionadas al entorno ambiental.

Las acciones posteriores a la atención inicial de la emergencia deberán enfocarse en la evaluación de daños, limpieza, control de contaminantes y seguimiento ambiental de las áreas potencialmente afectadas.

Como parte de dichas medidas, se deberán realizar las siguientes acciones:

Evaluación Inicial del Área Afectada

Una vez controlada la emergencia y garantizadas las condiciones de seguridad para el personal, se deberá efectuar una inspección técnica del área con el propósito de:

- identificar los componentes ambientales potencialmente afectados;
- delimitar el área de influencia del evento;
- evaluar posibles afectaciones sobre aire, agua, suelo, flora y fauna;
- identificar residuos o materiales contaminados derivados de la contingencia.

La evaluación deberá considerar las condiciones meteorológicas presentes durante el evento, la dirección de dispersión de la nube tóxica y la proximidad a cuerpos de agua, áreas agrícolas y zonas ambientalmente sensibles.

Control y Limpieza del Área

Posteriormente, se deberán ejecutar acciones de limpieza y control ambiental, las cuales podrán incluir:

- ventilación y dispersión controlada del contaminante residual;
- neutralización de residuos químicos remanentes;
- limpieza de superficies expuestas;
- retiro de materiales contaminados;
- aislamiento temporal de áreas afectadas;
- control de escurrimientos potencialmente contaminados.

CONSULTA PÚBLICA

En caso de existir derrames asociados al funcionamiento del sistema scrubber o liberación de sosa cáustica, se deberán implementar medidas de contención inmediata para evitar infiltraciones al suelo o arrastre hacia cuerpos de agua superficiales.

Monitoreo Ambiental

Dependiendo de la magnitud de la contingencia, se deberá implementar un programa de monitoreo ambiental posterior al evento, enfocado en evaluar la recuperación de las condiciones ambientales del sitio.

El monitoreo podrá incluir:

- medición de concentraciones residuales de cloro en aire;
- evaluación de calidad del agua superficial;
- inspección de afectaciones visibles en vegetación;
- evaluación de posibles alteraciones en suelo superficial;
- seguimiento de fauna afectada.

La periodicidad y alcance del monitoreo dependerán de la severidad del evento y de las condiciones ambientales identificadas durante la evaluación inicial.

Atención a Flora y Fauna

En caso de identificarse afectaciones a flora o fauna derivadas de la contingencia, se deberán implementar medidas orientadas a reducir impactos secundarios y favorecer la recuperación ambiental del área.

Estas acciones podrán incluir:

- retiro de ejemplares muertos o afectados;
- disposición adecuada de organismos contaminados;
- limpieza de áreas impactadas;
- restitución de vegetación afectada, cuando resulte técnicamente viable;
- notificación a las autoridades ambientales competentes, en caso de afectaciones relevantes.

Manejo de Residuos Derivados de la Emergencia

Todos los residuos generados durante la atención y limpieza de la contingencia deberán manejarse conforme a la normatividad ambiental aplicable.

Los materiales contaminados, equipos de protección desechables, absorbentes, residuos químicos y demás materiales generados deberán:

- almacenarse temporalmente en condiciones seguras;
- identificarse y etiquetarse adecuadamente;
- entregarse a empresas autorizadas para su manejo y disposición final, cuando corresponda.

Seguimiento y Registro de la Contingencia

Toda contingencia deberá documentarse mediante reportes internos que incluyan:

CONSULTA PÚBLICA

- descripción del evento;
- causas identificadas;
- acciones implementadas;
- áreas afectadas;
- resultados del monitoreo ambiental;
- medidas correctivas aplicadas.

Asimismo, cuando la magnitud del evento así lo requiera, se deberá notificar a las autoridades competentes en materia ambiental y de Protección Civil conforme a la normatividad aplicable.

3.2 CONCLUSIONES

Las medidas preventivas y de seguridad en materia ambiental propuestas para el proyecto de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual Zumpango (PTAP/R Zumpango) fueron definidas con base en los riesgos identificados mediante el análisis HAZOP y en los escenarios de riesgo evaluados dentro del presente Estudio de Riesgo Ambiental.

Las medidas consideradas contemplan acciones de prevención, control, mitigación y atención de emergencias orientadas principalmente al manejo seguro de cloro en estado gaseoso, sustancia que representa el principal factor de riesgo ambiental asociado al proyecto.

Entre las principales medidas previstas destacan:

- sistemas automáticos de detección de cloro;
- casetas confinadas para almacenamiento y dosificación;
- sistema lavador de gases (scrubber) para neutralización de fugas;
- planta de emergencia para respaldo energético;
- procedimientos de operación y mantenimiento preventivo;
- integración de brigadas y programas de atención a emergencias;
- coordinación con autoridades de Protección Civil;
- medidas de monitoreo y restauración ambiental posteriores a contingencias.

La implementación integral de dichas medidas permitirá reducir significativamente la probabilidad de ocurrencia de eventos de liberación accidental, así como limitar sus posibles efectos sobre la población, la infraestructura y los componentes ambientales presentes en el área de influencia del proyecto.

Asimismo, se considera que las medidas propuestas son técnica y operativamente viables, y que su correcta aplicación permitirá mantener los riesgos ambientales identificados en niveles aceptables y controlables, fortaleciendo las condiciones de seguridad operativa y protección ambiental durante las distintas etapas del proyecto.

En este sentido, se concluye que el proyecto cuenta con medidas preventivas y de seguridad suficientes para la atención de los riesgos ambientales identificados, siempre que se garantice su implementación, mantenimiento y actualización permanente conforme a las condiciones reales de operación y a la normatividad aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

Será de suma importancia que las autoridades competentes en materia de Protección Civil, tanto a nivel municipal como estatal, tengan conocimiento de las características del proyecto, de las sustancias peligrosas manejadas y de los escenarios de riesgo identificados en el presente Estudio de Riesgo Ambiental, con el propósito de fortalecer la coordinación institucional en materia de prevención y atención de emergencias. En este sentido, previo al inicio de operaciones, el promovente y/o el organismo responsable de la operación de la PTAP/R deberá establecer mecanismos permanentes de comunicación y coordinación con dichas autoridades, a efecto de integrar protocolos de actuación conjunta, rutas de evacuación, sistemas de alertamiento y procedimientos de respuesta ante posibles contingencias relacionadas con la liberación accidental de cloro gaseoso. Lo anterior permitirá fortalecer la capacidad de respuesta oportuna ante emergencias y reducir potenciales afectaciones a la población y al ambiente.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 4
Resumen

CONTENIDO E ÍNDICES

4.1 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL 2
4.2 RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL 5
4.3 INFORME TÉCNICO 9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Sustancias Altamente Riesgosas *2*
Tabla 4-2 Escenario de Riesgo Identificado *6*
Tabla 4-3 Radios Potenciales de Afectación *6*
Tabla 4-4 Componentes Ambientales y Sociales Vulnerables *7*
Tabla 4-5 Resumen de Medidas Preventivas y de Seguridad *7*
Tabla 4-6 Sustancias Involucradas *11*
Tabla 4-7 Antecedentes de Accidentes e Incidentes *12*
Tabla 4-8 Identificación y Jerarquización de Riesgos Ambientales *13*
Tabla 4-9 Estimación de Consecuencias *14*
Tabla 4-10 Criterios Utilizados *14*

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 4
Resumen

En el presente apartado se integra el resumen ejecutivo del "Estudio de Riesgo – Modalidad Análisis de Riesgo" elaborado para el proyecto denominado "Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual Zumpango (PTAP/R Zumpango)", el cual forma parte de los componentes principales del proyecto *"Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Metropolitana del Valle de México",* promovido por el Gobierno Federal a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), cuyo objetivo es contribuir al fortalecimiento del abastecimiento de agua potable para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), mediante el aprovechamiento y tratamiento de las aguas de la Laguna de Zumpango, bajo criterios de sustentabilidad y seguridad ambiental. ".

El proyecto consiste en la construcción y operación de una Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual (PTAP/R), diseñada para el tratamiento del agua que ingresa a la laguna a través del Canal Santo Tomás, incorporando procesos fisicoquímicos y biológicos para producir un agua tratada efluente que cumpla con los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 para descargas en cuerpos receptores tipo embalses, lagos y lagunas, mejorando así la calidad del agua pluvial, sola o combinada con agua residual tratada, almacenada en la laguna y permitiendo, en una etapa posterior, su aprovechamiento como fuente potencial de abastecimiento de agua potable para la ZMVM.

La planta de tratamiento ha sido concebida bajo un esquema operativo modular y flexible, que permite su funcionamiento diferenciado en función de las condiciones hidrológicas asociadas a la temporada de lluvias y al período de estiaje.

Durante la época de lluvias, la instalación opera como una Planta de Tratamiento de Agua Pluvial (PTAP), atendiendo caudales elevados con predominio de agua de origen pluvial y utilizando principalmente procesos físicos y fisicoquímicos. La operación y funcionamiento de la PTAP en época de lluvias será alrededor de 5 meses del año, de junio a octubre (153 días), en los cuales podrá tratar de 7 a 9 m^3/s (caudal máximo).

Durante el período de estiaje, la operación del sistema se ve condicionada por la disminución significativa de las aportaciones de origen pluvial, por lo que el volumen de agua que ingresa a la Laguna de Zumpango proviene principalmente de fuentes de agua residual municipal conducidas a través del Canal Santo Tomás, por lo que la planta se configura como una Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), incorporando procesos biológicos para el tratamiento de agua de origen residual, con caudales más bajos y relativamente constantes. Esta modulación operativa se logra mediante la reconversión funcional de unidades de tratamiento y la incorporación de infraestructura específica, optimizando el aprovechamiento de las instalaciones, asegurando el cumplimiento de los objetivos de calidad del efluente y garantizando la adaptabilidad del sistema a las variaciones estacionales. Durante el temporal de estiaje, la PTAR operará alrededor de 212 días (7 meses) de noviembre a mayo, durante los cuales tendrá la capacidad de tratar un caudal de 0.3 a 1.3 m^3/s.

Debido a las características y a la naturaleza del agua influente a la PTAP/R durante la época de estiaje, será necesario incorporar la etapa de desinfección, para de esta manera garantizar el cumplimiento de los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 para cuerpos receptores tipo embalse, lagos y lagunas.

Para llevar a cabo la desinfección el proyecto contempla el almacenamiento y manejo de cloro en estado gaseoso, sustancia considerada altamente riesgosa por sus características tóxicas, en cantidades

CONSULTA PÚBLICA

que rebasan los umbrales establecidos en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas publicados en el Diario Oficial de la Federación, razón por la cual se requiere la elaboración y evaluación del presente Estudio de Riesgo Ambiental, Modalidad Análisis de Riesgo.

El presente resumen ejecutivo integra los principales resultados del análisis de riesgo ambiental realizado para el proyecto, incluyendo la identificación de escenarios de riesgo asociados al manejo de sustancias peligrosas, la determinación de radios potenciales de afectación, la evaluación de posibles efectos sobre el sistema ambiental y la población, así como las medidas preventivas y de seguridad propuestas para minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y mitigar sus posibles consecuencias.

4.1 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

El presente Estudio de Riesgo Ambiental, Modalidad Análisis de Riesgo, permitió identificar, analizar y evaluar los riesgos potenciales asociados a la construcción y operación de la PTAP/R Zumpango, particularmente aquellos relacionados con el manejo y almacenamiento de cloro en estado gaseoso utilizado durante el proceso de desinfección.

El uso de cloro en estado gaseoso se concentrará únicamente durante el periodo de operación de la PTAP/R correspondiente a la temporada de estiaje, estimada en aproximadamente 212 días al año (7 meses), comprendidos entre noviembre y mayo, durante los cuales se prevé el tratamiento de caudales del orden de 0.3 a 1.3 m^3/s.

Como medida preventiva, se realizará una programación del suministro y consumo de cloro gas con la finalidad de minimizar el almacenamiento de contenedores durante la temporada de lluvias. De esta manera, al término del periodo de operación se buscará evitar la permanencia de contenedores en reserva o almacenamiento dentro de las instalaciones.

En caso de que al concluir la temporada operativa permanezca algún contenedor conectado al sistema de cloración o con contenido remanente, éste deberá ser desconectado conforme a los procedimientos y protocolos de seguridad aplicables para el manejo de cloro gas, asegurando posteriormente su almacenamiento temporal en condiciones adecuadas de seguridad y confinamiento hasta su retiro por parte del proveedor autorizado o su reincorporación al sistema durante el siguiente ciclo operativo.

Tabla 4-1 Sustancias Altamente Riesgosas

Sustancia	No. CAS	Estado físico	Cantidad Máxima	Uso Dentro del Proyecto	Característica de Riesgo	Cantidad de Reporte
Cloro (Cl_2)	7782-50-5	Gas licuado	907 kg por cilindro	Desinfección del agua tratada	Tóxico	1 kg

Con base en la aplicación de metodologías de identificación y jerarquización de riesgos, así como mediante el análisis de consecuencias realizado con apoyo del software ALOHA versión 5.4.7, se

CONSULTA PÚBLICA

determinaron los escenarios de riesgo con mayor relevancia ambiental, correspondientes al Evento Catastrófico y al Evento Más Probable, asociados a la liberación accidental de cloro gaseoso.

Los resultados obtenidos permitieron establecer las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, identificando posibles afectaciones sobre infraestructura, actividades económicas, población y componentes ambientales relevantes presentes en el entorno del proyecto, incluyendo áreas asociadas al Área Natural Protegida estatal "Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango".

El análisis realizado permitió identificar que el principal riesgo ambiental corresponde a una posible liberación accidental de cloro derivada de fallas mecánicas, operativas o por interacción con fenómenos externos, tales como inundaciones o sismos. Asimismo, se determinó que los efectos potenciales asociados a dichos eventos se relacionan principalmente con la formación de nubes tóxicas capaces de generar afectaciones a la salud humana, fauna, vegetación y calidad ambiental del entorno inmediato.

No obstante, considerando:

- la baja probabilidad de ocurrencia de los escenarios catastróficos modelados;
- las características de diseño del proyecto;
- la implementación de sistemas de detección y control de fugas;
- la instalación de una caseta confinada para almacenamiento y manejo de cloro;
- el uso de un sistema lavador de gases (scrubber);
- la aplicación de programas de mantenimiento preventivo;
- y la capacitación del personal operativo y brigadas de emergencia;

se concluye que los riesgos ambientales identificados pueden mantenerse en niveles aceptables y controlables.

Asimismo, se considera que los posibles efectos sobre el sistema ambiental serían predominantemente temporales y reversibles, siempre que se implementen de manera adecuada las medidas preventivas, de mitigación y respuesta a emergencias descritas en el presente estudio.

En este sentido, y con base en el análisis efectuado, se concluye que el proyecto presenta viabilidad en materia de riesgo ambiental, condicionado al cumplimiento estricto de las medidas de seguridad, prevención, operación y atención a contingencias propuestas en el presente Estudio de Riesgo Ambiental y aquellas que, en su caso, determine la autoridad ambiental competente.

La selección del cloro en estado gaseoso como agente desinfectante para la Planta de Tratamiento de Aguas Pluviales/Residuales (PTAP/R) Zumpango se realizó con base en criterios técnicos, operativos y de eficiencia sanitaria, considerando las características hidráulicas del proyecto, los caudales de diseño y la calidad del agua tratada requerida previo a su descarga o reúso.

El cloro gas es uno de los desinfectantes de mayor efectividad para el tratamiento de aguas residuales y pluviales, debido a su elevada capacidad oxidante y poder bactericida, permitiendo una eliminación eficiente de microorganismos patógenos aún bajo condiciones variables de operación y caudal.

Asimismo, el uso de cloro gaseoso presenta ventajas operativas respecto a otras alternativas de desinfección, como el hipoclorito de sodio, entre las que destacan las siguientes:

- Mayor estabilidad química durante el almacenamiento.

CONSULTA PÚBLICA

- Mayor concentración de cloro activo disponible.
- Menor volumen requerido para almacenamiento y manejo.
- Mayor eficiencia de dosificación en caudales elevados.
- Menor generación de subproductos derivados de degradación química durante almacenamiento prolongado.
- Compatibilidad con sistemas automatizados de control y dosificación.

En el caso específico del Proyecto, el empleo de cloro gas permite mantener un sistema de desinfección continuo y estable para los caudales de operación previstos, estimados entre 0.3 y 1.3 m^3/s durante la temporada de operación de la PTAP/R.

No obstante, debido a que el cloro gaseoso es una sustancia clasificada como altamente riesgosa por sus características tóxicas, el Proyecto contempla la implementación de medidas de seguridad orientadas a minimizar la probabilidad de ocurrencia de fugas o liberaciones accidentales, así como reducir sus posibles efectos sobre la población y el ambiente.

Entre dichas medidas destacan:

- Almacenamiento en caseta cerrada y confinada.
- Instalación de sensores automáticos para detección de cloro.
- Sistema lavador de gases (Scrubber) para neutralización de fugas.
- Sistemas de alarma y respuesta a emergencias.
- Procedimientos operativos y programas de mantenimiento preventivo.
- Capacitación especializada al personal operativo y brigadas de atención a emergencias.

Con base en lo anterior, se considera que el uso de cloro gas es técnica y operativamente viable para el Proyecto, siempre que se mantengan las medidas de prevención, control y mitigación descritas en el presente Estudio de Riesgo Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

4.2 RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

Derivado del análisis efectuado, se identificó que el principal riesgo ambiental asociado al proyecto corresponde a la posible liberación accidental de cloro gaseoso durante las actividades de almacenamiento, conducción y dosificación dentro de la caseta de cloración.

Dentro de este proceso se identificaron los siguientes riesgos:

- Fugas y averías de los contenedores de gas cloro o sus componentes debido a un mal manejo en su almacenamiento, manipulación y/o transporte.
- El cloro gas es una sustancia tóxica que representa un riesgo potencial a los operadores de la planta y a la población aledaña en caso de ocurrir una liberación accidental.
- El cloro en altas concentraciones puede constituir un riesgo para la vida acuática, sin embargo, el proyecto no contempla concentraciones de cloro residual en el efluente.
- El cloro reacciona con los compuestos orgánicos del agua residual y puede producir sub productos, algunos de ellos se conocen como carcinógenos y/o mutagénicos (trihalometanos). Por lo que para evitar la formación de estos productos se debe asegurar una baja concentración de materia orgánica, a través de un proceso biológico eficiente, que para este Proyecto se logra en la unidad del reactor biológico.

Con base en la aplicación de metodologías de identificación y jerarquización de riesgos, se determinaron dos escenarios principales:

- un Evento Catastrófico (EC), correspondiente a la liberación total del contenido de un tanque de almacenamiento de cloro.
    - Este evento se modela como el más catastrófico, sin embargo, es menos probable de ocurrir, ya que en como parte del proyecto se tiene prevista la construcción de una caseta de cloración cerrada en dónde se almacenará y manejará el gas cloro, equipada con 3 sensores de gas cloro y un lavador químico de gases (Scrubber), por lo que, en caso de ocurrir una liberación accidental del gas, este quedará dentro de la caseta y al detectar al detectar concentraciones de prealarma de 1 ppm se activarán alarmas preventivas, mientras que concentraciones iguales o superiores a 3 ppm activarán automáticamente el sistema scrubber para la neutralización del gas.

- y un Evento Más Probable (EMP), asociado a una fuga por falla en conexiones o accesorios del sistema de cloración.
    - Este escenario es el más probable de ocurrir y la afectación dependería de la abertura a través de la cual se emite la fuga de cloro. El escenario no considera sistemas de control adicionales como la atención por parte de personal brigadista y la reparación de la fuga, lo que reduciría el tiempo de emisión del gas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-2 Escenario de Riesgo Identificado

Escenario	Tipo de Evento	Descripción	Consecuencia Principal	Nivel de Riesgo
Evento Catastrófico (EC)	Liberación mayor no controlada derivada de falla severa en válvula o conexión	Fuga severa asociada a falla mecánica en válvula o conexión del sistema de almacenamiento.	Formación de nube tóxica y afectación ambiental	Alto
Evento Más Probable (EMP)	Fuga parcial	Fuga en conexiones o válvulas del sistema de cloración	Dispersión localizada de cloro gaseoso	Moderado

La modelación de ambos escenarios mediante el software ALOHA permitió determinar los radios potenciales de afectación correspondientes a la Zona de Alto Riesgo (IDLH) y Zona de Amortiguamiento (TLV8), identificando posibles afectaciones sobre infraestructura, actividades económicas, áreas agrícolas, vialidades, población y componentes ambientales presentes en el entorno del proyecto.

Los escenarios modelados mediante ALOHA fueron desarrollados bajo criterios conservadores y sin considerar la eficiencia operativa del sistema scrubber ni la intervención de brigadas de emergencia, con la finalidad de estimar radios máximos potenciales de afectación.

Tabla 4-3 Radios Potenciales de Afectación

Escenario	Zona Evaluada	Criterio	Radio de Afectación
Evento Catastrófico	Zona de Alto Riesgo	IDLH 10 ppm	1.7 km
Evento Catastrófico	Zona de Amortiguamiento	TLV8 1 ppm	4.2 km
Evento Más Probable	Zona de Alto Riesgo	IDLH 10 ppm	166 m
Evento Más Probable	Zona de Amortiguamiento	TLV8 1 ppm	574 m

Entre los elementos ambientales relevantes identificados dentro de las zonas potenciales de afectación destaca el “Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango”, particularmente en áreas correspondientes a subzonas de protección, restauración y aprovechamiento sustentable.

Asimismo, se identificó que el fenómeno de inundación representa el principal factor externo de vulnerabilidad para el proyecto, debido a su capacidad potencial para afectar sistemas de almacenamiento, válvulas, conexiones y equipos relacionados con el manejo de cloro.

Los posibles efectos ambientales asociados a una liberación accidental de cloro se relacionan principalmente con la formación de nubes tóxicas y la afectación temporal de la calidad del aire, así como posibles impactos sobre flora, fauna y cuerpos de agua superficiales localizados dentro de las áreas de afectación modeladas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-4 Componentes Ambientales y Sociales Vulnerables

Elemento Vulnerable	Posible Afectación
Laguna de Zumpango	Alteración temporal de calidad ambiental
ANP Estatal	Afectación temporal a subzonas de protección y restauración
Áreas agrícolas	Afectación temporal a vegetación cultivada
Población cercana	Exposición a nube tóxica
Infraestructura vial	Restricción temporal de tránsito y evacuación

No obstante, el proyecto contempla la implementación de diversas medidas preventivas, correctivas y de seguridad orientadas a minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y reducir sus posibles consecuencias, entre las que destacan:

- almacenamiento de cloro en caseta confinada;
- instalación de sensores automáticos de detección de cloro;
- sistema lavador de gases (scrubber);
- equipo de protección personal;
- programas de mantenimiento preventivo;
- capacitación del personal operativo;
- integración de brigadas de atención a emergencias;
- procedimientos de respuesta y evacuación;
- y sistemas de monitoreo y control operacional.

Tabla 4-5 Resumen de Medidas Preventivas y de Seguridad

Riesgo identificado	Medida implementada
Fuga de cloro	Sensores automáticos de detección
Liberación accidental	Sistema scrubber de neutralización
Fallas operativas	Programas de mantenimiento preventivo
Exposición del personal	Equipo de protección personal y capacitación
Emergencia química	Brigadas y procedimientos de respuesta
Riesgo por inundación	Diseño considerando vulnerabilidad hidrológica

Con base en lo anterior, se considera que el proyecto presenta condiciones de riesgo ambiental técnicamente identificadas, evaluadas y controlables, siempre que se mantenga el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y atención a contingencias establecidas en el presente Estudio de Riesgo Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Aunado a esto, se deberán seguir las medidas de seguridad y recomendaciones descritas en el **Capítulo 3** de este estudio y se deberá de contar con programas de comunicación externos de emergencias para involucrar a las comunidades aledañas que puedan resultar afectadas en caso de una emergencia, así como programas de comunicación continua con Protección Civil, Bomberos, Cruz Roja, y otras instituciones de apoyo y respuesta a emergencias.

Una vez que el proyecto esté en construcción, será necesario establecer e implementar un Programa Interno de Protección Civil, que incluya, entre otros, planes de atención a emergencias, procedimientos de evacuación, capacitación del personal, así como la integración de una Unidad Interna de Protección Civil (UIPC). Asimismo, se deberá considerar la instalación de sistemas de alertamiento y la vinculación con los sistemas locales de protección civil, a fin de garantizar una respuesta oportuna ante la ocurrencia de eventos adversos.

CONSULTA PÚBLICA

4.3 INFORME TÉCNICO

En este apartado se establecen las "Tablas del Informe Técnico" presentadas en la Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo.

A continuación, se menciona el contenido de las tablas antes mencionadas:

a. **Tabla 4-6;** Sustancias Químicas Involucradas en el proyecto.
b. **Tabla 4-7;** Antecedentes de Accidentes e Incidentes relacionadas con el cloro gas.
c. **Tabla 4-8;** Identificación y Jerarquización de Riesgos.
d. **Tabla 4-9;** Estimación de Consecuencias derivadas de la modelación de los escenarios de riesgo asociados al gas cloro.

   Entendiendo como los efectos potenciales los siguientes criterios de acuerdo con la guía:

   (C) Catastrófico. Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión) que puede causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso irreversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tipos de vegetación amenazada, entre otros).

   (G) Grave: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

   (S) Significativo: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, no afectando la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.

   (R) Reparable: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

   (N) Ninguno: Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación.

e. **Tabla 4-10;** Criterios Utilizados en la modelación de los escenarios de riesgo asociados al gas cloro.

CONSULTA PÚBLICA

En la **Tabla 4-6** se clasifican las sustancias químicas involucradas en la operación de la PTAP/R:

- **Cloro gas:** Esta sustancia es utilizada en el proceso de desinfección, durante la operación de la PTAR en temporada de estiaje.
- **Sulfato de Aluminio**: Esta sustancia se utiliza para la formación de flóculos y permitir la remoción de algunos contaminantes mediante procesos fisicoquímicos, se utiliza durante la operación de la PTAR y la PTAP, durante todo el año.
- **Hidróxido de sodio (Sosa caustica):** Esta sustancia sirve como neutralizador del cloro gas, es necesaria para el funcionamiento del Scrubber ya que al inyectar cloro gas produce cloruro de sodio y agua, de tal manera que se utiliza una vez gastada en el proceso de neutralización tras una fuga de gas cloro.
- **Diésel:** Este combustible es utilizado para el funcionamiento de la planta de emergencia solamente cuando el suministro de energía eléctrica falla, dentro del proyecto se contempla la instalación de una planta de emergencia.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-6 Sustancias Involucradas

Nombre Químico de la Sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm^3)	Flujo (L/s)	Longitud de la Tubería (km)	Diámetro de la Tubería (cm)	Presión de Operación (kg/cm^2)	Espesor (mm)	Descripción de la Trayectoria
Cloro Gas (Cl_2) IUPAC: Dicloro	7782-50-5	0.573	0.0032	0.015	2.54	N/A	15.10	Caseta confinada de cloración
Sulfato de Aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) IUPAC: Tetradecahidrato de tris[tetraoxosulfato(VI)] de dialuminio	10043-01-3	1.33	0.63	0.155	50.80	1	3.40	Caseta de dosificación de Sulfato de Aluminio
Hidróxido de sodio (NaOH) IUPAC: Hidróxido de Sodio	1310-73-2	1.515	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Scrubber
Diésel IUPAC: N/A	68334-30-5	0.86	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Planta de emergencia

* De acuerdo con los lineamientos descritos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, International Union Pure Aplicated Chemistry).
** De acuerdo con el Chemical Abstract Service (CAS)

CONSULTA PÚBLICA

En la **Tabla 4-7** se presentan algunos accidentes que han sucedido en el territorio mexicano y que involucran directamente al gas cloro, es importante destacar que estos eventos no tienen correlación con el Proyecto, ya que el presente data de los estudios y el anteproyecto para la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual, por tal motivo no ha sido construida ninguna infraestructura relacionada a este.

Cabe mencionar que, al no tener un inventario oficial de estos accidentes, la investigación se basa en las publicaciones disponibles de las noticias y periódicos locales.

Tabla 4-7 Antecedentes de Accidentes e Incidentes

Año	Ciudad	Instalación	Sustancia Involucrada	Evento	Causa	Nivel de Afectación (Componentes Ambientales Afectados)	Acciones Realizadas para su Atención
2023 (1)	Ahome, Sinaloa	Planta Potabilizadora de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Ahome (Japama)	Gas Cloro	Fuga	Válvula dañada	Aire	Evacuación de la población aledaña. Cambio y reparación de los componentes dañados.
2026 (2)	Monterrey	Planta de Bombeo de Agua y Drenaje	Gas Cloro	Fuga	Válvula dañada	Aire	Cambio de tubería dañada que ocasionó la fuga.

Fuente:
(1) Periódico "Milenio" con fecha del 26 de julio de 2023. https://www.milenio.com/estados/fuga-gas-cloro-planta-potabilizadora-obliga-desalojo-sinaloa
(2) Periódico "El Norte" con fecha del 05 de marzo de 2026. https://www.elnorte.com/fuga-de-gas-cloro-causa-intoxicacion-a-trabajador-de-ayd/ar3163117

En la **Tabla 4-8**, se muestra un resumen de los riesgos asociados al manejo del cloro gas, específicamente en la conducción del gas desde los tanques de almacenamiento hacia los cloradores de dosificación en donde la sustancia es conducida en estado líquido para la dosificación en el tanque de mezcla, descritos en el **Capítulo 1** del presente Estudio de Riesgos, los cuales fueron identificados y jerarquizados de acuerdo con la metodología del análisis HAZOP.

En la **Tabla 4-9** se muestra el resumen de los resultados obtenidos de las modelaciones de los eventos de riesgo, descritas en el **Capítulo 2** del presente Estudio de Riesgo y en la **Tabla 4-10** se presentan los criterios utilizados para las modelaciones.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-8 Identificación y Jerarquización de Riesgos Ambientales

No. de Falla	No. de Evento	Falla	Accidente Hipotético					Metodología empleada para la identificación del riesgo	Componente Ambiental Afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
1	1	Ruptura del tanque de almacenamiento del gas cloro.	X				Tanque de almacenamiento	HAZOP	Aire
	2	Tanque de almacenamiento dañado por mala ejecución.	X				Tanque de almacenamiento	HAZOP	Aire
	3	Válvula dañada	X				Tanque de almacenamiento / Sistema de conducción	HAZOP	Aire
	4	Conexión dañada	X				Tanque de almacenamiento / Sistema de conducción	HAZOP	Aire
	5	Tubería dañada / corrosión	X				Sistema de conducción	HAZOP	Aire
	6	Errores del operador, válvulas abiertas, conexiones mal ejecutadas, falta de mantenimiento.	X				Tanque de almacenamiento / Sistema de conducción	HAZOP	Aire

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4-9 Estimación de Consecuencias

No. de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación				Estado Físico	Efectos Potenciales					Programa de Simulación Empleado	Zona de Alto Riesgo	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		TLV8** Distancia (m)	IDHL* Distancia (m)
1	1		x	417	kg	Gaseoso	x					ALOHA	1,700	4,200
	2		x		kg	Gaseoso				x		ALOHA	166	574

C: Catastrófico. Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión) que puede causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso irreversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tipos de vegetación amenazada, entre otros).
G: Grave. Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.
S: Significativo. Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, no afectando la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.
R: Reparable. Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.
N: Ninguno. Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación.
*IDHL: Inminentemente peligrosa para la vida y la salud
**TLV_8: Valor Umbral Límite

Tabla 4-10 Criterios Utilizados

No. de Falla	No. de Evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación Térmica		Otros Criterios
		IDHL (1)	TLV_8(2)	Velocidad del Viento (m/seg)	Estabilidad Atmosférica (3)	0.5 psi	1.0 psi	1.4 kW/m²	5 kW/m²	
1	1	10 ppm	1 ppm	2.6	C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	2	10 ppm	1 ppm	2.6	C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

(1) IDHL: Inminentemente peligrosa para la vida y la salud
(2) TLV_8: Valor Umbral Límite
(3) Estabilidad Atmosférica dentro de las Clases de Pasquill
A: Muy Inestable (Alta insolación, vientos flojos, gran dispersión vertical).
B: Moderadamente Inestable
C: Ligeramente Inestable
D: Neutra (Cielos cubiertos o vientos fuertes; dispersión mecánica).
E: Ligeramente Estable (Noche, vientos moderados).
F: Moderadamente Estable (Noche, despejado, vientos flojos, baja dispersión, inversión térmica)

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 5
Identificación de los Instrumentos Metodológicos y Elementos Técnicos que Sustentan la Información Señalada en el Estudio de Riesgo Ambiental

CONTENIDO E ÍNDICES

5.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN 1
5.1.1 Planos 1
5.1.2 Fotografías 3
5.1.3 Cartografía Consultada 3
5.1.4 Memorias Descriptivas 3
5.1.5 Memoria Técnica de las Modelaciones 3
5.1.6 Memoria técnico descriptiva y justificativa del proyecto civil, mecánico, eléctrico, y sistema contra incendio 3

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1 Planos y Mapas Incluidos en el Anexo A 2

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo 5
Identificación de los Instrumentos Metodológicos y Elementos Técnicos que Sustentan la Información Señalada en el Estudio de Riesgo Ambiental

En el presente apartado se muestra el índice del contenido de los anexos que sirvieron de soporte para la realización del Estudio de Riesgo Ambiental – Modalidad Análisis de Riesgo para el Proyecto denominado **Estudios y Anteproyecto de Aprovechamiento de la Laguna de Zumpango como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para la ZMVM / Planta de Tratamiento de Agua Pluvial/Residual (PTAP/R)**.

Cabe mencionar que dicho proyecto trata de la ingeniería básica, por lo que algunos aspectos se muestran de manera conceptual.

5.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

5.1.1 Planos

En el **Anexo A** se presentan los mapas de riesgo elaborados para el presente estudio de riesgo, tomando como referencia la información vectorial disponible en el Atlas de Riesgo.

Además, se presentan los planos de distribución de los equipos de atención a emergencia y la identificación de riesgos asociados a las energías y sustancias peligrosas presentes en el área del proyecto.

Así mismo, en el mismo anexo se presentan los planos arquitectónicos y funcionales de las áreas destinadas al almacenamiento de las sustancias peligrosas descritas en el **Capitulo 1** del presente estudio, los DTI's de las líneas de conducción de las sustancias que sirvieron como base para la realización del análisis HAZOP para la identificación y jerarquización de los riesgos.

A continuación, se enlistan los planos y mapas incluidos en el Anexo A;

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5-1 Planos y Mapas Incluidos en el Anexo A

Ubicación del Archivo	Nombre del Archivo
DTI´s	PTAPR-ZUMP-IC-PL-1 DTI Caseta de Cloración
	PTAPR-ZUMP-IC-PL-1 DTI Sulfato de Aluminio
Mapas de Riesgo	ERA - 02 Riesgo Temperatura
	ERA - 03 Riesgo Ciclones Tropicales
	ERA - 04 Riesgo Inundaciones
	ERA - 05 Vulnerabilidad de Inundación
	ERA - 06 Riesgo Tormentas Eléctricas
	ERA - 07 Riesgo Ondas Cálidas
	ERA - 08 Regionalización Sísmica CFE
	ERA - 09 Riesgo Sequía
	ERA - 10 Riesgo Vientos
	ERA - 11 Accidentes Pirotecnia
	ERA - 12 Industrias Químicas
Mapas de Modelaciones	ERA - 13 Modelación escenario 1 - Evento Catastrófico
	ERA - 14 Modelación escenario 1 - Evento Más Probable
	ERA - 15 Modelación escenario 1 - EC - Actividades económicas
	ERA - 16 Modelación escenario 1 - EC - ANP
	ERA - 17 Modelación escenario 1 - EMP - ANP
	ERA - 18 Modelación escenario 1 - Evento Más Probable - Áreas Afectadas
	ERA - 19 Modelación escenario 1 - Evento Catastrófico - Áreas Afectadas
Planos	AP-PTAPRZUMP-ARQ-01_Extintores
	AP-PTAPRZUMP-ARQ-07 Caseta de Químicos
	AP-PTAPRZUMP-ARQ-08 Caseta de Cloración
	AP-PTAPRZUMP-ELE-20_Pararrayos
	AP-PTAPRZUMP-G-01 02 Diagrama de Flujo PTAP-R
	AP-PTAPRZUMP-G-03 04 05 Arreglo General v2
	AP-PTAPRZUMP-MEC-13 Almacenamiento de Aluminio
	AP-PTAPRZUMP-MEC-15 Caseta de Dosificación de Sulfato de Aluminio
	AP-PTAPRZUMP-MEC-16 Caseta de Cloración

CONSULTA PÚBLICA

5.1.2 Fotografías

Los anexos referidos a los reportes fotográficos se encuentran dentro de los Anexos de la Manifestación de Impacto Ambiental desarrollada para el presente proyecto.

5.1.3 Cartografía Consultada

En el **Anexo F** se presentan los archivos vectoriales utilizados para la representación de los mapas de riesgos presentados en el **Capítulo 1**.

5.1.4 Memorias Descriptivas

En el **Anexo E** se presentan las memorias descriptivas del proceso hidráulico-funcional que sirvieron como base para la elaboración del presente estudio.

5.1.5 Memoria Técnica de las Modelaciones

En el **Anexo C** se presentan los resultados de las modelaciones realizadas para la simulación de escenarios en caso de fuga de gas cloro.

5.1.6 Memoria técnico descriptiva y justificativa del proyecto civil, mecánico, eléctrico, y sistema contra incendio.

En el **Anexo D** se presentan las especificaciones de los equipos, así como las fichas técnicas.

En el **Anexo E** se presentan las memorias descriptivas del proceso hidráulico-funcional que sirvieron como base para la elaboración del presente estudio.

En el Anexo B se presentan las Hojas de Datos de Seguridad que sirvieron de base para la realización de la conceptualización de los sistemas de atención a accidentes descritos en el **Capitulo 1** y el **Capitulo 3** del presente Estudio de Riesgo Ambiental – Modalidad Análisis de Riesgo.

CONSULTA PÚBLICA