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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD PARTICULAR



[Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.]

TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO
FEBRERO 2026

[redacted]

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

SECTOR HIDRÁULICO
MODALIDAD PARTICULAR

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

SAP

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA,
JALISCO
FEBRERO 2026

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

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 2
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO 2
I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO 2
I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO 2
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 2
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 2
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 2
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. EN SU CASO, ANEXAR COPIA CERTIFICADA DEL PODER CORRESPONDIENTE 2
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES 2
I.2.5 NOMBRE DEL CONSULTOR QUE ELABORÓ EL ESTUDIO 3

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

I.1.2 Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO

Predio rústico Mesa de la Cruz, anteriormente Hacienda de la Calera, en el Municipio Tlajomulco de Zúñiga

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo con el cronograma de obra, el plazo de ampliación del proyecto Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, incluyendo pruebas y puesta en marcha es de 112 días naturales.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Comisión Estatal del Agua de Jalisco (CEA).

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

CEA 070225 JK4

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. EN SU CASO, ANEXAR COPIA CERTIFICADA DEL PODER CORRESPONDIENTE

M. en C. Mario López Pérez.

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

Av. Francia #1726, Col. Moderna
C.P. 44190 Zapopan, Jalisco
(33) 3030-9200 Ext. 8294
correos: carlos.aguirre@ceajalisco.gob.mx / ernesto.ceballos@ceajalisco.gob.mx

I.2.5 NOMBRE DEL CONSULTOR QUE ELABORÓ EL ESTUDIO

SAP Servicios Ambientales Profesionales S.C.

Ing. Víctor Rafael Arias Hernández
Cedula Profesional: 3595679

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

ÍNDICE DE CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 3

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO. 3
II.1.2 JUSTIFICACIÓN 3
II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA 5
II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA 13
II.2 CARACTERÍSITCAS PARTICULARES DEL PROYECTO 13
II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO 13
II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL 13
II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL 14
II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN 15
II.2.5 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS 24
II.2.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 24
II.2.7 DESCRIPCION DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO 36
II.2.8 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES 37
II.2.9 RESIDUOS 37

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA II- 1. COLONIAS BENEFICIADAS CON EL PROYECTO. 5
TABLA II- 2. UNIDADES DE PROCESO Y EDIFICACIONES EXISTENTES. 16
TABLA II- 3. LISTADO DE UNIDADES DE PROCESO Y EDIFICACIONES REQUERIDAS. 18
TABLA II- 4. CAPACIDADES REQUERIDAS DE AMPLAICION. 19
TABLA II- 5. CRITERIOS DE DISEÑO – MEZCLA RÁPIDA. 25
TABLA II- 6. CRITERIOS DE DISEÑO – FLOCULACIÓN MECÁNICA 26
TABLA II- 7. CRITERIOS DE DISEÑO – CLARIFICACIÓN DE ALTA TASA 27
TABLA II- 8. CRITERIOS DE DISEÑO – FILTRACIÓN 29
TABLA II- 9. CAPACIDAD REQUERIDA PARA EL MANEJO DE LODOS 31
TABLA II- 10. CRITERIOS DE DISEÑO – PRODUCCIÓN DE LODO 32
TABLA II- 11. CRITERIOS DE DISEÑO – DESAGUADO DE LODO 32
TABLA II- 12. FACTOR DE EMISIONES DE LOS PRINCIPALES GASES DE COMBUSTIÓN. 38
TABLA II- 13. CÁLCULO DE KM RECORRIDOS POR CAMIONES CON RESIDUOS DE EXCAVACIÓN 38
TABLA II- 14. EMISIÓN DE CAMIONES 38
TABLA II- 15. CALCULO DE EMISIONES POR GASES DE COMBUSTIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS 38
TABLA II- 16. RESUMEN DE VOLÚMENES DE GASES DE COMBUSTIÓN EMITIDOS A LA ATMOSFERA. 40
TABLA II- 17. EQUIPOS FRECUENTEMENTE UTILIZADOS EN LAS OBRAS Y DECIBELES EMITIDOS POR MAQUINARIA. 41
TABLA II- 18. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE DESCARGAS CON RESPECTO AL NO. DE SANITARIOS PORTÁTILES INSTALADOS 42
TABLA II- 19. APROXIMACIÓN DE EMISIONES EN OPERACIÓN POR USO DE CAMIONES DE CARGA PESADA. 44

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA II- 1. COLONIAS BENEFICIADAS CON EL PROYECTO. 4
FIGURA II- 2. COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DEL PROYECTO 6
FIGURA II- 3.PLANTA ARQUITECTÓNICA. 8
FIGURA II- 4. ACCESO PRINCIPAL. 9
FIGURA II- 5. EDIFICIO ADMINISTRATIVO 9
FIGURA II- 6. CUARTO DE RETRO-LAVADO DE FILTROS. 10
FIGURA II- 7. SISTEMA DE APLICACIÓN DE CLORO 10
FIGURA II- 8. ÁREA DE CONTACTO CLORO 11
FIGURA II- 9 UNIDAD DE FLOCULACIÓN MECÁNICA 11
FIGURA II- 10. IMAGEN SATELITAL DEL PREDIO, ZONA DE AMPLIACIÓN 12
FIGURA II- 11. UBICACIÓN DE LA PLANTA POTABILIZADORA PP5 EN EL ESTADO DE JALISCO. 14
FIGURA II- 12. UBICACIÓN DE LA PLANTA POTABILIZADORA PP5 EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO Y COLONIAS BENEFICIADAS 15
FIGURA II- 13. ARREGLO GENERAL DE PP5 21
FIGURA II- 14. ESQUEMA DE UN CLARIFICADOR DE ALTA TASA 27
FIGURA II- 15. ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA POTABILIZADORA PP5. 34
FIGURA II- 16. DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL DE OPERACIÓN. 35
FIGURA II- 17. PROPAGACIÓN DEL SONIDO CON LA DISTANCIA. 42

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO II- 1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO. 7

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

El desarrollo regional en el Estado de Jalisco se ha concentrado en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), mismo que se ha visto acompañado por un acelerado proceso de urbanización y una importante concentración de población, lo que deriva al mismo tiempo en la necesidad de disponer de una mayor y mejor infraestructura de servicios básicos.

La alta concentración de población en los municipios metropolitanos aunado al notable crecimiento de las áreas urbanas de Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán y Zapotlanejo, dieron lugar al incremento de necesidades de potabilización del agua el Área Metropolitana de Guadalajara, conformada por nueve municipios (Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos, Zapotlanejo), se coloca como la segunda más importante del país y en conjunto se considera que tiene una población al año 2020 de 5´219,046 habitantes.

La primera etapa de la Planta Potabilizadora PP5 contempló la construcción, equipamiento, pruebas puestas en marcha y operación de 500 l/s; para esta ampliación se contempla aumentar el flujo 750 l/s, para alcanzar un total de 1250a 1250 l/s de agua potabilizada.

La Ampliación de la Planta Potabilizadora Número 5 (PP5) cuenta con un afluente de agua superficial que proviene de dos fuentes: La primera tiene un flujo de 750 lps que provienen de la Presa Calera Y la segunda tiene un flujo de 500 lps que provienen de Chapala. Ambas corrientes se juntarán a la entrada del proceso en el Tanque de Oxidación, por lo que la Calidad de Agua Cruda corresponde a la mezcla de ambas fuentes.

La planta potabilizadora PP5, actualmente tiene una capacidad para tratar 500 l/s, donde algunas de las estructuras existentes cuentan con capacidad hidráulica de hasta 1250 l/s, como es el caso del Tanque de Oxidación Existente, el cual dará servicio también al flujo de la Ampliación o 2da etapa de construcción de la PP5.

II.1.2 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto es de interés público y estratégico para el abastecimiento del recurso. Y mejora de la salud de las zonas urbanas colindantes.

La Planta Potabilizadora PP5, abastecerá de agua potable a 27 colonias de la zona sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara, lo que se traduce a 212,627 habitantes con agua potable en sus hogares.

La siguiente imagen resalta, en color amarillo, la ubicación de las colonias beneficiadas por la Planta Potabilizadora PP5, presenta la ubicación del predio y el recorrido del acueducto de Chapala en tono verde.

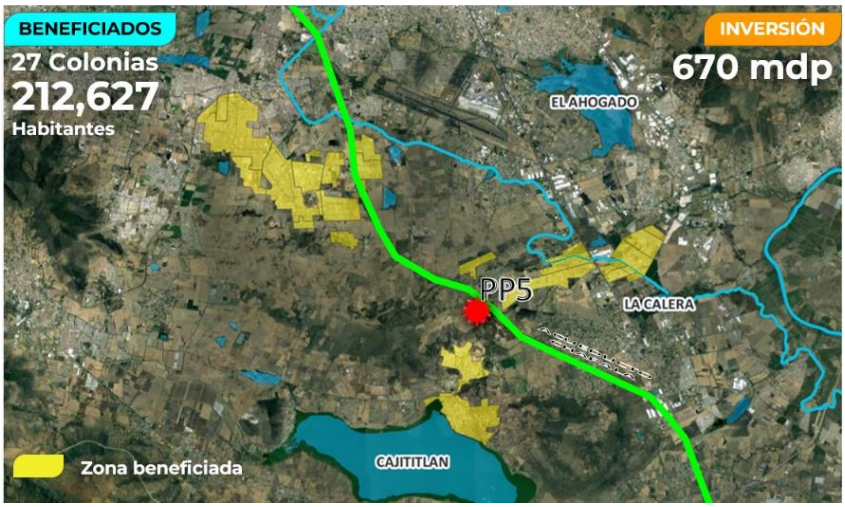


Figura II- 1. Colonias beneficiadas con el proyecto.

La siguiente tabla enlista las colonias y número de habitantes beneficiados con el proyecto:

COLONIAS BENEFICIADAS PP5 PRIMERA ETAPA				
	COLONIA	**POBLACIÓN**	**ÁREA (HAS)**	**VIVIENDAS**
1	HACIENDA SANTA FE	46,360	328	16449
2	CHULAVISTA	34,461	215	13376
3	FRACC. LAS LUCES	4,796	30	1705
4	FRACC. LOMAS DEL MIRADOR	17,051	87	8358
5	LA ESPERANZA DEL VALLE	91	16	41
6	VILLA FONTANA AQUA	10,220	50	3869
7	EL MIRADOR	558	38	186
8	FRACC. CHULAVISTA 5	2,999	17	1370
9	FRACC. CHULAVISTA 6	1,594	11	727
10	CHULAVISTA ETAPA 6-7	8,497	97	8689
11	LOMAS DEL MIRADOR ETAPA5	6,940	61	5082
12	LOS CANTAROS II	12,937	60	5579
13	VALLE DE TEJEDA	9,668	69	4641
14	LOMAS DEL MIRADOR (CHERNOBYL)	141	12	249
15	CAJITITLAN	5,346	214	1683
16	ARVENTO	12,446	116	7169
17	EL CAPULIN	1,000	47	318
18	LOS AGAVES	18,974	145	8603

19	SILOS	6,361	82	4242
20	RANCHO ALEGRE II	160	11	63
21	RANCHO ALEGRE	3,670	23	1317
22	EL LAGO	581	21	475
23	FRACCIONAMIENTO RANCHO ALEGRE	681	8	337
24	ALBEREDA	4,343	69	3340
25	LA PURISIMA	2,426	17	1025
26	LOS TRES GALLOS	250	40	50
27	EL CAPULIN II	76	41	26
	TOTAL	**212,627**	**1,926**	**98,969**

Tabla II- 1. Colonias beneficiadas con el proyecto.

El sitio donde se encuentra ubicada la Planta Potabilizadora PP5 es un predio propiedad de la Comisión Estatal de Agua, que actualmente opera a 500 l/s, cuenta con la capacidad para para albergar las obras de ampliación de la Planta Potabilizadora PP5, por lo cual no existe la necesidad de adquirir nuevos inmuebles para su construcción.

II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA

II.1.3.1 Localización de la Planta Potabilizadora PP5

La ubicación del predio del proyecto es el predio rústico Mesa de la Cruz, anteriormente Hacienda de la Calera, prolongación Calle Jalisco S/N, Fraccionamiento “Los Agaves” en el Municipio Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

II.1.3.2 Coordenadas Geográficas

Latitud: 20.462959° N
Longitud: 103.302500° O

II.1.3.3 Polígono del predio del proyecto

La siguiente imagen presenta los vértices del predio de la planta del proyecto con la ubicación en coordenadas UTM, wgs84 zona 13N.

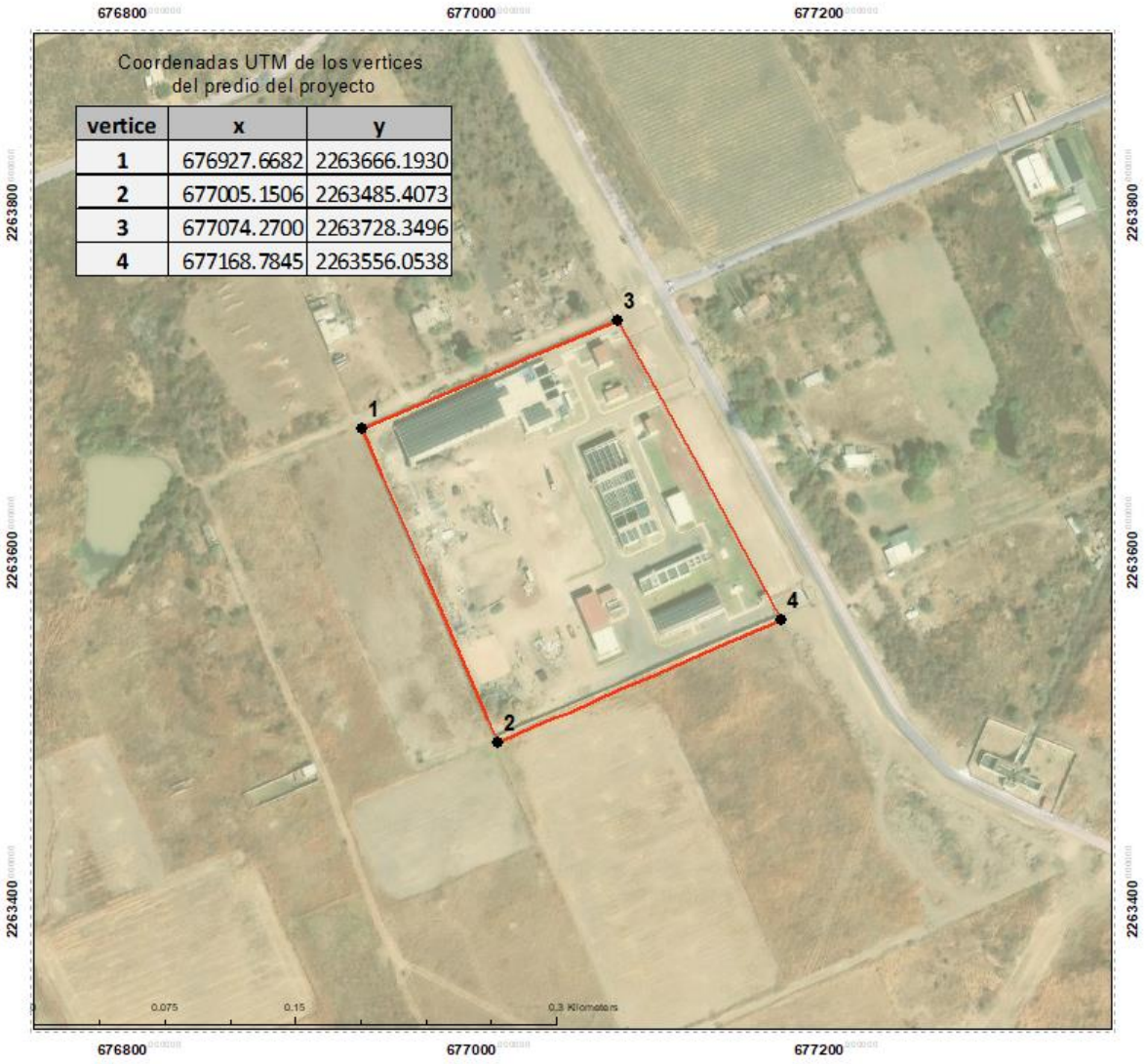
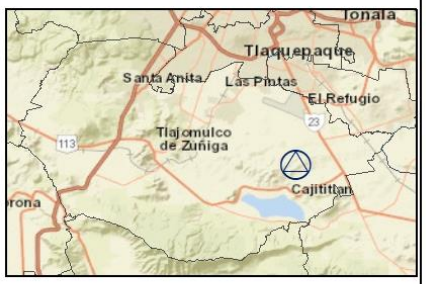


Figura II- 2. Coordenadas de los vértices del proyecto.



Ampliacion de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Localización

Simbologia

Proyecto PP5

1:50,000
Escala:
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Elaboración propia

SAP
SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

II.1.3.4 Superficie total para impactar

La ampliación de la planta se realizará dentro del mismo predio, de la 1ra etapa. Mismo que se encuentra totalmente impactado. La superficie total del predio es de 33,162.018 m².

La siguiente imagen presenta el diseño arquitectónico de la construcción del proyecto. resaltando en color turquesa las obras que contemplan la ampliación de la planta.

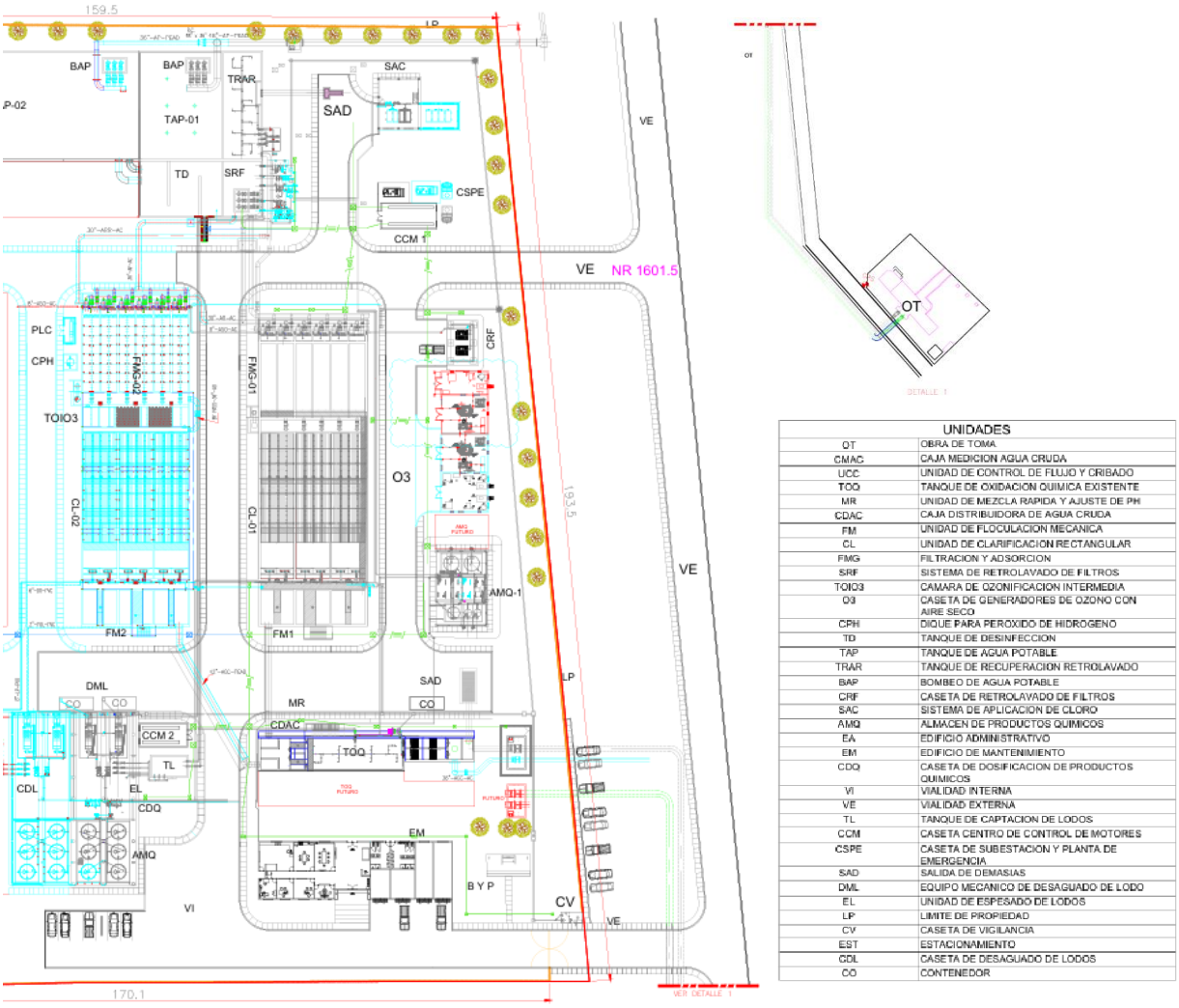


Figura II- 3.Planta arquitectónica.

La superficie que para esta etapa se verá impactada por movimientos de tierra, implicará una superficie de 3,000 m² para llegar a los niveles del proyecto.

Las siguientes imágenes presenta el estado actual del predio del proyecto; con la infraestructura que satisface las necesidades de la planta potabilizadora PP5 hasta los 500 lps.



Figura II- 4. Acceso principal.



Figura II- 5. Edificio administrativo



Figura II- 6. Cuarto de retro-lavado de filtros.



Figura II- 7. Sistema de aplicación de cloro



Figura II- 8. Área de contacto cloro.



Figura II- 9 Unidad de floculación mecánica





Figura II- 10. Imagen satelital del predio, zona de ampliación

II.1.3.5 Estimación de los gases que se emitirá con la remoción de vegetación para las obras del proyecto.

La modernización de la planta no contempla remoción de vegetación adicional a la realizada en la primera etapa del proyecto.

Los trabajos preliminares para la modernización de la planta contemplan desplante de losas de cimentación y estructura de pavimento de 60 cm y es durante estos trabajos en donde se emitirá CO, y otros gases de efecto invernadero, por despalme de suelo y excavación para cimentación.

En el apartado II.2.9.1.1 Se presenta el cálculo de emisiones en trabajos preliminares.

II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

Para la ampliación de la planta se calculó un estimado de $340,000,000.00 (Trescientos cuarenta millones de pesos 10/100 M.N.)

II.2 CARACTERÍSITCAS PARTICULARES DEL PROYECTO

La planta potabilizadora PP5 en su primera etapa se construyó para un flujo de 500 lps. La ampliación del proyecto para la segunda etapa es de 750 lps, para alcanzar un total de 1250 lps, con la construcción de tres trenes de tratamiento, cada uno con capacidad de 250 lps.

En un futuro la planta potabilizadora PP5 se volverá a ampliar en una tercera etapa para alcanzar una capacidad total de 2500 lps.

Por lo tanto, durante el diseño y construcción de la ampliación de la segunda etapa se tendrá un especial cuidado para no dañar las instalaciones existentes, y, además, se deberán respetar los espacios considerados para la ampliación futura tal como se marcan en el Arreglo General del Proyecto.

De los contaminantes encontrados en el agua cruda, el color, turbidez, coliformes y aluminio pueden ser removidos en un tren de tratamiento convencional.

Para remover metales (hierro y en su caso manganeso) se va a utilizar un tratamiento de oxidación, para reducir el amoniaco se va a utilizar cloro y para la remoción de fluoruros se utiliza Sulfato de Aluminio.

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

El cronograma de trabajo para la totalidad del proyecto contempla un estimado de 112 días naturales.

En el apartado de anexos se presenta el cronograma completo con el programa de trabajo y los tiempos estimados para cada rubro contemplado.

II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

Como se menciona en el apartado 2.1.3 el predio del proyecto se localiza dentro del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, en el estado de Jalisco. Siendo su dirección: predio rústico Mesa de la Cruz,

prolongación Calle Jalisco S/N, Fraccionamiento “Los Agaves” en el Municipio Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

La siguiente imagen presenta la ubicación del proyecto, respecto al estado de Jalisco.

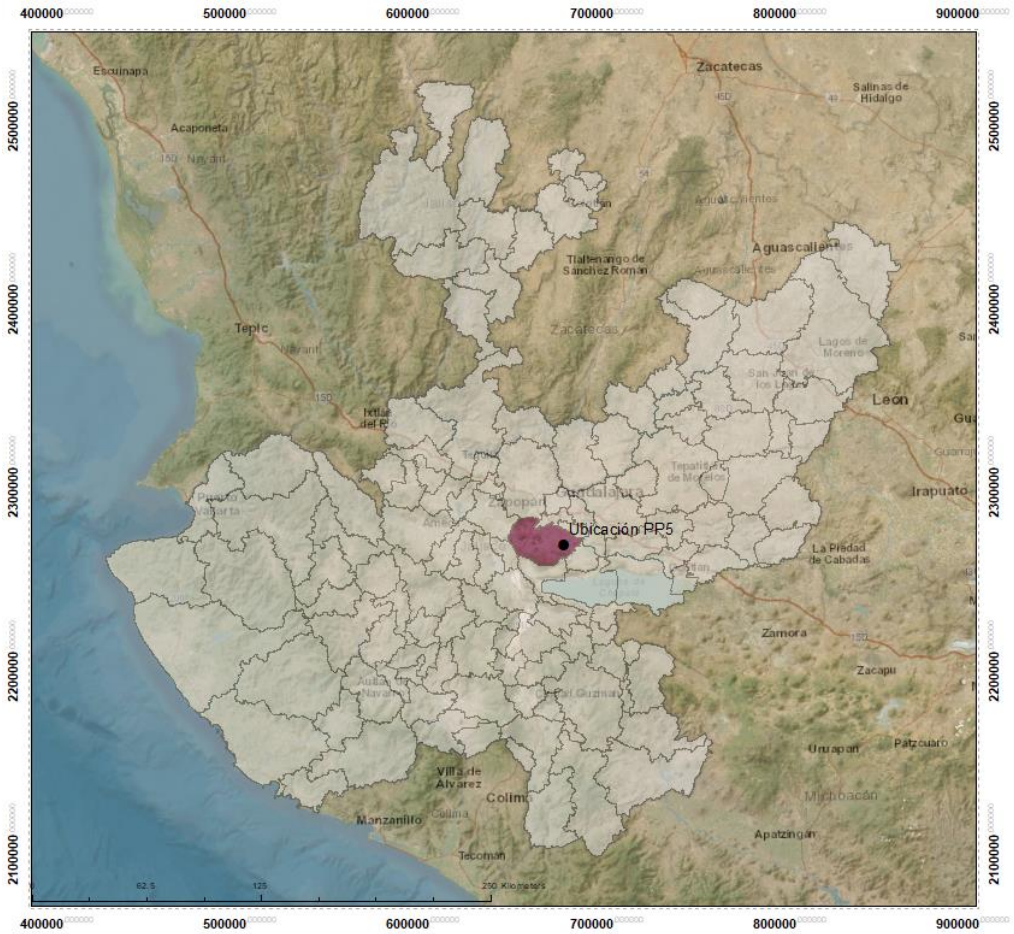


Figura II- 11. Ubicación de la Planta Potabilizadora PP5 en el estado de Jalisco.

II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

Dentro del municipio de Tlajomulco de Zúñiga la Planta Potabilizadora PP5 se encuentra al oriente de este. Cercano a vialidades de importancia fundamental para la Zona Metropolitana de Guadalajara, como lo son la Carretera a Chapala y el Macro libramiento de Guadalajara.

La Planta Potabilizadora PP5, proveerá de agua potable en su primera etapa a colonias al sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara, abasteciendo el servicio a un aproximado de 212,627 habitantes. Todas estas colonias se encuentran dentro del municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

La siguiente imagen presenta la ubicación local de la PP5, respecto al municipio de Tlajomulco de Zúñiga; los polígonos, en tono amarillo, representan de colonias beneficiadas.

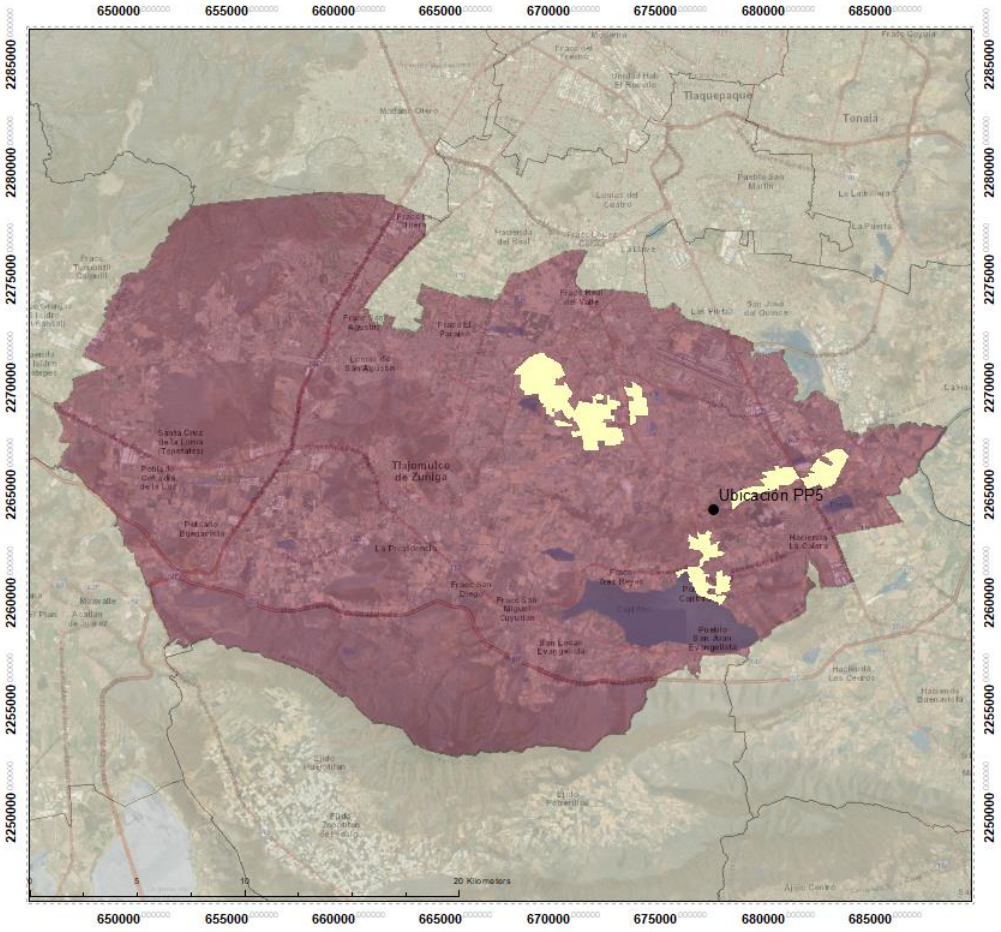


Figura II- 12. Ubicación de la Planta Potabilizadora PP5 en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco y colonias beneficiadas

II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

II.2.4.1 Preparación del sitio

Después de la identificación de las posibles interferencias se procederá a iniciar las actividades de ampliación de la planta, se procederá por iniciar con el levantamiento topográfico y trazo de los puntos de referencia, así como del banco de nivel que servirá como base para la construcción. En este sentido se menciona a continuación las obras siguientes:

- Trazo y ubicación de referencias
- Excavaciones a máquina y sus acarreos para llevar a cabo el desplante de las cimentaciones de las estructuras según el proyecto.
- Rellenos con material de banco y/o producto de excavación para formar plataformas

II.2.4.2 Construcción

La siguiente tabla presenta el listado de unidades de procesos edificaciones existentes en la Primera Etapa de la PP5.

Tabla II- 2. Unidades de proceso y edificaciones existentes.

UNIDADES		OBRA CIVIL	EQUIPAMIENTO
OT	OBRA DE TOMA	1 Tanque, capacidad para 1250 lps.	Compuerta mural Cantidad: 2
CMAC	CAJA MEDICION AGUA CRUDA	1 Caja o Registro.	Medidor de Flujo en Tubería.
UCC	UNIDAD DE CONTROL DE FLUJO Y CRIBADO	1 Canal capacidad para 1250 lps.	1 Criba manual media. 1 Criba manual fina.
TOQ	TANQUE DE OXIDACION QUIMICA	1 Tanque, capacidad para para 1250 lps.	1 Agitador.
MR	UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA Y AJUSTE DE PH	1 Tanque, capacidad para para 1250 lps.	4 Compuertas de mezcla rápida. 2 Agitadores.
CDAC	CAJA DISTRIBUIDORA DE AGUA CRUDA	1 Tanque, capacidad para para 1250 lps.	1 Compuerta mural. 2 Vertedores de control.
FM	UNIDAD DE FLOCULACION MECANICA	3 Tanques.	3 módulos de 250 lps c/u. 1 Preparador de Polimeros. 4 Agitadores.
CL	UNIDAD DE CLARIFICACION RECTANGULAR	3 Tanques.	3 módulos de 250 lps c/u.
FMG	FILTRACION Y ADSORCION	6 Tanques.	6 Filtros de Arena y Carbón Activado de 125 lps c/u.
SRF	SISTEMA DE RETROLAVADO DE FILTROS	1 Tanque de 425 m3.	2 Bombas Centrífugas.
TD	TANQUE DE DESINFECCION	1 Tanque de 900 m3 (30 min).	2 Bombas Centrifugas. 2 Hidroneumático
TAP	TANQUE DE AGUA POTABLE	2 Tanques, uno de 1800 m3, y otro de 7200 m3.	3 Equipos de bombeo (2+1)

TRAR	TANQUE DE RECUPERACION RETROLAVADO	1 Tanque de 830 m3.	2 Bombas Centrífugas.
CRF	CASETA DE RETROLAVADO DE FILTROS	1 Caseta de 36.86 m2.	2 Sopladores.
SAC	SISTEMA DE APLICACION DE CLORO	1 Caseta de 59.35 m2.	2 Cloradores 2 Contenedor para cloro 2 basculas dobles para contenedores 1 Kit de emergencia 2 Reguladores de presión 1 kit indicador de viento 1 Polipasto.
AMQ	ALMACEN DE PRODUCTOS QUIMICOS	1 Caseta de 62.90 m2.	2 Tanques y 2 Equipos de Dosificación de Dioxido de Cloro; 1 Tanque de Sosa al 10%, 1 Tanque de Acido Clorhidrico al 33% y Tanque de Clorito de Sodio al 31%, con 1 equipo de dosificación cada uno.
EA	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	1 Edificio de 263.50 m2.	No aplica
EM	EDIFICIO DE MANTENIMIENTO	1 Edificio de 194.40 m2	No aplica
CDQ	CASETA DE DOSIFICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS	1 Caseta de 159.96 m2, con Diques y Tanques de Químicos.	5 tanques de 25 m3 de Sulfato de Aluminio, con 2 Bombas de dosificación 1+1.
VI	VIALIDAD INTERNA	Para operación y mantenimiento de todas las unidades de proceso, ver Lay Out.	No aplica.
VE	VIALIDAD EXTERNA	De acceso a la Planta, ver Lay Out.	No aplica.

TL	TANQUE DE CAPTACION DE LODOS	1 Tanque de 130 m3 de Capacidad.	1 Agitador de lodos y Equipo de Bombeo Helicoidal 1+1.
CCM	CASETA CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	1 Caseta de 48.51 m2.	Tableros de CCMs.
CSPE	CASETA DE SUBESTACION Y PLANTA DE EMERGENCIA	1 Caseta de 61.56 m2, y Cimentación de Equipos.	Tableros de CCMs, Planta de Emergencia y Transformador.
SAD	SALIDA DE DEMASIAS	Obra Civil y Tuberias.	No aplica.
LP	LIMITE DE PROPIEDAD	Barda Perimetral	No aplica.
CV	CASETA DE VIGILANCIA	1 Caseta de 10.12 m2.	No aplica.
EST	ESTACIONAMIENTO	8 cajones de estacionamiento.	No aplica.
CDL	CASETA DE DESAGUADO DE LODOS	1 Caseta de 271.60 m2.	2 Filtros Banda. 2 Mesas de Espesado. 2 Preparadores de Polimero con Dosificador.
CO	CONTENEDOR	Patio de Maniobras.	2 Contenedores.

En la siguiente tabla se presenta el listado de unidades de proceso y las edificaciones requeridas para la Ampliación de la Segunda Etapa de la PP5.

Tabla II- 3. Listado de unidades de proceso y edificaciones requeridas.

UNIDADES		OBRA CIVIL	EQUIPAMIENTO
FM	UNIDAD DE FLOCULACION MECANICA	3 tanques.	3 módulos de 250 lps c/u. con Agitadores.
CL	UNIDAD DE CLARIFICACION RECTANGULAR	3 tanques.	3 módulos de 250 lps c/u.
FMG	FILTRACION Y ADSORCION	6 tanques.	6 Filtros de Arena y Carbon Activado de 125 lps c/u.
BAP	BOMBEO DE AGUA POTABLE	No se requiere	3 bombas sumergibles adicionales
SAC	SISTEMA DE APLICACION DE CLORO	No se requiere	1 Equipo Clorador 1 Contenedor para cloro

			1 bascula doble para contenedores 1 Regulador de presión.
AMQ	EQUIPOS DE DOSIFICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS	No se requiere	Dos equipos de dosificación de Dióxido de Cloro Adicionales.
CDQ	CASETA DE DOSIFICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS	Dique, Cimentación y Caseta para 5 Tanques de 25 m3	Bombas y Equipo de dosificación de Sulfato de Aluminio.
VI	VIALIDAD INTERNA	Ampliación de acuerdo a lo mostrado en el Lay Out.	No aplica.
TL	TANQUE DE CAPTACION DE LODOS	Dos Tanques adicionales, uno de 130 m3, y otro de 260 m3.	Un mezclador por cada Tanque de Lodos. Equipo de Bombeo de Lodos.
CCM	CASETA CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	No se requiere	CCM-01A Y CCM-02A
CSPE	SUBESTACION Y PLANTA DE EMERGENCIA	La cimentación de estos equipos.	TRANSFORMADOR Y PLANTA DE EMERGENCIA
DML	EQUIPO MECANICO DE DESAGUADO DE LODO	Caseta de Lodos para albergar 2 Equipos de Desaguado de Lodos	1 Filtro Banda, y 1 Equipo para la Preparación y Dosificación de polímeros.
CO	CONTENEDOR	Patio de Maniobras	1 Contenedor de Lodos.

Por ~~ultimo~~último se presente a continuación, la capacidad requerida de las principales unidades de proceso para la 2ª etapa de construcción:

Tabla II- 4. Capacidades requeridas de amplaicion.

UNIDAD	CAPACIDAD 1RA ETAPA	CAPACIDAD 2NDA ETAPA
Unidad de control de flujo y cribado (UCC)	1250 L/s	No requiere ampliación.
Tanque de oxidación química	Flujo de dosificación por equipo: 0.77 lps Cantidad de dosificadoras: 2	Incrementar capacidad de dosificación.

		Flujo de dosificación por equipo: 0.77 lps Cantidad de dosificadoras: 2
Mezcla rápida y ajuste de PH (MR)	1250 L/s (Obra Civil) 625 L/s (Dosificacion Q.)	625 L/s (solo dosificación de Químicos)
Floculador mecánico (FM)	Tren con 3 cámaras de floculación 500 L/s	Tren con 3 cámaras de floculación 750 L/s
Clarificador rectangular (CL)	Tren con 3 clarificadores 500 L/s	Tren con 3 clarificadores 750 L/s
Filtración y adsorción (FMG)	Tren con 6 filtros 500 L/s	Tren con 6 filtros + activar 1 filtro de primera etapa 750 L/s
Tanque de agua filtrada (SRF)	Volumen de tanque: 587.64 m3 Flujo de bomba: 269 lps	No requiere ampliación
Tanque de recuperación de agua de retrolavado (TRAR)	Volumen de tanque: 1064.27 m3 Flujo de bomba: 20 lps	No requiere ampliación
Tanque de desinfección (TD)	30 min	No requiere ampliación
Tanque de agua potable (TAP)	Volumen de tanque: 9000 m3 (Obra Civil) Flujo de bomba: 250 lps Arreglo de bombas: 2+1	Incrementar capacidad de bombeo. Flujo de bomba: 250 lps Arreglo de bombas: 2+1

En arreglo general se representan las unidades localizadas en planta, teniendo la siguiente configuración:

- Color gris: Unidades construidas en primera etapa (500 L/s).
- Color azul: Unidades construidas en segunda etapa (750 L/s).
- Color rojo: Unidades a construir en el futuro.

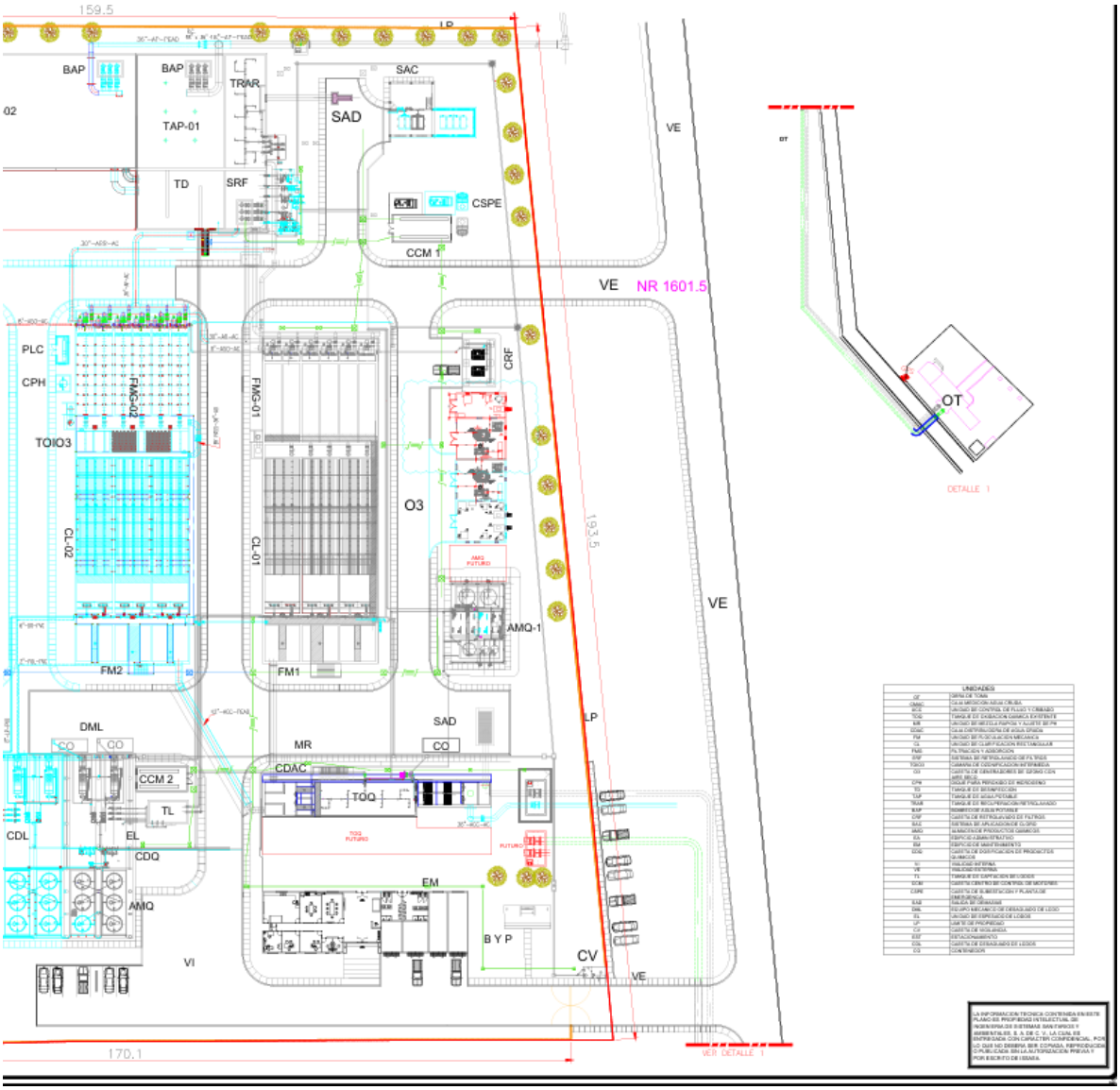


Figura II- 13. Arreglo general de PP5

Edificaciones:

Una vez realizadas las obras preliminares al sitio, se procederá al suministro de insumos principales para la obra estructural, obras de toma. Se continuará con la construcción de los elementos constructivos necesarios afines para cada área tales como losas de cimentación, muros de contención, losas, zapatas, pedestales, trabes de cimentación, columnas y losas con los materiales constructivos especificados.

En el caso de edificios de operación y laboratorio se continuará con las albañilerías, acabados, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. Indicadas según proyecto con los materiales y especificaciones indicadas.

Posteriormente se procederá a los rellenos compactos al 90% Proctor de las áreas correspondientes.

Tanques de concreto:

- Se trazarán los ejes y niveles del proyecto para ubicar los elementos por construir.
- Se llevará a cabo el despalme de las áreas para dar inicio a las construcciones de tanques.
- Se procederá a inicial las excavaciones a máquina hasta niveles de proyecto para el desplante de las cimentaciones con su correspondiente acarreo
- Una vez llevado a cabo las excavaciones se procederá a la construcción de los elementos estructurales de acuerdo con el proyecto, tales como la losa de cimentación, contratrabes, muros, vertederos, cárcamos con los materiales de construcción especificados, dejando en los mismos los elementos embebidos según proyecto.
- Posteriormente se procederá a los rellenos compactos al 90% Proctor de las áreas correspondientes.

Obras exteriores:

Una vez terminadas las edificaciones se procederá a la construcción de las obras exteriores tales como; pavimentos asfalticos o de concreto hidráulico, banquetas, barda, andadores, cajas de concreto, terraplenes y bordos utilizando los materiales y equipos de acuerdo con el proyecto y especificaciones.

Emisores, colectores y drenaje sanitario:

- Una vez trazadas las áreas en donde se ubican los emisores, colectores y drenajes se procederá a llevar a cabo el trazo topográfico para la ubicación de las líneas.
- Posteriormente se inician las excavaciones a máquina hasta llegar al nivel de proyecto indicado y por consiguiente el acarreo del material producto de la excavación.
- Se continua con la perfilación de las excavaciones a mano.
- Se procede a la formación de la plantilla para la colocación de la tubería.
- Se continua con la instalación de la tubería de acuerdo con el procedimiento específico indicado por el fabricante acorde al tipo de material de fabricación de la tubería, checando correctamente su pendiente.
- Se procede al acostillado de la tubería con material producto de excavación de acuerdo con el proyecto.
- Se procede a la construcción de pozos de visita a base de ladrillo con las dimensiones y especificaciones según proyecto.
- Se procede a llevar a cabo las pruebas hidrostáticas correspondientes según las especificaciones del proyecto.
- Se procede al relleno de las zanjas con material de banco compactado al 90 % Proctor.

Obra electromecánica:

- Una vez terminada la obra civil se procederá con la excavación para la canalización de la red tanto eléctrica como de control con una profundidad mínima de 60 cm. En áreas de tráfico y de 30 cm en áreas comunes.

- Se instalarán las bancadas de tubería Conduit indicada en proyecto y se colocara concreto para su encofrado debidamente identificado en color rojo.
- Se procederá a la colocación de registros eléctricos según normas y especificaciones.
- Se continua con la instalación de cableado para circuitos de fuerza y control.
- Se procederá con la instalación del sistema de tierras y en algunos casos esta actividad será conjuntamente a la obra civil.
- Se realizará la instalación de los centros de control de motores (ccm), tableros de control y plc's.
- Se realizarán pruebas eléctricas sin conexión a motores para verificar continuidad y control.
- Posterior a esto se realizará la conexión a motores y arrancadores.

Tuberías de conducción:

- Se realizarán las excavaciones para el
- todas las tuberías
- Se procederá al relleno de zanjas.

Suministro de montaje de equipos de proceso:

- Se realizarán los pedidos de equipos y materiales para las instalaciones electromecánicas
- Se preparé un área protegida con malla ciclónica para el almacenaje de equipos.
- La recepción, descarga y almacenaje de equipos se hará con personal calificado en maniobras de este tipo.
- Se verificará que cada equipo cuente con su respectivo instructivo de instalación y manual de operación.
- Se verificará la cimentación, nivelación alineación y anclaje para montar los equipos.
- Ya que se han montado los equipos y checado su nivelación y alineación se procederá a la colocación de grout en la cimentación.
- Se procederá a la conexión de tuberías a los equipos.
- Se harán pruebas en vacío a los equipos de acuerdo con el procedimiento de las pruebas preoperativas.
- Posteriormente se harán pruebas con agua de acuerdo con el procedimiento de las pruebas preoperativas.

Obra mecánica:

- Los barandales serán de material inoxidable según especificaciones del proyecto en donde aplique, y se instalarán según avance de la obra civil.
- La soportaría se instalará según planos de acuerdo con el proyecto y conforme al avance de la obra civil.
- La rejilla electro-forjada de fibra de vidrio tipo Irving se instalarán según avance de la obra.

Pruebas iniciales:

PRUEBAS EN SECO DE TODO EL SISTEMA:

Se harán pruebas con sopladores a carga libre para comprobar giro y comprobar que no existan fugas.

De igual forma se probará el mecanismo de los clarificadores para comprobar que no estén atorados y funcionen libremente.

PRUEBAS CON CARGA HIDRÁULICA DE TODO EL SISTEMA.

Pruebas de hermeticidad y estanquidad, para estas pruebas se dejará por 36 horas hasta los niveles de la última junta construcción (junta superior) con el fin de detectar toda posible fuga o filtración que se pueda presentar, en estas, así como en muros y losas de cimentación, para su reparación.

CALIBRACIÓN DE SENSORES.

Los sensores vendrán calibrados desde fabrica. El ajuste que podría realizarse es en sensores de nivel, para ajustar la altura de operación.

PRUEBAS DE ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA.

Se da inicio con el llenado de los tanques con el agua a potabilizar y se realiza las pruebas de arranque de los equipos como motobombas, dosificadores, actuadores, señales de niveles etc., pruebas de automatización, pruebas de dosificación de polímeros y establecer el procedimiento para la correcta operación de todos y cada uno de los equipos que integran el proceso de la planta para su periodo de operación.

NOTA: En el apartado de anexos se puede encontrar las siguientes memorias de cálculo

- Protocolo de pruebas de funcionamiento
- Relación de materiales mano de obra y maquinaria
- Equipos y cargas de diseño
- Inversión requerida, número de empleados y puesto referente a la planta potabilizadora.

II.2.5 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

En ninguna etapa de la obra, preparación, construcción y operación del proyecto se usarán explosivos.

II.2.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Proceso de la planta potabilizadora:

UNIDAD DE CONTROL DE FLUJO Y CRIBADO (existente)

El agua cruda proveniente de la obra de toma pasa por la caja de medición de agua cruda donde un medidor de flujo da cuenta del agua que se está recibiendo en la planta potabilizadora, posteriormente entra a la unidad de control de flujo y cribado con capacidad para 1250 L/s, cuenta

con un canal de 2 etapas de cribado manual, con criba de 15mm de apertura y criba de 6 mm de apertura, de esta manera se impide el paso de sólidos gruesos y finos a los siguientes procesos.

TANQUE DE OXIDACIÓN (existente)

Esta unidad está diseñada con un tiempo hidráulico de retención aproximado de 8 minutos para un caudal de 1250 L/s, aquí se mantiene agitada para evitar sedimentos y se le agrega el agente oxidante dióxido de cloro con el fin de hacer los metales (Hierro y manganeso) precipitables posteriormente en el clarificador. La presente oferta técnica incluye la dosificación de químicos para 750 L/s como lo estipulan las bases de licitación, ya que las instalaciones existentes cuentan con la capacidad para la dosificación de este químico para 500 L/s.

MEZCLA RÁPIDA Y AJUSTE DE PH (existente)

En la unidad de Mezcla Rápida se realizará el proceso de coagulación en esta primera etapa se contempla 2 mezcladores para 1250 L/s en total. Con compuertas para su debido seccionamiento. La coagulación involucra la adición de un químico coagulante cuyo objetivo es permitir que los sólidos se agrupen o formen un precipitado que “barrerá” las partículas de la solución o adsorberá los componentes disueltos. El coagulante seleccionado es sulfato de aluminio.

Se tendrá bombas dosificadoras de sosa y ácido clorhídrico para ajustar el PH en caso de requerirse, normalmente se deberá dejar el valor de PH por encima de 7.0 y menor a 8.0 preferentemente.

La unidad de mezcla rápida será de tipo mecánico con agitación vertical, la cual consiste en un tanque en forma cúbica con un agitador instalado al centro del tanque, el agitador contará con variador de frecuencia para ajustar las revoluciones por minuto requeridas en el proceso.

La dosis del sulfato de aluminio a aplicar se propone en función de la turbidez del agua cruda en el temporal de lluvias, ya que en este temporal es cuando se presentan los valores más altos de turbidez en el agua. Las dosis típicas de sulfato de aluminio hidratado están en el rango de 10 a 150 mg/L dependiendo de la calidad del agua cruda.

Se estima que la dosis de sulfato de aluminio requerida en la Ampliación PP5 estará en el rango de 15 a 79.54 mg/L como sulfato de aluminio hidratado (Al2(SO4)3 14H2O). La presentación comercial del sulfato de aluminio hidratado es líquida con una riqueza del 48% aproximadamente.

La presente oferta técnica incluye la dosificación de los químicos para un flujo de 750 L/s como lo estipulan las bases de licitación, ya que las instalaciones existentes ya cuentan con capacidad para la dosificación de estos químicos para 500 l/s.

Para conocer con certeza la dosis óptima de productos químicos es necesario realizar pruebas de jarras con el agua a tratar. En la siguiente tabla, se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la unidad de mezcla rápida.

Tabla II- 5. Criterios de diseño – Mezcla Rápida.

Concepto	Rango Típico	Unidades
Gradiente de velocidad, G	300	s-1
Tiempo de mezcla	10 - 30	s
Tipo de agitación	Mecánica con Agitador Vertical	
Tipo de turbina	Pala inclinada 45°	
Número de potencia	1.26	--
Diámetro propelas / Diámetro equivalente tanque	0.3 – 0.6	--
Altura de las palas / Altura útil del tanque	0.5 - 0.33	--
Altura útil / Diámetro equivalente del tanque	0.6-1.4	--

FLOCULACION MECÁNICA

Se consideraron tres módulos de flujo en serie para este proyecto. La floculación es el proceso en el cual las partículas desestabilizadas durante la coagulación se van agregando en masas más grandes llamadas “flóculos”, que son más fáciles de remover que las partículas originales. Para propiciar el contacto entre las partículas se aplica un mezclado suave que incrementa las colisiones entre ellas, facilitando su precipitación.

El floculador será tipo mecánico con agitación vertical, esta unidad consiste en un tanque cuadrado con un agitador localizado al centro del tanque, el agitador contará con variador de frecuencia para ajustar las revoluciones por minuto requeridas en el proceso. En esta etapa del proceso es añadido un polímero aniónico, el cual tiene la función de hacer más eficiente el proceso de floculación formando flóculos más fuertes. La dosis propuesta de floculante está en el rango de 0.3 a 1.0mg/L. En la Tabla II-6 se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la floculación mecánica.

Tabla II- 6. Criterios de Diseño – Floculación Mecánica

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Gradiente de velocidad	10 - 1000	s-1
Tiempo de mezcla	20 - 30	min
Profundidad del agua	3.5 - 4.5	m

La Segunda Etapa contempla la construcción de tres módulos adicionales de Floculación Mecánica de 250 lps de capacidad cada uno.

CLARIFICACIÓN DE ALTA TASA

Después del proceso de coagulación floculación, el agua pasará a un tanque clarificador, cuya función es la remoción de partículas y flóculos químicos mediante la fuerza de gravedad. Se consideraron tres módulos para clarificación de flujo en paralelo para este proyecto.

El clarificador es de tipo rectangular de flujo horizontal con módulos de alta sedimentación, estos últimos permiten acelerar la velocidad de la sedimentación reduciendo la distancia que la partícula debe caer.

El flujo es alimentado al extremo del tanque, en el primer cuarto de la longitud está libre de los módulos de alta tasa, esto permite que flóculos más pesados sedimenten de manera natural y además se genera una zona de amortiguamiento (ver Figura II- 14).



Figura II- 14. Esquema de un Clarificador de Alta Tasa

En la Tabla II- 7 se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la clarificación de alta tasa

Tabla II- 7. Criterios de Diseño – Clarificación de Alta Tasa

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Profundidad	3.0 – 5.0	m
Carga superficial (floc de alúmina)	2.5 – 8	m/h
Tiempo de retención a través del módulo de sedimentación	6 - 20	min
Diámetro hidráulico típico para tubos (W)	0.05	m
Carga hidráulica en las canaletas de agua clarificada	3.7 - 7.5	m3/m*h

Altura del tubo (h)	0.914	m
Ángulo del tubo (α)	60	grados
Velocidad de sedimentación floc de alúmina	0.0002 -0.0009	m/s
Fracción del tanque cubierta con tubos de alta sedimentación	25	%
Tipo de Sistema de recolección de lodos	Remoción mecánica con rastras	

La Segunda Etapa contempla la construcción de tres módulos adicionales de Clarificación de Alta Tasa de 250 lps de capacidad cada uno.

OZONACIÓN INTERMEDIA

El proceso de dosificación de ozono al proceso de potabilización de agua utiliza aire seco como materia prima para la generación del gas, inicia con la producción del ozono in situ mediante descarga eléctrica en un generador específico. La dosificación se lleva a cabo mediante la inyección con difusores finos, los cuales maximizan la transferencia de masa al crear burbujas de pequeño tamaño que incrementan el área de contacto entre el gas y el agua. En esta etapa se aplica como oxidación intermedia, situada tras la clarificación, con el objetivo de inactivar patógenos y degradar contaminantes persistentes. El contacto controlado se realiza en cámaras de contacto en serie, diseñadas para garantizar un tiempo de residencia hidráulico suficiente que permita alcanzar el valor concentración-tiempo, el cual es de 8 minutos requerido para una desinfección eficaz. Finalmente, tras cumplir su función, el ozono residual libre es eliminado de manera segura y eficiente con la ayuda de peróxido de hidrógeno, el cual, mediante una reacción química avanzada de oxidación, acelera la descomposición del O_3 remanente en oxígeno, previniendo así su interferencia en etapas posteriores del tratamiento y garantizando la seguridad del proceso.

En la siguiente tabla se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la generación de ozono y dosificación para oxidación intermedia.

FILTRACIÓN EN MEDIO GRANULAR

La filtración es el proceso por el cual se separa la materia suspendida, mediante el paso del agua a través de una capa porosa que retiene las partículas en suspensión. El filtrado es de tipo rápido con medio granular compuesto de zeolita y carbón activado. Se consideraron seis módulos de flujo en paralelo para este proyecto.

La filtración rápida tiene muchas características que le permiten operar a elevadas tasas de filtración. Las más importantes son:

- Lecho filtrante de material granular que ha sido procesado para tener un tamaño más uniforme al encontrado típicamente en la naturaleza.

- Uso de un coagulante para pre-acondicionar el agua.
- Sistemas hidráulicos o mecánicos para remover los sólidos colectados en el filtro.

En la Tabla II-8 se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la filtración granular.

Tabla II- 8. Criterios de Diseño – Filtración

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Tipo de filtro	Filtro rápido dual	--
Sistema de filtración	Por gravedad	--
Sistema de Regulación	Por aumento de nivel	--
Control de funcionamiento	Semiautomático	--
Ancho del filtro	3 - 6	m
Largo: ancho	2:1 , 5:1	--
Área de filtración	25 - 100	m^2
Profundidad del filtro	4.5 - 7.6	m
Tasa de filtración	10 - 25	m/h
Espesor del lecho/Diámetro efectivo	> 1000	m/h
Tiempo de contacto en lecho vacío	>=10	min

El filtro será de concreto reforzado y abierto a la atmósfera, el lecho filtrante es soportado por un bajo dren tipo “falso fondo”. El proceso de filtración consiste en 2 etapas:

1) *Etapa de filtración*, el agua fluye de manera descendente a través del medio y las partículas se acumulan en el lecho. Duración típica = 1 a 2 días.
2) *Etapa de retrolavado*, el agua fluye en la dirección opuesta retirando el material acumulado del filtro. Frecuentemente se introduce aire para remover los sólidos contenidos en el medio de manera más eficiente. Duración típica = 10 a 20 min.

1.- Lavado concurrente de 2 a 4 minutos, con 40 m/h de aire y 15 m/h agua.
2.- En Espera de 1 a 3 minutos. Debido a la aun presencia de aire en el carbón, se recomienda que este tiempo sea el suficiente para que carbón vuelva a tener la profundidad de lecho normal.

3.- Aclarado 4 a 8 minutos con agua a 40m/h.
4.- Asentado de 2 minutos aprox. Con tasa de agua a 15 m/h. Comenta que de esta manera el carbón queda mejor estratificado.
5.- Espera de 1 minuto aprox. Sin agua antes de empezar de nuevo el ciclo de filtrado.

El tipo de retrolavado será automático con flujo ascendente y lavado con aire, este será realizado con bombas de retrolavado y sopladores. El agua sucia de retrolavado será captada en el Tanque de Recuperación de Agua de Retrolavado con capacidad para el volumen generado en dos retrolavados. De este tanque el agua recuperada será enviada por bombeo al tanque de oxidación química para su tratamiento a través de todo el tren de proceso de potabilización y el concentrado al tanque de captación de lodos.

- Condiciones del Carbón Activado

Tamaño: 8 x 30
Coeficiente de esfericidad: 0.55
Porosidad inicial: 0.41
Densidad aparente: 0.48 – 0.56 g/cc
Profundidad del medio: 1.7 m

- Condiciones de Zeolita

Tamaño: 12 x 30
Coeficiente de esfericidad: 0.6
Porosidad inicial: 0.35
Densidad aparente: 1.12 g/cc
Profundidad del medio: 0.6 m

DESINFECCION

Durante esta etapa se aplicará gas cloro como desinfectante en un tanque de contacto, su objetivo principal es dejar un efecto residual para la distribución.

La remoción del nitrógeno amoniacal del agua se llevará a cabo mediante un proceso de cloración hasta el punto de quiebre (breakpoint chlorination). La dosificación de cloro se calculará en base a la estequiometría de la reacción y a los parámetros establecidos en la bibliografía especializada.

Este proceso se fundamenta en una serie de reacciones químicas escalonadas. Inicialmente, el cloro reacciona con el amoníaco para formar cloraminas, en un proceso conocido como cloraminación. Al incrementar la dosis de cloro más allá de este punto, las cloraminas son oxidadas, resultando en la conversión final del nitrógeno amoniacal en cloruro de nitrógeno, que se volatiliza, y nitrógeno gas, inocuo e inerte.

La dosis se determinará experimentalmente en campo, pero se basará en los lineamientos y ratios estequiométricos proporcionados por la bibliografía citada, asegurando así la eficiencia del proceso y la calidad final del agua.

BOMBEO DE AGUA POTABLE

Se considera 3 (2 en operación+1 en reserva) Bombas de agua potable tipo bomba vertical de tazones, de 750 LPS cada una con su interconexión. Las cuales se instalarán sobre un tanque de agua potable existente.

TRATAMIENTO DE LODOS

El tren de manejo de los lodos generados en el proceso de potabilización incluye el equipamiento e instalaciones para desaguado de lodos generados. Durante la 2ª Etapa la operación de espesado y desaguado se realizará en un solo paso mediante un filtro banda por su rápida y fácil implementación.

Se presenta el listado de unidades de proceso y las edificaciones requeridas para el manejo y desaguado de lodos.

- Caseta de desaguado de lodos CDL
- Tanque de lodos TL

A continuación, se presenta la capacidad requerida de las principales unidades de proceso para el manejo y desaguado de lodos para la 2ª etapa de construcción:

Tabla II- 9. Capacidad requerida para el manejo de lodos

Unidad	Capacidad
Tanque de lodo (TL)	Para la producción de lodos para un flujo 331 L/s de agua a tratar en temporal de lluvias, con un tiempo de retención de 24 horas
Desaguado mecánico de lodo (DML)	Para la producción de lodos para un flujo 100 m3/h de agua a tratar en temporal de lluvias

- **Producción de Lodo**

Los lodos generados en el proceso de potabilización son producidos mediante la coagulación y sedimentación de la turbiedad con la adición de químicos coagulantes y floculantes. A continuación, se presenta la reacción global de precipitación con sulfato de aluminio, el coagulante precipitado es en su mayoría hidróxido de aluminio:

$$Al_2(SO_4)_3 14H_2O + 3Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2\ Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2 + 14H_2O$$

En la siguiente tabla se presentan los valores típicos para el cálculo de cantidades de lodo producidas por la adición de coagulantes y polímeros y remoción de turbiedad en plantas potabilizadoras.

Tabla II- 10. Criterios de Diseño – Producción de Lodo

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Tasa de producción de lodo de remoción de turbiedad	1.0 – 2.0	g/m3 NTU removida
Tasa de producción de lodo por adición de sulfato de aluminio	0.2 – 0.33	kg lodo seco/ kg de coagulante
Tasa de producción de lodo por adición de polímero	1.0	kg lodo seco/ kg de floculante

- **Espesado de Lodo**

El lodo extraído de los clarificadores será enviado a tanque de captación de lodos al igual que el concentrado del tanque de recuperación de retrolavado. El lodo es bombeado y se le aplica polímero para para por un reactor de lodos y luego a la mesa de espesado, el lodo se espesa de 1.5 a 3%.

- **Desaguado de Lodo**

En la 2ª Etapa del proyecto el lodo removido en los clarificadores será enviado directamente al equipo de desaguado mecánico para aumentar la concentración de lodo de 1.5% o 3% al 20% de sólidos. El equipo de desaguado funciona de la siguiente manera, formando una torta que contiene los sólidos y como filtrado una corriente diluida llamada fase líquida. No se requiere volver a aplicar polímero a este proceso ya que está en acción el polímero aplicado antes del Reactor de lodos.

En la siguiente tabla se muestran los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento del desaguado de lodos.

Tabla II- 11. Criterios de Diseño – Desaguado de Lodo

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Tipo	Mecánico	
Recuperación de sólidos	94 - 97	%
Concentración de lodos desaguados	> 20	%
Dosis de polímero	0.002 – 0.004	kg polímero/ kg lodo

- **Almacén de productos químicos y equipo de dióxido de cloro**

Debido a las necesidades de oxidación del agua cruda se contempla oxidación mediante la adición de dióxido de cloro, para ello se tendrán reactores de dióxido de cloro para su generación.

Dos (2) Tanques de 15 m3 cerrado especial para químicos, para albergar Clorito de sodio al 31% y ácido clorhídrico al 33%.

Toma siamesa de aire y mangueras para líquidos para bombas de trasvase de químicos.

- **Caseta de desaguado lodos**

Se contempla construcción de una caseta para el desaguado de lodos, para los 2 trenes, mesa de espesado y filtro banda, así mismo tendrá capacidad de albergar los preparadores de polímero para lodos y el preparador de polímero para el tren de agua, las bombas de lodos, los tanques de sulfato de aluminio y las bombas de dosificación.

- **Equipamiento eléctrico**

Para la energizar en media tensión la planta, se contempla derivar el circuito de 23kv existente, a un punto después de la medición en media tensión que actualmente existe en el poste que se ubica dentro de la propiedad de la planta PP5. A través de un poste de transición aéreo-subterráneo se alimentará el nuevo transformador de 750 kva, 3F, 60HZ.

La planta de emergencia que se contempla para la ampliación de PP5 deberá ser de una capacidad mínima de 600KW, 440, 60HZ.

Para la red eléctrica en baja tensión 460V, 3F, 670HZ, se contempla la construcción de 2 casetas de centro de control de motores, Dos centros de control de motores con tensión de operación de 460V, 3F y 60HZ, tensión de control 120 V con los componentes para el equipamiento y PLC.

La red de fuerza para circuitos de 460v, 3f, 60hz, será distribuida saliendo de la trinchera eléctrica localizada en los cuartos eléctricos, para continuar por bancos de ductos subterráneos, con tubería Conduit de PVC diámetro según se requiera y del registro más cercano al equipo que se alimenta, continuará con tubería Conduit de aluminio de diámetro según sea el caso y la llegada a los equipos se canalizará con tubería Conduit flexible tipo liquatite (1 metro máximo). El cable que se utilizara es de cobre con aislamiento tipo thhw-ls, 600v, 75/90 °C, monoconductor para calibres de #8awg hasta #250kcm y multiconductores para los calibres #14awg hasta #10awg.

La red de fuerza para circuitos de 220/120V, será distribuida saliendo de las trincheras eléctricas localizadas en los cuartos eléctricos, para continuar por bancos de ductos subterráneos, con tuberías Conduit de PVC de diámetro según se requiera y del registro más cercano al equipo que se alimenta, continuará con tubería Conduit de aluminio de diámetro según sea el caso y la llegada a los equipos se canalizará con tubería Conduit flexible tipo liquatite (1 metro máximo).

El cable que se utilizara es de cobre con aislamiento tipo thhw-ls, 600v, 75/90 °C y será multiconductor.

En el área de la subestación eléctrica, Planta de emergencia y cuartos eléctricos, se instalará un sistema de tierras de una área según se requiera, la resistencia mínima de la red será de 10 Ohms, la red de tierras estará formada por varillas de cobre de 3/8” de diámetro x 3.04m de largo y una cuadricula donde el perímetro se formara por cable de cobre desnudo calibre 4/0 awg y en la cuadricula interna tendrá cable calibra 2/0 awg, todas las uniones entre cable – cable y cable – varilla se harán con conexiones soldables tipo cadweld.

La conexión del cable de tierras, a los equipos se harán con conectores mecánicos tipo “QA“ de cable a superficie plana.

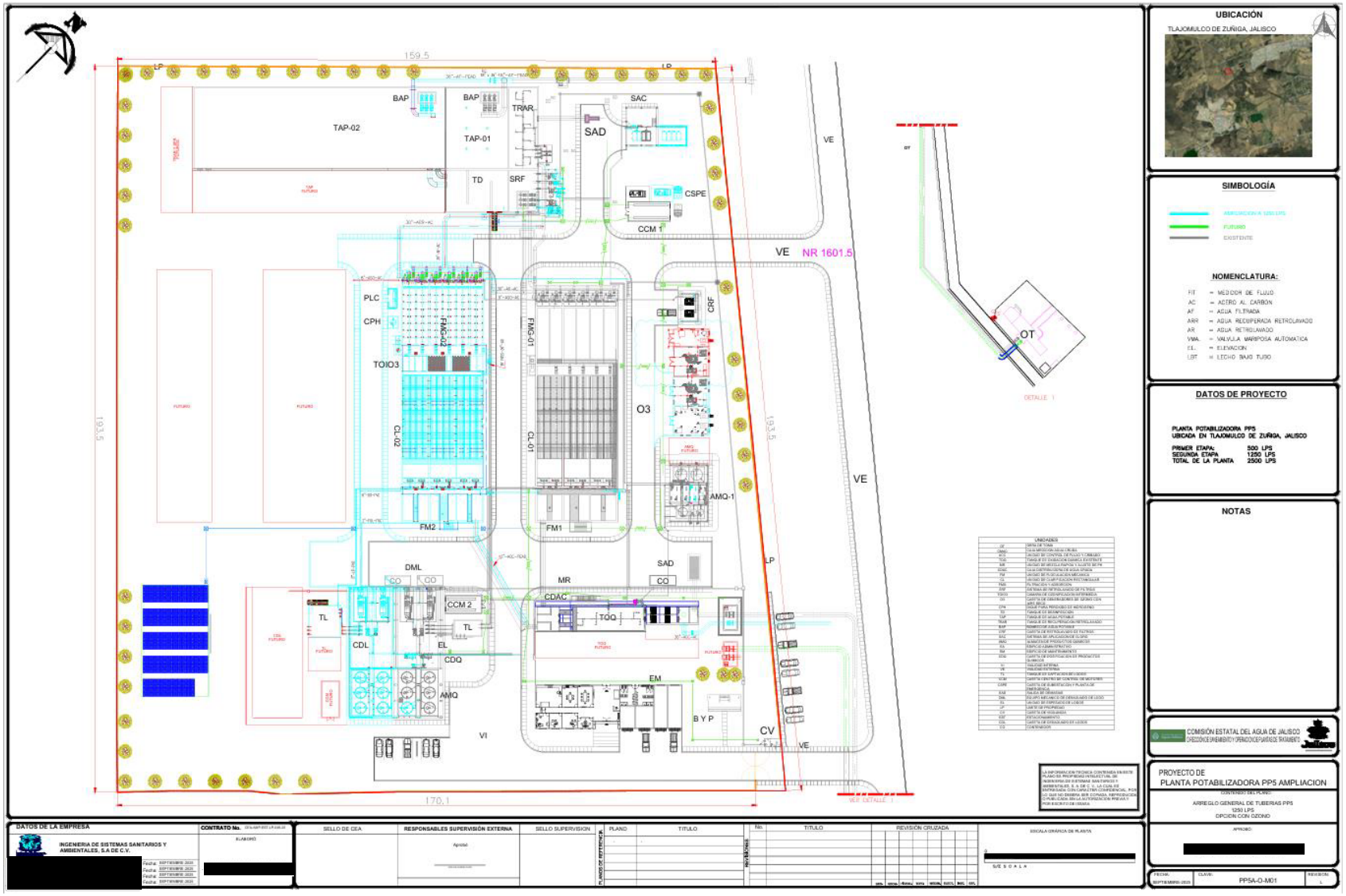


Figura II- 15. Arreglo general de la Planta Potabilizadora PP5.

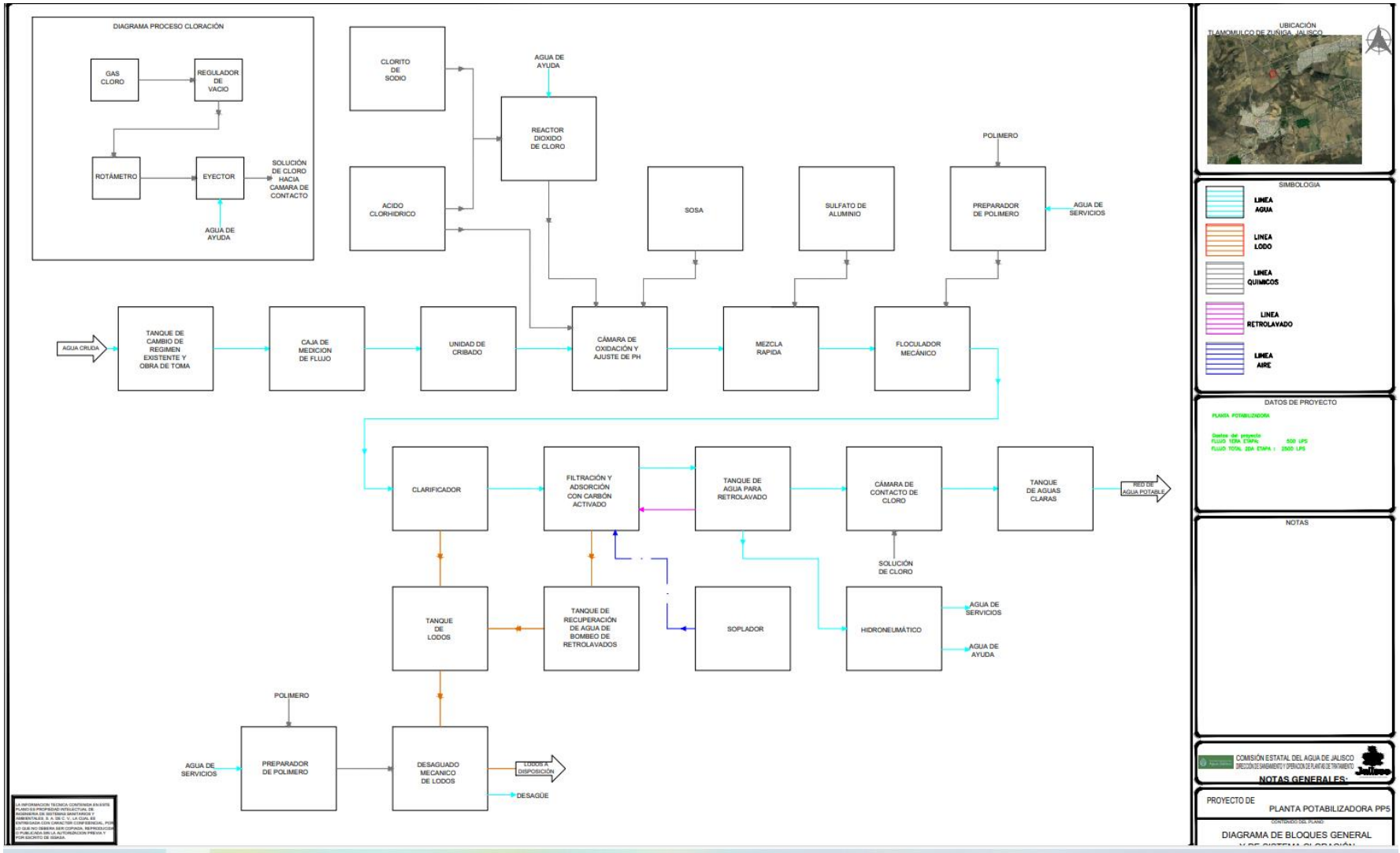


Figura II- 16. Diagrama de bloques general de operación.

II.2.7 DESCRIPCION DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO

Durante el periodo de ampliación de las obras de la Planta Potabilizadora PP5, serán requeridas estructuras e instalaciones para desarrollar actividades auxiliares. Entre las instalaciones que serán montadas de manera provisional se encuentran:

- Oficinas
- Servicios sanitarios
- Almacén de materiales
- Almacén de residuos

Oficinas

El sitio de trabajo requerirá de un área específica que cumpla con la función de oficina para el control de la obra. De ser necesario se instalarán provisionalmente estructuras para alojar durante el tiempo que dure la obra a los residentes de obra, veladores y trabajadores foráneos. En caso de requerirse la construcción de oficinas temporales se utilizarán estructuras de materiales prefabricados y desmontables para no dejar ninguna estructura o instalación posterior a la ejecución de los trabajos de construcción.

Instalaciones sanitarias

En las etapas de preparación y construcción, se tiene contemplado el uso de sanitarios portátiles, se deberá de instalar una unidad por cada 15 empleados en la obra, y a cada unidad se le deberá de dar mantenimiento cada tercer día. Las características de la unidad deberán ser las siguientes: caseta de polietileno de alto impacto con capacidad de almacenamiento de 300 litros, cuenta con W.C., tapa, mingitorio, chimenea para eliminar malos olores, porta papel e indicador de uso al cerrar la puerta de la caseta.

Estos residuos no son descargados en el sitio del proyecto, la obra deberá de contemplar un contrato con una empresa certificada para el servicio y será la encargada del mantenimiento adecuado de las unidades y de la disposición del agua residual generada.

Almacén de materiales

Durante la etapa de construcción se habilitarán áreas para el almacenamiento de insumos y materias primas de la obra. Dichas instalaciones serán techadas, y en caso de almacenar sustancias inflamables o combustibles, se contará con equipo para el combate de incendios (extintor).

Sitios para la disposición de residuos

- Residuos sólidos no peligrosos (Basura)

Se almacenarán en bolsas de plástico las cuales se dispondrán en contenedores metálicos, estos serán almacenados temporalmente en un área acondicionada para tal fin, posteriormente serán recolectados y dispuestos por la empresa que se contrate para este servicio, o en caso de llegarse a un acuerdo serán colectados por el servicio de aseo público del municipio.

- Residuos peligrosos

Durante las etapas de preparación y construcción no se espera que se generen residuos peligrosos en el sitio del proyecto; ya que dichos residuos serán generados durante los trabajos de mantenimiento a la maquinaria, los cuales se realizarán en talleres ajenos al sitio del proyecto. Lo escarpado del terreno no permite la instalación de talleres temporales de mantenimiento en las inmediaciones del sitio de proyecto.

En caso de la generación de residuos de manejo especial estos deberán de contar con un almacenamiento temporal en sitio, estar debidamente señalados y organizados y la obra deberá de contar con un contrato con una empresa certificada para el correcto manejo y disposición final de cada uno de los residuos.

II.2.8 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES

Esta etapa se tiene prevista después de los 30 años de operación de la Planta Potabilizadora PP5 según el tiempo de vida útil del proyecto. Es importante señalara que, normalmente este tipo de proyectos no se abandonan, sino que se reacondicionan y amplían a las necesidades futuras para continuar con la operación de las mismas.

Sin embargo, en caso de abandono del sitio, la principal afectación sería (en caso de no considerar otro sitio) el dejar de potabilizar agua para la población. Entre las principales actividades asociadas con esta etapa se encuentran la demolición y transporte de escombros, por lo que los principales impactos que afectarían al área de influencia del proyecto son:

- Generación de emisiones (gases de combustión) y ruido, producto de la maquinaria utilizada durante la demolición y transporte del material de desecho, escombros, etc.
- Generación de polvo, debido a la demolición y traslado de grandes cantidades de excedentes al lugar de destino final.
- Alteración del paisaje debido a demolición y alternativas de uso del suelo.

II.2.9 RESIDUOS

II.2.9.1 Preparación y construcción del proyecto

Duración de las obras preliminares (despalme y excavaciones para cimentación): De acuerdo con el calendario de obras para la preparación del proyecto tendrán una duración aproximada de 42 días.

Duración de las obras de construcción del proyecto: De acuerdo con el calendario de obras para la construcción del proyecto tendrán una duración aproximada de 70 días naturales.

II.2.9.1.1 Identificación y estimación aproximado de las emisiones a la atmosfera

Gases de combustión:

En cuanto a la estimación del volumen de generación de emisiones a la atmosfera de gases de combustión se utilizan los factores de emisión obtenidos del documento “AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors”, proporcionados por la Environmental Protection Agency USA (EPA).

- Emisión de MP_{10} y de gases por combustión de camiones:

Proceso	Factor de emisión (g/Km)
CO	37.28 V^(-0.6945)
HC	40.12 V^(-0.8774)-(175/1000)
NO_x	116.16 V^(-0.5859)
MP_{10}	10.933 V^(-0.7054)

Donde: V= Velocidad del vehículo en Km/h

Tabla II- 12. Factor de emisiones de los principales gases de combustión.

A continuación, se presenta el cálculo realizado del estimado en cuanto a las emisiones de gases de combustión, considerando una velocidad promedio de los camiones de 50 Km/h.

De acuerdo con el volumen de despalme por trabajos preliminares se generarán de 6,000 m³ de residuos por despalme y excavación para cimentación y una distancia al sitio de disposición final de 8 km (distancia estimada a la estación al relleno sanitario) obtenemos los siguientes datos:

Tabla II- 13. Cálculo de km recorridos por camiones con residuos de excavación

Volumen para transportar (m³)	Distancia (km)	Capacidad de los camiones (m³)	No. De viajes	Distancia recorrida (km)
6,000	8	30	200	1,600

Emisiones por combustión de camiones

Tabla II- 14. Emisión de camiones

Proceso	Factor de emisión (g/km)	Velocidad (km)	Factor de emisión (g/km)	Total (kg)
CO	37.28 V^(-0.6945)	50	2.4634	3.941
HC	40.12 V^(-0.8774)-(175/1000)	50	1.1212	1.793
NO_x	116.16 V^(-0.5859)	50	11.7389	18.782
MP_{10}	10.933 V^(-0.7054)	50	0.6922	1.107

También se estimaron las emisiones de gases de combustión de algunos de los equipos y maquinarias a utilizarse en la obra, con base en los factores de emisión de la EPA. Emisiones por combustión de maquinaria y equipos:

Tabla II- 15. Calculo de emisiones por gases de combustión de equipos y maquinarias.

CO

Equipo	Cantidad	Horas de operación	Potencia (hp)	Emisión CO (gr/hp-h)	Emisión CO (kg)
Moto conformadora	1	336	200	1.5	100.80
Vibro de rodillo 10 ton	1	120	120	1.48	21.31
Pipa	1	120	250	2	60.00
Excavadora 320	2	336	150	1.3	131.04

Retroexcavadora	2	336	100	1.8	120.96
Grúa de 25 ton	2	220	220	1.3	125.84
Camión de volteo de capacidad de 14 m³	6	336	300	2.07	1,251.94
Generador de energía	4	175	100	3.76	263.20

HC

Equipo	Cantidad	Horas de operación	Potencia (hp)	Emisión HC (gr/hp-h)	Emisión HC (kg)
Moto conformadora	1	336	200	0.5	33.60
Vibro de rodillo 10 ton	1	120	120	0.4	5.76
Pipa	1	120	250	0.6	18.00
Excavadora 320	2	336	150	0.5	50.40
Retroexcavadora	2	336	100	0.6	40.32
Grúa de 25 ton	2	220	220	0.5	48.40
Camión de volteo de capacidad de 14 m³	6	336	300	0.6	362.88
Generador de energía	4	175	100	0.8	56.00

NO_x

Equipo	Cantidad	Horas de operación	Potencia (hp)	Emisión NOx (gr/hp-h)	Emisión NOx (kg)
Moto conformadora	1	336	200	4	268.80
Vibro de rodillo 10 ton	1	120	120	3.5	50.40
Pipa	1	120	250	6	180.00
Excavadora 320	2	336	150	4	403.20
Retroexcavadora	2	336	100	4.5	302.40
Grúa de 25 ton	2	220	220	4	387.20
Camión de volteo de capacidad de 14 m³	6	336	300	6	3,628.80
Generador de energía	4	175	100	7	490.00

MP_{10}

Equipo	Cantidad	Horas de operación	Potencia (hp)	Emisión MP_{10} (gr/hp-h)	Emisión MP_{10} (kg)
Moto conformadora	1	336	200	0.2	13.44
Vibro de rodillo 10 ton	1	120	120	0.18	2.59
Pipa	1	120	250	0.3	9.00
Excavadora 320	2	336	150	0.25	25.20
Retroexcavadora	2	336	100	0.3	20.16
Grúa de 25 ton	2	220	220	0.2	19.36
Camión de volteo de capacidad de 14 m³	6	336	300	0.35	211.68

Generador de energía	4	175	100	0.5	35.00

La siguiente tabla muestra un resumen del volumen de gases de emisión producto de las obras de las obras preliminares del proyecto, considerando obras de despalme en una superficie de 3,000 m², así como el uso de equipo y maquinaria pesada durante la construcción del proyecto.

Tabla II- 16. Resumen de volúmenes de gases de combustión emitidos a la atmosfera.

Contaminante	Emisión por transporte de material (kg)	Emisión por uso de maquinaria (kg)	Emisión aproximada total (kg)
CO	3.941	2,075.09	2079.029
HC	1.793	615.36	617.153
NO_x	18.782	5,710.80	5729.582
MP_{10}	1.107	336.43	337.539

Levantamiento de polvos:

En cuanto a levantamientos de polvos, según datos obtenidos del AP-42 de la Agencia de Protección Ambiental de los EUA (US EPA) la emisión de estos contaminantes de puede calcular de la siguiente manera:

E = 2.69 Ton/ha/mes; donde E representa la emisión de polvos

De tal forma que para una duración de los trabajos aproximada de 1 mes y medio (considerando únicamente despalme y excavaciones, ya que es donde se espera el mayor levantamiento de polvos) y una superficie de afectación de 0.3 ha, la emisión de polvos será de:

Emisión de levantamiento de polvos generada = 1.2105 ton

Ruido:

Durante las actividades de preparación del sitio, se utiliza maquinaria pesada que son fuentes de generación de niveles altos de ruido.

Para lo anterior, se empleó como referencia la “Norma Británica BS5228-1 Noise and vibration control on construction and open sites. Code of practice for basic information and procedures for noise and vibration control”.

A continuación, se presenta una tabla con los decibeles generados (a 10 m) por la principal maquinaria utilizadas en obra, según datos reportados en la Norma citada.

Tabla II- 17. Equipos frecuentemente utilizados en las obras y decibeles emitidos por maquinaria.

.	DEBICELES TIPICOS EN OBRA	IMAGEN
RETRO EXCAVADORA CASE 580 N	69	
Esmeril angular	80	
VOLTEO KENWORTH 14 MTS	86	
REVOLVEDORA PARA CONCRETO CIPSA R10	85	
PLATAFORMA HINO 7 TON	68	
ROMPEDOR PARA CONCRETO BOSCH	88	
BAILARINA COMPACTADORA	91	

El sonido disminuye a través de la distancia, por lo que el radio de afectación por la preparación del sitio se puede expresar según la siguiente figura donde se muestra el comportamiento de ruido contra la distancia.

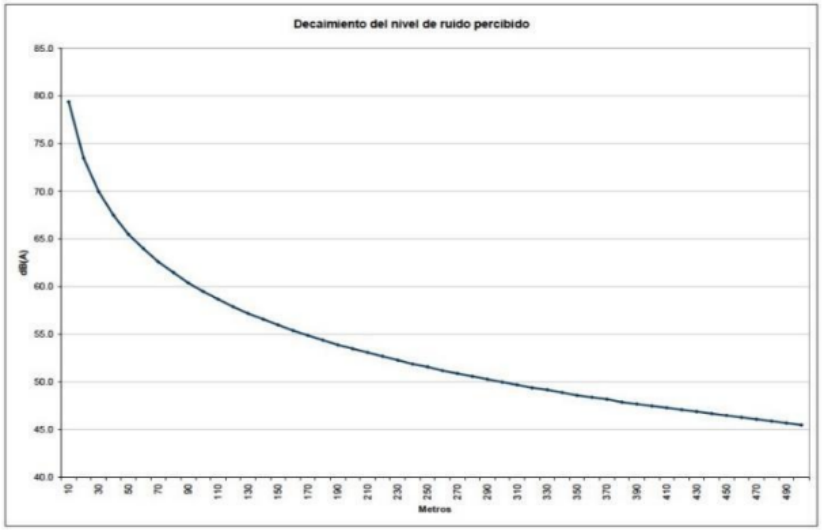


Figura II- 17. Propagación del Sonido con la distancia.

De acuerdo con la figura anterior se puede asumir que en un radio de aproximadamente 90 m del sitio se tendrá un nivel de ruido de 60 dB (equivalente al nivel de ruido generado durante una conversación).

II.2.9.1.2 Identificación y estimación aproximada de las descargas de aguas residuales.

En las etapas de preparación y construcción del proyecto la generación de aguas residuales se deberá mayormente al uso de sanitarios portátiles que deberán ser instalados en las áreas de trabajo. Estos residuos no serán descargados en el sitio del proyecto, le empresa contratada será la encargada del mantenimiento adecuado de la unidad y de la disposición del agua residual generada.

En promedio, un sanitario portátil tiene capacidad de almacenamiento de 300 litros en el tanque y las labores de mantenimiento se realizan cada tercer día, en condiciones similares de operación en este tiempo, el tanque llega al 80% de su capacidad. Esto representa la generación de 240 litros de agua residual por sanitario portátil (15 usuarios por sanitario) cada tercer día.

Estimando un aproximado de 70 personas trabajando (al mismo tiempo), durante las obras preliminares y construcción obra, se puede estimar un volumen total de generación por este concepto. Durante los 112 dias naturales que duraran la obra civil e ingenierías para construcción del proyecto, se estima una generación de 38,400 litros de aguas residuales por uso de sanitarios. En la siguiente tabla se calcula el volumen de generación de aguas residuales dependiendo a la cantidad de sanitarios portátiles instalados.

Tabla II- 18. Cálculo del volumen de descargas con respecto al No. de sanitarios portátiles instalados

No. Max. de usuarios	No. Sanitarios	Capacidad (l)	PERIODOS		
			SEMANA	MES	4 MESES
30	2	480	960	3840	15360
45	3	720	1440	5760	23040

60	4	960	1920	7680	30720
75	**5**	**1200**	**2400**	**9600**	**38400**
90	6	1440	2880	11520	46080

II.2.9.1.3 Identificación y estimación de generación de residuos

Residuos de manejo especial:

La generación de residuos por excavación y despalme será aproximadamente de 6,000 m^3.

Estos residuos serán manejados con una empresa especializada y se dispondrán de manera adecuada.

Sobre la generación de escombro de los residuos durante la etapa de la construcción se realizó utilizando la metodología desarrollada por Cruz, et al. (1996), revisada y adecuada en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial de Aguascalientes. El modelo es:

$$G_{RC} = M_C f v i P_{RC}$$

Donde:

G_{RC}: Generación de residuos de la construcción (toneladas)

M_C: Superficie de obra autorizada (m^2)

fv: Factor de volumen de obra (m)

i: Porcentaje de residuos de construcción por metro cúbico (decimales)

P_{RC}: Peso volumétrico promedio de los residuos de la construcción (ton/m^3)

Las consideraciones del modelo son las siguientes:

- Los metros cuadrados autorizados, se obtienen de la licencia de construcción.
- Se utiliza un peso volumétrico promedio (1.5 ton/m3) debido a la variabilidad en la composición de los residuos de la construcción.
- El porcentaje de residuos de la construcción se considera de 6.8% por cada m2 de construcción.
- El factor de volumen de obra es de 0.85

La generación de residuos sólidos es de manera general, ya que para realizarla por tipo de obra se requiere hacer un modelo para cada tipo, con sus factores de generación. Después de aplicar las consideraciones anteriores, el modelo resultante es:

$$G_{RC} = 0.0867\ M_C$$

Como ya se había la superficie de construcción para las obras de ampliacion de la etapa 2 de la Planta Potabilizadora PP5 es de 3,000 m², por lo que la generación de los residuos de la construcción se estima en **144.32 toneladas**.

De acuerdo con lo establecido en la NAE-SEMADET-001/2016, se trata de un generador categoría A.

Residuos sólidos urbanos:

Entre los residuos sólidos urbanos (RSU) esperados a generar en esta etapa del proyecto se encuentran principalmente los residuos de empaque y embalajes generados por los trabajadores de la obra, así como restos de comida.

Estimando 70 personas trabajando en obra (como se estimó en el apartado de aguas residuales) y con una generación promedio de 0.5 kg por persona al día. Para el total de 112 dias naturales. Se calculan **3,920 kg de residuos sólidos urbanos**, durante las etapas preliminares y de construcción.

El almacenamiento de los RSU deberá realizarse en un área formalmente establecida dentro de tambos metálicos (señalizados), y la recolección y disposición final de los mismos deberá realizarse por el servicio de aseo público municipal o una empresa recolectora autorizada por la secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco (SEMADET).

II.2.9.2 Operación y mantenimiento del proyecto

II.2.9.2.1 Identificación y estimación aproximada de las emisiones a la atmósfera

Emisiones de gases a la atmósfera:

Las emisiones a la atmosfera serán provenientes de la maquinaria pesada en operación en el sitio, Contabilizando, trabajos de excavación y maquinaria pesada, se tienen los siguientes resultado. (ver factores de emisión en el apartado II.2.9.1)

Proceso	Emisión por uso de maquinaria
CO	2079.029
HC	617.153
NO_x	5729.582
MP_{10}	337.539

Tabla II- 19. Aproximación de emisiones en operación por uso de camiones de carga pesada.

Ruido y vibración:

El ruido generado en la Planta será proveniente principalmente del funcionamiento de bombas, y sopladores estas generan también vibración perceptible en un rango de 5 metros a la redonda.

El ruido, como se mencionó en el apartado II.2.9.1.1, disminuye con la distancia.

El ruido emitido por las bombas ronda entre los 65 y 80 dB-A, perceptible hasta un radio máximo de 90 m al sitio de estas.

II.2.9.2.2 Identificación y estimación aproximada de las descargas de aguas residuales.

Por la naturaleza del proyecto, siendo el objetivo la ampliación de una Planta Potabilizadora de 500 l/s a 1250 l/s de agua proveniente del acueducto Chapala, para el abastecimiento del recurso a

colonias al sur de la Zona Metropolitano de Guadalajara; no se espera la generación de flujos considerables descargas de aguas residuales.

Las únicas aguas residuales, provenientes por la operación del proyecto serán las que sirvan de servicio a los sanitarios y las zonas de mantenimiento. Las aguas residuales y de servicios que se generen en la planta potabilizadora serán conducidas a la red de drenaje sanitario existente.

II.2.9.2.3 Identificación y estimación de generación de residuos

Residuos de manejo especial

Durante la operación de la planta de tratamiento el residuo de manejo especial más representativo es la generación de lodos inertes, la disposición de lodos producidos dentro de la Planta Potabilizadora PP5 se hará mediante el transporte a un relleno sanitario autorizado.

Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos serán provenientes exclusivamente del mantenimiento general de bombas, filtros, bandas, maquinaria pesada, etc. Y serán principalmente estopas de aceite gastado, se estima un aproximado de 50 kg al mes y una empresa certificada será la encargada del manejo y disposición final de los residuos. En la planta se cuenta con almacenes temporales para residuos peligrosos que cumple con todas las características citadas en Norma.

Residuos sólidos urbanos

Con la implementación durante la operación del proyecto se contratarán a 12 empleados laborando en diferentes áreas del proyecto, para obras de manejo técnico, laboratoristas, mantenimiento, seguridad, administración, etc. (ver listado en anexos). Por cada trabajador se estima una generación de .5 kg al día. Por tanto, se tendrá una generación en el sitio aproximada de 150 kg/mes de residuos sólidos urbanos. Los residuos sólidos urbanos serán recolectados y dispuestos mediante el sistema de recolección de residuos municipal de Tlajomulco de Zúñiga.

II.2.9.3 Etapa de abandono

La etapa de abandono o desactivación es una etapa totalmente descuidada, merece atención y cuidado, con el fin de que el proyecto se ajuste a los objetivos previstos en su comienzo, lo cual desafortunadamente no es muy común y, de hecho, no es tratada con frecuencia dentro del ciclo de vida de los proyectos de construcción.

Una vez que se determine el cierre y abandono de la Planta Potabilizadora PP5, deberá informarse a las autoridades competentes y obtener las licencias y permisos que apliquen al momento.

Demolición y desmantelamiento

Las actividades principales asociadas con esta etapa, o al menos las que se puede prever, son: la demolición de las estructuras y el transporte de los residuos producidos a un sitio de disposición final. Considerando exclusivamente estas actividades, los impactos esperados en el área de influencia son:

- Generación de emisiones (gases de combustión y partículas), vibraciones y ruido, producto de la maquinaria utilizada en el sitio.
- Levantamiento de polvo, generado durante la demolición y el movimiento y traslado de grandes cantidades de material.
- Alteración del paisaje por el inicio de una obra.
- Bloqueo parcial de tránsito (por maquinaria y equipo durante los trabajos de demolición).
- Generación de un volumen importante de residuos, principalmente de manejo especial (escombro).

De acuerdo con la evaluación de impactos, el componente ambiental con mayor afectación durante esta etapa será el aire por la emisión de gases contaminantes y partículas de polvo, la infraestructura por el incremento del tráfico vehicular y la generación de residuos. Estos impactos serán de carácter temporal, su duración será equivalente al tiempo de construcción y aplicando medidas de mitigación y prevención, se espera que la intensidad de los impactos sea irrelevante.

Por otro lado, los impactos asociados a la generación de residuos serán de tipo permanente, por lo que se buscará aplicar medidas que permitan disminuir el volumen de generación, su reaprovechamiento o reciclaje y la disposición adecuada en un sitio autorizado por el municipio.

Limpieza del sitio:

Los residuos deberán ser entregados a una empresa autorizada para el transporte y disposición final cerciorándose de que la disposición se haga en sitios autorizados por el municipio. Por la naturaleza de las actividades realizadas en un edificio habitacional, no se espera la generación de un pasivo ambiental. Sin embargo, en caso de detectarse algún tipo de contaminación en el sitio (suelo o agua subterránea) deberá evaluarse la magnitud de la afectación y en coordinación con las autoridades competentes determinar el tipo de tratamiento que deberá realizarse.

Restauración:

La restauración dependerá en gran medida del uso futuro del sitio, ya que en este momento no es posible determinarlo y por lo tanto también se desconocen las acciones que deberán realizarse durante la restauración del sitio.

Monitoreo:

Durante el proceso de abandono se deberán monitorear los siguientes elementos ambientales:

1) La maquinaria y equipo deberán encontrarse en buenas condiciones mecánicas y deberán contar con bitácora de mantenimiento. Se recomienda hacer una inspección quincenalmente durante todo el proceso del abandono.
2) Verificar el manejo, transporte y disposición de los residuos. Esta actividad deberá realizarse semanalmente durante todo el proceso.
3) Realizar una evaluación de riegos en el lugar de trabajo con la finalidad de implementar medidas que protejan a los trabajadores del sitio

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

ÍNDICE DE CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICADOS. 3

III.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO 3
III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) JALISCO. 3
III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO 13
III.2 15
III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 20
III.4 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU) 27
III.4.1 Plan Estatal de Desarrollo y Gobernanza Jalisco 2024-2030 (visión 2050) 27
III.4.2 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 28
III.4.3 Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga. 29
III.5 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 31
III.5.1 Normas Oficiales Mexicanas de injerencia directa al proyecto 31
III.5.2 Normas Oficiales Mexicanas de aplicación concurrente 32
III.6 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR SON 36
III.6.1 LEYES Y REGLAMENTOS APLICABLES CON LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL 36

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA III- 1. CARACTERÍSTICAS DE LA UGA 5
TABLA III- 2. POLÍTICA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL. 12
TABLA III- 3. ANP CERCANAS AL SITIO DEL PROYECTO. 22

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA III- 1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS PARA LA CONSERVACIÓN, EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y LA RESTAURACIÓN DE RECURSOS NATURALES (BEZAURY-CREEL, J., D. GUTIÉRREZ CARBONELL ET AL. 2009). 21

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO III- 1. UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL ESTATAL DEL PREDIO DEL PROYECTO, CON BASE EN EL POET DEL ESTADO DE JALISCO..... 4
PLANO III- 2. UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL DEL PREDIO DEL PROYECTO, CON BASE EN EL POEL DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA. 15
PLANO III- 3. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 23
PLANO III- 4. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN..... 26
PLANO III- 5. ZONIFICACIÓN EN EL PREDIO DEL PROYECTO, CON BASE EN EL PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA. 30

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICADOS.

III.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO

III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) JALISCO.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio (MOET) es físicamente un mapa que contiene las áreas con usos y aprovechamientos permitidos, prohibidos y condicionados. A semejanza de los planes de desarrollo urbanos, este mapa puede ser decretado a Nivel estatal y debe de inscribirse en el Registro Público de la Propiedad, con el fin de que su observancia se obligatoria por todos los sectores o particulares que se asienten y pretendan explotar los recursos naturales. Para el estado de Jalisco ya se cuenta con un Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial.

La UGA's son áreas con características en cuanto a recursos naturales o características ecológicas y administraciones comunes en los que se ponderan los siguientes aspectos:

- Tendencia de comportamiento ambiental y económico
- Grado de integración o autonomía política administrativa
- Nivel de desarrollo en infraestructura de comunicaciones, urbana e industrial.

La zona donde se pretende ejecutar el proyecto se encuentra dentro del ordenamiento ecológico territorial del estado de Jalisco; en la Unidad de Gestión Ambiental **Ff 4 126 C.**

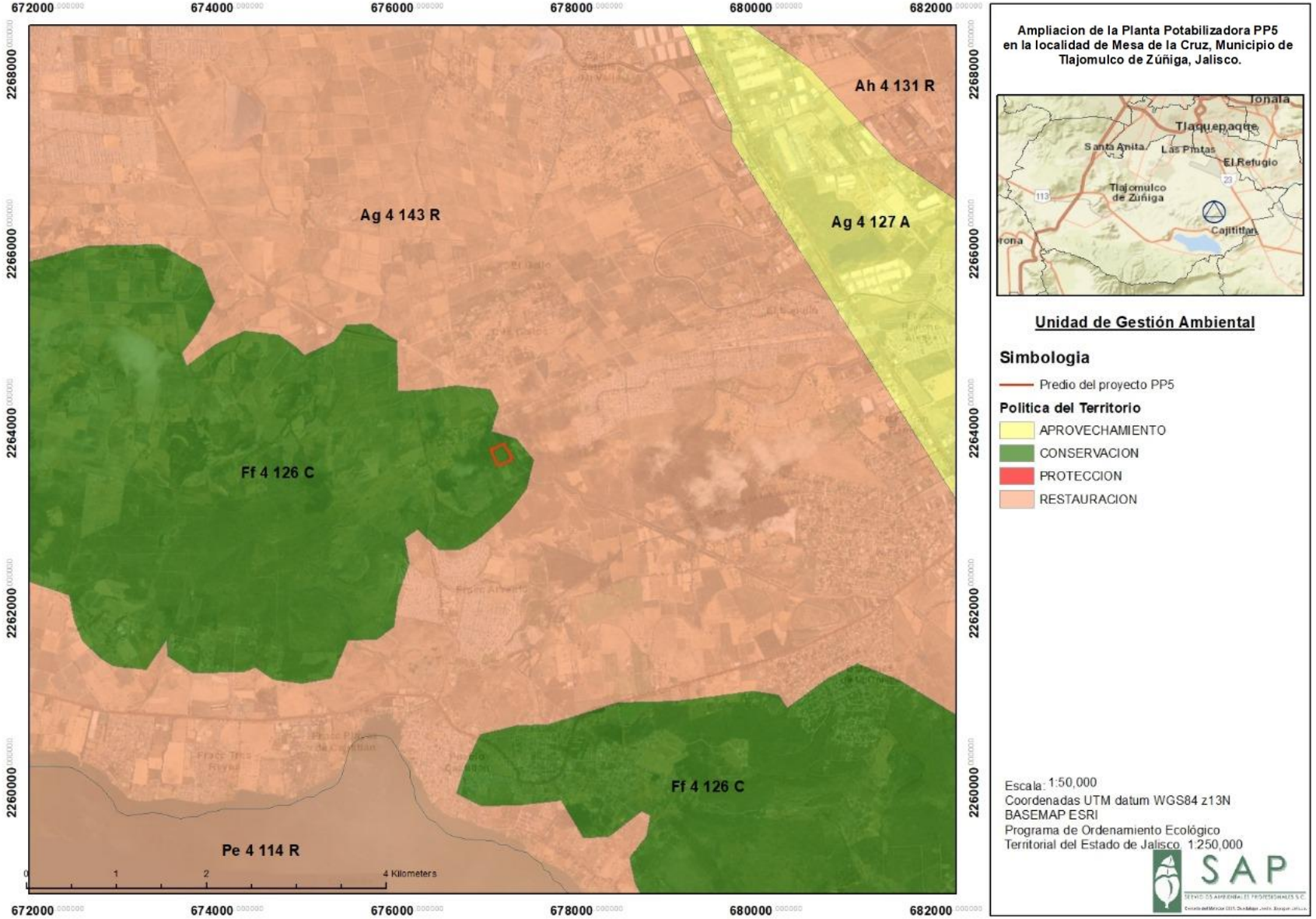
Las unidades de gestión ambiental son áreas con características en cuanto a recursos naturales o características ecológicas y administraciones comunes en las que se ponderan los siguientes criterios: tendencias de comportamiento ambiental y económico, grado de integración o autonomía política y administrativa y el nivel de desarrollo en infraestructura de comunicaciones, urbana e industrial.

A continuación, se muestra un mapa donde se muestra la UGA en la que recae el proyecto y el área de estudio de este.

Ff 4 126 C.

Esta unidad de gestión ambiental tiene una política territorial de Conservación, un uso de suelo predominante Flora y Fauna con fragilidad ambiental Alta.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



REG.	UGA	CLAVE USO PRED.	CLAVE LÍMITE	NÚM. DE UGA	CLAVE POLÍTICA TERR.	LIM. SUST.	POLITICA TERRITORIAL	USO DEL SUELO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO CONDICIONADO	USO INCOMP.	CRITERIOS
12	Ff 4 126 C	Ff	4	126	C	ALTA	CONSERVACIÓN	FLORA Y FAUA		PECUARIO AGRÍCOLA FORESTAL		**Ff** 21, 1, 2, 9, 13, 16, 17, 18, 19, 23 **Ag** 5, 7, 8, 10, 11, 16, 18, 19, 20, 28, 30 **Fo** 1, 2, 3, 7, 10, 17, 20, 21, 24 **P** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 14, 16, 17, 18, 21, 22 **If** 4 **Mi** 1, 10, 11, 12, 13

Tabla III- 1. Características de la UGA

Clave del criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto	Etapa de aplicación	Seguimiento para su cumplimiento
Flora y Fauna				
Ff 1	*En los programas de educación básica dar a conocer la biota presente en las localidades como parte del patrimonio natural.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico.	N/A	N/A
Ff 2	*En al aprovechamiento de las especies de flora y fauna silvestre deberá realizarse a través de las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable (UMAS).*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, sin embargo, se promoverá el cuidado y protección de las especies.	N/A	N/A
Ff 9	*Articular en la actividad de ecoturismo a las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable (UMAS).*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico.	N/A	N/A
Ff 13	*En sitios que cumplan la función de ser corredores naturales se regularán las actividades productivas ya establecidas para evitar que estas se convierten en amenazas a la vida silvestre.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico.	N/A	N/A
Ff 16	*Mantener zonas de exclusión en áreas productivas y recreativas para*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico.	N/A	N/A

Clave del criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto	Etapa de aplicación	Seguimiento para su cumplimiento
	la anidación y reproducción de fauna silvestre.			
Ff 17	*Impulsar en áreas silvestres programas de restauración de los ciclos naturales alterados por las actividades humanas.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico.	N/A	N/A
Ff 18	*Promover que los programas de reforestación se realicen considerando las especies y densidades existentes antes del deterioro.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, sin embargo, se promoverán un programa de reforestación dentro del predio para el cuidado y conservación de las especies.	N/A	N/A
Ff 19	*Impulsar la protección de las coberturas de flora y fauna en los parteaguas con el fin de evitar la erosión de los suelos.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, sin embargo, se promoverán un programa de reforestación dentro del predio para el cuidado y conservación de las especies.	N/A	N/A
Ff 21	*Limitar el uso de fuego exclusivamente en sitios designados como zonas de campamento.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de ecoturismo.	N/A	N/A
Ff 23	*En los corredores naturales impulsar actividades de ecoturismo regulado.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de ecoturismo.	N/A	N/A
Agricultura				
Ag 5	*Promover una diversificación de cultivos acorde a las condiciones ecológicas del sitio.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al	N/A	N/A

Clave del criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto	Etapa de aplicación	Seguimiento para su cumplimiento
		sector hidráulico, y no de agricultura.		
Ag 7	*Promover alternativas de cultivos semiperenes o perenes en suelos con pendientes mayores al 15% y evitar la siembre de cultivos anuales.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de agricultura.	N/A	N/A
Ag 8	*Promover la fertilización de cultivos con fuentes orgánicas y manteniendo al suelo dentro del ciclo de carbono.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de agricultura.	N/A	N/A
Ag 10	*Promover el uso de curvas de nivel en terrenos agrícolas mayores al 5%.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de agricultura.	N/A	N/A
Ag 11	*Incorporar abonos orgánicos en áreas sometidas en forma recurrente a monocultivo.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de agricultura.	N/A	N/A
Ag 16	*Las prácticas agrícolas tales como barbecho, surcado y terraceo deben realizarse en sentido perpendicular a la pendiente.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de agricultura.	N/A	N/A
Ag 18	*En áreas agrícolas cercanas a centros de población y/o hábitats de fauna silvestre hacer aplicación de pesticidas muy localizada y de forma precisa, evitando la dispersión del producto.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de agricultura.	N/A	N/A
Ag 19	*Promover y estimular el uso de controladores biológicos de plagas y enfermedades.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de agricultura.	N/A	N/A
Ag 20	*En aquellas áreas de alta y muy alta vulnerabilidad natural reglamentar la utilización de pesticidas.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al	N/A	N/A

Clave del criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto	Etapa de aplicación	Seguimiento para su cumplimiento
		sector hidráulico, y no de agricultura.		
Ag 28	*Impulsar educación no formal sobre conservación y restauración de recursos naturales para productores.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de agricultura; sin embargo, se promoverá el cuidado y conservación de los recursos naturales.	N/A	N/A
Ag 30	*Mantener una franja mínima de 20 metros de ancho de vegetación nativa sobre el perímetro de los predios agrosilvopastoriles.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no de agricultura.	N/A	N/A
Forestal				
Fo 1	*Fomentar el uso múltiple de los ecosistemas forestales evitando su fragmentación, propiciando su regeneración natural y protegiendo el germoplasma de las especies que lo constituyen.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico.	N/A	N/A
Fo 2	*Promover la cultura forestal, a través de programas educativos, de capacitación, desarrollo tecnológico e investigación en materia forestal.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, el proyecto no contempla programas educativos	N/A	N/A
Fo 3	*Impulsar un manejo de cuencas considerando una cobertura forestal permanente en los parteaguas.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico. Abasteciendo de agua potable a las comunidades.	N/A	N/A
Fo 7	*En zonas de aprovechamiento de leña para uso doméstico promover la plantación de cultivos de especies de rápido crecimiento y alto poder calorífico.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico.	N/A	N/A

Clave del criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto	Etapa de aplicación	Seguimiento para su cumplimiento
Fo 10	*Impulsar programas de estímulo económico a productores que realicen plantaciones con fines de restauración.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, sin embargo, se promoverán las plantaciones con fines de restauración.	N/A	N/A
Fo 17	*Aquellas áreas donde se presentan transiciones de tipos de vegetación se establecerán programas de prevención de incendios para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, sin embargo, se promoverán medidas para la mitigación de riesgos como incendios.	Todas las etapas del proyecto	Bitácora de seguridad en obra y operación.
Fo 20	*Las iniciativas de forestación/reforestación contendrán políticas y programas para asegurar la salud de las plantaciones y de los bosques naturales.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico.	N/A	N/A
Fo 21	*En las reforestaciones se considerarán las especies nativas y las densidades naturales, según el tipo de vegetación en su expresión local.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, sin embargo, dentro del predio se promoverá la reforestación con especies endémicas.	N/A	N/A
Fo 24	*Establecer áreas de exclusión temporal de ganadería y uso público en los sitios reservados para regeneración natural del bosque.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no contiene actividades de ganadería o ecoturismo.	N/A	N/A
Pecuario				
P 1	*Regular la población ganadera en áreas de pastoreo de acuerdo con la capacidad de carga del sitio.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A

Clave del criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto	Etapa de aplicación	Seguimiento para su cumplimiento
P 2	*En áreas dedicadas al pastoreo subdividir el territorio con la finalidad de rotar el número de ganado dando oportunidad a la recuperación del vigor de los pastos.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A
P 3	*Realizar ganadería intensiva en zonas con pendiente menores al 15%.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A
P 4	*Realizar ganadería controlada en zonas con pendientes entre 15-30%.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A
P 5	*Realizar ganadería extensiva restringida a la época de lluvias en zonas con pendientes mayores al 15%.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A
P 6	*Incorporar a la actividad ganadera la reintroducción de especies desaparecidas, como el guajolote.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A
P 9	*Impulsar un manejo ganadero caprino, ovino, bovino, caballar y mular en zonas silvestres en cargas que no agoten o deterioren el hábitat de la fauna silvestres.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A
P 10	*Establecer zonas de exclusión ganadera en áreas que han sido sobre pastoreadas en forma recurrente.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A
P 14	*Realizar un aprovechamiento ganadero con bajos insumos de plaguicidas de alta persistencia y toxicidad en áreas destinadas a pastoreo.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A

Clave del criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto	Etapa de aplicación	Seguimiento para su cumplimiento
P 16	*En aquellos sitios donde exista una combinación de áreas de pastoreo y vegetación natural incorporar ganadería diversificada.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A
P 17	*El uso de fuego realizarse solo en sitios donde no presente un riesgo para el ecosistema circundante.*	En ninguna de las etapas del proyecto se usará fuego.	Todas las etapas del proyecto	Bitácoras de obra y operación
P 18	*Inducir el crecimiento de pastizales con prácticas de manejo, evitando el uso del fuego.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario; sin embargo, se promoverán medidas para la mitigación de riesgos como incendios.	N/A	N/A
P 21	*Impulsar propuestas que tiendan a desarrollar modelos de sistemas de producción animal no convencionales y acordes a diversos intereses; social, económico, político y cultural.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A
P 22	*En área donde existan especies de pasto de alta capacidad forrajera excluir un área de pastoreo para la producción de semillas*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no pecuario.	N/A	N/A
Infraestructura				
If 4	*El establecimiento de infraestructura considerará la generación de posibles riesgos.*	La modernización del proyecto consiste en una planta potabilizadora de agua, por cual se realizará el Estudio para la evaluación de los posibles riesgos que pudieran ocurrir, así como las medidas pertinentes que se deberán ejecutar.	Etapa de preparación del sitio y construcción	Estudio de análisis de riesgo
Minería				

Clave del criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto	Etapa de aplicación	Seguimiento para su cumplimiento
Mi 1	*El aprovechamiento minero no metálico deberá de mantenerse en niveles donde se pueda lograr la rehabilitación de las tierras en la etapa de abandono.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no minero.	N/A	N/A
Mi 10	*Para materiales como arena, grava, tepetate, arcilla, jal y rocas basálticas el aprovechamiento se realizará con excavaciones a cielo abierto.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no minero.	N/A	N/A
Mi 11	*El aprovechamiento de materiales geológicos para la industria de la construcción se realizará en sitios en los que no se altere la hidrología superficial de manera que resulten afectadas otras actividades productivas o asentamientos humanos.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no minero.	N/A	N/A
Mi 12	*El aprovechamiento de materiales geológicos se realizará en sitios donde no se presenten zonas de afallamiento que propicien inestabilidad al sistema.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no minero.	N/A	N/A
Mi 13	*El aprovechamiento de materiales geológicos se realizará en sitios donde no se presenten suelos con alta fertilidad y capacidad de producción de alimentos.*	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no minero.	N/A	N/A

Tabla III- 2. Política de gestión ambiental y territorial.

III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO

El municipio de Tlajomulco cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) decretado desde noviembre de 2010. A partir del 01 de Julio de 2016 se iniciaron los trabajos de evaluación y actualización del POEL Tlajomulco que culminaron y fueron entregados oficialmente el 15 de noviembre del 2017. Con publicación en la gaceta municipal de 17 de noviembre del 2020.

De acuerdo con el POEL, el municipio se divide en 70 Unidades de Gestión Ambiental o UGA's, diseñadas específicamente para un mejor manejo ambiental y mantener el equilibrio territorial. Cada UGA fue delimitada tomando en cuenta las pendientes, la trayectoria de los cauces hidrológicos, las condiciones ambientales del territorio y la consistencia de los suelos, así como la compatibilidad y la mejor aptitud para el desempeño de las distintas actividades. Para cada UGA se establecen lineamientos, criterios y estrategias específicos que buscan evitar el deterioro y encontrar mejores formas de conservación de los valores ambientales y preservar la mejor aptitud de cada zona del Tlajomulco.

En este caso, la zona de estudio se encuentra en la Zona Cajititlán-Cerro Viejo en la Unidad de Gestión Ambiental **An4 56_Re "Cerro Sacramento"**.

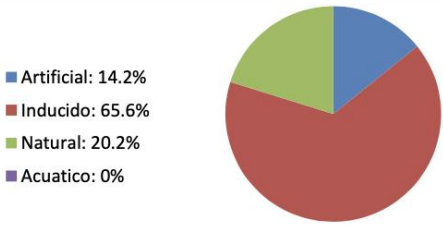
Nombre: Cerro Sacramento		
UGA	**POLÍTICA ECOLÓGICA:**	**ZONA INTEGRAL DE DESARROLLO**
An4 56_Re	Restauración	Cajititlán - Cerro Viejo

Superficie (ha)
751.27
Uso de suelo predominante
Área natural.
Pendiente predominante
2 - 7 %
Altura predominante
1,500 - 1,600

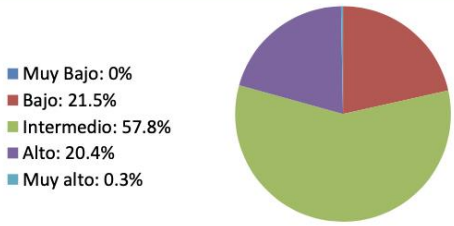




ECOSISTEMAS POR TIPO DE HÁBITAT



ÍNDICE DE NATURALIDAD 2016



OCUPACIÓN DEL SUELO

Urbanización	Infraestructura	Áreas sin vegetación aparente	Agricultura de humedad y de riego	Agricultura seca	Pastizal inducido	Matorral inducido	Bosque espinoso
2.6 %	0.2 %	4.4 %	2.4 %	9.3 %	21.6 %	39 %	0 %
Bosque tropical caducifolio	Bosque templado disperso	Bosque templado denso	Campo de golf	Áreas verdes urbanas	Vegetación acuática y subacuática	Bosque de galería	Agua
18.4 %	1.7 %	0.2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

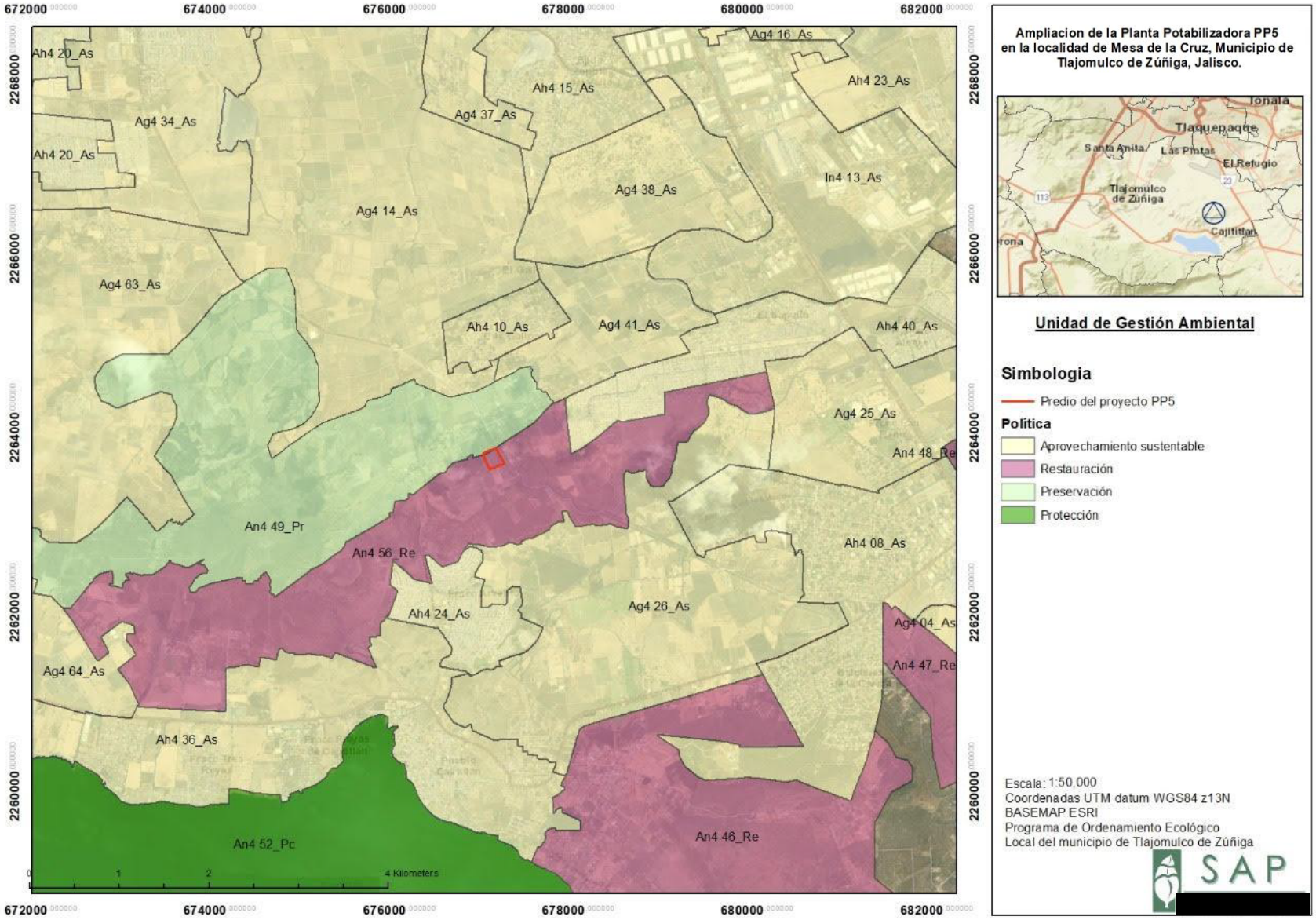
GANANCIA FORESTAL (2008 - 2016)

Hectáreas ganadas	-2.25	Tasa de cambio	0.002

MODELO

Lineamiento	Promoviendo la diversificación productiva en áreas agrícolas que aproveche el potencial de recarga acuífera en la zona; En 413.95 ha de terrenos preferentemente forestales se desarrollan los usos consuntivos presentes, con la posibilidad de realizar cambios de uso de suelo para el desarrollo de los sectores área natural y turismo. En los terrenos preferentemente forestales, se llevará a cabo la restauración ecológica en 62.09 ha. En las 446 ha de terrenos forestales se gestiona el desarrollo del sector de Infraestructura con la posibilidad de realizar cambios de uso de suelo en una superficie máxima de 44.60 ha para la creación de equipamiento para ese sector y los necesarios para la prevención y manejo de incendios forestales y el control de plagas forestales.
Estrategias	A1, A2, A13, A24 B1, B2, B4, B5, B8, B9, B10, B11, B14, ACC4, S1, S2, S3, S4, S5, S6, AS1, AS3, AS4, AS5, AS11, AS14, PA1, PA2, PA3, C4, CA1, CA5, CA6, CA7, GA1, A3, A12, A17, A18, B3, B13
Criterios	An5, An7, An8, An10, An12, An14, An16, An17, An18, An18, An19, An20, An21, An22, An23, An24, An27, An28, An29, An33, An35, An37, An40, An41, An44, An45, An48, An49, An51, An54, An59, Tu2, Tu3, Tu4, Tu6, Tu7, Tu9, Tu11
Usos condicionados	Turismo.
Usos incompatibles	Agricultura, Asentamiento humano, Ganadería, Industria, Infraestructura, Minería, Acuacultura

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



En las especificaciones del Programa de Ordenamiento Ecológico Local se cuenta con vinculación a los criterios de regulación ecológica que aplican al proyecto, a continuación, se hace un análisis de las relaciones existentes.

Clave del criterio	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE LA UGA	CUMPLIMIENTO DEL CRITERIO DE LA UGA
Área Natural		
An 5	Cualquier intervención en predios aledaños a escurrimientos perennes e intermitentes deberá desarrollar prácticas de conservación en las orillas de estos, protegiendo la vegetación natural de la misma, en una franja de 25 metros a partir de la delimitación de la zona federal del cauce. En caso de no existir delimitación de la zona federal se deberán proteger 30 metros en cada margen del escurrimiento	Durante ninguna de las etapas del proyecto se hará intervenciones sobre escurrimientos perennes o intermitentes. La toma para la potabilización del agua se hará desde el Acueducto proveniente de Chapala.
An 7	Cualquier obra y/o actividad deberá garantizar la permanencia de los patrones naturales de los escurrimientos superficiales y la integridad de la hidrodinámica y función de los ecosistemas.	El proyecto no intervendrá sobres escurrimientos superficiales, perennes o intermitentes.
An 8	Mantener los corredores biológicos (vegetación riparia o de galería) en las cañadas y los cauces de los arroyos y ríos, a ambos lados (10 metros) no permitiendo la tala de arbolado.	Se promoverá el cuidado y protección del ecosistema, y la actividad del proyecto no interferirá con el ecosistema local, el predio del proyecto se encuentra delimitado, y en operación en su primera etapa.
An 10	Mantener actividades productivas y recreativas fuera de las zonas de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre.	Las actividades de las obras de modernización del proyecto no interferirán con el ecosistema local.
An 12	No se permite derribo de árboles y arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales.	Dentro de las actividades del proyecto no se contempla el derribo de árboles o arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales.
An 14	La construcción y operación de infraestructura aguas arriba deberá respetar el aporte natural de sedimentos a la parte baja de las cuencas hidrológicas.	El proyecto no intervendrá sobres escurrimientos superficiales, perennes o intermitentes.
An 16	En las áreas ajardinadas solo se deberá utilizar fertilizantes orgánicos.	El proyecto contará con un plan y manejo de áreas verdes para el cuidado del arbolado en el cual no se contempla la

Clave del criterio	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE LA UGA	CUMPLIMIENTO DEL CRITERIO DE LA UGA
		utilización de fertilizantes químicos, para evitar el daño a los ecosistemas.
An 17	Los desmontes aprobados para los proyectos se realizarán de manera gradual conforme al avance de obra e iniciando por un extremo, permitiendo a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas.	El proyecto tiene completado realizar su construcción de manera gradual, siendo esta la segunda etapa, permitiendo así a la fauna local el establecerse en áreas aledañas.
An 18	Se deben conservar en pie los árboles muertos de la vegetación nativa que presenten indicios de utilización por parte de la fauna que habite en dichos sitios.	Durante la ejecución del proyecto se verificarán el estado fitosanitario del arbolado y el aporte que brinda al ecosistema.
An 19	No se permite la quema de material vegetal producto del desmonte.	No se realizará quema de material vegetal durante las obras de modernización del proyecto.
An 20	No realizar reforestación en bosques afectados por incendios sin antes hacer un diagnóstico del daño y evaluar el potencial de la regeneración y restauración natural.	El proyecto no contempla la reforestación de bosques.
An 21	Mantener zonas de exclusión en áreas productivas y recreativas para la anidación y reproducción de fauna silvestre.	El proyecto no intervendrá sobre áreas productivas y recreativas para la anidación y reproducción de fauna.
An 22	Los propietarios y poseedores de terrenos forestales y de aptitud preferentemente forestal, están obligados a prevenir los incendios forestales mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material de combustible y la integración de brigadas preventivas.	El proyecto contempla el control de material combustible en todas sus etapas.
An 23	En zonas rurales se deberá utilizar enotecnias que hagan eficiente al consumo de leña.	No aplica debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, por lo que no se promoverá el consumo de leña.
An 24	En los cultivos se debe considerar en su diseño el establecimiento de zonas de amortiguamiento de vegetación riparia en las zonas aledañas de los cauces.	El proyecto no contempla la plantación de ningún tipo de cultivo
An 27	Se prohíbe el ingreso o liberación de cualquier especie invasora o exótica ya sea vegetal o animal.	Se promoverá el cuidado y protección del ecosistema, por lo que no se introducirán especies invasoras o exóticas.

Clave del criterio	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE LA UGA	CUMPLIMIENTO DEL CRITERIO DE LA UGA
An 28	Toda actividad antropogénica deberá contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales que cumpla con la normativa vigente, a fin de sostener los niveles de calidad de los hábitats silvestres.	La naturaleza del proyecto pretende aumentar el flujo de agua para el tratamiento de la misma para uso potable.
An 29	Establecer áreas de amortiguamiento cerca de las Áreas Naturales Protegidas y/o política de preservación que regulen las presiones al área de conservación.	El proyecto no contempla el establecimiento de áreas de amortiguamiento cerca de ANP.
An 33	La construcción de cualquier obra civil deberá garantizar el libre paso de la fauna silvestre mediante la implementación de pasos de fauna que sigan estándares internacionales.	El proyecto no contempla la construcción de pasos de fauna dentro de su programa de obra.
An 35	No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos próximos a ríos, escurrimientos y zonas de alta recarga.	El proyecto contará con un plan para el correcto manejo y disposición de los residuos.
An 37	Se deberá mantener como mínimo el 70% de la superficie del predio con vegetación nativa representativa de la zona. En caso de ser un predio degradado, el 70% de la superficie deberá de ser restaurado con vegetación nativa.	El proyecto no contempla el 70% del predio con vegetación nativa, debido a las obras que se construirán.
An 40	En las zonas inundables alrededor de los cuerpos de agua no se permite el cambio de uso de suelo.	El predio del proyecto no se encuentra dentro en las cercanías a ningún cuerpo de agua
An 41	Los jardines y áreas verdes solamente podrán ser regadas con agua tratada o pluvial.	El proyecto contará con un plan y manejo de áreas verdes para el cuidado del arbolado.
An 44	Los propietarios y poseedores de aprovechamientos forestales deberán poner en marcha sistemas de prevención y control de erosión, que consideren los caminos, brechas y veredas y que garanticen la continuidad de los patrones naturales de flujos hídricos.	El proyecto no contempla aprovechamiento forestal.
An 45	Los aprovechamientos forestales deberán incluir prácticas para evitar el desperdicio de madera en el monte y realizar la pica y acomodo de los residuos (limpia de monte) con el fin de reducir el riesgo de incendios forestales.	El proyecto no contempla aprovechamiento forestal.

Clave del criterio	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE LA UGA	CUMPLIMIENTO DEL CRITERIO DE LA UGA
An 48	En los predios bajo aprovechamiento forestal, las acciones de saneamiento implicarán necesariamente ajustes en el programa de manejo autorizado.	El proyecto no contempla aprovechamiento forestal.
An 49	Se deberán utilizar especies y variedades nativas de árboles en la silvicultura intensiva, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad regional y asegurando la existencia de diversidad genética como medio de adaptación a cambios ambientales y reducción de la vulnerabilidad de la producción forestal frente plagas, enfermedades y eventos meteorológicos extremos.	El proyecto no contempla silvicultura intensiva en sus etapas.
An 51	Se permite el aprovechamiento de leña para autoconsumo, preferentemente de árboles caídos. En caso de recursos no maderables, la extracción deberá ser de bajo impacto y cantidades limitadas según la especie.	El proyecto no contempla el uso de leña en ninguna de sus etapas.
An 54	Las actividades de aprovechamiento forestal no podrán involucrar el control químico de plagas y enfermedades forestales.	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no forestal
An 59	No se permite el incremento de las áreas agrícolas de producción actual.	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no agrícola.
Turismo		
Tu 2	Los servicios turísticos asociados a cuerpos de agua deberán contar con reglamentos en espacios recreativos.	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no turístico.
Tu 3	Solo se permite prácticas de campismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos.	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no turístico
Tu 4	El área ocupada por todos los desarrollos turísticos en su conjunto no deberá sobrepasar el 20% de la superficie total de la unidad de gestión.	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no turístico
Tu 6	En los sitios que no cuenten con drenaje y se lleven a cabo actividades turísticas y recreativas se deberán instalar baños secos.	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no turístico

Clave del criterio	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE LA UGA	CUMPLIMIENTO DEL CRITERIO DE LA UGA
Tu 7	El desplante de cualquier proyecto de desarrollo turístico deberá realizarse en zonas degradadas o deforestadas, siempre y cuando el predio cuente con este tipo de superficies.	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no turístico
Tu 9	Las obras relacionadas con la actividad ecoturística se realizarán sin afectar los ecosistemas, manteniendo la vegetación natural, a fin de no afectar el paisaje.	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no turístico.
Tu 11	Coordinar con las comunidades locales y la asociación intermunicipal de la región la difusión de los programas de ecoturismo.	No aplica, debido a que el proyecto pertenece al sector hidráulico, y no turístico.

III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Un Área Natural Protegida (ANP) es una porción del territorio (terrestre o acuático) cuyo fin es conservar la biodiversidad representativa de los distintos ecosistemas para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos y, cuyas características no han sido esencialmente modificadas. Estas zonas son manejadas bajo el instrumento político con mayor definición jurídica para la conservación regulando sus actividades bajo el marco normativo de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente, estando sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la ley.[1]

La estimación más reciente con respecto a la situación de la tenencia de la tierra en la superficie terrestre que comprenden las ANP federales, indica que 60% corresponde a propiedad social, cuando menos 20% a propiedad pública y alrededor de 12% a propiedad privada.[2]

Actualmente, las ANP federales, estatales, municipales, sociales y privadas abarcan en conjunto 9.85% de la superficie terrestre de México. Este porcentaje de superficie es inferior al porcentaje promedio de cobertura de ANP en todo el mundo, el cual en 2003 representaba 11.5% de la superficie terrestre del planeta (Chape et al. 2003), y en 2006 abarcaba un total de 117 905 áreas protegidas (WDPA Consortium 2006).

Jalisco ocupa el cuarto lugar estatal en riqueza florística, con 7 256 taxa nativos, después de Chiapas, Oaxaca y Veracruz (Ramírez et al. 2010. De estas especies, alrededor del 5% son endémicas de Jalisco (Hernández-López 1995a, 1995b, Meiners y Hernández-López 2007).

[1] PROFEPA, 2009. Áreas Naturales Protegidas.
[2] Bezaury-Creel, J., D. Gutiérrez Carbonell et al. 2009. *Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, México, pág. 391

La diversidad biológica de Jalisco está asociada a su gran diversidad geoecológica, esto es, a la variedad de condiciones del paisaje que incluyen la combinación de diferentes tipos de climas, sustratos geológicos, suelos, formaciones vegetales y usos del territorio.

Esta riqueza de ecosistemas y biodiversidad se encuentra representada en 26 Áreas Naturales Protegidas que cuentan con protección legal, mediante decreto del Ejecutivo Federal y el Poder Legislativo Estatal (Congreso del Estado), en conjunto suman una superficie de 874,711.92 ha y 87.9 kilómetros de litoral .

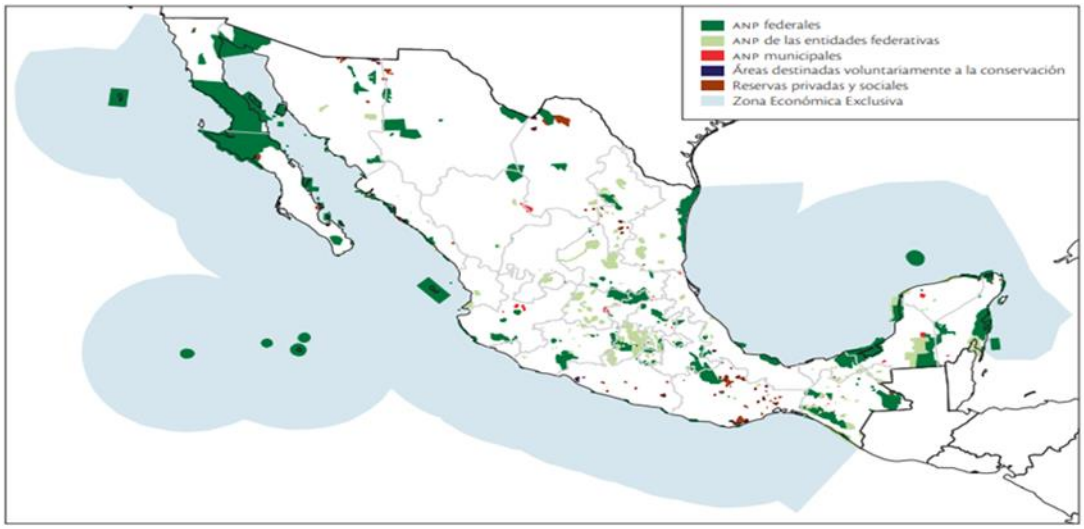


Figura III- 1. Áreas naturales protegidas para la conservación, el aprovechamiento sustentable y la restauración de recursos naturales (Bezaury-Creel, J., D. Gutiérrez Carbonell et al. 2009).

El Área Natural Protegida más próxima al proyecto es “Cerro Viejo - Chupinaya - Los Sabinos” Localizado aproximadamente a 8.7 km al suroeste del sitio del proyecto.

El Área Estatal Protegida Hidrológica conocida como Cerro Viejo - Chupinaya - Los Sabinos se sitúa en una zona del país que cuenta con una gran heterogeneidad de condiciones geográficas y ambientales, debido a que se encuentra en un punto donde confluyen cinco regiones fisiográficas, las cuales son: la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre del Sur, el Eje Neovolcánico, la depresión del Balsas y la Mesa Central. El polígono se ubica en el Estado de Jalisco, y se distribuye en los municipios de Jocotepec, Chapala, Ixtlahuacán de los Membrillos y Tlajomulco de Zúñiga, con una superficie total de 23,176.97 hectáreas.

Dentro de la ANP se presenta una variedad de 509 especies de fauna silvestre de los grupos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos; en cuanto a la flora se tienen numerosas especies, de las cuales 23 especies se encuentran sujetas a protección ecológica, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La diversidad de condiciones geográficas, edáficas y climáticas de la sierra ha dado como resultado la presencia de 7 tipos de vegetación que existen en el área, los cuales son: Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Espinoso, Bosque de Pino-Encino (Pinus-Quercus), Pastizal, Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque de Galería o Vegetación Riparia.

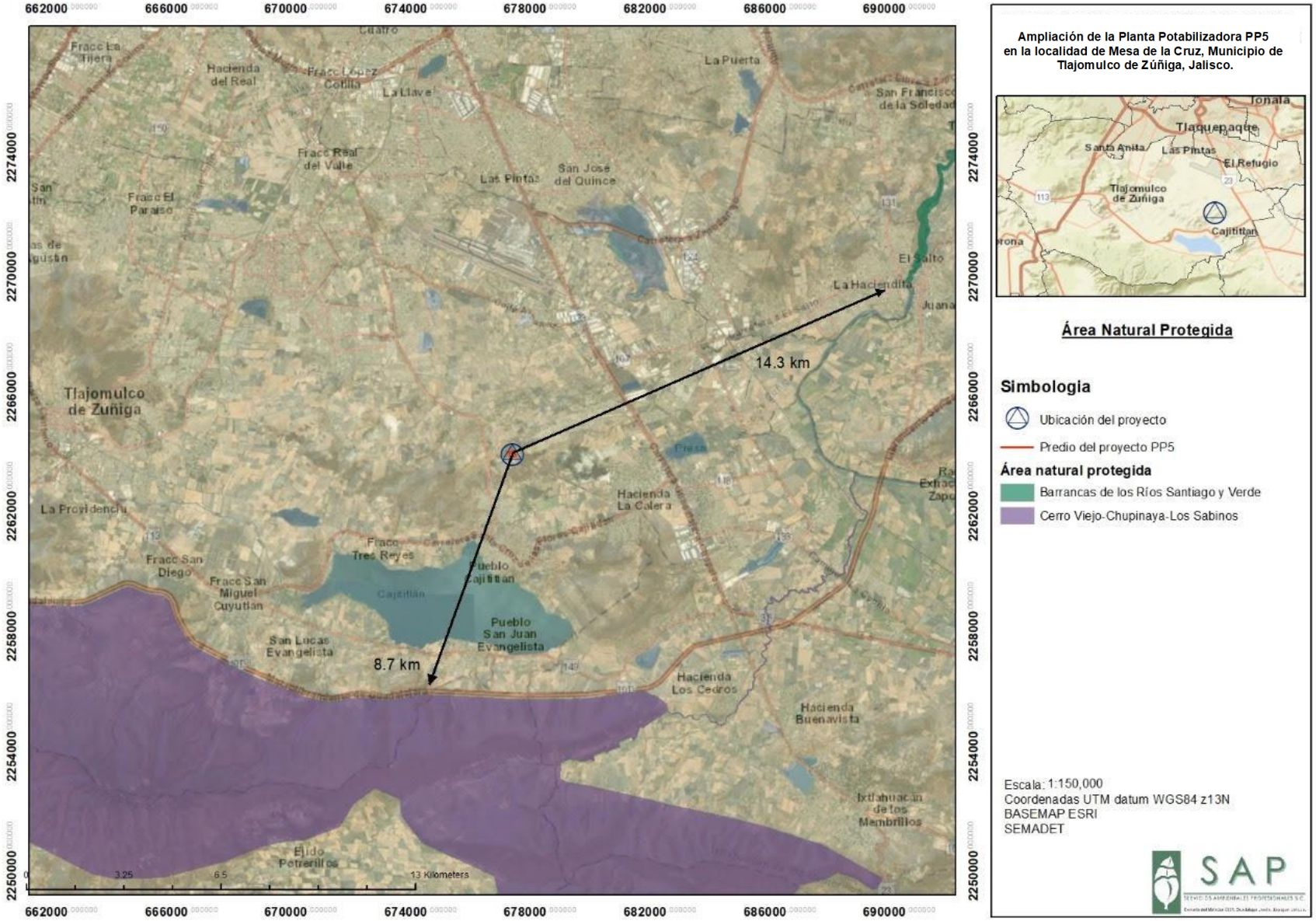
A continuación, se presenta una tabla con las áreas naturales protegidas más cercana al sitio del proyecto, así como su Administración, categoría, fecha de declaración y la distancia del sitio del proyecto a las mismas.

Nombre de la ANP	Administración	Categoría	Fecha de declaración	Distancia al proyecto (km)
Cerro Viejo – Chupinaya – Los Sabinos	Estatal (SEMADET)	Área Estatal de Protección Hidrológica	18 de mayo de 2013	8.7
Barranca del Rios Santiagos y Verde	Estatal (SEMADET)	Formación Natural de Interés Estatal	20 de diciembre de 2016	14.3
Sierra Condiro Canales – Cerro San Miguel Chiquihuitillo	Estatal (SEMADET)	Área Estatal de Protección Hidrológica	01 de febrero de 2018	51.1
Área de Protección de Flora y Fauna Boque La Primavera.	Organismo "Bosque la Primavera" sectorizado a la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial.	Área de protección de Flora y Fauna	19 de febrero de 1980	26

Tabla III- 3. ANP cercanas al sitio del proyecto.

Por la zona de estudio en la que se ubica, así como la actividad a desarrollar, y la distancia a las ANP´s más cercanas, se considera que el proyecto no afecta la dinámica de dichas áreas de importancia. En la página siguiente se presenta el plano con la ubicación del proyecto y los distanciamientos a las ANP más cercanas.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Sitios Ramsar

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada, de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 130 **Sitios Ramsar** con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Que incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.[3]

El sitio donde se llevará a cabo el proyecto no se encuentra dentro de alguno de los sitios Ramsar, los más cercanos al sitio del proyecto son el Lago de Chapala a aproximadamente 18.5 kilómetros respectivamente del sitio donde se llevará a cabo la construcción del proyecto.

Regiones Terrestres Prioritarias

Las **Regiones Terrestres Prioritarias** corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

El sitio donde se llevará a cabo el proyecto no se encuentra dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria, la más cercana al sitio del proyecto se encuentra aproximadamente 7.5 km al Sur correspondiendo a Cerro Viejo- Sierras de Chapala

Regiones Hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de **Regiones Hidrológicas Prioritarias**, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El sitio donde se llevará a cabo el proyecto se encuentra cercano a una Región Hidrológica Prioritaria, siendo esta la de Chapala-Cajititlán-Sayula; esta se encuentra a 15.1 km.

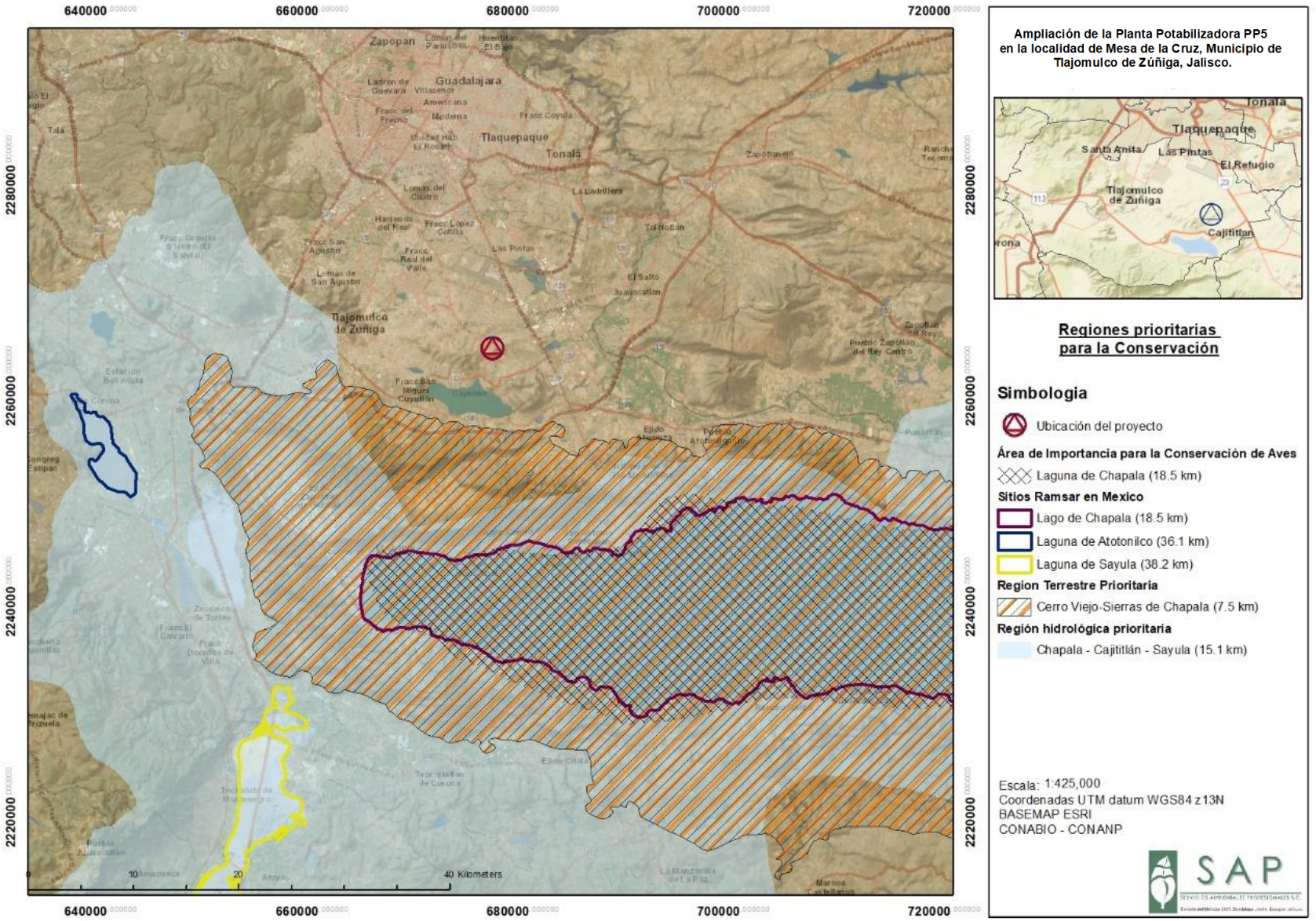
Área de Importancia para la conservación de aves

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

[3] http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/RAMSAR.aspx

El sitio donde se llevará a cabo el proyecto no se encuentra dentro de alguna Área de Importancia para la conservación de aves, la más cercana al sitio del proyecto se encuentra aproximadamente 18.5 km al sur correspondiendo a Laguna de Chapala.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



III.4 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

III.4.1 Plan Estatal de Desarrollo y Gobernanza Jalisco 2024-2030 (visión 2050)

Dentro del mismo, en el capítulo 4.3 Gestión responsable y sostenible del agua, se establece "Jalisco ha logrado avances significativos en la cobertura de agua potable y saneamiento, alcanzando en 2024 un acceso cercano al 98.6% en ambos servicios, lo que representa 114,202 y 119,593 habitantes aun sin servicio respectivamente. Asimismo, el 70.36% del caudal de aguas residuales generadas es tratado, una cifra por encima del promedio nacional.86 Sin embargo, estos logros conviven con desafíos persistentes: desigualdades territoriales en calidad y continuidad del servicio, sobreexplotación de acuíferos, rezagos en infraestructura hidráulica y escasa eficiencia en el reúso del agua tratada, que aún se mantiene en niveles bajos (120 litros por segundo)." … "Con el objetivo de garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento, se definieron cuatro resultados estratégicos orientados a mejorar la calidad, cobertura y sostenibilidad de los servicios hídricos en el estado. Las estrategias aquí planteadas contemplan desde el fortalecimiento de la infraestructura y la modernización tecnológica hasta la creación de una nueva cultura del agua basada en la economía circular, la protección de fuentes, la resiliencia climática y la participación corresponsable de usuarios e instituciones".

De acuerdo con el análisis del diagnóstico se detectaron los siguientes resultados esperados:

- En el estado se cumple la normatividad de disponibilidad, acceso y calidad del agua en los servicios de agua potable y saneamiento de cabeceras municipales y localidades mayores de 20 mil habitantes.
- Se moderniza y mejora la infraestructura hidráulica para incrementar la eficiencia y reducir pérdidas en los servicios de agua.
- En el estado se reducen las descargas de aguas residuales sin tratamiento que contaminan el agua superficial y subterránea gracias a la coordinación con los municipios.
- En Jalisco se impulsa una cultura del agua en organismos operadores y entidades públicas, basada en el reúso, economía circular, protección de fuentes, reducción de pérdidas, fortalecimiento institucional y resiliencia ante fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Análisis y vinculación con el proyecto:

De acuerdo con los resultados esperados en el PEDJ 2024-2030 y las estrategias para su cumplimiento, se considera que la construcción de la Planta Potabilizadora PP5 en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, es compatible y parte fundamental en el logro específicamente del apartado R4.3.2, con las siguientes estrategias:

- E4.3.2.1 La infraestructura para el abastecimiento de agua potable es ampliada, modernizada o rehabilitada con el fin de mejorar la cobertura y eficiencia del servicio.
- E4.3.2.2 Los diagnósticos técnicos son realizados para medir las eficiencias operativas y definir las prioridades de inversión en el sector hídrico.
- E4.3.2.3 Fortalecer la capacidad municipal para medir el ciclo urbano y rural del agua en las comunidades, con el fin de reducir pérdidas.

- E4.3.2.4 Los municipios y/u organismos operadores son apoyados en la construcción, operación y ampliación de sistemas de potabilización estratégicos que fortalecen el acceso al agua segura.

Estas estrategias garantizan el avance para el cumplimiento de los objetivos que se plantean en el PEDJ en materia Aguas y reservas hidrológicas, mediante la generación y abastecimiento de agua potable.

III.4.2 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. A través de este documento, enriquecido con el diálogo y la consulta ciudadana, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista.

El proyecto de Ampliación de la planta potabilizadora PP5 contribuye directamente a los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030 en materia de garantía del derecho humano al agua, modernización de infraestructura básica, gestión eficiente del recurso hídrico y resiliencia ante la variabilidad climática. La intervención es coherente con las estrategias nacionales que priorizan inversión en infraestructura hídrica, saneamiento y reúso, así como la modernización tecnológica de los sistemas de abastecimiento.

- Acceso y calidad del agua: El PND impulsa garantizar acceso equitativo al agua potable mediante inversión en infraestructura y medidas de gestión. La ampliación incrementa la capacidad de suministro y permite mantener cumplimiento de normas de calidad para más usuarios. Gobierno de México+1
- Modernización y eficiencia: El PND prioriza modernizar infraestructura (digitalización, ahorro energético y eficiencia operativa). La actualización de procesos (bombas más eficientes, control de dosificación, telemetría) se alinea con esas líneas de acción. Gobierno de México
- Resiliencia y seguridad hídrica: Incrementar capacidad y redundancia reduce vulnerabilidad del servicio frente a sequías y picos de demanda por crecimiento urbano en Tlajomulco; esto responde a la estrategia hídrica nacional que busca asegurar la disponibilidad en regiones vulnerables. Gobierno de México
- Cumplimiento normativo y salud pública: La operación ampliada debe garantizar la conformidad con la NOM-127 (límite y tratamientos de potabilización) para proteger la salud de la población. Esto refuerza el mandato nacional de agua segura para consumo humano.

Análisis y vinculación con el proyecto:

La presente obra de modernización y ampliación de la planta potabilizadora se integra a las prioridades establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030 (III.4.2 y ejes de gestión del agua), al fortalecer la infraestructura de abastecimiento, garantizar el derecho humano al agua y

promover la gestión eficiente del recurso hídrico mediante modernización tecnológica y cumplimiento de normas sanitarias. El proyecto incrementa la capacidad de tratamiento, lo que permitirá atender a población adicional y mejorar la continuidad y calidad del suministro en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga y el Área Metropolitana de Guadalajara. Las acciones propuestas —renovación de equipos, control automatizado, mejora de procesos de potabilización y medidas de eficiencia energética— se encuentran alineadas con las estrategias nacionales para saneamiento, reúso y modernización de la infraestructura hídrica.

III.4.3 Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

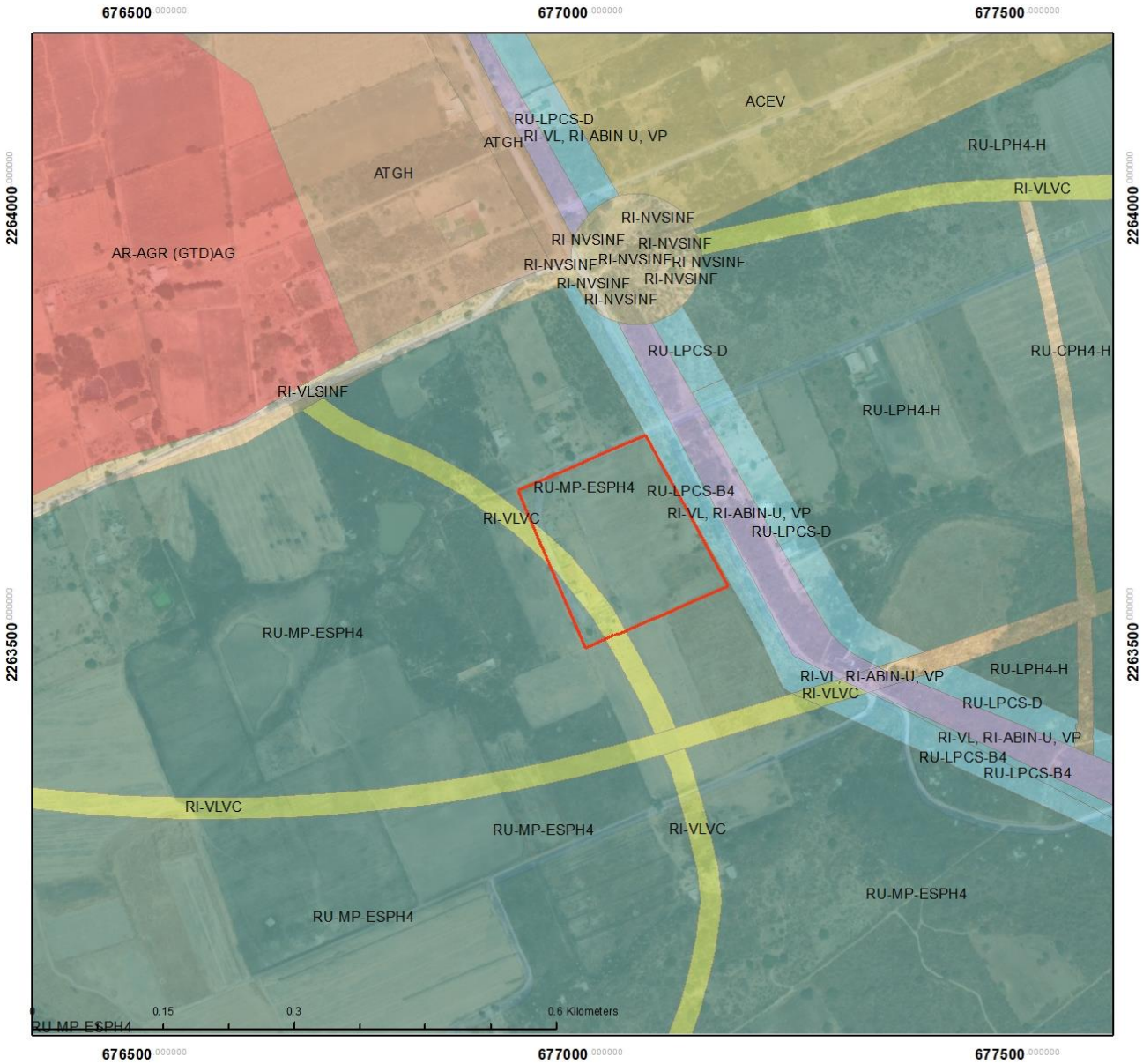
El Plan Parcial de Desarrollo Urbano, tiene como objetivo esencial el fortalecer la zonificación especifica del área de aplicación, con base en políticas de ordenamiento territorial congruentes a la actualidad, revisando en forma integral las bases que dieron origen al mismo en relación directa con la dinámica urbana.

De acuerdo con el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Municipio de Tlajomulco de Zuñiga, el predio del proyecto se encuentra ubicado dentro del "Distrito 8 – Sacramento", en un Área de Reserva Urbana a mediano plazo de control especial (RU-MP-ESP), descrita como:

"…Las pertenecientes a la reserva urbana, pero que por razones de índole ambiental deben ser sujetas de un tratamiento especial para su urbanización, ya sea porque en ellas exista una serie de elementos que presentan valores ambientales importantes, sin que lleguen a conformar espacios que por sus características deban ser consignadas como áreas de conservación o prevención ecológica, o porque son áreas que han sido o están siendo deterioradas por parte de la población o agentes naturales, convirtiéndose en focos de contaminación ambiental y deterioro, y que a través de acciones urbanísticas controladas se puedan rescatar y evitar su continua degradación."

Es importante señalar que el proyecto se encuentra en operación en su primera etapa, cuenta con el permiso de construcción por parte de la Dirección General de Obras Públicas del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, para estas obras de modernización.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Zonificación

Simbología

Predio del proyecto PP5

Uso general

- Agropecuario
- Comercial y de servicios
- Espacios verdes abiertos y recreativos
- Granjas y huertos
- Habitacional
- Instalaciones especiales e infraestructura, Vialidad
- Vialidad

Escala: 1:6,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Plan Parcial de Desarrollo Urbano del municipio de Tlajomulco de Zuñiga

III.5 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.5.1 Normas Oficiales Mexicanas de injerencia directa al proyecto

Deberá de indicar y vincular la calidad del agua tratada y el cuerpo receptor según lo establecen las Normas Oficiales Mexicanas. Para lo anterior se podrá apoyar en las siguientes NOM's;

NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental. - Lodos y Biosólidos. - Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final), publicadas en el diario Oficial de la Federación el día 15 de agosto de 2003

NOM-041-SEMARNAT-1999: 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-044-SEMARNAT-1993: Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.

NOM-045-SEMARNAT-1996: Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

NOM-050-SEMARNAT-1993: Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

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-2005.

NOM-059-SEMARNAT-2001: Protección ambiental-especies nativas en México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.

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.

NOM-015-SEMARNAP/SAGAR/1997: Que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el combate de los incendios forestales.

NOM-127-SSA1-2021.- Por la que se establecen los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para consumo humano, que deben cumplir los sistemas de

abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya en todo el territorio nacional.

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto de ampliación de la planta potabilizadora PP5 en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga se vincula de manera directa con las Normas Oficiales Mexicanas de injerencia ambiental, al establecer medidas para garantizar la calidad del agua tratada, el manejo adecuado de subproductos y la prevención de impactos al entorno durante las etapas de construcción y operación. En particular, la calidad del agua producida cumplirá con los límites permisibles y tratamientos establecidos en la NOM-127-SSA1-2021, asegurando que el agua destinada al consumo humano sea segura y apta conforme a la normatividad vigente. Asimismo, los lodos generados durante el proceso de potabilización serán caracterizados y manejados conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002, garantizando su aprovechamiento o disposición final sin riesgos al ambiente o a la salud pública.

Durante la ejecución del proyecto se prevé el uso de maquinaria y vehículos, por lo que se dará cumplimiento a las NOM-041, NOM-044, NOM-045 y NOM-050-SEMARNAT, relativas a emisiones atmosféricas y opacidad de humo provenientes de equipos a gasolina, diésel o combustibles alternos, así como a la NOM-080-SEMARNAT-1994 en materia de control de ruido. De igual forma, los residuos generados serán identificados y manejados conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y, en caso de residuos peligrosos, se evaluará su compatibilidad conforme a la NOM-054-SEMARNAT-1993. El proyecto contempla medidas preventivas para evitar afectaciones a la flora y fauna silvestre, en apego a la NOM-059-SEMARNAT-2001, y prohíbe el uso del fuego en el sitio, alineándose con lo establecido en la NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997, asegurando así una ejecución ambientalmente responsable y conforme al marco normativo aplicable.

III.5.2 Normas Oficiales Mexicanas de aplicación concurrente

NOM-002-SCT/2003: Listado de las substancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.

NOM-003-SCT/2000: Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-004-SCT/2000: Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

NOM-005-SCT/2000: Información de emergencia para el transporte terrestre de substancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-007-SCT2/2002: Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de substancias y residuos peligrosos.

NOM-010-SCT2/2003: Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-011-SCT2/2003: Condiciones para el transporte de las substancias y materiales peligrosos en cantidades limitadas.

NOM-028-SCT2/1998: Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados.

NOM-012-SSA1-1993: Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privado

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto de modernización y ampliación de la planta potabilizadora en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga se vincula con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de transporte, manejo y almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos, al contemplar el uso de insumos químicos necesarios para los procesos de potabilización (tales como coagulantes, desinfectantes y reactivos auxiliares). El transporte de dichas sustancias se realizará conforme al listado, clasificación e identificación establecidos en la NOM-002-SCT/2003, así como al etiquetado, marcado y señalización de envases, embalajes y unidades de transporte previstos en las NOM-003, NOM-004 y NOM-007-SCT, garantizando su correcta identificación y manejo durante su traslado al sitio del proyecto.

Asimismo, el proyecto considera la aplicación de medidas preventivas y de respuesta ante emergencias durante el transporte y almacenamiento de insumos, en apego a la NOM-005-SCT/2000 sobre información de emergencia, la NOM-010-SCT2/2003 relativa a compatibilidad y segregación de materiales peligrosos, la NOM-011-SCT2/2003 para el transporte en cantidades limitadas, y la NOM-028-SCT2/1998 en caso de manejar líquidos inflamables. Finalmente, la operación del sistema de abastecimiento y potabilización del agua se alineará con los requisitos sanitarios establecidos en la NOM-012-SSA1-1993, asegurando condiciones adecuadas de infraestructura, operación y control sanitario que contribuyan a la protección de la salud de la población usuaria.

Enunciación de Normas Oficiales Mexicanas de carácter concurrente a la legislación ambiental y que regulan las condiciones de seguridad e higiene**.**

NOM-001-STPS-1999: Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo. Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-005-STPS-1998: Condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

NOM-010-STPS-1999: Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente de trabajo.

NOM-011-STPS-2001: Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-017-STPS-2001: Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

NOM-018-STPS-2000: Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

Análisis y vinculación con el proyecto:

NOM-004-SEMARNAT-2002 – El proyecto cumplirá con los criterios, especificaciones y límites que establece la norma para el tratamiento y disposición final de los lodos producidos en la Planta Potabilizadora PP5.

NOM-041-SEMARNAT-1999 – Durante la operación se establecen informes anuales del mantenimiento y seguimiento a ductos y chimeneas, con esta acción se regula y asegura el cumplimiento de los límites de emisiones atmosféricas.

- Sobre vehículos automotores y maquinaria pesada.
  - **Emisiones**

NOM-044-SEMARNAT-1993: Durante las etapas de construcción y operación, el proyecto contempla el uso de maquinaria y vehículos pesados que operan con combustible diésel, por lo que se dará cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo establecidos en la norma. Para ello, se implementarán programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como la verificación periódica del estado mecánico de los equipos, a fin de minimizar las emisiones atmosféricas asociadas.

NOM-045-SEMARNAT-1996: Los vehículos automotores en circulación que utilicen diésel para las actividades del proyecto serán operados en condiciones mecánicas óptimas, garantizando que la opacidad del humo proveniente de sus escapes se mantenga dentro de los niveles máximos permisibles establecidos por la norma. Esta medida permitirá reducir impactos a la calidad del aire durante las actividades constructivas y de operación.

NOM-050-SEMARNAT-1993: En caso de utilizar vehículos o equipos que empleen gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, el proyecto asegurará que las emisiones de gases contaminantes generadas durante su operación se encuentren dentro de los límites establecidos en la norma, mediante revisiones técnicas periódicas y el adecuado mantenimiento de los sistemas de combustión, contribuyendo al control de la contaminación atmosférica en el área de influencia.

  - **Ruido**

NOM-080-SEMARNAT-1994: En todas las etapas de la obra (construcción, operación) se establecerá inspecciones y mantenimientos rutinarios a la maquinaria pesada y vehículos automotores (diésel o gas) para asegurar el cumplimiento de los límites tanto de emisiones atmosféricas como de ruido y su correcto funcionamiento.

- Sobre residuos peligrosos

NOM-052-SEMARNAT-2005: El proyecto contempla la identificación, caracterización y clasificación de los residuos generados durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la planta potabilizadora, a fin de determinar si alguno presenta características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o biológico-infecciosas (CRETIB). En caso de

generarse residuos peligrosos, éstos serán manejados conforme a lo establecido en la norma, mediante su almacenamiento temporal en áreas acondicionadas, etiquetado adecuado y entrega a empresas autorizadas para su transporte, tratamiento y disposición final, con el objetivo de prevenir riesgos al ambiente y a la salud humana.

NOM-054-SEMARNAT-1993: Tanto el tratamiento temporal que se le da a los residuos peligrosas que genera la Planta Potabilizadora PP5 como el almacén temporal de residuos peligrosos cuentan con todas las medidas para el manejo y almacenamiento temporal de residuos peligrosos, con base en el REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.

NOM-015-SEMARNAP/SAGAR/1997 – A pesar de que los terrenos del proyecto no son de uso forestal o agrícola. Se encuentra prohibido el uso de fuego.

NOM-127-SSA1-1999- El uso que se pretende dar al agua POTABILIZADA es público urbano, se asegurará que el agua tratada cumpla con los requerimientos necesarios de calidad para su uso, así también se tendrá el riguroso control en los sistemas de conducción requeridos para el transporte del recurso.

Enunciación Normas Oficiales Mexicanas de aplicación concurrente:

NOM-002-SCT/2003-
NOM-003-SCT/2000-
NOM-004-SCT/2000-
NOM-005-SCT/2000-
NOM-007-SCT2/2002-
NOM-010-SCT2/2003-
NOM-011-SCT2/2003-
NOM-028-SCT2/1998-
NOM-012-SSA1-1993-

Las normas anteriores regulan el manejo, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas, como se mencionó anteriormente. El manejo de sustancias peligrosas se encuentra monitoreado mediante bitácoras de operación, para el manejo de cualquier sustancia peligrosa se contará en todo momento con las hojas de seguridad del producto.

Para el almacenamiento y manejo de residuos se contará en todo momento con todas las características necesarias para su correcta y segura operación siguiendo la normativa del REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. El etiquetado de envases cumple con los requerimientos de la norma NOM-003-SCT/2000. Y por último se contará con prestadores de servicio certificados para la disposición final de los residuos y bitácoras de los manifiestos de recolección.

Enunciación de Normas Oficiales Mexicanas de carácter concurrente a la legislación ambiental y que regulan las condiciones de seguridad e higiene**.**

NOM-001-STPS-1999-
NOM-005-STPS-1998-
NOM-010-STPS-1999-
NOM-011-STPS-2001-
NOM-017-STPS-2001-
NOM-018-STPS-2000-

Las normas anteriores regulan las condiciones de seguridad e higiene, el cumplimiento de estas se dará cabalmente durante todas las etapas del proyecto. De manera específica, el diseño y construcción de la planta en general parte de los requisitos indispensables tanto en estructuras, techos, paredes, pisos, patios, escaleras, rampas y plataformas elevadas, así como caminos de vehículos y vigilancia que conforman la NOM-001-STPS-1999. En todo momento desde el ingreso a la Planta Potabilizadora PP5 es obligatorio el uso de equipo básico de seguridad y específico en ciertas zonas. Se cuenta con bitácora de mantenimiento de señaléticas, Equipos de prevención y primeros auxilios. La planta cuenta con políticas de Cero Accidentes. La PP5 contará también con un Programa de prevención y atención a emergencias, tanto interno como externo, que incluye capacitación recurrente al personal.

III.6 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR SON

III.6.1 LEYES Y REGLAMENTOS APLICABLES CON LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL

III.6.1.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas; El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

→ ***Artículo 1:*** Se establece que en la presente Ley 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 y establecer las bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; Fracción reformada DOF 05-11-20

II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;

III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;
VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;
VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;
IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y
X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

→ ***Articulo 15.-*** Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:
XII.- Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de esta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar ese derecho.

→ ***Articulo 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 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.
I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;

→ ***Articulo 29.-*** Los efectos negativos que, sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.

→ ***Articulo 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.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente ley la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

→ ***Artículo 35 BIS 1.-*** En el cual se establece que Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.
Asimismo, los informes preventivos, las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo podrán ser presentados por los interesados, instituciones de investigación, colegios o asociaciones profesionales, en este caso la responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a quien lo suscriba.

→ ***Artículo 35 BIS 3.-*** Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con autorización de inicio de obra; se deberá verificar que el responsable cuente con la autorización de impacto ambiental expedida en términos de lo dispuesto en este ordenamiento.
Asimismo, la Secretaría, a solicitud del promovente, integrará a la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este artículo.

→ ***Articulo 89.-*** Los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en:
VI.- La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;

→ ***Articulo 92.-*** Se menciona que con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el ahorro y uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su reuso.

→ ***Articulo 110 y 111 Bis.*** Donde se desprenden las medidas legales para la prevención y control de la contaminación atmosférica.

→ ***Articulo 155 y 156.*** Disposiciones que norman la generación de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y olores.

Análisis y vinculación con el proyecto:

Derivado de la naturaleza del proyecto, consistente en la ampliación de una planta potabilizadora, éste se clasifica como obra hidráulica, por lo que se encuentra sujeto al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, conforme a lo establecido en los artículos 28, fracción I, y 30 de la LGEEPA. Asimismo, debido al manejo y almacenamiento de cloro gas como insumo para los procesos de desinfección del agua, el proyecto se considera una actividad altamente riesgosa en los términos de la propia Ley, por lo que la Manifestación de Impacto Ambiental incluirá el Estudio de Riesgo Ambiental correspondiente, en apego a lo dispuesto por el marco jurídico aplicable. Dicho estudio identificará escenarios de riesgo, áreas de afectación potencial y medidas de prevención, seguridad y respuesta a emergencias, garantizando la protección del ambiente, de la población y del personal operativo.

La Manifestación de Impacto Ambiental que se someterá a consideración de la autoridad ambiental incorporará la descripción integral de los ecosistemas potencialmente afectados, así como la identificación y evaluación de impactos y la definición de medidas preventivas, de mitigación y de control, conforme a los principios de la política ambiental previstos en los artículos 1 y 15 de la LGEEPA, orientados a garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano. Adicionalmente, el proyecto se alinea con los artículos 89 y 92, al promover el uso eficiente del agua y la operación sustentable de los sistemas de abastecimiento, y contempla acciones para la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo, así como de ruido y otros factores físicos, en cumplimiento de los artículos 110, 111 Bis, 155 y 156, asegurando su desarrollo bajo un enfoque de prevención del riesgo y desarrollo sustentable.

III.6.1.2 Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Esta ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado 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.

Artículos 19, 21, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 45, 46, 47, 48, 67, 68 y 69, disposiciones que establecen las obligaciones relacionadas con la generación, almacenamiento temporal, transportación y disposición final de los residuos, tanto peligrosos como sólidos urbanos y de manejo especial.

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto de ampliación de la planta potabilizadora se vincula con lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, al contemplar acciones orientadas a la prevención de la generación de residuos, su valorización cuando sea técnica y ambientalmente viable, y la gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial que se generen durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento. En cumplimiento del objeto de la Ley, el proyecto adopta un enfoque preventivo que contribuye al desarrollo sustentable, evitando la contaminación de suelos y cuerpos de agua, así como la afectación a la salud humana y al ambiente.

De conformidad con lo establecido en los artículos 19, 21, 27, 28, 29, 30, 31 y 33, el promovente asumirá las obligaciones relativas a la identificación, clasificación, almacenamiento temporal y manejo adecuado de los residuos generados, asegurando su separación, etiquetado y resguardo en áreas acondicionadas. Asimismo, conforme a los artículos 45, 46, 47 y 48, la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos y de manejo especial se realizará a través de empresas autorizadas, manteniendo los registros y manifiestos correspondientes. Finalmente, en apego a los artículos 67, 68 y 69, se implementarán medidas para prevenir la contaminación de sitios y, en su caso, llevar a cabo acciones de remediación, garantizando el cumplimiento del marco legal aplicable y la protección del medio ambiente

III.6.1.3 Ley General de Aguas.

Esta ley publicada en el D.O.F. el 11 de diciembre 2025, tiene por objeto definir y garantizar el contenido del derecho humano al agua, asegurando su acceso equitativo, disponibilidad, saneamiento y uso sustentable para consumo personal y doméstico, en concordancia con la Constitución y los tratados internacionales en materia de derechos humanos. Asimismo, establece las bases institucionales, instrumentos y procedimientos para la coordinación entre los distintos órdenes de gobierno y la participación ciudadana en la gestión y gobernanza del agua, fortalece la operación de los servicios públicos de agua y saneamiento, incorpora enfoques de equidad, inclusión y sustentabilidad, y promueve una cultura del agua.

- → **Artículo 4:** Establece que el ejercicio del derecho humano al agua debe realizarse bajo criterios de sustentabilidad, preservando los ecosistemas y garantizando la disponibilidad a largo plazo.

- → ***Artículo 6:*** *Reco*noce el abastecimiento de agua potable para consumo personal y doméstico como una función prioritaria del Estado y de interés social y utilidad pública, especialmente cuando está orientada a garantizar el derecho humano al agua**.**

- → ***Artículo 7*** fracciones I, II y V***:*** Declara de utilidad pública: La gestión integrada del recurso hídrico. La construcción, operación y ampliación de infraestructura hidráulica para agua potable. Las obras necesarias para el abastecimiento a centros de población.

→ ***Artículo 9:*** *Señala que la gestión del agua debe realizarse con un* ***enfoque ecosistémico y de cuenca****, priorizando el uso para consumo humano.*

→ ***Artículo 21:*** Señala que las autorizaciones relacionadas con infraestructura hidráulica deberán: Ajustarse a la planeación hídrica, Considerar la disponibilidad del agua y Cumplir con la normatividad ambiental aplicable.

→ ***Artículos 22, 24 y 29:*** Regulan: El otorgamiento de títulos de concesión o asignación, La modificación de volúmenes, La obligación de acreditar disponibilidad y uso eficiente del agua.

Análisis y vinculación con el proyecto:

La ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 se enmarca en lo dispuesto por la Ley General de Aguas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de diciembre de 2025, la cual tiene como objeto definir y garantizar el derecho humano al agua, asegurando su acceso equitativo, disponibilidad, saneamiento y uso sustentable para consumo personal y doméstico, así como establecer las bases institucionales, de coordinación y participación social para su gestión y gobernanza.

En este sentido, el proyecto se vincula de manera directa con los principios de utilidad pública establecidos en la Ley, al tratarse de infraestructura hidráulica destinada al abastecimiento de agua potable para uso público-urbano. El suministro de agua potable para la población constituye una función prioritaria del Estado y un servicio de interés social, orientado a garantizar el ejercicio efectivo del derecho humano al agua. La ampliación de la PP5 permitirá fortalecer la capacidad de potabilización del sistema existente y atender de manera más eficiente la demanda actual y futura de agua potable en diversas colonias del sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara, beneficiando a una población superior a los doscientos mil habitantes.

Asimismo, el proyecto se alinea con los criterios de aprovechamiento sustentable del recurso hídrico, al no incorporar nuevas fuentes de extracción ni modificar el esquema de aprovechamiento del agua superficial ya integrada al sistema metropolitano, sino optimizar y ampliar la infraestructura de tratamiento existente. La Ley General de Aguas establece que la gestión del agua debe realizarse bajo un enfoque de sustentabilidad, preservando el equilibrio de los ecosistemas y garantizando la disponibilidad del recurso a largo plazo. En este contexto, la ampliación de la planta potabilizadora constituye una medida de gestión eficiente del agua, al mejorar su calidad y disponibilidad para consumo humano sin incrementar la presión sobre las fuentes de abastecimiento.

Por otra parte, la Ley General de Aguas prevé que el uso del agua para el abastecimiento público-urbano se realice mediante los títulos de concesión o asignación correspondientes, otorgados con base en la disponibilidad del recurso, la planeación hídrica y el cumplimiento de criterios técnicos y ambientales. La ampliación de la PP5 se vincula con este régimen jurídico en la medida en que opera con volúmenes de agua previamente concesionados y autorizados, integrándose a un sistema de captación, conducción y potabilización ya existente, por lo que no representa un nuevo aprovechamiento del recurso, sino una adecuación de infraestructura para mejorar su gestión.

Adicionalmente, el proyecto observa las disposiciones relativas a la planeación y coordinación entre los distintos órdenes de gobierno en materia hídrica, así como la obligación de garantizar que las obras de infraestructura hidráulica se desarrollen de forma compatible con el entorno ambiental y social. La ampliación de la planta potabilizadora fortalece la operación de los servicios públicos de agua potable, contribuye a la seguridad hídrica de la región y promueve el uso eficiente y responsable del recurso, en concordancia con los objetivos de la Ley General de Aguas y con el enfoque de gestión integral del agua.

En conclusión, la ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 se encuentra plenamente justificada desde el punto de vista legal, al constituir una obra de utilidad pública, orientada al cumplimiento del derecho humano al agua, desarrollada bajo criterios de aprovechamiento sustentable del recurso hídrico y en apego al régimen de concesiones y autorizaciones vigente, contribuyendo al fortalecimiento de la infraestructura hidráulica y al bienestar de la población beneficiada.

III.6.1.4 Ley General de Vida Silvestre

→ ***Articulo 4.-*** Se menciona que 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

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto de ampliación de la planta potabilizadora se vincula con lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre, al incorporar medidas orientadas a la prevención de afectaciones a la flora y fauna silvestres presentes en el área de influencia del proyecto. En cumplimiento del artículo 4 de la Ley, el desarrollo de las actividades constructivas y operativas se llevará a cabo evitando cualquier acción que implique la destrucción, daño o perturbación de la vida silvestre, mediante la delimitación de áreas de trabajo, el control de maquinaria, la minimización de emisiones de ruido y la correcta gestión de residuos.

Asimismo, el proyecto contempla acciones preventivas que permiten preservar las condiciones del entorno natural, asegurando que la operación de la infraestructura hidráulica no genere impactos adversos sobre los hábitats existentes. De esta manera, el promovente asume su corresponsabilidad en la conservación de la vida silvestre, en apego a los principios de protección ambiental y desarrollo sustentable establecidos en la legislación ambiental vigente.

III.6.1.5 Ley General de Salud

La Ley General de Salud contiene los derechos a la protección de la salud que tiene toda persona en los términos del artículo 4o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general.

→ ***Artículo 65.-*** Se establece que las autoridades sanitarias, educativas y laborales en sus respectivos ámbitos de competencia, apoyarán y fomentarán:

IV.- Acciones relacionadas con educación básica, alfabetización de adultos, acceso al agua potable y medios sanitarios de eliminación de excreta.

→ ***Artículo 457.-*** Donde se establece que se sancionará con pena de uno a ocho años de prisión y multa por el equivalente de cien a dos mil días de salario mínimo general vigente en la zona económica de que se trate, al que por cualquier medio contamine un cuerpo de agua, superficial o subterráneo, cuyas aguas se destinen para uso o consumo humanos, con riesgo para la salud de las personas.

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto de ampliación de la planta potabilizadora se vincula de manera directa con lo establecido en la Ley General de Salud, al contribuir al derecho constitucional a la protección de la salud y al acceso a agua potable de calidad, conforme a lo dispuesto en el artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En apego al artículo 65, fracción IV, el proyecto fortalece las acciones orientadas al abastecimiento de agua potable y a la mejora de las condiciones sanitarias, mediante la optimización de los procesos de potabilización y el incremento en la capacidad de tratamiento, lo que incide positivamente en la salud y bienestar de la población beneficiada.

Asimismo, el diseño, construcción y operación de la planta contemplan medidas estrictas para prevenir la contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos destinados al uso o consumo humano, garantizando el cumplimiento de los parámetros de calidad y de seguridad sanitaria aplicables. Lo anterior se alinea con lo establecido en el artículo 457 de la Ley, al evitar cualquier acción u omisión que pudiera representar un riesgo para la salud pública, reforzando la responsabilidad del promovente en la protección de los recursos hídricos y en la prevención de daños sanitarios asociados a la contaminación del agua.

III.6.1.6 Ley General de Cambio Climático

Dentro de la Ley General de Cambio Climático se establecen las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.

→ ***Artículo 9***.- Se menciona que corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones:

II.- Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias:

a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento.

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto de ampliación de la planta potabilizadora PP5 se vincula con lo establecido en la Ley General de Cambio Climático, al contribuir a la adaptación y resiliencia del sector hídrico frente a los efectos adversos del cambio climático. En apego a lo dispuesto en el artículo 9, fracción II, inciso a), el proyecto fortalece la prestación del servicio de agua potable, mediante la modernización de la infraestructura, el incremento en la capacidad de tratamiento y la mejora en la eficiencia operativa, acciones que permiten reducir la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento ante escenarios de variabilidad climática, sequías y eventos hidrometeorológicos extremos.

Asimismo, el proyecto se desarrolla en congruencia con las políticas y acciones municipales en materia de cambio climático, alineadas con el Plan Nacional de Desarrollo y los programas estatales

y municipales aplicables, al promover el uso eficiente del agua, la optimización de procesos y la reducción de riesgos asociados a la operación del sistema de potabilización. De esta manera, la obra contribuye a la seguridad hídrica local, al fortalecimiento de la capacidad adaptativa del municipio de Tlajomulco de Zúñiga y al cumplimiento de los objetivos nacionales en materia de cambio climático.

III.6.1.7 Ley General de Bienes Nacionales

Tiene por objeto establecer: Los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación; El régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal; La distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles;

→ **Artículo 8.-** Donde se menciona que todos los habitantes de la República pueden usar los bienes de uso común, sin más restricciones que las establecidas por las leyes y reglamentos administrativos.

Para aprovechamientos especiales sobre los bienes de uso común, se requiere concesión, autorización o permiso otorgados con las condiciones y requisitos que establezcan las leyes.

→ ***Articulo 16.-*** Las concesiones, permisos y autorizaciones sobre bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el título de la concesión, el permiso o la autorización correspondiente.

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto de ampliación de la planta potabilizadora PP5 se vincula con lo dispuesto en la Ley General de Bienes Nacionales, al contemplar el uso y aprovechamiento de bienes que forman parte del patrimonio de la Nación, particularmente aquellos asociados a infraestructura hidráulica y, en su caso, a zonas federales administradas por dependencias federales. En apego a lo establecido en el artículo 8, el proyecto reconoce que los bienes de uso común podrán ser utilizados conforme a las disposiciones legales aplicables, y que cualquier aprovechamiento especial requerirá contar previamente con la concesión, permiso o autorización correspondiente, emitida por la autoridad competente.

Asimismo, de conformidad con el artículo 16, las concesiones, permisos o autorizaciones que resulten aplicables al proyecto no generan derechos reales sobre los bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación, sino que otorgan exclusivamente el derecho de uso o aprovechamiento en los términos y condiciones establecidos en los instrumentos jurídicos respectivos. En este sentido, el proyecto se desarrollará respetando las limitaciones legales, los derechos de terceros y las disposiciones administrativas vigentes, garantizando el uso ordenado y responsable de los bienes nacionales involucrados.

III.6.1.8 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

→ ***Articulo 5.-*** Se establece que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

A) HIDRAULICAS:

XI. Plantas potabilizadoras para el abasto de redes de suministro a comunidades, cuando esté prevista la realización de actividades altamente riesgosas;

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto debido a su naturaleza realizara previamente ante la Secretaría la autorización en materia de Impacto Ambiental, así como su estudio de riesgo.

III.6.1.9 Reglamento de la Ley de General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmosfera

Tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

→ ***Artículos 16, 17, 18, 19, 25, 28, 31, 32.*** Donde se establecen los trámites, obligaciones y prohibiciones relacionadas con las emisiones contaminantes a la atmosfera, tanto de fuentes fijas como fuentes móviles de jurisdicción federal.

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto de ampliación de la planta potabilizadora se vincula con lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera, al considerar la generación de emisiones atmosféricas asociadas al uso de fuentes móviles y, en su caso, fuentes fijas durante las etapas de construcción y operación. En apego a los artículos 16, 17, 18 y 19, el proyecto contempla el cumplimiento de los trámites y obligaciones relacionados con el control de emisiones contaminantes, mediante el adecuado mantenimiento de la maquinaria, vehículos y equipos utilizados, así como la adopción de prácticas operativas que minimicen la emisión de contaminantes a la atmósfera.

Asimismo, conforme a lo establecido en los artículos 25, 28, 31 y 32, el proyecto evitará la realización de actividades prohibidas y dará cumplimiento a las disposiciones aplicables a fuentes móviles y fuentes fijas de jurisdicción federal, asegurando que las emisiones generadas se mantengan dentro de los límites permisibles establecidos en la normatividad ambiental vigente. Con ello, se contribuye a la prevención y control de la contaminación atmosférica, protegiendo la calidad del aire en el área de influencia del proyecto y garantizando su desarrollo conforme al marco legal aplicable.

III.6.1.10 Reglamento de la Ley General para la Protección y Gestión Integral de los Residuos.

Este Reglamento tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado 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.

→ ***Artículos 19, 21, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 45, 46, 47, 48, 67, 68 y 69,*** disposiciones que establecen las obligaciones relacionadas con la generación, almacenamiento temporal, transportación y disposición final de los residuos, tanto peligrosos como sólidos urbanos y de manejo especial.

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto de ampliación de la planta potabilizadora se vincula con lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, al contemplar medidas orientadas a la prevención en la generación de residuos, su valorización cuando sea técnica y ambientalmente viable, y la gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial que se generen durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento. En cumplimiento del objeto del Reglamento, el proyecto adopta un enfoque preventivo que contribuye al desarrollo sustentable y a la protección del medio ambiente.

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 19, 21, 27, 28, 29, 30, 31 y 33, el promovente dará cumplimiento a las obligaciones relativas a la identificación, clasificación, segregación y almacenamiento temporal de los residuos generados, asegurando su manejo en áreas adecuadas y debidamente señalizadas. Asimismo, conforme a los artículos 45, 46, 47 y 48, la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos y de manejo especial se realizará a través de prestadores de servicios autorizados, manteniendo los registros, bitácoras y manifiestos correspondientes. Finalmente, en apego a los artículos 67, 68 y 69, se implementarán medidas para prevenir la contaminación de sitios y, en su caso, ejecutar acciones de remediación, garantizando el cumplimiento del marco normativo aplicable.

III.6.1.11 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

→ ***Articulo 82.-*** "La Comisión" podrá otorgar:

I. La asignación de agua a organismos o entidades paraestatales o paramunicipales que administren los sistemas de agua potable y alcantarillado de los municipios, así como de las zonas conurbadas o intermunicipales;

II. II. La concesión de agua para servicio público urbano a ejidos, comunidades, organizaciones de colonos o usuarios que administren sistemas de agua potable y alcantarillado, y

El otorgamiento de las concesiones o asignaciones a que se refiere el presente artículo, se efectuará en caso de que el municipio no pueda prestar directamente el servicio o cuando medie acuerdo favor del mismo.

En caso de que conforme a la ley se concesionen por el municipio, total o parcialmente, los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, las asignaciones de agua que expida "La Comisión" se harán en todo caso a los municipios que tienen a su cargo la prestación de dicho servicio público

→ **Artículo 83.** Para efectos del artículo 44 de la "Ley", en los títulos de asignación respectivos, "La Comisión" y los municipios, entidades federativas, entidades paraestatales o paramunicipales que presten los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, establecerán:

I. La programación para el aprovechamiento de las fuentes de suministro de agua y la forma de su ejecución;
II. Los sitios y formas de medición tanto del suministro como de la descarga de aguas residuales;
III. El uso racional y eficiente del agua, así como el respeto a las reservas y a los derechos de terceras aguas abajo inscritos en "El Registro";
IV. El cumplimiento de las normas y condiciones de calidad en el suministro de agua y en la descarga de agua residual a cuerpos receptores;
V. La obligación de pagar oportunamente las contribuciones y aprovechamientos federales a su cargo, con motivo de la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, y, en su caso, para la inscripción del pago respectivo en el Registro de Obligaciones y Empréstitos de Entidades y Municipios a favor de la Federación, en los términos establecidos en el artículo 9o., de la Ley de Coordinación Fiscal, y
VI. Las causas de caducidad de los derechos que ampara el título correspondiente.

Lo dispuesto en este artículo, se aplicará en lo conducente para los servicios que "La Comisión" o el Ayuntamiento preste para el abastecimiento de agua a fraccionamientos.

→ **Articulo 84.-** Se establece que Corresponde al Municipio o, en su caso, al Distrito Federal, así como a los organismos o empresas que presten el servicio de agua potable y alcantarillado, el tratamiento de las aguas residuales de uso público urbano, previa a su descarga a cuerpos receptores de propiedad nacional, conforme a las condiciones particulares de descarga que les determine "La Comisión".

Para tal efecto, en los términos del artículo 45 de la "Ley", corresponde a los municipios, directamente o a través de los organismos operadores encargados de la prestación del servicio público de agua potable y alcantarillado o, en su caso, al Distrito Federal, la autorización y contratación o concesión de las obras de tratamiento de aguas residuales, si éstas se realizan antes de descargar dichas aguas en una corriente o depósito de propiedad nacional.

→ **ARTICULO 152**.- Para efectos de la fracción V, del artículo 86 de la "Ley", se incluyen en las aguas para uso y consumo humano, las que se suministren a través de servicios públicos sujetos al cumplimiento de las normas de potabilidad de cualquier tipo y forma.

Los responsables de los sistemas públicos de abastecimiento de agua potable a las poblaciones o a las colonias y fraccionamientos, en los términos de una concesión o asignación expedida por "La Comisión", están obligados a contar con los dispositivos de desinfección conforme a las normas oficiales mexicanas correspondientes.

ATICULO 158.- "La Comisión" promoverá y, a solicitud de las correspondientes autoridades estatales y municipales, proporcionará con los recursos disponibles al efecto, la asistencia técnica para la elaboración de los estudios y los proyectos de las obras de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

"La Comisión" a solicitud de las dependencias y entidades de la administración pública federal, de las correspondientes autoridades estatales o municipales o sus entidades paraestatales, de los representantes de organizaciones de usuarios y de los particulares, proporcionará, con los recursos disponibles al efecto, asistencia técnica para la realización de proyectos, así como para la construcción, operación y conservación de obras e instalaciones, con objeto de propiciar el adecuado desarrollo hidráulico, el uso eficiente del agua y la conservación de su calidad.

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto de ampliación de la planta potabilizadora se vincula con lo dispuesto en el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, al formar parte de los sistemas públicos de abastecimiento de agua potable administrados a nivel municipal. En cumplimiento de lo establecido en los artículos 82 y 83, el proyecto se sujetará a las asignaciones y/o concesiones de agua otorgadas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), así como a las condiciones establecidas en los títulos correspondientes, relativas a la programación del aprovechamiento de las fuentes de suministro, los sitios y mecanismos de medición, el uso racional y eficiente del agua, el respeto a los derechos de terceros y el cumplimiento de las normas de calidad aplicables en el suministro de agua para uso y consumo humano.

Asimismo, de conformidad con el artículo 84, el municipio, a través del organismo operador correspondiente, será responsable del tratamiento de las aguas residuales de uso público urbano, previo a su descarga a cuerpos receptores de propiedad nacional, en apego a las condiciones particulares de descarga que determine la autoridad competente. En observancia de lo dispuesto en los artículos 152 y 158, el proyecto contempla la instalación y operación de dispositivos de desinfección conforme a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, así como la posibilidad de contar con asistencia técnica de CONAGUA para la elaboración, ejecución y operación de los proyectos hidráulicos, contribuyendo al uso eficiente del agua, la conservación de su calidad y el desarrollo hidráulico sustentable del municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

III.6.1.12 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Jalisco

Esta ley es *"… de orden público y de interés social, y tiene por objeto regular la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente y el patrimonio cultural en el estado de Jalisco, en el ámbito de competencia de los gobiernos estatal y municipales, con la finalidad de mejorar la calidad ambiental y la calidad de vida de los habitantes del estado y establecer el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales".*

→ ***Artículos 15, 16, 17 y 19:*** Relacionados con las políticas ambientales y la planeación y el uso de los ordenamientos ecológicos del territorio.

→ ***Artículos 28 (fracción I), 29, 30, 35 Bis 1 y 36:*** Relativos a la evaluación del impacto ambiental y el cumplimiento de los criterios, parámetros y lineamientos establecidos en la Normas Oficiales Mexicanas.

→ ***Artículo 5 (inciso a), 9, 10, 13, 14, 17, 18, 19, 27, 28, 51 y 53:*** del Reglamento en materia de Impacto Ambiental que regulan el proceso de elaboración y presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental. NOM –138- SEMARNAT/SS-2003.

→ ***Artículos 79, 80, 81, 87 y 87 Bis.:*** Relacionados con la preservación y aprovechamiento de la vida silvestre.

→ ***Articulo 80 al 85***: relativos a las descargas municipales, monitoreo y responsabilidades de gobiernos municipales o los organismos privados encargadas de operar o administrar los equipos de tratamiento. Los residuos sólidos de manejo especial y sólidos urbanos, como son los lodos generados por el tratamiento de aguas, estarán bajo la regulación de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final dispuestos por la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco.

→ ***Artículos 88, 89, 90, 91, 93 y 95:*** Relativos al aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos.

NOM-059-SEMARNAT-2001,

NOM-015-SEMARNAP/SAGAR/1997.

→ ***Artículos 98, 99, 100 y 101:*** Relacionadas con la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo.

→ ***Artículos 110 y 111 Bis***. Donde se desprenden las medidas legales para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

→ ***Artículos 16, 17, 18, 19, 25, 28, 31, 32***: del Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, donde se establece los trámites, obligaciones y prohibiciones relacionadas con las emisiones contaminantes a la atmósfera, tanto de fuentes fijas como fuentes móviles de jurisdicción federal.

NOM-041-SEMARNAT-1999,
NOM-045-SEMARNAT-1996.

→ ***Artículos 117, 118, 121, 122,123, 124 y 129***: Donde se establecen los criterios y las medidas para prevenir y controlar la contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos.

→ ***Artículos 134, 135, 136, 139, 140 y 143:*** Regulaciones encaminadas a prevenir y controlar la contaminación del suelo.

→ ***Artículos 150, 151, 151 Bis y 152:*** Bis normatividad que regula el manejo de los residuos peligrosos.

→ ***Artículos 155 y 156:*** Disposiciones que norman la generación de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y olores.
NOM-080-SEMARNAT-1994.

Análisis y vinculación con el proyecto:

Mediante la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental ante el Estado, se da pleno cumplimiento a lo ordenado por las disposiciones vigentes en relación a la evaluación del impacto ambiental.

En relación con las políticas ambientales y la planeación, se hace uso de los diferentes instrumentos de planeación y programas de desarrollo urbano.

En todas aquellas etapas y lugares del proyecto en donde habrá generación de residuos peligrosos, el almacenamiento, manejo y disposición final de los mismos se realizará en apego a la normatividad vigente.

Las diferentes etapas del proyecto dan pleno cumplimiento con lo dispuesto por la normatividad en materia de vida silvestre (prevención de incendios, suministro de víveres necesarios para la alimentación de los trabajadores, restricción de derribo de vegetación, permanencia mínima necesaria de productos químicos que puedan perjudicar a la fauna silvestre, prohibición de cacería y extracción de especies), así como a las obligaciones normativas en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera y prevención de contaminación de suelos.

Asimismo, en aquellas etapas en que se utilizarán sustancias consideradas riesgosas y se generarán residuos peligrosos, se dará cumplimiento a lo dispuesto en la legislación vigente.

III.6.1.13 Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco

La presente Ley, reconociendo el derecho de toda persona a gozar de un medio ambiente adecuado, establece el marco normativo que rige la gestión de los residuos en el Estado de Jalisco. En particular se promueve el establecimiento de medidas que prevengan el deterioro de los ecosistemas en el manejo y disposición final de residuos.

→ ***Articulo 18.-*** Se establece que el generador o consumidor final es responsable del adecuado manejo de los residuos que genere mientras se encuentren en su posesión, así como de entregarlos al servicio de recolección autorizado, o a la siguiente etapa del plan de manejo, de conformidad con los requisitos de dicho plan, según corresponda, o bien depositarlos en los contenedores o sitios autorizados, que para tal efecto designe la autoridad competente.

→ ***Artículo 37.-*** Se menciona que los residuos sólidos urbanos podrán clasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatal y municipal para la Gestión Integral de los Residuos, y demás ordenamientos legales aplicables.

→ ***Artículo 38.-*** Establece que Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos por la Ley General y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:
VI.- Lodos provenientes del tratamiento de aguas;
VIII.- Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general

→ ***Artículos 41, 42, 43, 45.-*** Se establecen las obligaciones y requisitos que deben de cumplir los generadores de residuos de manejo especial y peligrosos.

→ ***Artículos 50 a 52.-*** Donde se establecen las etapas que se deben cumplir para el manejo integral de los residuos.

Análisis y vinculación con el proyecto:

El proyecto se vincula con la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco, la cual, reconociendo el derecho de toda persona a gozar de un medio ambiente adecuado, establece el marco normativo aplicable para la prevención, minimización, manejo y disposición final de los residuos, promoviendo acciones que eviten el deterioro de los ecosistemas y contribuyan al desarrollo sustentable en la entidad.

En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 18, el proyecto asume la responsabilidad como generador de residuos, garantizando el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en su caso, peligrosos que se generen durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, hasta su entrega a prestadores de servicios autorizados o a la siguiente etapa del plan de manejo correspondiente, conforme a los lineamientos establecidos por la autoridad competente.

De conformidad con el artículo 37, los residuos sólidos urbanos generados serán clasificados en orgánicos e inorgánicos, a fin de facilitar su separación primaria y secundaria, atendiendo los Programas Estatal y Municipal para la Gestión Integral de los Residuos, así como los demás ordenamientos legales aplicables.

Asimismo, en apego a lo establecido en el artículo 38, los residuos generados por el proyecto que se clasifiquen como residuos de manejo especial, tales como los lodos provenientes del tratamiento de aguas y los residuos de la construcción, mantenimiento y demolición, serán manejados conforme a la normativa estatal aplicable, sin perjuicio de lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, cuando por sus características pudieran ser considerados como peligrosos.

En atención a los artículos 41, 42, 43 y 45, el proyecto cumplirá con las obligaciones de los generadores de residuos de manejo especial y peligrosos, incluyendo la elaboración e implementación de planes de manejo, el almacenamiento temporal en sitios adecuados, la identificación y separación de residuos, así como su transporte, tratamiento y disposición final mediante empresas debidamente autorizadas.

Finalmente, conforme a los artículos 50 al 52, el manejo integral de los residuos generados por el proyecto se realizará considerando todas las etapas del manejo, que incluyen la prevención de la

generación, reducción, separación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final, asegurando con ello el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y la mitigación de impactos al medio ambiente.

III.6.1.14 Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios

Los objetivos de esta ley son para establecer los principios y regulaciones para la gestión integrada de los recursos hídricos, así como las bases generales para la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

- → ***Artículo 23:*** menciona las atribuciones que tiene la Comisión con respecto a cantidad y calidad de las aguas y su gestión en el territorio del Estado, desde proponer, aplicar y dar seguimiento a criterios y políticas de asignación de apoyos estatales para el estudio, proyecto, diseño, construcción, rehabilitación, mejoramiento y operación de los sistemas de agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.
- → ***Artículo 57***: hace referencia al sector social y particulares los cuales, podrán participar en forma organizada, en el estudio proyecto, financiamiento construcción, ampliación, rehabilitación, mantenimiento, conservación operación y administración de la infraestructura hidráulica del Estado.

Análisis y vinculación con el proyecto:

Durante la ejecución de los trabajos correspondientes a la modernización de la planta potabilizadora; se tienen consideradas las medidas necesarias para dar cumplimiento a las disposiciones vigentes en la Ley Estatal en materia de agua.

III.6.1.15 Reglamento en Materia de Impacto Ambiental en el Estado de Jalisco

Tiene por objeto reglamentar la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en lo que se refiere a la materia de impacto ambiental, explotación de bancos de material geológico y control de la contaminación a la atmósfera generada por fuentes fijas en el Estado de Jalisco.

→ ***Artículo 5*** señala las obras o actividades de carácter público o privado que deben contar con autorización previa de la Comisión en materia de impacto ambiental, dentro de las cuales se hace mención de plantas de tratamiento de aguas.

Análisis y vinculación con el proyecto:

La presente manifestación de impacto ambiental para la modernización de la Planta Potabilizadora pretende solicitar autorización en materia de Impacto Ambiental, cumpliendo con todos los requisitos y estudios para identificar los impactos ambientales que este proyecto pueda ocasionar y proponer medidas de mitigación y seguimiento.

III.6.1.16 Reglamento de Protección Ambiental, Cambio Climático y Desarrollo Sustentable del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

→ ***Artículo 183***: Constituyen infracciones en materia de ruido, las siguientes:

III. Por producir en cualquier forma, ruido o sonido que por su intensidad provoque malestar al oído humano; y

IV. Por utilizar aparatos de sonido fuera de los límites permitidos en la normatividad aplicable y en las Normas Oficiales Mexicanas vigentes

Artículo 186. Constituyen infracciones en materia de dictaminación ambiental, las siguientes:

V. Por carecer del dictamen favorable emitido por la Dirección, previo al otorgamiento de la licencia municipal, según la importancia y daño ecológico ocasionado al medio ambiente;
VI. En aquellos giros normados por la Dirección General de Licencias de Operación y Funcionamiento según la gravedad del daño al medio ambiente y entorno ecológico.
VII. Por incumplir una o más condicionantes marcadas en el dictamen de factibilidad ambiental emitido por la Dirección.
VIII. Por omitir la presentación del aviso al Dirección de las fallas en los equipos de control de contaminantes a la atmósfera en fuentes fijas de jurisdicción municipal;
IX. Por falta de permiso de la Dirección, para efectuar emisiones de contaminantes a cielo abierto;
X. Por carecer de inscripción en el padrón municipal de giros emisores de contaminantes ostensibles a la atmosfera;
XI. Por carecer de bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de control anticontaminantes;
XII. Por carecer de las autorizaciones correspondientes establecidas en la ley en materia ambiental;
XIII. Por omitir la presentación de informes ambientales, establecidos en la legislación y normatividad ambiental;
XIV. Por carecer del registro ambiental;
XV. Por carecer de bitácoras de registro ambiental;
XVI. Por realizar excavaciones, extracciones de material como cantera, piedra común y piedra para fabricación de cal, arena amarilla, tepetate, arena de río y materiales similares de cualquier naturaleza, alterando la topografía del suelo, antes de obtener autorización correspondiente
XVII. Por iniciar o realizar obras o actividades sujetas a evaluación en materia de impacto ambiental sin contar con la autorización requerida;
XVIII. Por incumplir las medidas de mitigación propuestas en la manifestación de impacto ambiental;
XIX. Por realizar actividades de adecuación o construcción al amparo de una autorización de impacto ambiental no vigente;
XX. Por no presentar Dictamen favorable al momento de alguna inspección, expedido por la Dirección;
XXI. Por incumplir los términos y condicionantes establecidos en los dictámenes o resolutivos en materia ambiental emitidos por la Dirección.

Análisis y vinculación con el proyecto:

La ampliación de PP5, busca potabilizar agua proveniente de la laguna de Chapala y de la Presa Calera para abastecer del recurso a parte de la comunidad del sur de la ZMG. Con esto se busca aumentar la calidad de vida en zonas marginadas de la ciudad. Durante la construcción y operación

del proyecto se dará cabal cumplimiento tanto a los reglamentos y disposiciones municipales, como estatales y federales.

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

ÍNDICE DE CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 3

IV.1 INVENTARIO AMBIENTAL 3
IV.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 5
IV.3 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 9
IV.3.1 METODOLOGÍA DE LA DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 9
IV.3.2 ARGUMENTOS BÁSICOS PARA DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 10
IV.3.3 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 12
IV.4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 15
IV.4.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA 15
IV.4.1.1 MEDIO ABIÓTICO 15
IV.4.1.2 MEDIO BIÓTICO 53
IV.4.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 76
IV.4.1.4 PAISAJE 78
IV.4.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 89

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA IV- 1. TEMPERATURA MÁXIMA, MEDIA Y MÍNIMA ANUAL PROMEDIO (°C) DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA MÁS CERCANA AL SITIO DEL PROYECTO. FUENTE: CNA. REGISTRO MENSUAL DE TEMPERATURA EN °C 15
TABLA IV- 2. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA MÁS CERCANA AL SITIO DEL PROYECTO. FUENTE: CNA. REGISTRO MENSUAL DE TEMPERATURA EN °C. 15
TABLA IV- 3. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (MM) DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA TLAQUEPAQUE. FUENTE: CNA. 16
TABLA IV- 4. FRECUENCIA Y DIRECCIÓN DE VIENTOS, ESTACIÓN SANTA FÉ. 18
TABLA IV- 5. DÍAS MENSUALES PROMEDIO EN QUE SE PRESENTAN LOS FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS, SEGÚN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA TLAQUEPAQUE EN EL PERIODO DE 1981 AL 2010. 20
TABLA IV- 6. DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO. 58
TABLA IV- 7. USOS FLORÍSTICOS. 59
TABLA IV- 8.. RIQUEZA FLORÍSTICA DEL SA. 63
TABLA IV- 9. ESPECIES ARBÓREAS REGISTRADAS EN EL SA. 63
TABLA IV- 10. ESPECIES ARBUSTIVAS REGISTRADAS EN EL SA. 65
TABLA IV- 11. HERBÁCEAS DEL SA. 66
TABLA IV- 12. FAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO. 72
TABLA IV- 13. FAUNA REGISTRADA EN EL SITIO DEL PROYECTO. 73
TABLA IV- 14. VALORES DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD. 75

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA IV- 1. UGA ESTATAL 10
FIGURA IV- 2. MICROCUENCA, HIDROGRAFÍA 12
FIGURA IV- 3. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C). FUENTE: CNA. 16
FIGURA IV- 4. FENÓMENOS METEOROLÓGICOS MENSUALES (DÍAS). 20
FIGURA IV- 5. ACTIVIDAD VOLCÁNICA DEL EJE NEOVOLCÁNICO. 30
FIGURA IV- 6. REGIONALIZACIÓN DE LA SISMICIDAD DE LA REPÚBLICA MEXICANA. 33
FIGURA IV- 7. LOCALIZACIÓN DE SONDEOS, DURANTE LOS TRABAJOS DE GEOTECNIA. 42
FIGURA IV- 8. REGIONES Y SUBREGIONES HIDROGRÁFICAS DEL ESTADO DE JALISCO. (CEA JALISCO, 2004) 43
FIGURA IV- 9. NÚMERO DE DÍAS FUERA DE NORMA DE O3 Y PM10. FUENTE: SEMADET CON DATOS HISTÓRICOS DEL SIMAJ. 49
FIGURA IV- 10. ESCALA CROMÁTICA IMECA. 50
FIGURA IV- 11. DÍAS ARRIBA DE 100 PUNTOS IMECA. FUENTE: SEMADET CON DATOS HISTÓRICOS DEL SIMAJ 50
FIGURA IV- 12. ALTURA MEDIA DE LAS ESPECIES ARBÓREAS REGISTRADAS EN EL SA. 64
FIGURA IV- 13. ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL ESTRATO ARBÓREO EN EL SA. 65
FIGURA IV- 14. ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL SA. 66
FIGURA IV- 15. ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS HERBÁCEAS DEL SA. 67
FIGURA IV- 16. DOMINANCIA Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE FAUNA REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO. 73
FIGURA IV- 17. DOMINANCIA Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE FAUNA REGISTRADAS EN EL SITIO DEL PROYECTO. 74
FIGURA IV- 18. ÍNDICES DE DIVERSIDAD ENTRE EL ÁREA DE ESTUDIO Y EL SITIO DEL PROYECTO. 75
FIGURA IV- 19. UNIDADES PAISAJÍSTICAS DEL PREDIO DEL PROYECTO 79

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO IV- 1. CRITERIOS DE DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA Y ESTUDIO 7
PLANO IV- 2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 8
PLANO IV- 3. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 14
PLANO IV- 4. UNIDAD CLIMÁTICA EN EL SISTEMA AMBIENTAL. 17
PLANO IV- 5. FENÓMENOS HIDROMETEREOLÓGICOS. 24
PLANO IV- 6. NIVEL DE RIESGO ANTE INUNDACIONES. 25
PLANO IV- 7. RASGOS GEOLÓGICOS PARA EL SISTEMA AMBIENTAL 28
PLANO IV- 8. VULCANISMO EN EL SISTEMA AMBIENTAL 34
PLANO IV- 9. RIESGOS GEOLÓGICOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL. 35
PLANO IV- 10. DISECCIÓN VERTICAL PARA EL SISTEMA AMBIENTAL. 37
PLANO IV- 11. MODELO DE PENDIENTES PARA EL SISTEMA AMBIENTAL. 38
PLANO IV- 12. TOPOGRAFÍA PARA EL SISTEMA AMBIENTAL 39
PLANO IV- 13. EDAFOLOGÍA EN EL SISTEMA AMBIENTAL. 41
PLANO IV- 14. HIDROGRAFÍA EN EL SISTEMA AMBIENTAL. 45
PLANO IV- 15. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA. 48
PLANO IV- 16. USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL. 54
PLANO IV- 17. PUNTOS DE MUESTREO DE LA VEGETACIÓN PARA EL ÁREA DE ESTUDIO 61

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1 INVENTARIO AMBIENTAL

En los siguientes apartados ser realizará una descripción detallada de la totalidad del Sistema Ambiental, sin embargo, para este inventario se realizará un resumen de las características básicas del Sistema.

El Sistema Ambiental (SA) se encuentra delimitado con las nanocuencas que componen los alrededores del predio del proyecto y que de alguna manera se verán impactadas por el proyecto. esta cuenca tiene una extensión aproximada de 951.1 has, se encuentra localizada al sur de la Zona Conurbada de Guadalajara, en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, que de manera natural recibe los escurrimientos pluviales desde el cerro Sacramento, y la totalidad de su red hidrológica fluye hacia el Rio Santiago.

De acuerdo con los datos meteorológicos de la red de estaciones climatológicas de CONAGUA, el sistema ambiental cuenta con una temperatura media anual de 18.3 °C, una precipitación de 928.6 mm anuales, el viento sopla de oeste a este con una velocidad promedio de entre 1.15 m/s.

En la Zona Metropolitana de Guadalajara se presentan precipitaciones intensas durante junio y septiembre, asociadas a tormentas locales tipificadas come avenidas extraordinarias, que acompañadas de invasión de cauces, secciones hidráulicas insuficientes, trazo de vialidades sin orden y estudio, y la intensa urbanización, representan una alta probabilidad de inundación, de acuerdo con el análisis realizado sobre las modelaciones del inventario metropolitano de Riesgo, solo 10% del Sistema Ambiental es susceptible a este tipo de fenómenos. Y además, de acuerdo mapa de nivel de riesgo ante inundaciones, que combina la vulnerabilidad física del terreno con el peligro por lluvias, el predio del proyecto presenta una baja susceptibilidad a inundaciones, presenta también un riesgo que va de bajo a muy bajo de riesgo por inundación.

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga se compone principalmente de rocas extrusivas o volcánicas, cuyas edades rondan el sistema cuaternario y finales del terciario. Tlajomulco se caracteriza por ser un relieve en donde se alternan zonas serranas, producto del levantamiento de grandes bloques tectónicos y volcánicos, así como de actividad volcánica cuaternaria y procesos de acumulación lacustre y fluvial, por lo que, el municipio presenta una gran diversidad litológica. La actividad volcánica riolitíca reciente ha formado un conjunto de domos con diversas características, como amplias planicies de piroclastos. El grupo de rocas predominante dentro del sistema ambiental son: TPL – Q(B) y Q (VC)

El sistema ambiental por sus características geológicas y topográficas no se encuentra expuesto a fenómenos geológicos, como lo son deslizamientos, agrietamientos y movimientos de masa.

En la actualidad el Sistema Ambiental se encuentra dentro de una región volcánica sin actividad histórica reportada. Sin embargo, por su cercanía a la caldera de La Primavera, siendo parte del Eje Neovolcánico de México, los eventos volcánicos no quedan exentos para el Sistema Ambiental. El Sistema Ambiental delimitado para el proyecto también se encuentra expuesto a eventos sísmicos.

En gran parte del Sistema Ambiental delimitado para el proyecto, los suelos son agrícolas y rústicos De acuerdo con la carta edafológica F13-12 INEGI 2007. Los suelos dominantes dentro de la superficie no impermeabilizada del Sistema Ambiental son planosol vertisol y leptosol

En el predio estudiado se observa una topografía regular, a ras del suelo representativo del lugar. Y de acuerdo con las exploraciones realizadas, en el predio de interés predominan los siguientes estratos procedentes de material del tipo limoso y arcilloso, cabe señalar que el nivel de los sondeos y sus profundidades fueron tomados del terreno actual.

Las corrientes intermitentes que fluyen dentro del Sistema Ambiental del proyecto tienen su origen en el Cerro Sacramento, localizado al suroeste del SA y descargan sus aguas al sur de la presa de El Ahogado, y fluyen directamente al Rio Grande Santiago.

Sobre el Sistema Ambiental del proyecto, fluyen cinco corrientes intermitentes todas con sentido suroeste – noreste. y ninguna de ellas pasa sobre el predio del proyecto. La más cercana fluye 126 m al noroeste del predio. No se reportan corrientes intermitentes dentro del SA.

El predio donde opera PP5 se encuentra justo en el límite de dos acuíferos, el acuífero de Toluquilla y el acuífero de Cajititlán, ambos se encuentran sobreexplotados.

La Zona Metropolitana de Guadalajara ha presentado un acelerado ritmo de crecimiento de la población y se ha constituido en una región de intensa actividad industrial comercial, de turismo y cultura, que trae como consecuencia, la sobre explotación de los recursos como es el caso del acuífero y además de un aumento de las concentraciones de contaminantes y una fuerte demanda de servicios básicos, principalmente agua potable.

El área de estudio presenta dos tipos: AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL (TA), VEGETACION SECUNDARIA DE SELVA CADUCIFOLIA (VSa/SBC) y ZONA URBANA.

Por su parte, el sitio del proyecto donde se realizarán las obras de modernización de la PP5, se encuentra totalmente desmontada, anterior a la construcción de la primera etapa del proyecto, estas tierras se destinaban al uso de AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL (TA).

De acuerdo con el trabajo realizado para el SA, se registraron 15 especies pertenecientes a nueve familias. Las familias mejor representadas fueron Asteraceae y Fabaceae con tres especies cada una. Dos especies son endémicas de México, mientras que, por su origen, doce son nativas de México y tres son exóticas. Por otro lado, para el predio del proyecto, se registraron 18 especies pertenecientes a nueve familias. Las familias mejor representadas fueron Asteraceae y Fabaceae con cuatro especies cada una. Dos especies son endémicas de México, mientras que, por su origen, 15 son nativas de México y tres son exóticas. No se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El Sistema Ambiental presenta muy baja dominancia, es decir, que ninguna de las especies es tan abundante que domine dentro de la comunidad. Mientras que, el sitio del proyecto presenta una mayor dominancia por parte de algunas especies. Esto es consistente con la equidad, ya que el área de estudio presenta una equidad alta (J=0.81), indicando que las especies tienden a ser igualmente abundantes, mientras que en el sitio del proyecto esta equidad es relativamente baja (J´=0.59). En cuanto a la diversidad, el índice nos dice que el área de estudio presenta una diversidad mayor (H´=2.20) que el sitio del proyecto (H´=1.70). Esto se hace evidente al considerar el estado del predio, el cual, se encuentra altamente perturbado al haber sido utilizado con fines agrícolas.

Por último, la diversidad beta nos dice que existe un recambio de especies entre los dos sitios de 0.27, es decir, que ambos sitios comparten un aproximado del 70% de sus especies. Tanto el área de estudio como el sitio del proyecto han visto modificada su vegetación original, dando paso a vegetación secundaria, característica de sitios perturbados, de ahí que ambos sitios compartan un gran número de sus especies.

Respecto a la fauna, Tanto el área de estudio como el sitio del proyecto han visto modificada su vegetación original, dando paso a vegetación secundaria, característica de sitios perturbados, sin embargo, el área de estudio incluye asentamientos humanos y bordos de agua. Esto eleva la cantidad de nichos que pueden ser aprovechados por otras especies diferentes a las del sitio del proyecto que no presenta variabilidad. Este aumento en la cantidad de nichos disponibles para las especies no está relacionado con la salud y la calidad de estos.

El paisaje es otro factor importante en la descripción de las condiciones de un escenario. Los especialistas en la materia coinciden en establecer tres aspectos importantes para la evaluación del paisaje: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. Respecto al predio del proyecto, la visibilidad en el territorio es media, pero de poca calidad, debido a la infraestructura presente y a la vegetación secundaria que aflora en la zona. Al sur y al oeste es hacia donde se presenta una mejor visibilidad. La calidad paisajística es muy baja entre las unidades paisajísticas, el sitio presenta una fragilidad media. Recordando que, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual, esta fragilidad media quiere decir que cualquier alteración en el medio afecta medianamente la calidad visual del mismo, la cual, como ya se mencionó, presenta una calidad muy baja.

Para concluir el inventario ambiental, es necesario incluir al factor antropogénico debido al impacto que ha sufrido el sistema por su presencia. El crecimiento poblacional ha sido tan alto que esta cantidad representa el triple de residentes en comparación con el año de 1990. La industrialización, acompañado de una política pública de promoción de vivienda e infraestructura urbana, ha aumentado la demanda y explotación de los recursos.

IV.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia (AI) se limita a la superficie donde tendrá lugar los impactos ambientales y las medidas de mitigación. Este límite lo marcan en su mayoría las zonas donde se construirá o aplicará el proyecto.

Para definir el área de influencia se toman en cuenta las siguientes características

- VÍAS DE ACCESO AL PREDIO
- IMPACTOS PUNTUALES EN EL SITIO DEL PROYECTO
- CONTINUIDADES EN EL USO GENERAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN
- HIDROLOGÍA
- POBLACIONES CERCANAS IMPACTADA DIRECTAMENTE POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO

El acceso principal al predio de la planta PP5 es por la Av. Adolf Bernard Horn Junior, que conecta al periférico de la ZMG colonias en la periferia de la Zona Metropolitana y la cabecera del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, y posteriormente poblados de importancia regional como lo son Ixtlahuacán de los Membrillos y Chapala.

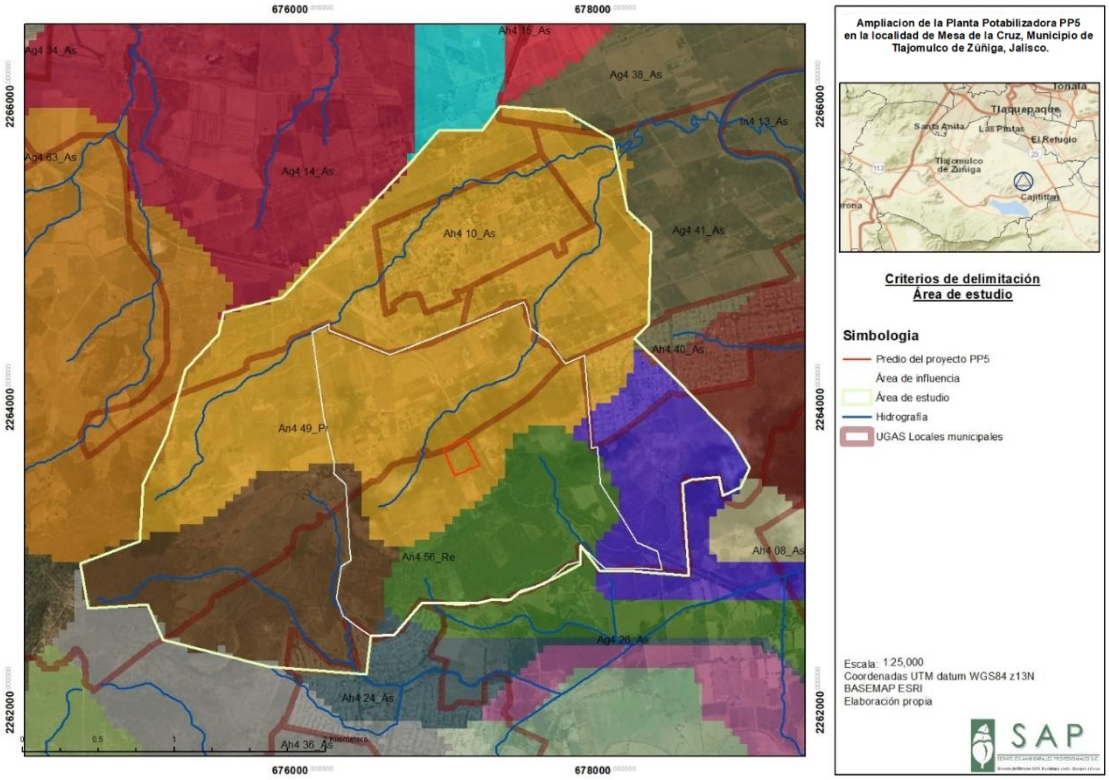
Para acceder al predio de la planta, viniendo de Periférico Manuel Gómez Morin, se toma Av. Adolf Horn al sur durante aproximadamente 14 km.

Los alrededores al predio del proyecto son principalmente predios rústicos o de cultivo, pequeñas granjas. Toda esta zona se encuentra clasificada dentro del Plan Parcial de Desarrollo del municipio de Tlajomulco de Zuñiga como Área de Reserva Urbana a mediano plazo de control especial, Áreas de transición y zonas Agropecuarias. El crecimiento de la mancha urbana de Guadalajara es inminente y rápido hacia esta zona.

Los impactos puntuales evidentes por la ampliación de la planta potabilizadora, son ruido, emisiones, residuos, se proyecta medidas de mitigación y control, sin embargo, la población cercana al predio será impactada en alguna medida por cada uno de estos factores. Es por esta razón que para la delimitación del área de influencia deberá ser tomada en cuenta la población en un radio de al menos 500 metros al proyecto, que es donde se presentaría la mayor concentración de estos impactos.

La siguiente figura presenta de manera gráfica las capas empleadas para la delimitación del área de influencia, en ella se puede apreciar:

- EL USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SERIE 6, 1:50,000 DE INEGI,
- CARTAS TOPOGRÁFICAS F13D66 Y F13D76 1:50,000 SERIE 2019 INEGI. MODELO DE NANOCUENCAS
- RED HIDROGRÁFICA RH13EB 1:50,000 INEGI CORRESPONDIENTE AL R. CORONA-R. VERDE
- VIALIDADES, BASEMAP ESRI
- UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPALES. ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA.
- PREDIO DEL PROYECTO



Plano IV- 1. Criterios de delimitación del área de influencia y estudio.

De acuerdo con las visitas a campo y el análisis de las imágenes satelitales, en un radio de 800 m al predio del proyecto no existen zonas con alta densidad demográfica. Los caminos de acceso se encuentran bien delimitados y el uso de suelo en la zona es principalmente agrícola y rustico.

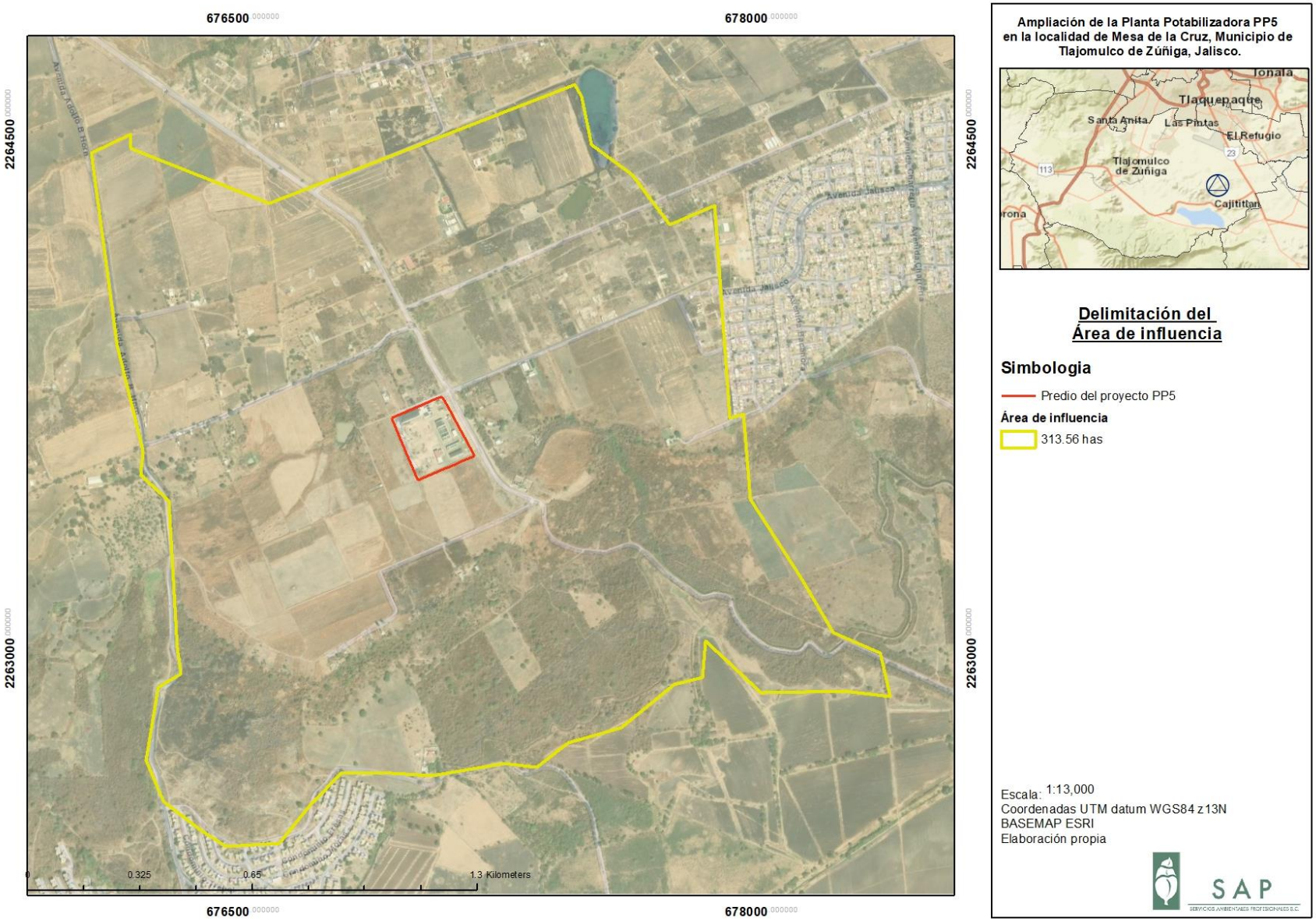
No existen corrientes perennes, intermitentes o canales de riego que invada el predio del proyecto y que pueda estar expuestos a contaminación por las obras de construcción del proyecto.

Por estos motivos y con la experiencia previa de proyecto similares, aproximando los radios de impacto por ruido, partículas suspendidas por levantamiento de polvo y generación de emisiones y residuos, se delimita el área de influencia haciendo uso en gran medida de los límites de las UGAS locales. De la siguiente manera:

- Al norte, con los límites de la UGA municipal An 4 49 Pr.
- Al sur, con los límites de la UGA municipal An 4 56 Re
- Al oeste, con una de las principales vialidades de acceso Av. Adolf Bernard Horn Junior.
- Al este, con los límites de la UGA municipal An 4 49 Pr y la UGA municipal An 4 56 Re.

El área de influencia se muestra en el plano siguiente y cuenta con una superficie de 313.56 hectáreas.

El predio del proyecto representa el 1.05% del total del área de influencia delimitada. En la siguiente página se presenta un plano con la delimitación del AI, el predio del proyecto y una imagen satelital.


676500
678000
2264500
2263000
0
0.325
0.65
1.3 Kilometers
Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
Tonalá
Tlaquepaque
Santa Anita
Las Pintas
El Refugio
Tlajomulco de Zúñiga
Cajititlan
113
23
Delimitación del Área de influencia
Simbologia
Predio del proyecto PP5
Área de influencia
313.56 has
Escala: 1:13,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Elaboración propia
SAP

IV.3 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

La delimitación del Sistema Ambienta (SA) es una de las herramientas más importantes para la evaluación de los impactos ambientales y las medidas de mitigación que de ahí se desprendan, es por eso por lo que algunos de los estados de la República Mexica se han dado a la tarea de delimitar y construir un Ordenamiento Ecológico del Territorio donde se engloben los criterios, políticas, vocaciones y características bióticas y abióticas de las diferentes partes que componen a su territorio.

El Sistema Ambiental puede definirse y delimitarse cómo lo marcan las guías de evaluación de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con ayuda de las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente.

Las dimensiones y características particulares del proyecto de modernización a su vez podrán incluir más de una Unidad de Gestión Ambiental, las cuales serán tomadas para el análisis del Sistema Ambiental y el alcance de los impactos ambientales.

Si se cuenta con la delimitación del Ordenamiento Ecológico del Estado donde se llevará a cabo el proyecto las dimensiones del Área de Estudio quedan acotadas en su mayoría por las Unidades de Gestión Ambiental a la que corresponda, no obstante, siempre es importante delimitar dentro de la UGA (Unidad de Gestión Ambiental) los factores bióticos, abióticos y sociales para poner el proyecto en la ubicación espacial necesaria.

IV.3.1 METODOLOGÍA DE LA DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Existen diferentes argumentos para delimitar un Sistema Ambiental, entre los que destacan las características fisiográficas, cuencas hidrológicas, cuencas atmosféricas, entre otras. Cada uno de estos argumentos empiezan a tener valides en la medida de que los elementos bióticos y abióticos formen parte de un área bien definida y que a su vez el proyecto se encuentre dentro de la misma.

Es por eso por lo que la conjunción de las características físicas y biológicas del lugar van delimitando paso a paso el Sistema Ambiental que tendrá la evaluación de los impactos ambientales. Esto a su vez se convierte en un desafío al tener que analizar cuáles de las características de la zona son las que ayudarán a marcar los límites de SA y cuáles no, es por eso que para la delimitación del SA de este proyecto se crearan mapas de los criterios básicos que delimitan el SA así como los factores particulares de indicadores ambientales que lo argumenten.

Esta metodología permite ver cada uno de los argumentos que delimitarán al SA de manera gráfica junto con la explicación de cada uno de ellos, arrojando al final una serie de capas que se pueden sobre encimar y generar un área definida con todos los argumentos desarrollados.

El utilizar los planos donde se muestren los criterios de delimitación de SA permite ir visualizando el área sobre el cual tendrá el proyecto injerencia y a su vez validan la evaluación de los impactos ambientales.

IV.3.2 ARGUMENTOS BÁSICOS PARA DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Los argumentos básicos según las guías de SEMARNAT y otras fuentes consultadas para la presentación de la manifestación de impacto ambiental tanto en su modalidad particular como regional son las siguientes:

A) Ordenamiento ecológico del territorio.
B) Cuencas hidrológicas.
C) Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos.

A. Ordenamiento ecológico del territorio.

Se cuenta con el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, con fecha última de modificación en el Periódico Oficial "El Estado de Jalisco", del 27 de Julio de 2006. En la Figura siguiente se muestra la Unidad de Gestión Ambiental sobre la que recae el proyecto, como puede observarse esta unidad es de uso predominantemente flora y fauna, Ff4 126 C. esta se encuentra rodeada por una unidad agrícola (Ag4 143 R).

Este criterio resulta poco viable para la delimitación del Sistema Ambiental, debido a la antigüedad del Ordenamiento Estatal, contando hasta hoy con 19 años de antigüedad. En este sentido, las UGAS resultan poco fieles a la realidad del crecimiento urbano de la zona metropolitana de Guadalajara. Ya que el cambio de uso de suelo en los últimos 10 años ha sido impactante en la totalidad de la ZMG. Considerando esto se decidió NO tomar como límite la UGA a la que pertenece el proyecto.

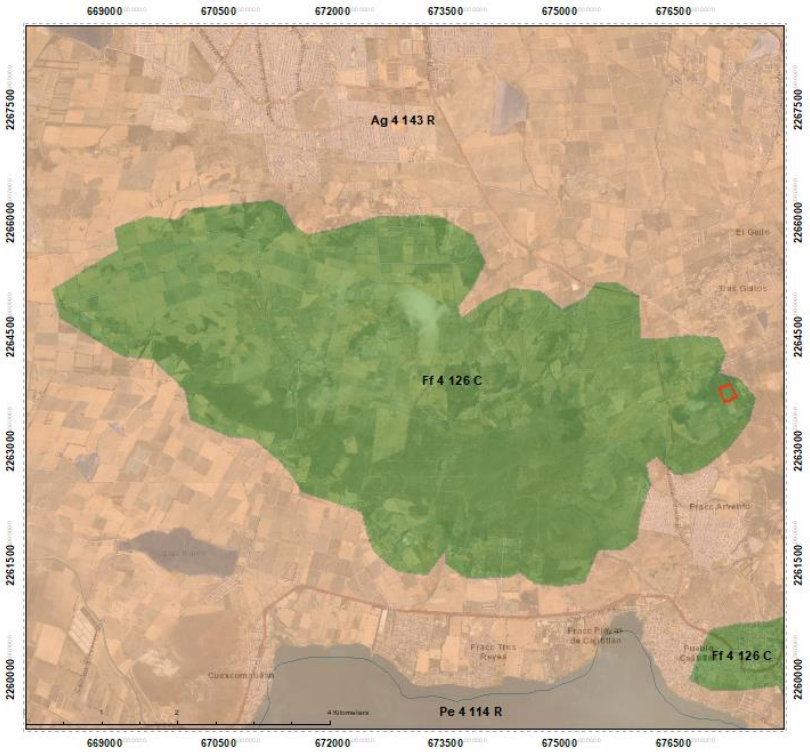


Figura IV- 1. UGA Estatal

B. Cuencas hidrológicas

En todo el mundo las cuencas hidrográficas (subcuencas y microcuencas) se encuentran conformadas de una vasta gama de paisajes naturales (acuáticos y terrestres), así como de paisajes culturales edificados por diversos pueblos que habitan hacia su interior (Alatorre, 2007). Así mismo, uno de los criterios con mayor validez para delimitar un Área de Estudio es sin duda la cuenca hidrológica a la que pertenece el proyecto, tal es el caso de presas u obras hidráulicas de desviación y conducción de flujos. La cuenca hidrológica a su vez se encuentra definida por las características topográficas, lo cual adquiere mayor importancia a la hora de delimitar un área ya que las características bióticas y abióticas se comportan similares a lo largo de toda la cuenca por la presencia de agua.

Este proyecto tiene mucho que ver con la cuenca hidrográfica a la que pertenece en el sentido del mejoramiento de la calidad de agua potable para la zona. De mayor a menor escala, el proyecto en su totalidad se encuentra dentro de la región hidrológica: RH12 Lerma-Santiago esta región es la más importante a nivel estatal ya que alberga al 70% de su población al ocupar prácticamente la mitad del territorio con una extensión de 135,493.17 km².

Dentro de esta región, el proyecto se localiza en la Cuenca RH12E R. Santiago-Guadalajara con una extensión de 10,090.52 km². Esta cuenca está integrada por 10 subcuencas cuyas corrientes principales son: Río Grande de Santiago, Río Verde, Río Corona (La Cañada), Río Zula, Río Calderón, Río La Laja (Arroyo Grande), Río Cuixtla y Río Chico; e importantes cuerpos de agua naturales (Lago de Chapala, Lago de Cajititlán) y presas (Santa Rosa, Calderón, El Ahogado, La Colonia, El Tule, Dos Cauces, La Yesca, etc.). En esta cuenca se encuentran delimitados 38 municipios, 8 en su totalidad y habitan más de 4,880,264 personas. Se localizan importantes núcleos urbanos entre los que destacan la ZMG, Ocotlán, Arandas, Zapotlanejo, entre otros.

Por la magnitud de esta y la extensa diversidad que contiene tanto ambiental como social, no es posible tomar a la cuenca en su totalidad como modelo para delimitación del SA. Además, que tanto la infraestructura como los impactos del proyecto no son perceptibles en la totalidad de la cuenca.

De acuerdo con la Red hidrográfica de INEGI serie 2 1:50,000, La subcuenca dentro de la cuenca R. Santiago- Guadalajara, a la que pertenece el proyecto, es la RH12Eb de R. Corona- R. Verde, esta tiene una extensión de 1,494.33 km². La superficie, impactos y alcance del proyecto no son significativos para toda la cuenca, tanto en impactos ambientales y principalmente en el aspecto social. La misma amplitud, diversidad de paisaje, uso de suelo, y sistemas de topoformas, permite subdividir la subcuenca en microcuencas y de esta manera, se tiene que el proyecto pertenece a la microcuenca de Las Pintitas, con una extensión territorial de 105.39 km². La siguiente figura muestra gráficamente la ubicación tanto del predio del proyecto como de la red hidrográfica dentro de la microcuenca Las Pintitas.



Figura IV- 2. Microcuenca, hidrografía

C. Dimensiones del proyecto y actividades a desarrollar.

El predio del proyecto tiene una extensión de 33,162.018 m², su principal objetivo es aumentar la capacidad de la planta potabilizadora No. 5, para potabilizar agua proveniente del acueducto de Chapala y de la Presa Calera para abastecer del recurso a comunidades al sur de la zona Metropolitana de Guadalajara.

Los impactos puntuales por ampliación del proyecto como se ha mencionado en los incisos anteriores no son perceptibles ni en la totalidad de la UGA, ni en la totalidad de la microcuenca a la que pertenece el predio del proyecto.

IV.3.3 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Para la delimitación del Sistema Ambiental, se optó por la generación de nano-cuencas con base en las curvas de nivel escala 1:50,000, en donde se tenga una homogeneidad en el uso de suelo y vegetación, en donde los impactos puntuales del proyecto sean perceptibles a mejor escala. Y principalmente en donde las características hidrológicas y topográficas integren el sistema para que pueda ser estudiado, medido, analizado y comparable al área e impactos del proyecto.

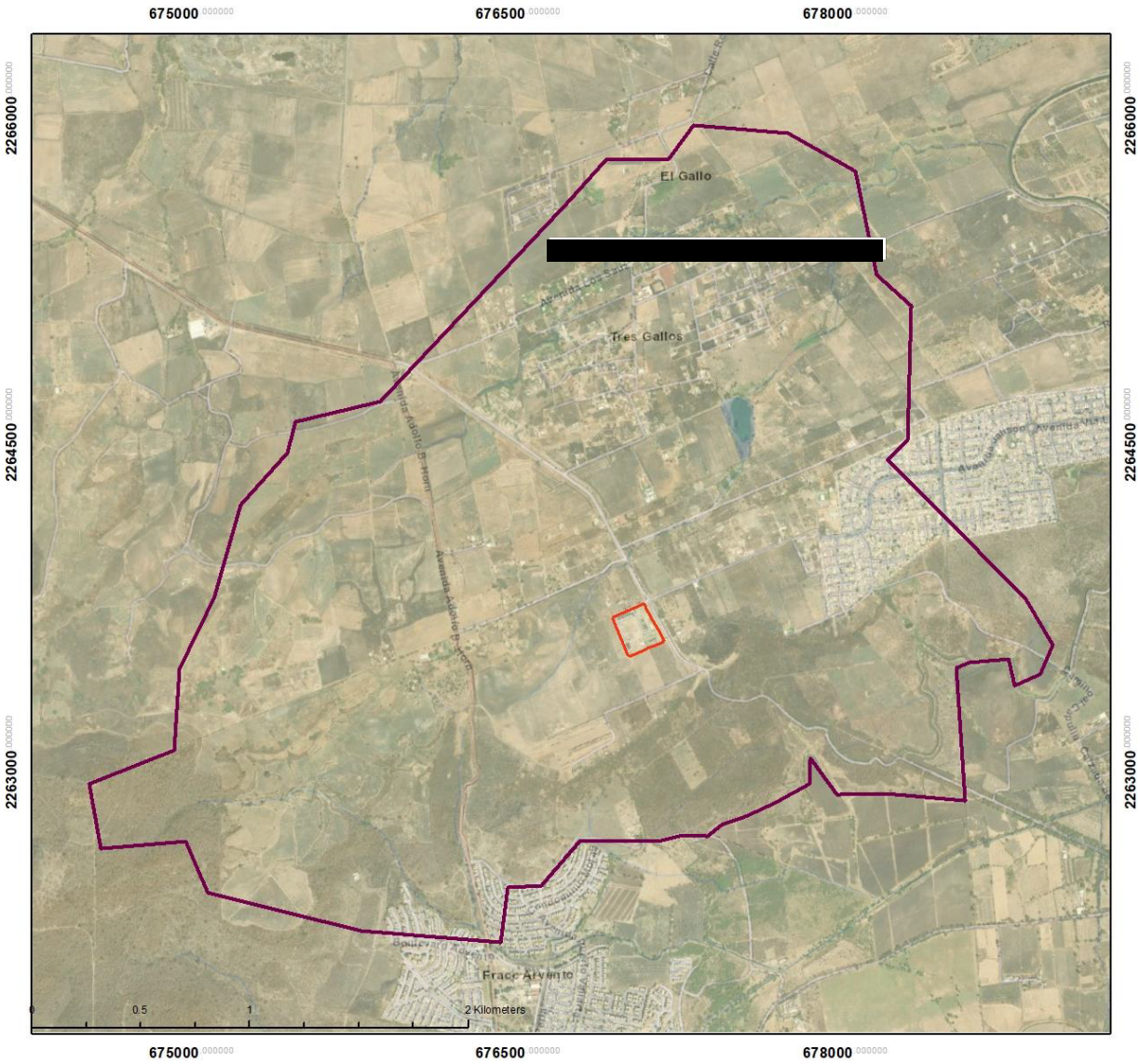
El Plano IV.1 Criterios de delimitación del área de influencia y estudio, presenta la modelación de las nano-cuencas generadas en el área de estudio. Con base a este modelo, se integraron las nano-cuencas que repercutieran sobre el proyecto.

Con esta metodología se delimito el Sistema Ambiental para el proyecto. Esta delimitación permitirá establecer un SA con sentido, viable para su estudio y en donde todos los impactos ambientales y sociales se verán expuestos sobre él. La heterogeneidad del SA hará posible el estudio específico del medio biótico y abiótico y será posible establecer un Diagnóstico Ambiental coherente y significativo para el proyecto.

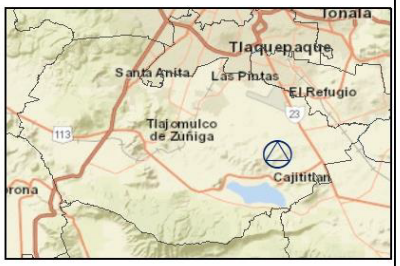
La figura siguiente muestra la delimitación del Sistema Ambiental considerando las nano-cuencas modeladas; a lo largo de este capítulo se presenta la cartografía temática ya con la delimitación del SA.

La superficie total que forma el Sistema Ambiental es de 951.1 has y se muestra en las páginas siguientes.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Delimitación del Sistema Ambiental

Simbología

Predio del proyecto PP5

Sistema Ambiental

951.1 has

Escala: 1:24,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Elaboración propia

SAP
SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

IV.4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.4.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA

IV.4.1.1 MEDIO ABIÓTICO

IV.4.1.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

De acuerdo con la carta de unidades climáticas 1:1,000,000 INEGI 2008, El clima que representa en su totalidad al Sistema Ambiental es **Semicálido subhúmedo (A) C(w1).**

El clima semicálido subhúmedo tiene una temperatura media anual por encima de los 20°C, y suele presentar poca oscilación térmica durante el día, sin embargo, tienen una estación de lluvias definida comúnmente en los meses de verano con una temperatura de 22°C aproximadamente, y una temporada invernal seca con una temperatura mayor a los 18°C.

La estación meteorológica 14072 “Huerta Vieja”, con coordenadas geográficas Latitud: 20°25´33” N y Longitud: 103°14´32”W, es la más cercana en operación y con datos históricos al Sistema Ambiental (aproximadamente a 7.40 kilómetros al Sureste.)

Temperatura mínima, máxima y promedio

Según la estación 14072 “Huerta Vieja”, la temperatura media anual es de 18.3 °C en el periodo comprendido por los años 1991 a 2020.

Estación	Periodo (años)	Temperatura máxima anual	Temperatura media anual	Temperatura mínima anual
Huerta Vieja 14072	1991 a 2020	27.3	18.7	10.2

Tabla IV- 1. Temperatura máxima, media y mínima anual promedio (°C) de la estación meteorológica más cercana al sitio del proyecto. FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura en °C

Temperatura (°C)	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima Normal	23.8	26.1	28.7	31.1	32.1	29.6	27	26.5	26.1	26.5	25.6	24.5
Media normal	14.7	16.4	18.4	20.5	22.2	22	20.4	19.9	19.7	18.7	16.6	15.2
Mínima normal	5.5	6.7	8.1	9.9	12.3	14.4	13.8	13.3	13.3	11	7.7	5.9

Tabla IV- 2. Temperatura media mensual (°C) de la estación meteorológica más cercana al sitio del proyecto. FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura en °C

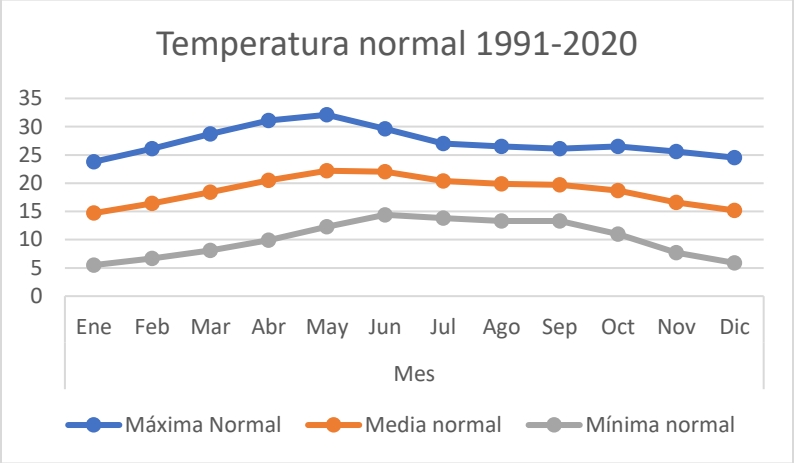


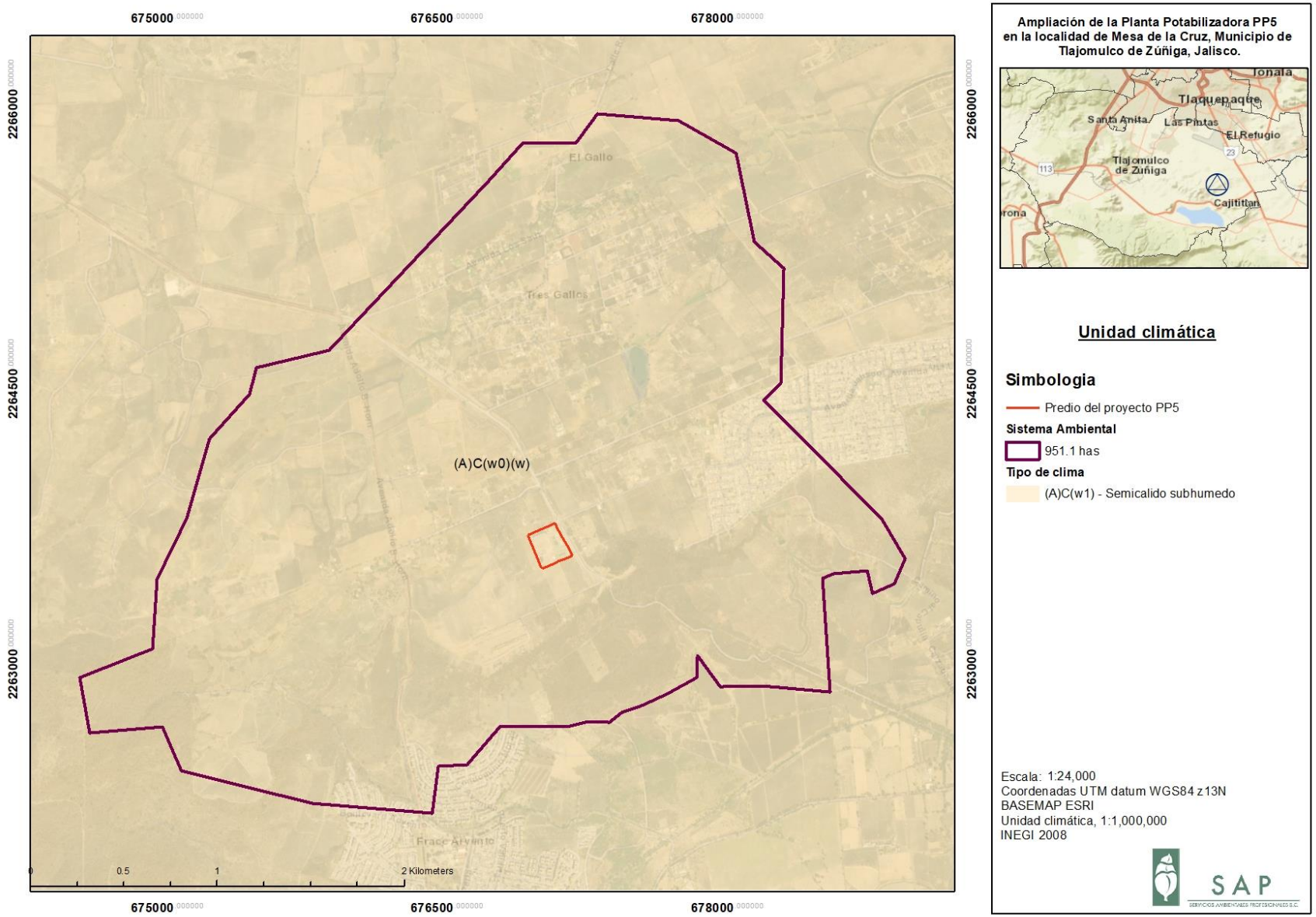
Figura IV- 3. Temperatura media mensual (°C). Fuente: CNA.

Precipitación pluvial mínima, máxima y promedio

De acuerdo con la estación meteorológica 14072 “Huerta Vieja”, la precipitación media anual es de 936.4 mm en el periodo comprendido por los años 1991 a 2020.

Precipitación	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Normal	20.7	18.1	7.8	4	28.6	187.4	237.7	185.2	160.8	61.9	16	8.2
Máxima mensual	306.6	221.6	174.8	83.2	124	416.2	550.6	342.1	276.9	186.7	83.1	98.3
Máxima diaria	68.6	88	98	22.2	63.5	75.7	120.9	80	71	92	65.4	52

Tabla IV- 3. Precipitación total mensual (mm) de la estación meteorológica Tlaquepaque. Fuente: CNA.


675000
676500
678000
2266000
2264500
2263000
El Gallo
Tres Gallos
(A)C(w0)(w)
0
0.5
1
2 Kilometers
Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
Tonalá
Tlaquepaque
Santa Anita
Las Pintas
El Refugio
Tlajomulco de Zúñiga
Cajititlan
Unidad climática
Simbologia
Predio del proyecto PP5
Sistema Ambiental
951.1 has
Tipo de clima
(A)C(w1) - Semicalido subhumedo
Escala: 1:24,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Unidad climática, 1:1,000,000
INEGI 2008
SAP

Dirección y velocidad del viento promedio

La Red de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana de Guadalajara (RAMAG) cuenta con 9 estaciones de monitoreo distribuidas en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), dentro del SA del proyecto se localiza la estación Santa Fé, ubicada aproximadamente 10.6 kilómetros al Noroeste.

Esta estación será utilizada para reportar los datos sobre dirección y velocidad del viento en el SA.

Con la ayuda del software WRPLOT View – Lakes Environmental se graficó y analizó la información reportada para la estación Santa Fé, para obtener información respecto al sitio del proyecto.

A continuación, se presenta la frecuencia de distribución sobre dirección y velocidad del viento, reportados para la estación Santa Fé en el año 2021. Estos registros corresponden a la información completa más reciente reportada por el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire.

- ESTACIÓN SANTA FÉ

Station ID: 01
Start Date: 01/01/2021 - 00:00
End Date: 31/12/2021 - 23:00

Run ID:

Frequency Distribution
(Count)

Wind Direction (Blowing From) / Wind Speed (m/s)

	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total
N	5	2	0	0	0	0	7
NNE	0	0	0	0	0	0	0
ENE	84	28	5	0	0	0	117
E	523	157	22	0	0	0	702
ESE	618	64	9	0	0	0	691
SSE	456	38	0	0	0	0	494
S	382	24	0	0	0	0	406
SSW	531	62	1	0	0	0	594
WSW	748	440	64	0	0	0	1252
W	559	602	227	7	0	0	1395
WNW	57	22	3	0	0	0	82
NNW	0	0	0	0	0	0	0
Total	3963	1439	331	7	0	0	8760

Frequency of Calm Winds: 2899
Average Wind Speed: 1.15 m/s

Tabla IV- 4. Frecuencia y dirección de vientos, estación Santa Fé.

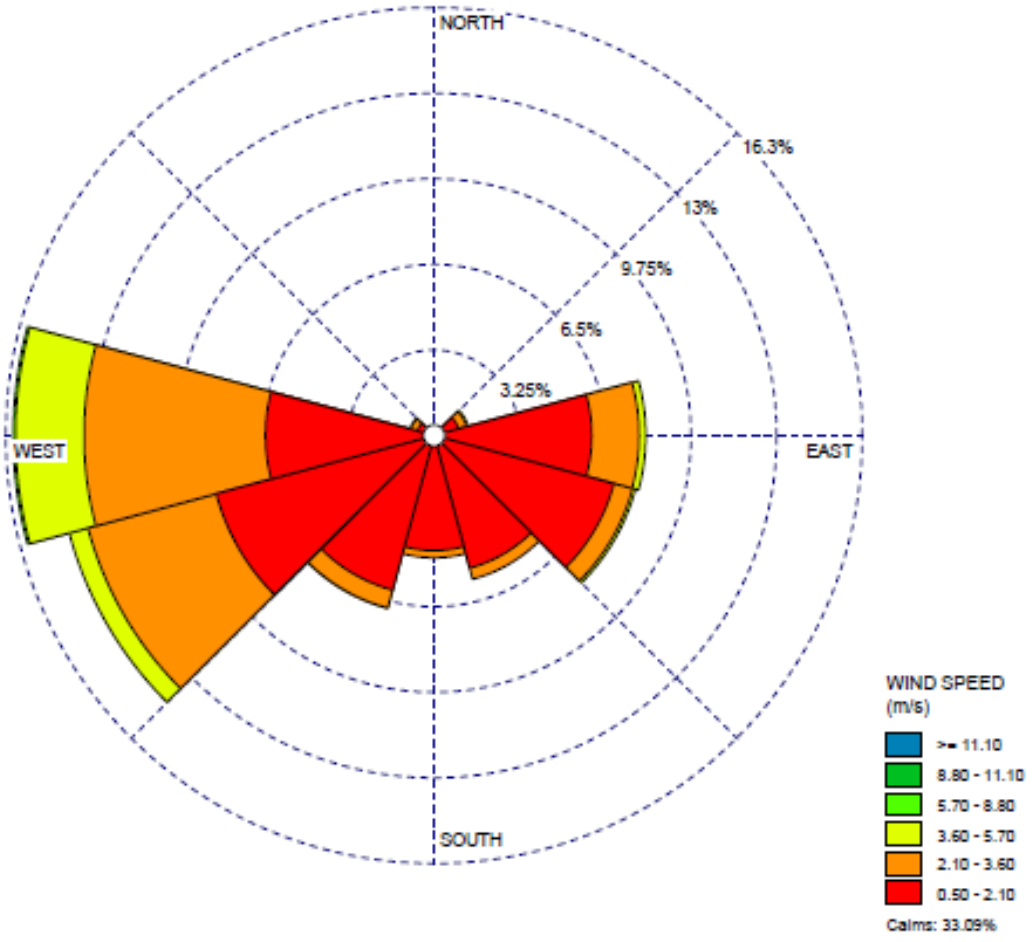
La primera columna representa la dirección del viento y la fila alta la velocidad del viento medida en metros sobre segundos. Se puede notar como la mayor ocurrencia de vientos se presenta en dirección W (Oeste) y con velocidades de entre 0.50-2.10 m/s.

El promedio de la velocidad del viento es de 1.15 m/s provenientes del Oeste suroeste.

A continuación, se podrá observar el gráfico de la rosa de los vientos a detalle donde se presenta la dirección de los vientos y del viento dominante, la velocidad y el porcentaje de ocurrencia.

WIND ROSE PLOT:
Red de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana de Guadalajara Santa Fé (Datos 2021)

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



COMMENTS: Proyecto: Potabilizadora PP5	DATA PERIOD: Start Date: 01/01/2021 - 00:00 End Date: 31/12/2021 - 23:00	COMPANY NAME: SAP Servicios Ambientales Profesionales S.C.	
		[redacted]	
	CALM WINDS: 33.09%	TOTAL COUNT: 8639 hrs.	
	AVG. WIND SPEED: 1.15 m/s	DATE: 25/10/2023	PROJECT NO.: RV-01

WRPLOT View - Lakes Environmental Software

Granizo, niebla y tormentas eléctricas

En la tabla siguientes se presentan el número de días mensuales promedio en los que se presentaron fenómenos hidrometeorológicos (niebla, granizo y tormentas eléctricas) registrados en la estación meteorológica 14072 "Huerta Vieja" (más cercana al sitio del proyecto) durante el periodo comprendido del año 1981 al año 2010 (ya que el registro 1991-2020 no cuenta con estos datos).

Fenómeno	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Granizo	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Niebla	0.4	0.1	0.2	0.3	0.0	0.3	1.2	2.0	1.9	1.3	0.8	0.4
Tormentas Eléctricas	0.1	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0

Fuente: Servicio meteorológico nacional. Normales climatológicas.

Tabla IV- 5. Días mensuales promedio en que se presentan los fenómenos hidrometeorológicos, según la estación meteorológica Tlaquepaque en el periodo de 1981 al 2010.

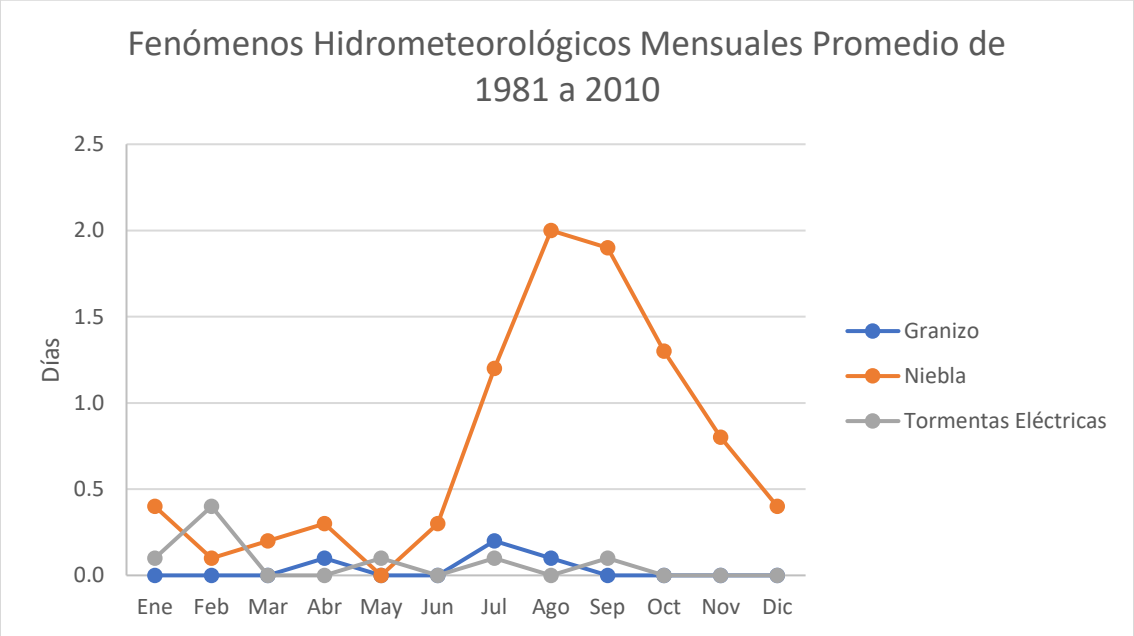


Figura IV- 4. Fenómenos meteorológicos mensuales (días).

Heladas

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C (WMO, 1992). La cubierta de hielo es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; De acuerdo al Centro Nacional de prevención de desastres (CENAPRED)[1], en la mayor parte del estado de Jalisco se presentan solo de 1 a 60 días con

[1] CENAPRDE, Fascículo "Heladas"

heladas al año y para precisar en el municipio de Tlaquepaque el promedio anual de días con heladas es de 9, en Tlajomulco de Zúñiga es de 12.

La formación de heladas se favorece bajo cielos despejados, con poco o nada de viento, atmósfera relativamente seca. El fenómeno de heladas alcanza su mayor frecuencia en la época invernal, pero en ocasiones puede presentarse fuera de ésta.

De acuerdo al Sistema de Información Territorial del Estado de Jalisco, el SA del proyecto se encuentra ubicado en una zona que no presenta heladas.

Inundación

Las precipitaciones intensas que se dan en la Zona Metropolitana de Guadalajara se presentan durante el periodo de junio a septiembre siempre, están asociadas a tormentas locales tipificadas como avenidas extraordinarias. Estas se producen por la conjunción del fenómeno meteorológico y la urbanización de la ciudad de Guadalajara.

Sin embargo, esta situación no es nueva, en las primeras etapas de la ciudad se presentaron inundaciones en las partes bajas cercanas al río San Juan de Dios, debido a que en la época de lluvias el agua desbordaba su lecho, por este motivo varias zonas cercanas a este río se urbanizaron sólo cuando sus aguas se canalizaron.

Se han identificado los siguientes patrones que se repiten en la mayoría de las zonas donde se presentan inundaciones:

Por invasión a cauces y zonas federales

Las zonas con mayor peligro por este fenómeno corresponden a los cauces con mayor jerarquía, actualmente convertidos en áreas impermeables.

Por obturación y secciones hidráulicas insuficientes

Este problema es común, algunas de las avenidas se trazaron con el objeto de comunicar colonias que se asentaban en ambos lados de los cauces, por lo que es necesario realizar obras de nivel del cauce.

Por trazo de avenidas metropolitanas, carreteras y cauces que se convierten en vialidades

Este tipo de situaciones es muy común en la ZMG, algunos ejemplos cercanos al proyecto son las avenidas Acueducto, Montevideo, entre otras.

Por urbanización incipiente de las márgenes de los arroyos

Este tipo de problemas se encuentra reflejado en zonas como La Primavera, por La Venta del Astillero.

En conclusión, el aumento considerable de las superficies impermeabilizadas y la modificación de los elementos primarios del relieve ocasionó que las inundaciones que se presentan en la ZMG sean cada vez más graves y, recientemente se han presentado algunos hundimientos y procesos de

traslación de tierra que generan pérdidas económicas y ponen en peligro la seguridad de sus habitantes.

Las precipitaciones intensas que se dan en la zona, se presentan en el periodo de junio a septiembre siempre asociados a tormentas locales tipificadas como avenidas extraordinarias. Estas se producen principalmente en las cercanías de los cuerpos de agua como ríos o arroyos.

Básicamente se consideran como zonas propensas a inundación las siguientes:

- Partes bajas de las cuencas.
- Asentamientos construidos dentro de cauces de arroyos.
- Zonas de depresión natural y pendientes suaves.
- Áreas de acuíferos someros.
- Infraestructura de drenaje pluvial ineficiente o dañada.
- Obras civiles que funcionan como diques a las corrientes naturales.
- Áreas donde se ha modificado la topografía natural del terreno (generalmente ladrilleras y bancos de material).

Dada la ubicación del proyecto, sus características y morfométricas, el sitio del proyecto cuenta con una susceptibilidad baja para riesgo de inundación, ya que se encuentra en una zona baja pendiente llana.

Con información del Atlas Estatal de Riesgo y del IMEPLAN se realizó el mapa de Fenómenos hidrometeorológicos, con esto se comprueba que la susceptible a inundación. El Sistema Ambiental presenta en general una susceptibilidad baja a inundaciones.

Debido a la susceptibilidad general de inundación se realiza a continuación un análisis a detalle del nivel de riesgo por inundación del predio del proyecto:

En octubre 2021, el Instituto de planeación y gestión del desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara, presenta el Atlas Metropolitano de Riesgo. Una de sus justificaciones es la siguiente:

> *"Como en la mayor parte de las grandes ciudades de México, el modelo de desarrollo del AMG no ha considerado explícitamente el incremento del riesgo (al aumentar peligro y vulnerabilidad) resultado del proceso de urbanización. Por ejemplo, la reducción de la vegetación en zonas urbanas es de particular importancia para regular el clima local y el nivel de escurrimiento pluvial, por lo cual fenómenos como la isla de calor urbana y las inundaciones se relacionan directamente con la deforestación e impermeabilización urbana."*

Debido a la falta de actualización de modelos de riesgo, ante el crecimiento urbano en la ZMG, algunos modelos de inundación que, aunque se encuentran vigentes, ya no son del todo validos en ciertas zonas, ya sea por la escala a la que se trabajó la información o por los cambios de uso de suelo que ha presentado la zona en los últimos años. Ante esto, se crea el citado Atlas Metropolitano de Riesgo, y uno de sus apartados específicos es: El mapa de Nivel de riesgo ante inundaciones.

Dicho análisis, muestra la probabilidad de que se susciten inundaciones derivadas de las lluvias. Esto resulta del efecto combinado de dos aspectos:

1) LA VULNERABILIDAD FÍSICA DEL TERRENO: DERIVADA DE LAS PENDIENTES Y LOS TIPOS DE SUELOS (CLASIFICADOS POR SU CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN/ ESCURRIMIENTO), QUE GENERAN UNA MAYOR SUSCEPTIBILIDAD A QUE SE PRODUZCAN INUNDACIONES DERIVADAS DE LAS LLUVIAS MODERADAS E INTENSAS; Y
2) PELIGRO POR LLUVIAS: LA DISTRIBUCIÓN EN EL AMG DE LA PROBABILIDAD DE PRECIPITACIÓN CUYA INTENSIDAD SE ENCUENTRE EN EL PCP 90 O 95.

El mapa reúne información de diversas fuentes que representan las condiciones del terreno, lo que permite modelar por donde escurre el agua, cómo se acumula en ciertos lugares, y la capacidad del suelo de infiltrar el agua cuando llueve. El mapa representa las zonas donde hay más probabilidad de que ocurra, sin embargo, no muestra el área total del evento.

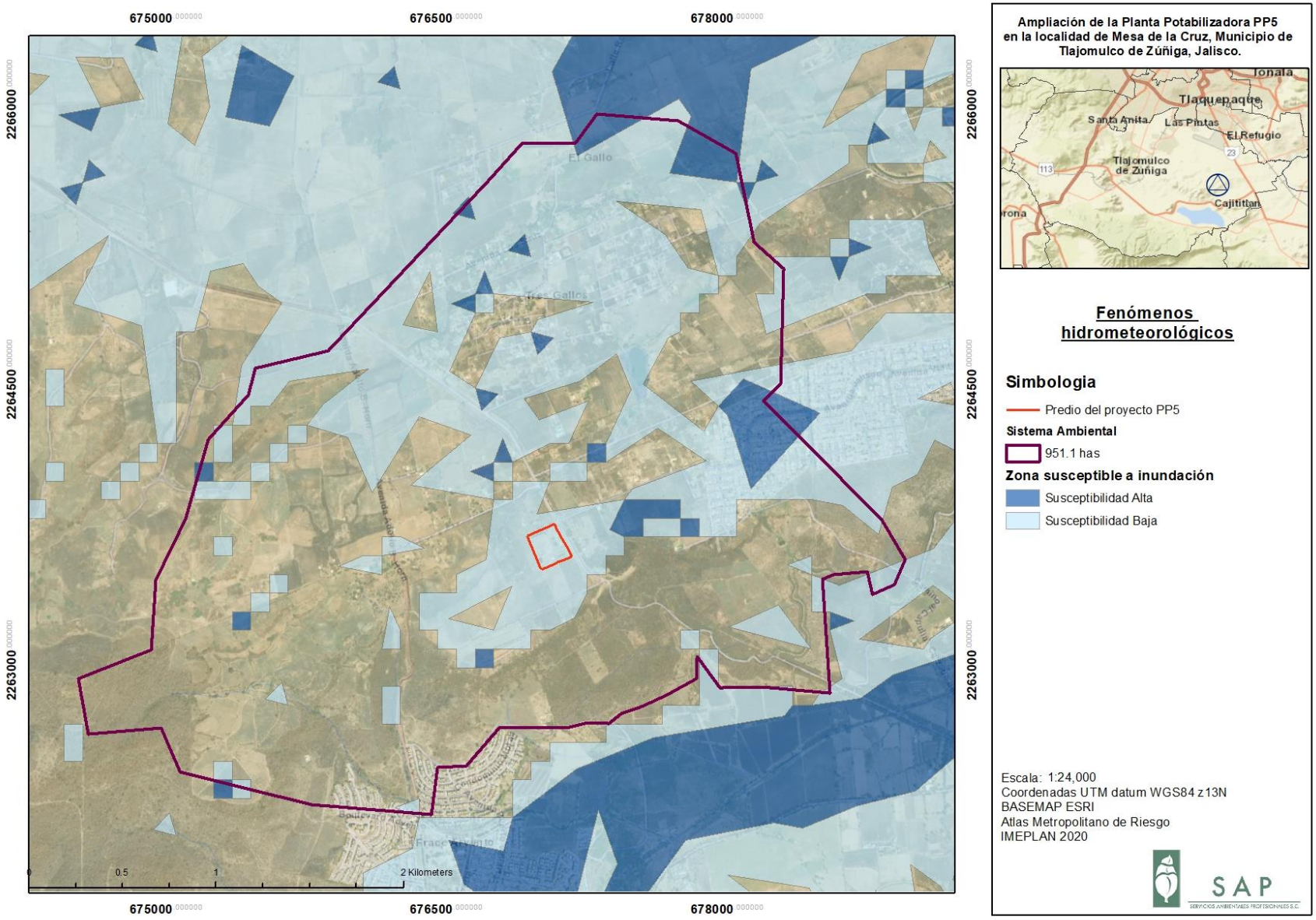
Esas zonas pueden resultar de los cauces naturales (ríos o arroyos) o de un cauce artificial dentro de la ciudad (calles y avenidas), debido a su pendiente, el trazo y la infraestructura.

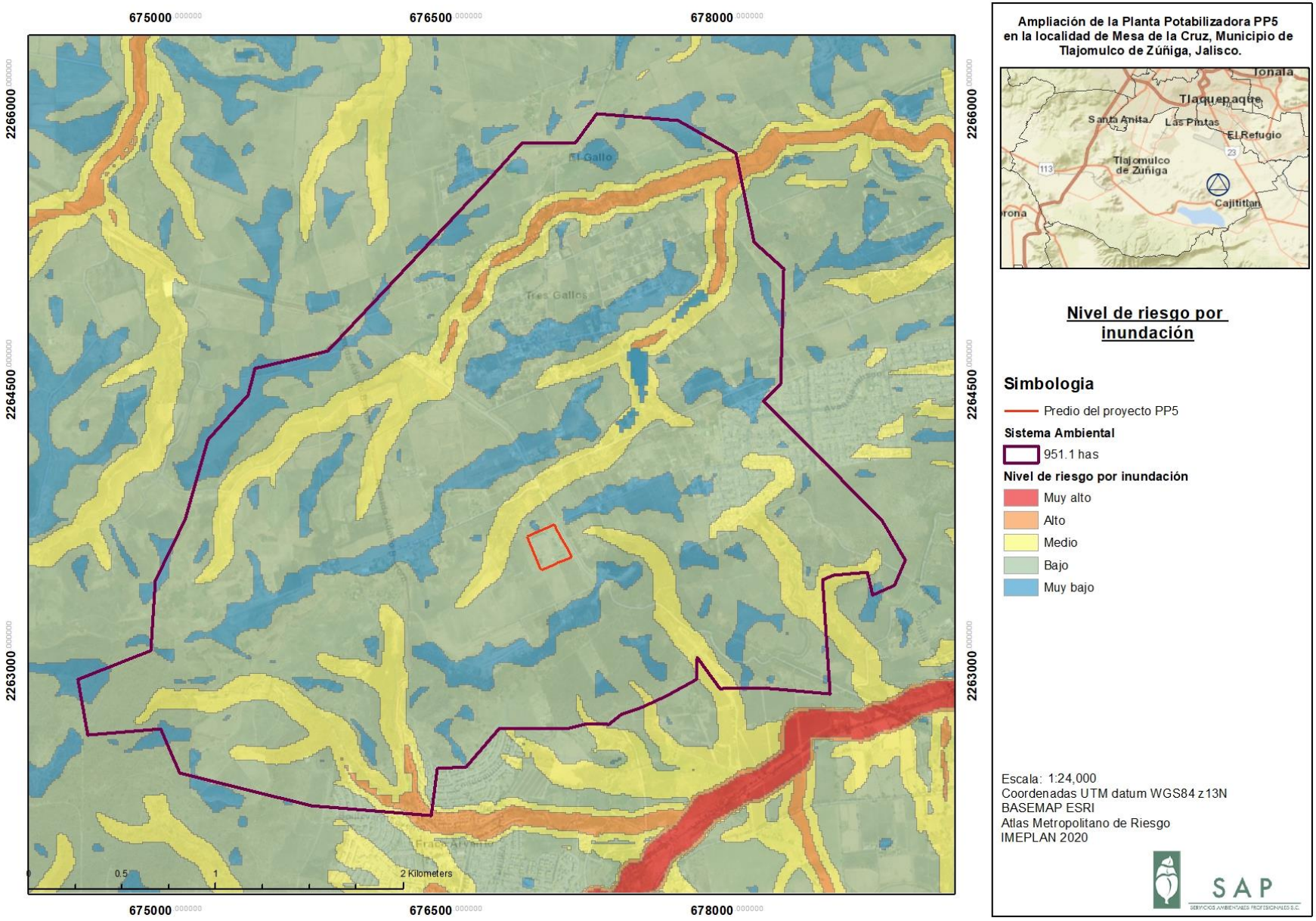
El mapa ayuda a identificar qué tan posible es que se susciten eventos en ciertas áreas, marcadas en color oscuro, que reúnen las características y circunstancias que se asocian a la ocurrencia de inundaciones pluviales. La información vectorial se encuentra disponible en línea y con ella se realizó el siguiente mapa de Nivel de riesgo ante inundaciones del predio del proyecto.

El Plano IV-6 que presenta las modelaciones realizadas en el Atlas Metropolitano de Riesgo, presenta como la zona del predio del proyecto, se encuentra en una zona de baja susceptibilidad a inundación.

Se presentan a continuación los mapas de fenómenos hidrometeorológicos en la cuenca que delimita el Sistema Ambiental del proyecto, seguido del mapa de Nivel de riesgo por inundación sobre el predio del proyecto.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.




675000
676500
678000
2266000
2264500
2263000
El Gallo
Tres Gallos
0.5
1
2 Kilometers
Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
Tonalá
Tlaquepaque
Santa Anita
Las Pintas
El Refugio
Tlajomulco de Zúñiga
Cajititlan
113
23
Nivel de riesgo por inundación
Simbologia
Predio del proyecto PP5
Sistema Ambiental
951.1 has
Nivel de riesgo por inundación
Muy alto
Alto
Medio
Bajo
Muy bajo
Escala: 1:24,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Atlas Metropolitano de Riesgo
IMEPLAN 2020
SAP

IV.4.1.1.2 Geología y fenómenos geológicos

Marco geológico

El estado de Jalisco se encuentra en el occidente de México, contando con atributos naturales únicos ya que se localiza en una zona de traslapamiento de tres grandes provincias fisiográficas del territorio mexicano; Jalisco es la zona de contacto entre la Sierra Madre Occidental, y el Eje Neovolcánico, entre la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del sur. De ahí la gran variedad de aspectos litológicos, geológicos y morfológicos que presenta el territorio.

El relieve de Jalisco se caracteriza por el predominio de las montañas y ausencia total de extensas llanuras. Desde el punto de vista de las estructuras, el estilo tectónico dominante es el relieve de bloques en contraposición al estado de Michoacán.

De manera más regional, el municipio de Tlajomulco de Zúñiga se compone principalmente de rocas extrusivas o volcánicas, cuyas edades rondan el sistema cuaternario y finales del terciario. Tlajomulco se caracteriza por ser un relieve en donde se alternan zonas serranas, producto del levantamiento de grandes bloques tectónicos y volcánicos, así como de actividad volcánica cuaternaria y procesos de acumulación lacustre y fluvial, por lo que, el municipio presenta una gran diversidad litológica.

El municipio forma parte de las zonas volcánicas que caracterizan a la Faja Volcánica Transmexicana que es de carácter bimodal y cuyas etapas afectaron a todo el territorio comprendido dentro de esa región.

Tlajomulco consiste en un sistema de serranías. La actividad pleistocénica ha impactado principalmente en las condiciones del ciclo de agua generando amplios sistemas de acuíferos y redes hidrográficas incipientes y poco densas. Las riolitas formando un conjunto des domos serranos los cuales constituyen la serranía de La Primavera, siendo los cerros más importantes El Tajo y Planillas, este último representa la estructura más importante de la sierra.

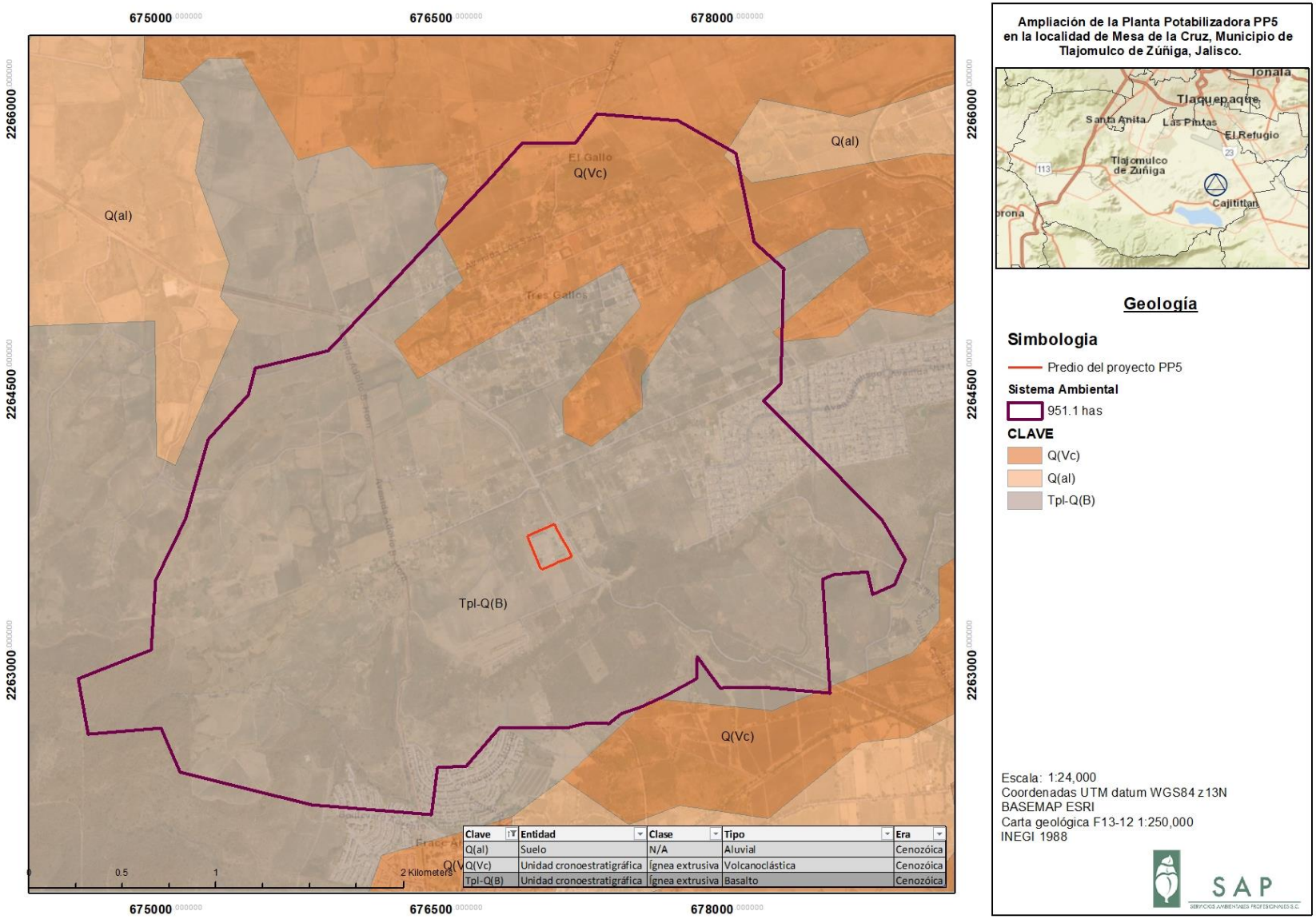
De las formaciones geológicas que se pueden detectar en el caso de Tlajomulco, su antigüedad se remonta al Mioceno y corresponde con un episodio que da origen al denominado Grupo del Río Santiago, y la segunda etapa abarca cuatro episodios: el silícico que sucede entre 7 y 5 Millones de años AC. el Plioceno temprano, el Plioceno tardío y Pleistoceno temprano.

Las secuencias cuaternarias corresponden con conos monogenéticos basaltos emplazados en la depresión de Cajititlán, en la zona del piedemonte de la sierra de La Primavera, y el borde de la depresión entre San Martín de Las Flores y Acatlán de Juárez, los domos ridactiticos han formado un campo volcánico que separa la depresión de San Marcos de la planicie fluvio-lacustre de Santa Cruz de Las Flores.

La actividad volcánica riolitíca reciente ha formado un conjunto de domos con diversas características, como amplias planicies de piroclastos.

Tomando como referencia la carta geológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Escala 1:250,000, el grupo de rocas predominante dentro del sistema ambiental son::

- CLAVE **TPL – Q(B)** UNIDAD CRONO-ESTRATOGRÁFICA, DE CLASE ÍGNEA EXTRUSIVA Y TIPO BASALTO.
- CLAVE **Q (Vc)** - UNIDAD CRONO-ESTRATOGRÁFICA, DE CLASE ÍGNEA EXTRUSIVA Y TIPO VOLCANOCLÁSTICO.


675000
676500
678000
2266000
2264500
2263000
Q(al)
Q(Vc)
Tpl-Q(B)
El Gallo
Tres Gallos
0
0.5
1
2 Kilometers
Clave | Entidad | Clase | Tipo | Era
Q(al) | Suelo | N/A | Aluvial | Cenozóica
Q(Vc) | Unidad cronoestratigráfica | Ígnea extrusiva | Volcanoclástica | Cenozóica
Tpl-Q(B) | Unidad cronoestratigráfica | Ígnea extrusiva | Basalto | Cenozóica
Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
Jonala
Tlaquepaque
Santa Anita
Las Pintas
El Refugio
Tlajomulco de Zúñiga
Cajititlan
Geología
Simbología
Predio del proyecto PP5
Sistema Ambiental
951.1 has
CLAVE
Q(Vc)
Q(al)
Tpl-Q(B)
Escala: 1:24,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Carta geológica F13-12 1:250,000
INEGI 1988
SAP

Fenómenos geológicos

Con ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (software ArcGis versión 10), la información proporcionada por el Sistema de Información Territorial Estatal en Línea (SITEL) del Estado de Jalisco, información del IMEPLAN y la cartografía temática del INEGI; se realizó un análisis para determinar las zonas de riesgo geológicos cercanas al sitio del proyecto.

1. DESLIZAMIENTOS

El fenómeno de deslizamiento se encuentra vinculado a la forma de relieve alterada y/o modificada por el hombre. De acuerdo con el análisis realizado, se pudo constatar que en 500 m. a la redonda del predio no se aprecian fallas geológicas; tampoco se presentan dentro del Sistema Ambiental.

En los alrededores del predio del proyecto no se detectaron elevaciones importantes que representen riesgos de corrimientos. No se detectaron zonas con riesgo de deslizamiento cercanos al sitio del proyecto; por lo que no se asumen riesgos de este tipo de fenómenos.

De acuerdo con los resultados del SIG y datos obtenidos del Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco y del INEGI, la zona donde se construirá el proyecto no es susceptible a deslizamientos.

2. AGRIETAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS

El hundimiento regional se manifiesta por el descenso de la superficie de una extensión determinada del terreno natural. Este problema se encuentra asociado con la extracción de agua subterránea. Por su parte, el agrietamiento de la superficie del terreno es la manifestación de una serie de desplazamientos verticales y horizontales del subsuelo en un área amplia, que resultan del problema de hundimiento regional, por la extracción excesiva mediante bombeo profundo del agua subterránea, normalmente con fines de abastecimiento para uso agrícola, urbano o industrial.

El predio donde se pretende construir el proyecto se encuentra en una zona de hundimientos regionales, la cual abarca gran parte de la ZMG. Con base en la información del Inventario de Peligros Metropolitanas, conformada por datos históricos de peligro y amenaza, del IMEPLAN. El fenómeno asociado a estos hundimientos son los suelos expansivos, estos se encuentran presentes en la zona de estudio.

En el Plano VI-10 Riesgo geológicos presentado más adelante se observan las características del Sistema Ambiental y sus alrededores.

3. MOVIMIENTOS DE MASAS

Los movimientos de masas (llamados aludes de roca y lodo) son los eventos más peligrosos, tanto por la recurrencia y magnitud, como por su velocidad. Se generan en laderas montañosas y se depositan en las partes medias y bajas (canal y piedemonte). En este rubro se encuentran una gran variedad de procesos geológico-geomorfológicos, teniendo el agua y la gravedad como los agentes más importantes. Se han identificado los siguientes procesos:

- DESPRENDIMIENTO Y CAÍDA.
- FLUJOS.
- EROSIÓN EN CÁRCAVA (LATERAL, FONDO Y SEDIMENTACIÓN).

El terreno se encuentra en una zona no urbanizada, además que presenta una topografía llana, sin la presencia de lomeríos o elevaciones importantes en las cercanías, por lo que se ve reducido el riesgo por fenómenos de movimientos de masas (flujos o aludes). De igual manera, la ausencia de fallas o fracturas en las cercanías hace menos susceptibles este tipo de fenómenos.

De acuerdo con el análisis de riesgo y vulnerabilidad realizado con ayuda del Inventario Metropolitano de Riesgo del IMEPLAN, no se tienen registros de derrumbes por inestabilidad de laderas.

En la página siguiente se presentan planos con los riesgos geológicos que se encuentran dentro y fuera del Sistema Ambiental del proyecto.

4. VULCANISMO

En la actualidad el Sistema Ambiental se encuentra dentro de una región volcánica sin actividad histórica reportada.

Sin embargo. La Sierra La Primavera es un ejemplo de los acontecimientos volcánicos causados por la compresión del centro de México y el movimiento del occidente de México hacia el norte, a lo largo de un sistema de fallas que se extienden desde el Golfo de California. Aunque la actividad volcánica se ha trasladado de Guadalajara a otras partes de la región del Eje Neovolcánico, el centro de México sigue activo sísmicamente y volcánicamente.

La Primavera, es parte del Eje Neovolcánico de México, al igual que el volcán de Tequila y el volcán de Colima, así como los volcanes activos Iztaccíhuatl y Popocatépetl ubicados cerca de la ciudad de México.



Figura IV- 5. Actividad volcánica del Eje Neovolcánico.

El área de la Sierra La Primavera, estructuralmente constituye una Caldera Volcánica de Colapso en la cual se han desarrollado numerosas estructuras dómicas de composición riolítica; se encuentra tectónicamente, en la intersección de dos principales lineamientos estructurales, el de la Sierra

Madre Occidental, con fracturas antiguas de rumbo NW-SE y NE-SW, y del Eje Neovolcánico, con fracturamiento en dirección NW-SE, N-S y E-W, que originó una zona de debilidad en el subsuelo con entrampamiento del magma, provocando las estructuras dómicas que generaron fracturas semicirculares y cuya reactivación, en el caso del área de la Caldera de La Primavera, tiene íntima relación con las manifestaciones termales en forma de fumarolas, como se observa en Cerritos Colorados y El Najahuate.

Se ha especulado acerca del riesgo que representa el área de la Caldera de La Primavera, en cuanto al impacto vulcanológico que pudiera presentarse hoy en día. Al respecto se han elaborado varios trabajos en los que se indica que posiblemente exista riesgo volcánico, pero estos carecen de pruebas y argumentos de campo que confirmen tales aseveraciones. Uno de los trabajos más aceptados y con credibilidad es el que elaboraron los doctores en geología Alain Demant y Pierre M. Vincent (1978), referente a la Sierra de La Primavera; la reconstrucción de la historia volcánica de la caldera que ellos presentan elimina casi por completo la probabilidad de una erupción volcánica importante, habiendo ocurrido la última hace 30,000 años. Aun cuando se llevase a cabo otra erupción volcánica, correspondería a la formación de otro domo riolítico que ocasionaría únicamente caídas aéreas de pómez alrededor de la estructura volcánica.

La etapa más peligrosa del desarrollo de una caldera es la emisión de grandes volúmenes de ceniza, lo que ocurrió en La Primavera hace más de 120,000 años y no se conocen ejemplos en donde esta fase se produjese en dos ocasiones; dicho lo anterior puede considerarse la zona de la Caldera de La Primavera como de bajo riesgo volcánico presente. Cabe mencionar que las calderas, como tipos de volcanes, son mucho más peligrosas que estratovolcanes, como lo son los volcanes de Colima y el Ceboruco. Las calderas explotan de manera violenta con muy poco aviso. Los avisos muchas veces son sutiles, pero sin el equipo para medir y vigilar las actividades geológicas en el interior de la caldera, el municipio de Zapopan está expuesta a un peligro innecesario. Como conclusión y para determinar las zonas de riesgo en México por vulcanismo, algunos vulcanólogos se fundamentan en tres aspectos: Probabilidad, vulnerabilidad y valor de la zona.

1. LA PROBABILIDAD DE ERUPCIÓN.
2. LA VULNERABILIDAD, ES LA SENSIBILIDAD QUE TIENE EL ÁREA AMENAZADA POR UNA ACTIVIDAD ERUPTIVA.
3. EL VALOR DE LA ZONA, ES DECIR, LAS PÉRDIDAS HUMANAS Y ECONÓMICAS QUE PODRÍA HABER.

La probabilidad de fenómenos volcánicos que se presentan en México genera una gran cantidad de zonas de riesgo, que se definen por la presencia o ausencia de asentamientos humanos.

> *Por ejemplo, para un volcán muy activo en el desierto, su probabilidad de erupción es alta, su vulnerabilidad es baja y el valor de la zona es nulo. Otro caso es el de un volcán de baja actividad en una zona muy poblada; aquí la probabilidad es baja, la vulnerabilidad será muy alta y el valor aún más elevado. Mientras que, para un volcán muy activo en una zona muy poblada, la probabilidad, la vulnerabilidad y el valor, todos ellos, serán elevados.*

De acuerdo con lo anterior, las regiones de mayor riesgo en la República Mexicana, en cuanto a la presencia de actividad volcánica, son las siguientes:

1. LA ZONA DEL VOLCÁN DE COLIMA, LA CUAL PRESENTA MAYOR PROBABILIDAD DE ERUPCIÓN.

2. La zona de sierras que rodea al Distrito Federal, por la gran concentración de población y construcciones.
3. La Caldera de la Primavera, donde se asienta el Municipio de Zapopan.
4. La zona del volcán Popocatépetl.

Vivir en la orilla de una caldera semiactiva, sin importar que tan bajo nivel aparentemente sea su actividad, requiere de conocimiento sobre el carácter de este tipo de volcanismo. La menor muestra de actividad renovada o incrementada dentro de la caldera o cerca de ella debería tomarse con la mayor seriedad e importancia. Hay signos de advertencia que podrían permitir que se tomaran las precauciones adecuadas, incluyendo los siguientes:

1. Un incremento en la actividad de los respiraderos;
2. Erupciones de lava o de tefra (sin importar lo pequeño que sean);
3. Temblores, aunque sean menores, dentro o cerca de la caldera.

Si la caldera sufre un evento piroclástico, los resultados podrían ser catastróficos para la Zona Metropolitana de Guadalajara y la Región Valles y por lo tanto para la totalidad del Sistema Ambiental del proyecto.

5. Sismicidad

La subducción de las placas Cocos y Rivera bajo la Placa Norteamericana desde el plioceno es responsable de la formación del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVT), un arco volcánico continental que cruza la parte central de México a lo largo de aproximadamente 1000 km desde el Golfo de California hasta el Golfo de México y que contiene al menos 11 grandes centros volcánicos que han sido activos desde hace unos 20,000 años.

El estado de Jalisco se encuentra afectado por la movilidad de dos placas tectónicas: la de Cocos y Rivera. La generación de los temblores más importantes en el estado se debe, básicamente, al movimiento entre placas, a lo largo de la porción costera de Jalisco hasta Chiapas, las placas de Rivera y Cocos penetran por debajo de la norteamericana, ocasionando el fenómeno de subducción.

Por otra parte, la sismicidad está clasificada en regiones según su actividad y fuente sísmica. Trabajos de peligrosidad sísmica realizados por Zúñiga (1997) y la Comisión Federal de Electricidad proporcionan un estudio sistemático de la peligrosidad para todo el territorio nacional. Después de una recopilación exhaustiva de todos los datos sísmicos tanto históricos como instrumentales, de formar un catálogo con sus periodos de completitud, se realizó un mapa de peligrosidad sísmica para México.

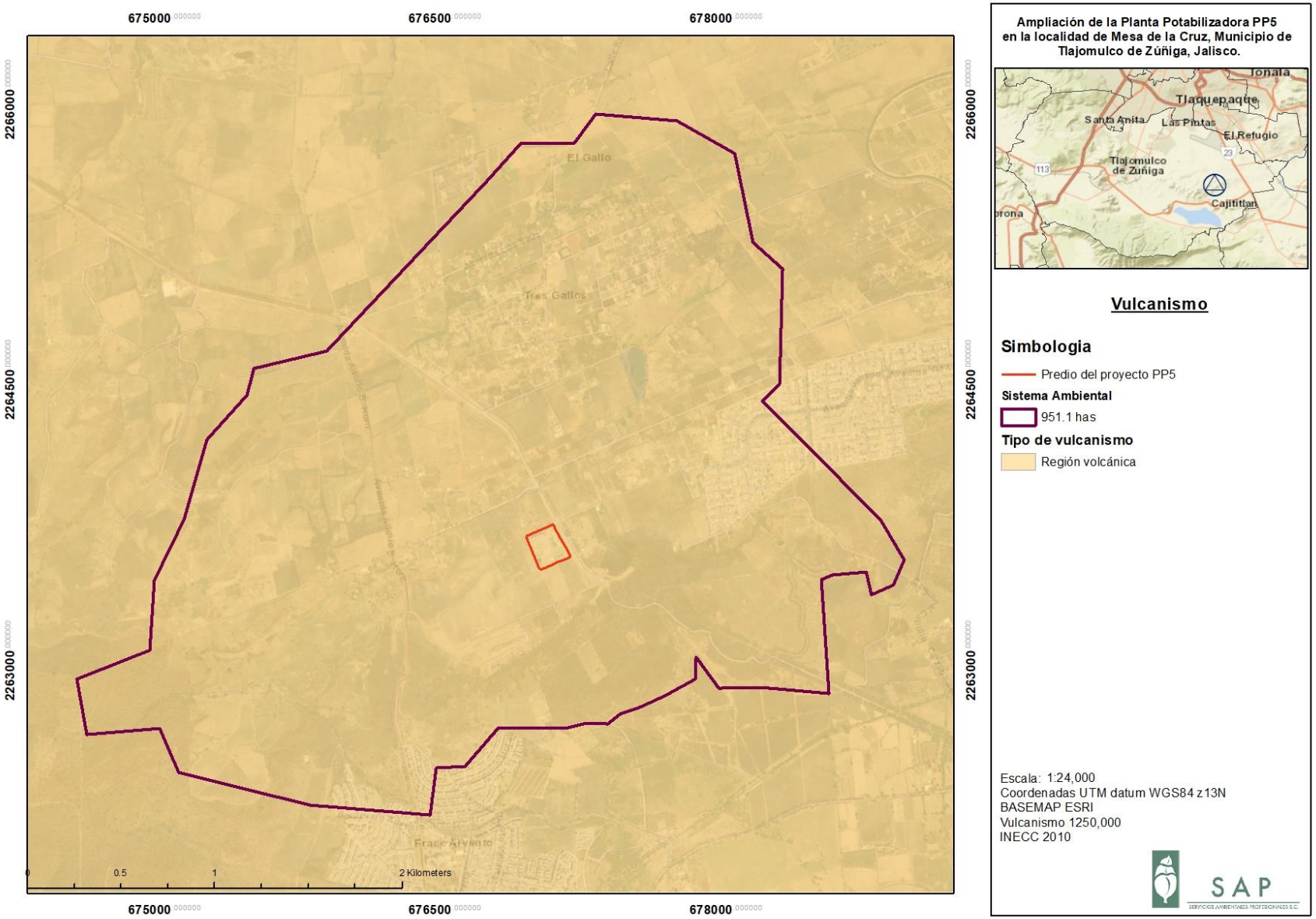
Así, el territorio de la República Mexicana se divide en zonas sísmicas, donde la zona A corresponde a la de menor riesgo sísmico y la zona D a la de mayor riesgo. En la zona A no se esperan aceleraciones de suelo que superen el 10% de la gravedad a causa de temblores. Las zonas B y C son zonas con actividad sísmica intermedia donde no se esperan aceleraciones mayores de un 70% de la gravedad. La zona D, es donde se han reportado grandes terremotos históricos, su ocurrencia es frecuente y la aceleración del suelo por esta causa puede superar el 70% de la gravedad.



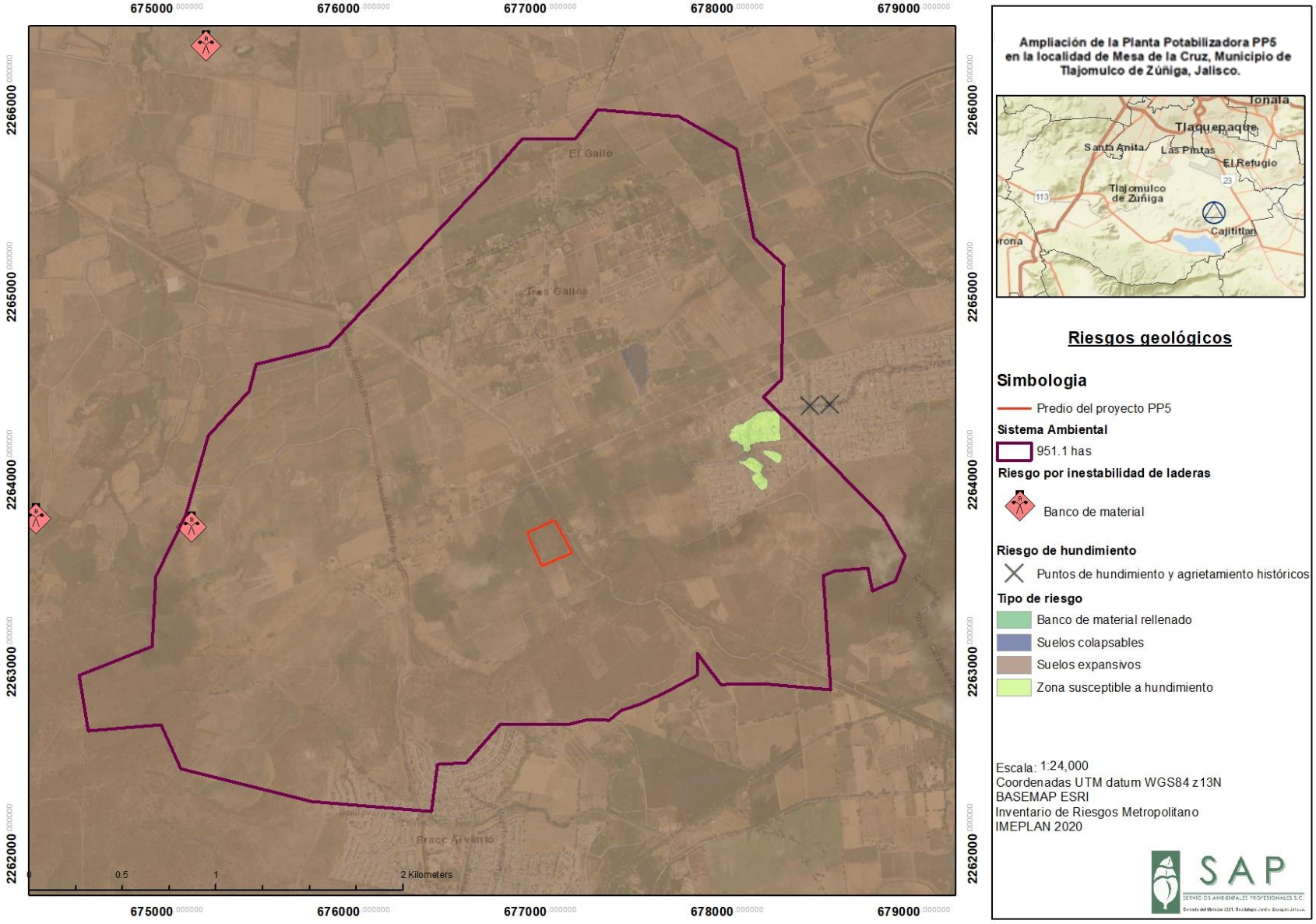
Figura IV- 6. Regionalización de la sismicidad de la República Mexicana.

Por lo anterior, la ciudad de Guadalajara se localiza en la zona de riesgo sísmico denominada " B " muy cerca de la zona "C" de acuerdo con la Regionalización sismo tectónica de la República Mexicana. Esta zona se caracteriza por presentar sismos frecuentes que ocasionalmente pueden llegar a ser de gran magnitud. De acuerdo con las observaciones de Figueroa (1970), en las inmediaciones de la Ciudad de Guadalajara se han detectado 108 sismos en la primera mitad del presente siglo con epicentro a 220 Km. o menos de Guadalajara y con magnitudes de 4 a 7 grados en la escala de Richter. En la mayoría de los sismos detectados el epicentro se determinó a 33 km de profundidad.

Más recientemente, la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A.C., publicó el Catálogo General de Acelerogramas de Sismos Fuertes comprendidos en el período de 1960 a 1997, en el cual se corrobora que al menos 7 eventos importantes han ocurrido en las inmediaciones de la ciudad de Guadalajara, esto sin considerar el macrosismo histórico de 8.2 grados en la escala de Richter que aconteció en las costas de Jalisco el 3 de Junio de 1932, sin precedente en la historia de México, el cual destruyó gran parte de Ciudad Guzmán y por todos los sismólogos es considerado como el más grande y que mayor energía ha liberado.


675000
676500
678000
2266000
2264500
2263000
El Gallo
Tres Gallos
Fracc Arvento
0
0.5
1
2 Kilometers
Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
Tonalá
Tlaquepaque
Santa Anita
Las Pintas
El Refugio
Tlajomulco de Zúñiga
Cajititlan
113
23
Vulcanismo
Simbologia
Predio del proyecto PP5
Sistema Ambiental
951.1 has
Tipo de vulcanismo
Región volcánica
Escala: 1:24,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Vulcanismo 1250,000
INECC 2010
SAP

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco



IV.4.1.1.3 Geomorfología

El estado de Jalisco se encuentra en el occidente de México, donde se ubican tres grandes provincias fisiográficas del territorio mexicano; la Sierra Madre Occidental, Mesa del centro y Eje neovalcánico de ahí se deriva la gran variedad de paisajes naturales, aspectos litológicos, geológicos y morfológicos. El relieve se caracteriza por el predominio de montañas; graníticas, planicie pedemontana granítica, graníticas mixtas, cuencas sedimentarias, montañas de plegamiento de rocas sedimentarias marinas, volcanes y conos cineríticos básicos (basálticos), serranías volcánicas piroclásticas, Relieves mesetiformes basálticos, Bloques del plateau volcánico, montaña de bloques basálticos, montaña mixta de bloques, planicie pedemontana piroclástica, montañas riolíticas, volcán riolítico, llanura aluvia litoral, llanura y serranías de calizas y toba, montaña dacítica, Macizo antiguo de la meza central y la ausencia total de extensas llanuras.

En el centro, al sur de la ciudad de Guadalajara se encuentra el Lago de Chapala; en el occidente y suroccidente, predominan las sierras de origen ígneo extrusivo o volcánico (se forman cuando el magma o roca derretida sale de las profundidades hacia la superficie de la Tierra).

En el municipio de Tlajomulco de Zúñiga el relieve se caracteriza por el predominio de cuencas sedimentarias piroclásticas, volcanes y conos cineríticos básicos, montaña volcánica acida moderna y serranía de tobas.

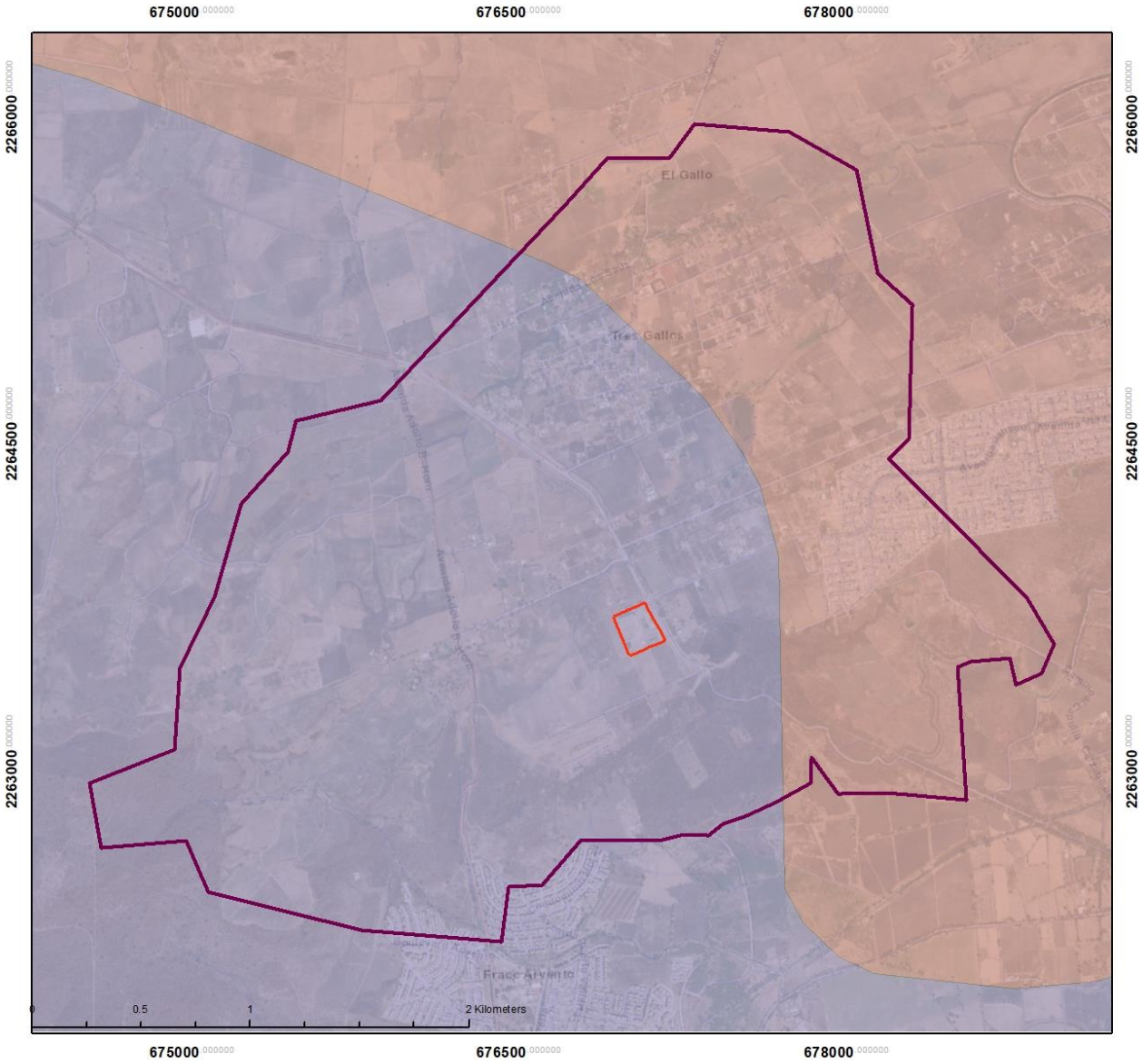
Respecto a las unidades morfológicas, el municipio confluye tres sistemas de fracturación tectónica que se interconectan en la zona serrana de Cerro Viejo (El madroño). La primera tiene una orientación NE-SE (Fosa Tepic), E-W (Fosa Chapala-Mesas de los Altos de Jalisco) y N-S (Fosa Colima).

Se analizan las unidades geomorfológicas de manera particular para el Sistema Ambiental del proyecto, este presenta dos tipos de relieve, en la zona del predio del proyecto se presenta una llanura colinosa ligeramente diseccionada, con cambios en el terreno de 10 a 20 km/m²; y en la sección más oriente de la cuenca los cambios se dan 10 a 15 km/m², presentando una llanura ondulada fuertemente diseccionada.

De acuerdo con el análisis de pendiente realizado a partir de las curvas de nivel 1:50,000, la pendiente del Sistema Ambiental oscila entre los 0 y 16.4°. con las pendientes más pronunciadas al suroeste del SA.

A continuación, se presentan los planos de disección vertical, modelo de pendientes y topografía para el Sistema Ambiental.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Disección vertical

Simbología

Predio del proyecto PP5

Sistema Ambiental

951.1 has

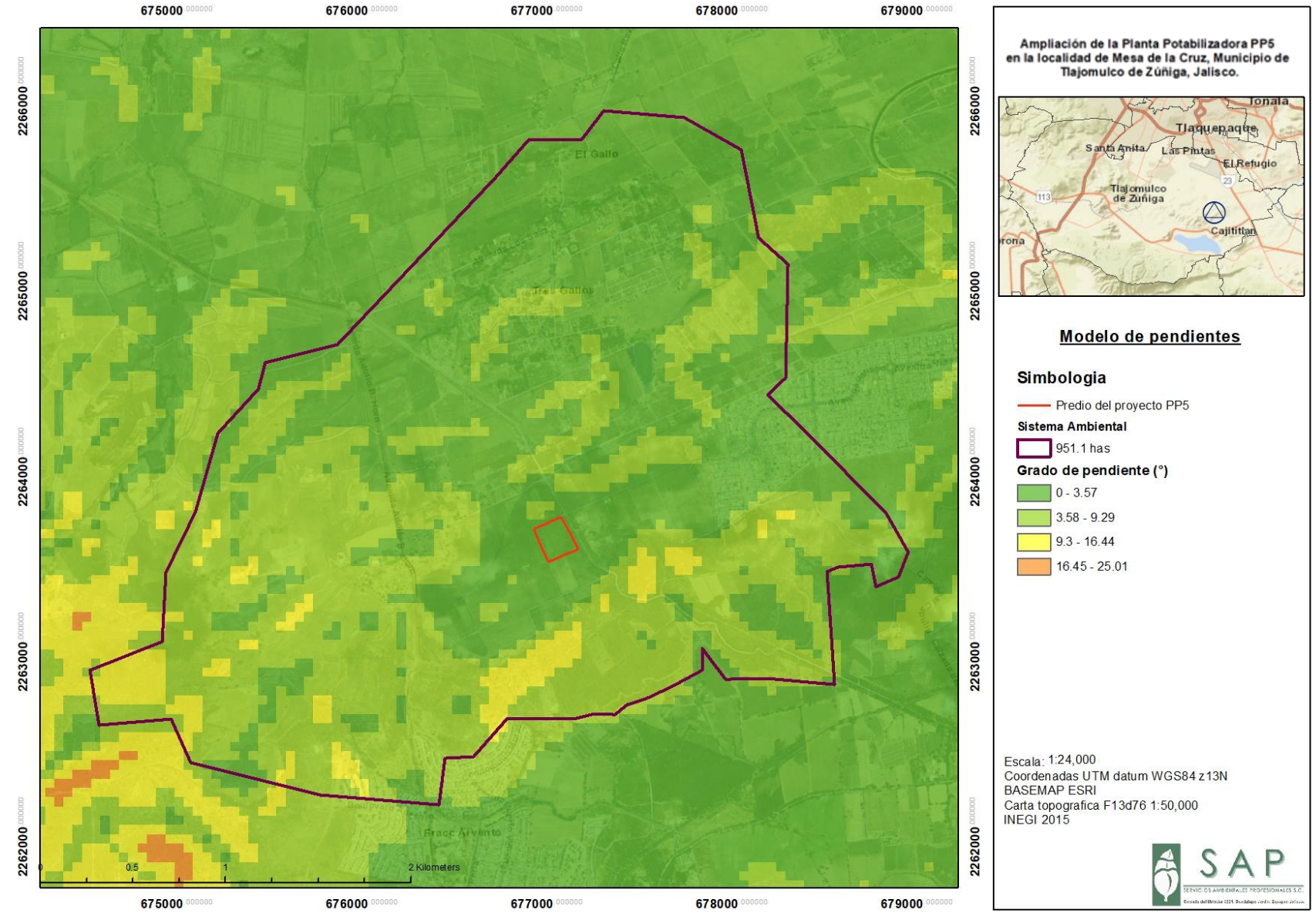
Tipo de Disección

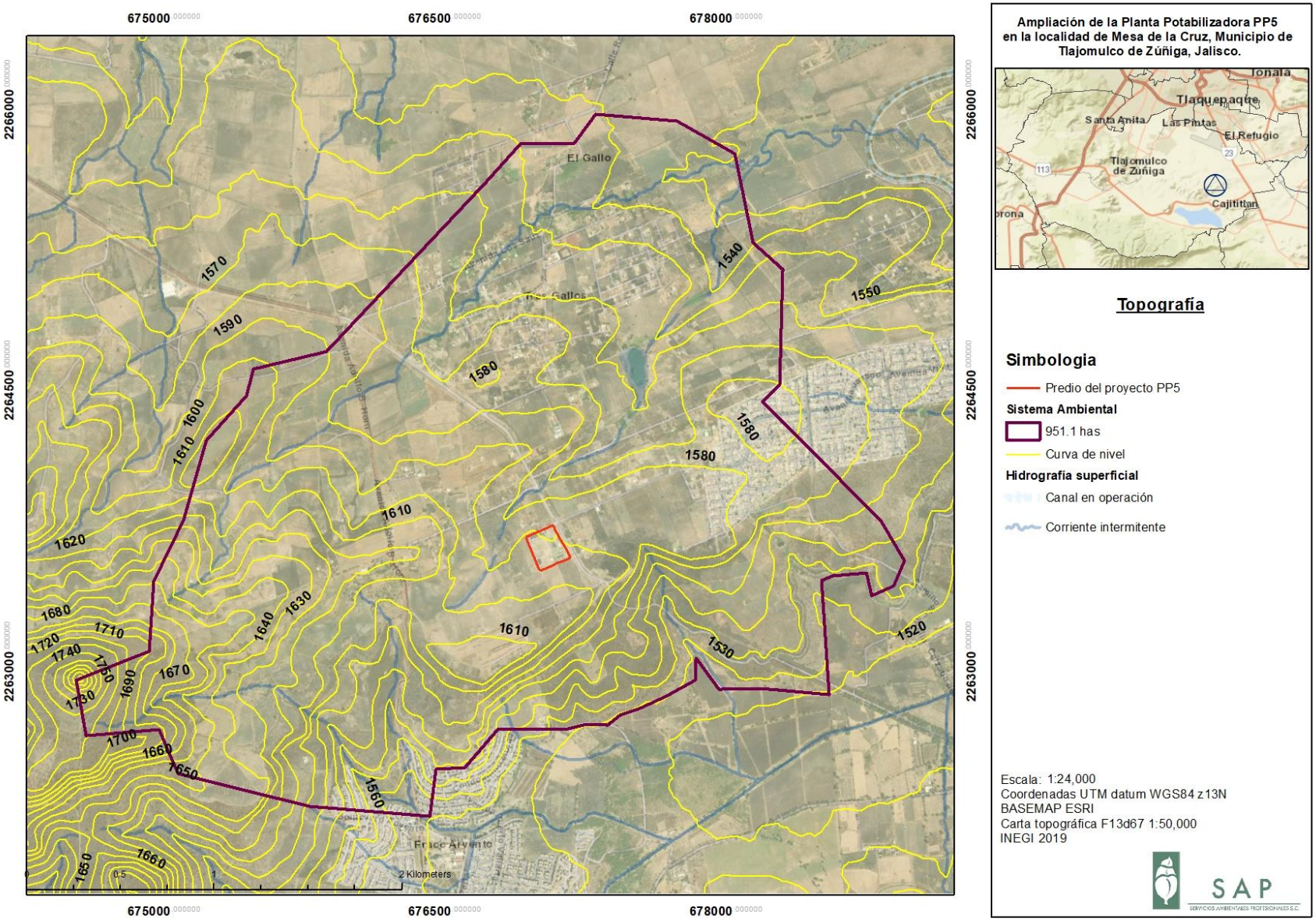
Llanura colinosa ligeramente diseccionada (15 - 20)

Llanura ondulada fuertemente diseccionada (10 - 15)

Escala: 1:24,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Disección vertical 1:250,000
INECC 2010

SAP
SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.


675000
676000
677000
678000
679000
2266000
2265000
2264000
2263000
2262000
El Gallo
Bracc Arvento
0
0.5
1
2 Kilometers
Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
Tonalá
Tlaquepaque
Santa Anita
Las Pintas
El Refugio
Tlajomulco de Zúñiga
Cajititlan
113
23
Modelo de pendientes
Simbologia
Predio del proyecto PP5
Sistema Ambiental
951.1 has
Grado de pendiente (°)
0 - 3.57
3.58 - 9.29
9.3 - 16.44
16.45 - 25.01
Escala: 1:24,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Carta topografica F13d76 1:50,000
INEGI 2015
SAP



Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

Topografía

Simbología

- Predio del proyecto PP5

Sistema Ambiental

- 951.1 has
- Curva de nivel

Hidrografía superficial

- Canal en operación
- Corriente intermitente

Escala: 1:24,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
Carta topográfica F13d67 1:50,000
INEGI 2019

SAP
SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

IV.4.1.1.4 Edafología

Los suelos se pueden definir como la parte externa de la corteza terrestre, que ha sufrido y sigue sufriendo acciones causadas por agentes atmosféricos y seres vivos, y sirve de soporte a la vegetación. La formación del suelo comprende una serie de procesos que transforman el material original (las rocas). En una primera etapa predomina la meteorización, que consiste en la transformación total o parcial de las rocas y sus minerales por la acción de los agentes atmosféricos. A medida que el proceso avanza comienza la edafogénesis, que abarca los procesos que afectan directamente al suelo.

Dentro del Sistema Ambiental se presentan tres tipos de suelos, los cuales se describen a continuación.

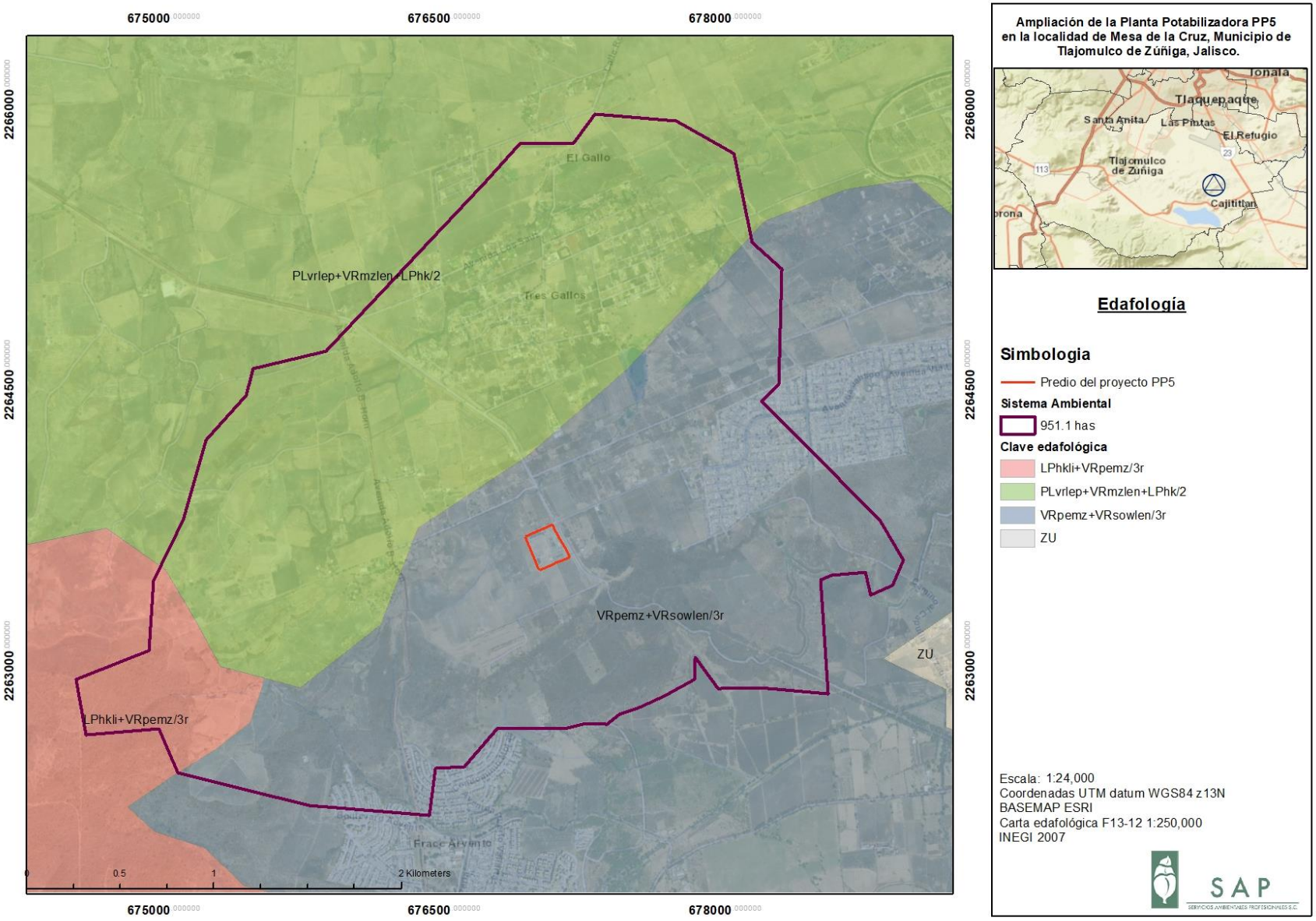
Planosol: Con un horizonte superficial órgano-mineral que descansa abruptamente sobre otro de naturaleza Árgica (Bt) muy denso, típico de llanuras y tierras planas que se anegan estacionalmente por agua, constituido preferentemente por depósitos arcillosos aluviales y coluviales. Este tipo de suelo presenta un horizonte eluvial o material franco arenoso o más grueso, siendo su límite con el horizonte subyacente muy marcado, por un cambio textural abrupto, dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo. Se caracterizan por albergar *propiedades del suelo estágnicas* por encima del límite.

Vertisol: Son suelos que presentan 30% o más de arcilla en todos los horizontes hasta una profundidad de 50 cm, caras de deslizamiento, agregados en forma de cuña y grietas que se abren y se cierran periódicamente. El contenido de arcilla puede ser hasta del 90%, en particular para Vertisoles que se originan de depósitos piroclásticos. Además, éstos tienen cambios pronunciados en el volumen con la variación del contenido de humedad y evidencias de movimiento del suelo en las caras de deslizamiento

Leptosol: Son suelos someros y se caracterizan por ser extremadamente delgados y por su escasa profundidad (menor a 25 cm), tienen un volumen de menos de 20% de tierra fina sobre afloramientos de roca, y una gran cantidad de material calcáreo o piedras de diferentes tamaños.

Ninguno de estos suelos, por su comportamiento físico y químico estables, representa condicionantes para el desarrollo del proyecto. A continuación, se presenta un plano escala 1:24,000 con la información anteriormente descrita.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Estratigrafía específica para el predio de proyecto

De acuerdo con el Estudio de mecánica de suelos, específico para la ampliación la Planta Potabilizadora PP5 realizado por Estudios de Suelo pavimento S.A de C.V. con fecha de septiembre 2025 (ver copia simple de dicho dictamen en el apartado de anexos) se presenta a continuación la descripción de la estratigrafía en zonas representativas del mismo.

Para determinar la naturaleza y condiciones estratigráficas del subsuelo se realizaron 6 Sondeos de penetración con barreta rotaria hidráulica apoyados para la excavación con un tubo sacabocados y denominados: SPT-1, SPT-2, SPT-3, SPT-4, SPT-5 y SPT-6 se excavó a una profundidad máxima de 3.70 m. se suspendió la perforación u muestreo debida a la presencia de material tipo 3 el cual tiene una dureza que no permite la perforación con este tipo de equipo. Sin embargo, se consideró que no era necesaria la perforación a mayor profundidad, ya que se tiene alta resistencia en este estrato.

Para la ejecución de los sondeos se aplicó la técnica de penetración estándar, la cual utiliza la herramienta conocida como penetrómetro estándar, que al tiempo que recupera las muestras, permite medir la resistencia del suelo a la penetración estándar, que se define como el número de golpes que se deben aplicar a un martinete de 64 Kg, de peso con caída libre de 76.2 cm, para alcanzar una penetración de 30 cm. en el suelo. (Prueba ASTM-D 1587).

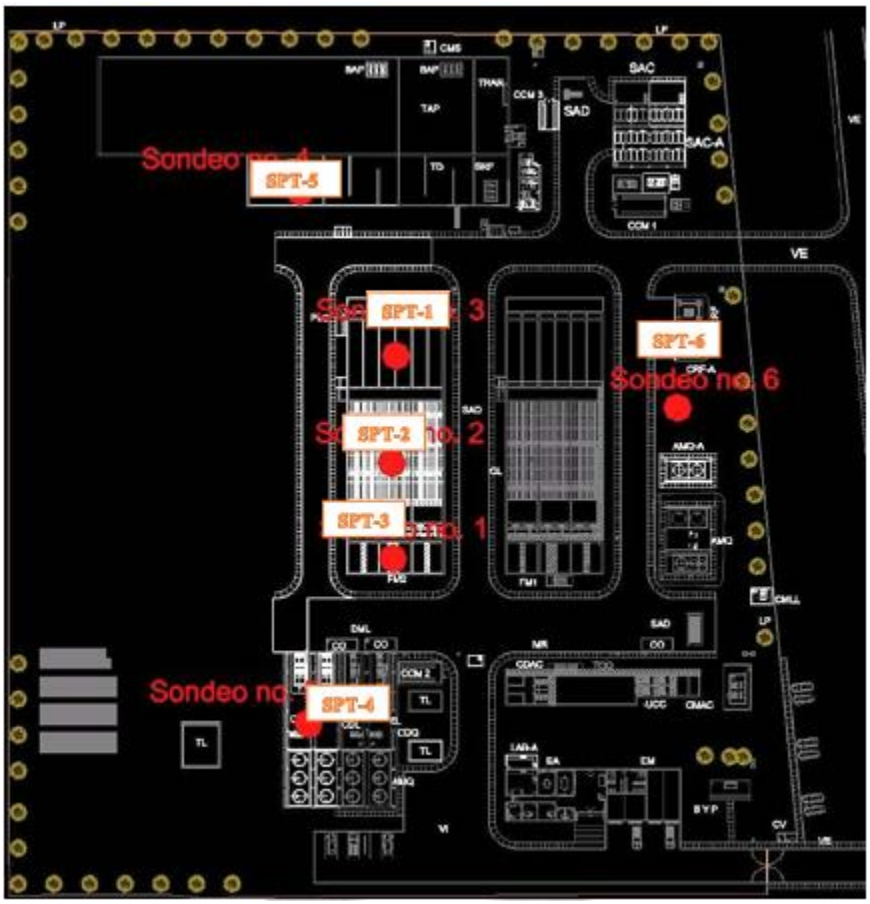


Figura IV- 7. Localización de sondeos, durante los trabajos de geotecnia.

Resumen de los resultados obtenidos:

En base los trabajos de exploración, muestreo y a la información obtenida en el campo y en el laboratorio, es posible definir lo siguiente: En el predio estudiado se observa una topografía regular, a ras del suelo representativo del lugar. Y de acuerdo con las exploraciones realizadas, en el predio de interés predominan los siguientes estratos procedentes de material del tipo limoso y arcilloso, cabe señalar que el nivel de los sondeos y sus profundidades fueron tomados del terreno actual.

Localización del nivel freático en el predio del proyecto:

El Nivel Freático o de Aguas Atrapadas en el predio, no fue localizado durante los trabajos de exploración, pero se concluyó que dentro del predio no será localizado ningún nivel de agua, dadas las características geológicas del predio.

IV.4.1.1.5 Hidrología

Hidrología superficial

El Sistema Ambiental, pertenece al sistema de cuenca hidrológica Lerma-Chapala-Santiago; en la subregión Alto Santiago. Esta región es la más importante a nivel estatal ya que alberga al 70% de su población al ocupar prácticamente la mitad del territorio. Los principales cuerpos de agua son: río Lerma, río Grande de Santiago, río Verde, río Juchipila, río Bolaños, río Huaynamota y el Lago de Chapala. Dentro de la subregión Alto Santiago, se encuentra las presas: Calderón, la segunda fuente superficial de abastecimiento la ZMG aportando 17.26%; Santa Rosa y el lago de Cajititlán. El agua se destina a los usos potable, agrícola y en menor escala al doméstico y pecuario.

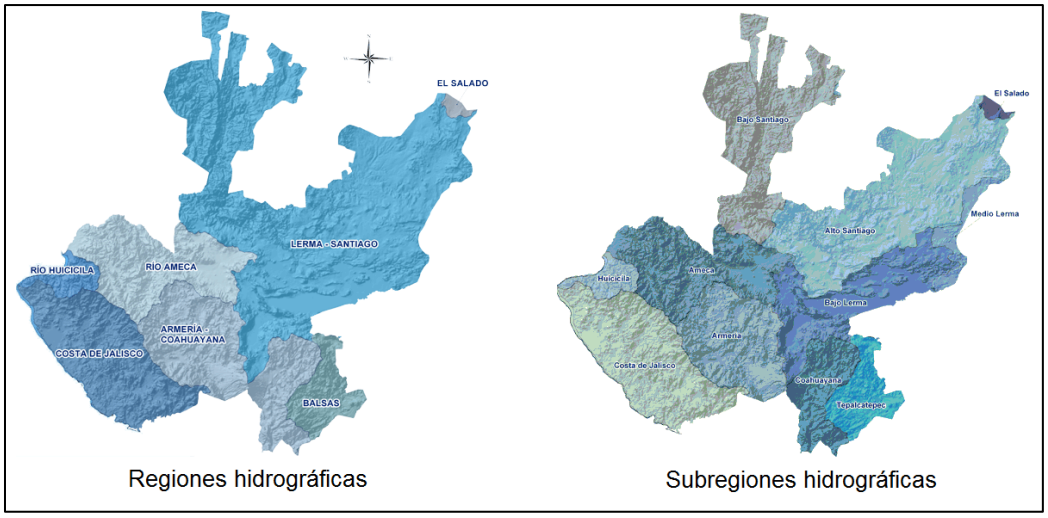


Figura IV- 8. Regiones y subregiones hidrográficas del Estado de Jalisco. (CEA Jalisco, 2004)

En Jalisco existen 20 cuencas hidrológicas, estas divididas a su vez en microcuencas, de manera más específica el proyecto se localiza dentro de la microcuenca Guadalajara, con clave 12-047-11-002; cuenta con una superficie de 14606.14 h y va desde la cota 1720 msnm al 1540 msnm.

Esta cuenca drena una superficie aproximada de 9,641.00 km^2. La importancia de esta cuenca estriba en que en ella se puede considerar el inicio del recorrido del Río Grande Santiago; además ocupa toda la parte central del estado.

La hidrología del predio del proyecto y de la zona cercana a este, se analizó con base en la información geográfica de la red hidrográfica escala 1:50,000 edición 2. En la misma el predio del proyecto recae sobre la Subcuenca R. Corona-R. Verde, Cuenca R. Santiago-Guadalajara, Región hidrográfica Lerma-Santiago. Abreviada RH12Eb.

La Cuenca está comunicada con el río Grande de Santiago mediante la rectificación del arroyo El Ahogado. El origen de esta corriente tiene lugar en el sitio conocido como Cerro del Cuatro, ubicado a unos 7 km al sur del centro de la ciudad de Guadalajara, desciende de una altura de 1,600 msnm, sus aguas cruzan por el periférico, aguas abajo recibe los excedentes de la presa Las Pintas y de los vasos que se ubican en el valle de Toluquilla, continúa su curso hacia el sureste, cruza por la parte norte del Aeropuerto Internacional de Guadalajara, para posteriormente cruzar la carretera Federal No. 44 (tramo Guadalajara-Chapala); aguas abajo descarga a la presa de almacenamiento El Ahogado y a la de ella el arroyo escurre por campos dedicados a la agricultura y finalmente descarga sus aguas durante la época de lluvias al Río Grande de Santiago en un punto que se localiza a unos 4 km río arriba del poblado El Salto. La longitud del arroyo El Ahogado desde su origen hasta la descarga es de 22 km.

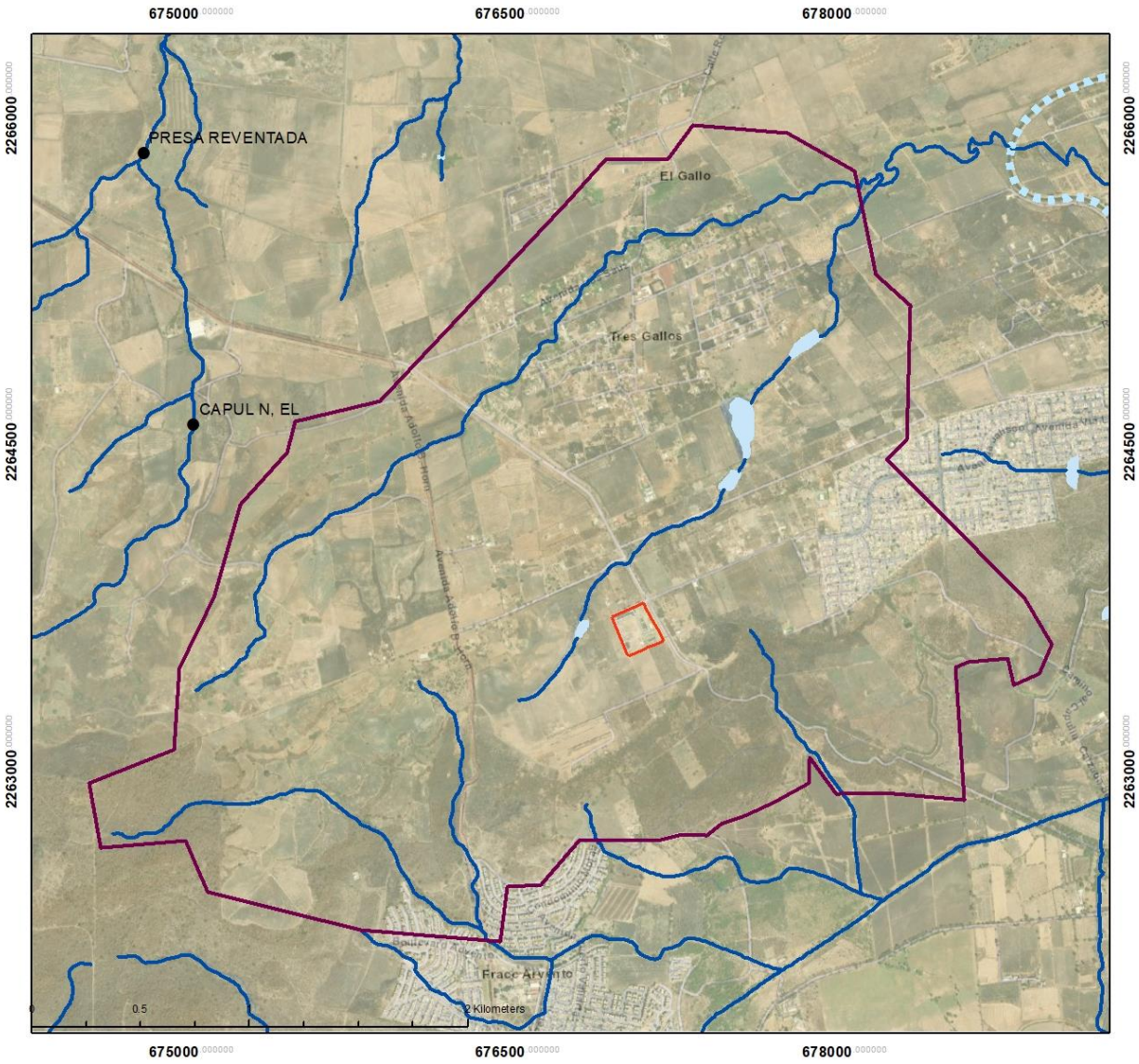
Durante la época de lluvias se forman una infinidad de escurrimientos de sección reducida y corta longitud que son captados por pequeños bordos y por los tajos Las Pomas, El Guayabo, El Molino, El Mulato, El Cuervo, El Cuatro, San José y Magdaleno. Los sistemas de drenaje de la mayoría de las subcuencas convergen en la parte central de la cuenca de El Ahogado justo donde se encuentra la presa con el mismo nombre.

Sin embargo, las corrientes intermitentes que fluyen dentro del Sistema Ambiental del proyecto tienen su origen en el Cerro Sacramento, localizad al suroeste del SA y descargan sus aguas al sur de la presa de El Ahogado, y fluyen directamente al Rio Grande Santiago.

Sobre el Sistema Ambiental del proyecto, fluyen cinco corrientes intermitentes todas con sentido suroeste – noreste. y ninguna de ellas pasa sobre el predio del proyecto. La más cercana fluye 126 m al noroeste del predio. No se reportan corrientes intermitentes dentro del SA.

La siguiente página presenta un plano con la hidrología superficial para el Sistema Ambiental del proyecto.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Hidrología superficial

Región hidrologica Lerma-Santiago
Cuenca R.Santiago-Guadalajara
Subcuenca RH12Eb R.Corona-R.Verde

Simbologia

- Predio del proyecto PP5

Sistema Ambiental

- 951.1 has

Hidrografia superficial

- Canal en operación
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Escala: 1:24,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
BASEMAP ESRI
RH12Eb 1:50,000
serie 2 INEGI

SAP
SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

Hidrología subterránea

El proyecto se encuentra justo en el límite de dos acuíferos, el acuífero de Toluquilla y el acuífero de Cajititlán, a continuación, se describen las características básicas de cada uno.

- **ACUÍFERO DE TOLUQUILLA**

El acuífero Toluquilla, definido con la clave 1402 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción centro del estado de Jalisco, entre las coordenadas 20° 28' y 20° 42' de latitud norte y entre los meridianos 103° 07' y 103° 34' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 632 km^2.

En cuanto a aguas subterráneas, una parte de la zona estudio se encuentra ubicada en el acuífero de Toluquilla 1402, de acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en el DOF 2024, y que corresponde a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de diciembre de 2022, la disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA) se compone de la siguiente manera:

DMA= R-DNC-VEAS
DMA= 49.1 hm^3/año – 2.4 hm^3/año – 122.31 hm^3/año
DMA= **-75.61 hm^3/año**

Donde:
DMA: Disponibilidad media anual de agua subterránea
R: Recarga
DNC: Descarga natural comprometida
VEAS: Volumen de extracción de aguas subterráneas

De acuerdo con el "Proyecto de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco. Sub-Proyecto de Aguas Subterráneas" realizado por CONAGUA, el sistema acuífero se localiza en la región centro del Estado y corresponde a un relleno granular formado por arena pumítica, así como rocas volcánicas fracturadas, existiendo en la parte superior un acuífero libre y semiconfinado en ciertas zonas; le subyace un acuífero en fracturas. La recarga es por infiltración de agua de lluvia proveniente del valle, así como de la sierra de La Primavera. La descarga natural se da en algunos manantiales del valle como "El Toluquilla" y el pequeño sistema de manantiales en "La Concha" y "San Sebastián", y finalmente por la margen izquierda de su colector natural, el Río Santiago.

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero tipo libre heterogéneo y anisótropo, con presencia de condiciones locales de semiconfinamiento debido a la intercalación de lentes de sedimentos arcillosos. Está constituido en su porción superior por sedimentos aluviales y vulcanoclásticos (Toba Tala), en tanto que la porción inferior se aloja en rocas volcánicas fracturadas; que en conjunto presentan un espesor de 400 m.

La configuración de profundidad al nivel estático en 2003 (figura 3) muestra curvas con valores que varían de 5 a 150 m. Los más someros se registran en el centro del valle, desde donde se incrementan gradualmente por efecto de la topografía hacia los flancos de las sierras que delimitan el acuífero.

- **ACUÍFERO DE CAJITITLÁN**

De acuerdo a la actualización de la disponibilidad media anual de las aguas subterráneas del acuífero correspondiente a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de diciembre de 2022, la disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA) se compone de la siguiente manera:

DMA= R-DNC-VEAS
DMA= 47.6 hm^3/año - 0.5 hm^3/año - 64.05 hm^3/año
DMA= **-16.95 hm^3/año**

Donde:
DMA: Disponibilidad media anual de agua subterránea
R: Recarga
DNC: Descarga natural comprometida
VEAS: Volumen de extracción de aguas subterráneas

Tiene una extensión superficial aproximada de 566 km^3. (CONAGUA, 2007). Se localiza en la porción centro del estado de Jalisco, a 25.0 Km. de la ciudad de Guadalajara, entre los paralelos 20° 20' y 20°29' de latitud norte y los meridianos 103° 32' y 103° 10' de longitud oeste. Comprende parcialmente una fracción del territorio municipal de Tlajomulco de Zúñiga, además de los de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jocotepec y Juanacatlán.

Las localidades más importantes ubicadas dentro del área del acuífero además de las cabeceras municipales de Tlajomulco de Zúñiga e Ixtlahuacán de los Membrillos son: San Miguel Cuyutlán, Potrerillos, Cajititlán y San Lucas Evangelista (Tlajomulco de Zúñiga), La Capilla, Atequiza (Ixtlahuacán de los Membrillos), Atotonilquillo (Chapala).

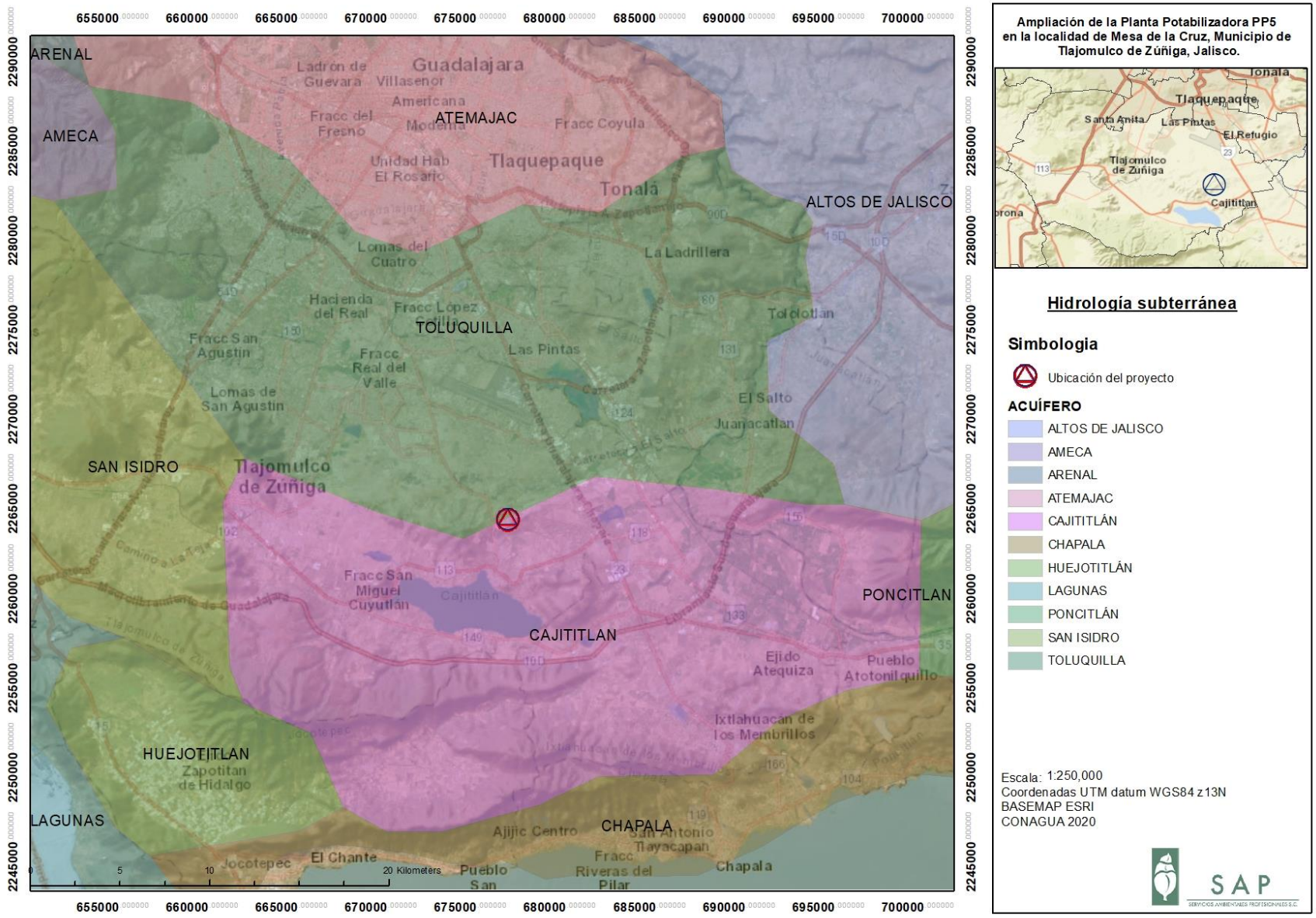
La formación geológica del acuífero y su comportamiento hidrodinámico se define por su formación conformada por arcillas y limos capaz de almacenar agua, pero la transmite dificultosamente debido a su porosidad poco permeables.

Por la presencia de arcillas interestratificas con arenas se considera como acuífero libre superior 50-160 metros y en otras partes confinado o semiconfinado por la alternancia de horizonte arcillosos y derrames lávicos fracturas 160 a 200 metros.

Las elevaciones del nivel estático van de los 1422 a 1552 msnm.

En la página siguiente se presenta un plano con la ubicación del predio, el acuífero de Toluquilla y el Acuífero de Cajititlán con respecto del proyecto.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



IV.4.1.1.6 Aire

La Zona Metropolitana de Guadalajara ha presentado un acelerado ritmo de crecimiento de la población y se ha constituido en una región de intensa actividad industrial comercial, de turismo y cultura, que trae como consecuencia un aumento de las concentraciones de contaminantes[2].

De acuerdo con el Programa para Mejorar la Calidad del Aire Jalisco 2011-2020 en la ZMG en general, durante los años de 1996 al 2010, las Partículas Menores de 10 Micras (PM10) fueron el contaminante con mayor número de veces fuera de norma, teniendo un promedio de 130 días año por arriba de la norma, es decir el (36%) de los días del año, siendo los años de 1996 y 1998 los más contaminados, con 217 y 219 días fuera de la norma, respectivamente; y los años 2007 y 2009 los menos contaminados, con 47 y 25

El Ozono (O3) es el segundo contaminante que más frecuentemente rebasa las normas de calidad del aire ambiente, presentando un promedio de 92 días fuera de norma de 1996 al 2010, es decir el 25% de los días del año, siendo los años de 1996 y 1997 los más contaminados con 222 y 173, respectivamente; y los años de 2001 y 2004 los menos contaminados, con 36 y 47 días, respectivamente.

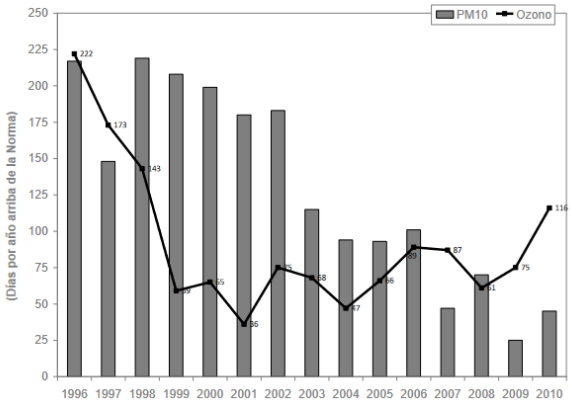


Figura IV- 9. Número de días fuera de Norma de O3 Y PM10. Fuente: SEMADET con datos históricos del SIMAJ.

El índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), concentra contaminantes criterio transformándolos en escalas de 0-500 puntos, onde el valor de 100 puntos representa el valor de la norma de exposición aguda establecida para cada parámetro. De esta manera, cuando el IMECA de cualquier contaminante rebasa los 100 puntos, significa que sus niveles son perjudiciales para salud, siendo que en la medida en que aumenta el valor, los síntomas se agudizan

[2] SEMADES "Reporte de Calidad del Aire y Ácido Sulfhídrico en el Polígono de Fragilidad Ambiental en torno a la Cuenca de El Ahogado y El Salto de Juanacatlán (POFA)" 2012.

IMECA	Calidad del aire	Efectos en la salud	Precauciones
0 - 50	Buena.	Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre.	No se requieren.
51 – 100	Regular.	Se pueden llevar a cabo actividades al aire libre. Posibles molestias en niños adultos mayores y personas con enfermedades.	No se requieren.
101 – 150	Mala.	Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.	Evite las actividades al aire libre, esté atento a la información de calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos".
151 – 200	Muy Mala.	Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.	Evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de la calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos".
Más de 200	Extremadamente mala.	Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.	Proteja su salud, evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de la calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos". "No use el automóvil".

Figura IV- 10. Escala cromática IMECA.

De 1996 al 2010 el promedio global de contaminantes criterio, rebasó los 100 puntos IMECA, 141 días al año; es decir el 39%, siendo el año de 1996 el más contaminado y los años de 2004 y 2009 los que mostraron menos días arriba de los 100 puntos, 91 y 88 respectivamente.

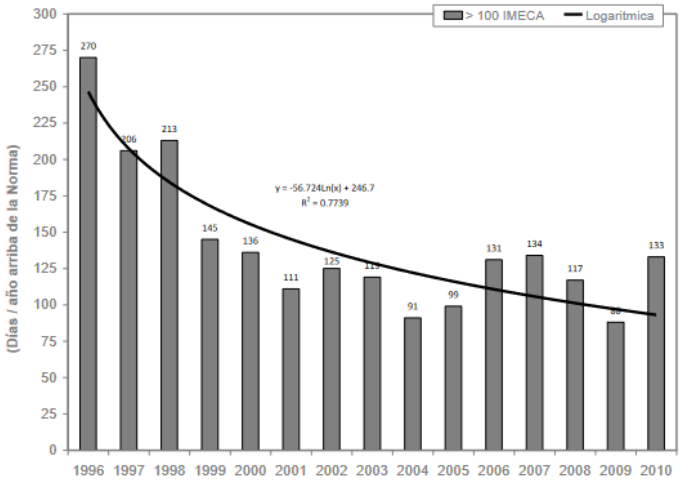


Figura IV- 11. Días arriba de 100 puntos IMECA. Fuente: SEMADET con datos históricos del SIMAJ.

Como se puede apreciar en la en la figura anterior, aunque los niveles IMECA han ido reduciendo, debido a programas para el mejoramiento de la calidad del aire, aun son apremiantes debido a que su proyección logarítmica se mantiene en un promedio de 27% días arriba de los 100 puntos IMECA.

La ZMG, cuenta con datos del Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco, que cuenta con 10 estaciones fijas de monitoreo ubicadas en los diferentes municipios, éstas tienen el objetivo de informar a la ciudadanía el Índice Metropolitano de la Calidad el Aire, Activar esquemas de comunicación con el fin de notificar la aplicación del Programa de Contingencias Atmosféricas, cuando el caso lo amerite, colaborar con el sector salud para llevar a cabo programas de prevención y protección de afectaciones en vías respiratorias, así como, analizar los datos obtenidos de las estaciones con el fin de determinar las tendencias de calidad del aire en el AMG.

La estación más cercana al SA es la estación de monitoreo Atmosférico la estación Santa Fé.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, elabora el Informe Nacional de Calidad del Aire con base en los Sistemas de Monitoreo ambientales locales, el último publicado para consulta fue el del año 2022, se parte de este Informe para describir a continuación el estado del aire en función a la estación Santa Fé, sobre el Sistema Ambiental.

De acuerdo con el informe, En 2022, el número de días en que se incumplió al menos una norma vigente de salud ambiental fue de 250, lo que equivale al 68% de los días del año. En general, este indicador registró un repunte con respecto a lo observado en los años 2020 y 2021, cuando el número de días en esta condición fue de 194 (53%) y 207 (57%), respectivamente.

En todas las estaciones de monitoreo, en donde se contó con información suficiente para hacer la evaluación de cumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y de ozono, estos fueron superados.

Los equipos de medición de dióxido de nitrógeno en todas las estaciones de monitoreo se reportaron fuera de operación, en tanto que en ninguna de las estaciones donde se midió la calidad del aire con respecto a monóxido de carbono y dióxido de azufre se superaron los límites normados de protección a la salud con respecto a estos contaminantes. Por el contrario, el límite normado para partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$, así como para ozono, se superó en el 55%, 42% y 29% de los días del año, respectivamente.

Partículas suspendidas (PM_{10})

Las estaciones de monitoreo en las que se registraron las concentraciones más altas de partículas suspendidas PM_{10}, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual fueron: Las Pintas (en el municipio de El Salto), Las Águilas (Zapopan) y Miravalle (Guadalajara). A pesar de ello, los sitios donde se registraron con mayor frecuencia, concentraciones superiores el límite normado de protección a la salud, como promedio de 24 horas, fueron Las Pintas (en El Salto) y Santa Fe (en Tlajomulco), con 185 y 147 días en esta condición, respectivamente.

El análisis de tendencias muestra que las partículas PM_{10} registraron sus concentraciones más altas entre noviembre y mayo, y que a lo largo de los años las concentraciones de este contaminante han registrado una ligera tendencia al alza en los tres años más recientes. Este mismo comportamiento se observa en el indicador sobre número de días por año en que se supera el límite normado de protección a la salud vigente.

Partículas suspendidas ($PM_{2.5}$)

En el caso de las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ destaca el hecho de que sólo se obtuvo información para la estación Miravalle en el municipio de Guadalajara. En la Zona Metropolitana el límite de concentración definido en la norma correspondiente para protección de la salud, como promedio de 24 horas, se superó en 146 días.

Las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre noviembre y mayo, en tanto que a lo largo de los años no es posible establecer alguna tendencia por la medición irregular del contaminante a través de los años.

Ozono (O_3)

on respecto al ozono destaca que las concentraciones máximas más altas, tanto de una como de ocho horas, se registraron en la estación Vallarta (en Zapopan) y Las Pintas (en El Salto), en tanto que los límites normados de protección a la salud se superaron con más frecuencia en Tlaquepaque y Las Pintas (en El Salto), con 67 y 58 días en esta condición, respectivamente.

A lo largo del año, el ozono registró sus concentraciones más altas en el periodo que va de marzo a junio, con un segundo pico entre octubre y diciembre, en tanto que a lo largo de los años se aprecia una ligera tendencia a la baja en el periodo 2017 a 2021 y un pequeño repunte en 2022. Esta misma tendencia se replica tanto en el indicador sobre el porcentaje de días como en el número de horas por año con concentraciones superiores al límite normado de protección a la salud.

IV.4.1.2 MEDIO BIÓTICO

IV.4.1.2.1 Vegetación

La vegetación es un componente fundamental del ecosistema, ya que produce biomasa, captura dióxido de carbono de la atmosfera, participa en procesos geo-bioquímicos de la formación de suelos, es fundamental en la recarga de los mantos acuíferos y puede alterar a otros parámetros del ambiente físico natural, así también, la vegetación es un importante indicador de las condiciones ambientales del ecosistema y el ambiente. Podemos entender que las variables en las condiciones climáticas, edafológicas, orográficas e hidrológicas en las diferentes zonas del territorio se deben en parte a los diversos tipos de vegetación presentes en el mismo.

Las mayores fuentes de alteración de los ecosistemas de la región en que se encuentra inscrita el área de estudio son los disturbios antropogénicos que han sucedido a corto y largo plazo, como las actividades agropecuarias que es la actividad que provee los mayores ingresos a la zona y en menor medida la urbanización, así como los disturbios naturales que en este caso serían deslaves, inundaciones, incendios forestales, etc. Aunque estos disturbios ya forman parte de la dinámica natural del ecosistema de la región, esto trae consigo pérdidas en las masas de bosques y/o eliminación completa de la vegetación natural de ciertas zonas.

- **DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y EL SITIO DEL PROYECTO**

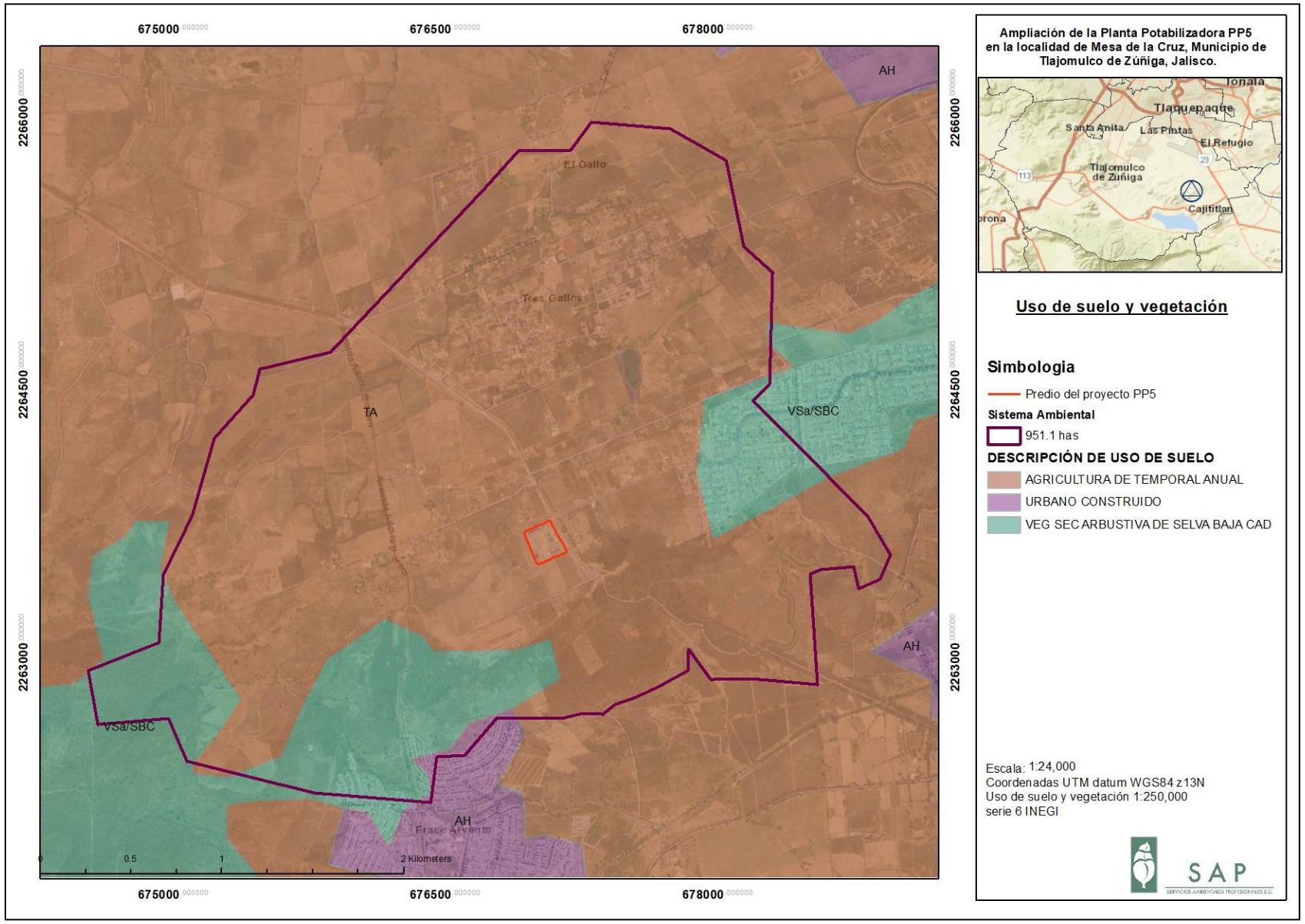
El predio del proyecto se encuentra al oriente del municipio de Tlajomulco de Zúñiga. Este municipio forma parte de la zona volcánica que caracteriza a la Faja Volcánica Transmexicana. Cuenta con zonas que conservan manchones de vegetación nativa de bosque de encino en faces puras, así como, vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Existen también, zonas abiertas con pastizal que se entremezclan con los encinos caducifolios.

- De acuerdo con la clasificación de uso de suelo y vegetación de INEGI (USV serie VI, INEGI), el municipio de Tlajomulco de Zúñiga presenta nueve principales tipos: AGRÍCOLA, ZONA URBANA, CUERPO DE AGUA, SELVA CADUCIFOLIA, BOSQUE DE ENCINO, VEGETACION SECUNDARIA DE SELVA CADUCIFOLIA, VEGETACION SECUNDARIA DE BOSQUE DE ENCINO, VEGETCIÓN HIDROFILA Y VEGETACIÓN INDUCIDA (Plano IV-17). El tipo de uso de suelo predominante en el municipio es el AGRÍCOLA, seguido de ZONA URBANA y BOSQUE DE ENCINO.

El área de estudio presenta dos tipos: AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL (TA), VEGETACION SECUNDARIA DE SELVA CADUCIFOLIA (VSa/SBC) y ZONA URBANA.

Por su parte, el sitio del proyecto corresponde en su totalidad a AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL (TA)

A continuación, se describen estos tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el área de estudio y el sitio del proyecto, de acuerdo con INEGI en su Guía para la interpretación de cartografía, Uso del suelo y vegetación, Escala 1:250 000, Serie VI (INEGI, 2016).


675000
676500
678000
2266000
2264500
2263000
AH
El Gallo
Tres Gallos
TA
VSa/SBC
AH
VSa/SBC
AH
Frac Arvento
0
0.5
1
2 Kilometers
Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
Tonalá
Tlaquepaque
Santa Anita
Las Pintas
El Refugio
Tlajomulco de Zúñiga
Cajititlan
113
23
Uso de suelo y vegetación
Simbología
Predio del proyecto PP5
Sistema Ambiental
951.1 has
DESCRIPCIÓN DE USO DE SUELO
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL
URBANO CONSTRUIDO
VEG SEC ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CAD
Escala: 1:24,000
Coordenadas UTM datum WGS84 z13N
Uso de suelo y vegetación 1:250,000
serie 6 INEGI
SAP

1. AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL (TA)

Se clasifica como tal al tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son 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. En casos muy particulares, como es el cultivo del cafeto, cacao y vainilla, que se desarrollan a la sombra de árboles naturales y/o cultivados, su delimitación cartográfica es muy difícil por medio de sensores remotos de baja resolución por lo que su caracterización se realiza con el apoyo de la observación de campo. También es común encontrar zonas abandonadas entre los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión natural al desaparecer la influencia del hombre; en estas condiciones las áreas se clasifican como vegetación natural de acuerdo a su fase sucesional o como vegetación primaria si predominan componentes arbóreos originales. Como ejemplo lo tenemos en condiciones de Selva Alta-Mediana Perennifolia y Subperennifolia o en Bosques Mesófilos de Montaña.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

Anuales. Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

Semipermanentes. Su ciclo vegetativo dura entre uno y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.

Permanentes. La duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y la mayoría de los frutales.

2. VEGETACIÓN SECUNDARIA DE SELVA CADUCIFOLIA (VSA/SBC)

Fase de vegetación secundaria (VS)

Como ya se mencionó en la descripción anterior, en las comunidades vegetales, de forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre algunos de esos elementos podemos citar: incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea de acuerdo también a la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo a la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

En general, cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado. Estas especies forman fases sucesionales conocidas como "Vegetación secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

Selva baja caducifolia (SBC)

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, rara vez hasta 2,000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros Agave, Opuntia, Stenocereus y Cephalocereus. En este tipo de selva son comunes: Bursera simaruba (chaka, palo mulato); Bursera sp. (cuajiote, papelillo, copal, chupandia); Lysiloma sp. (tsalam, tepeguaje); Jacaratia mexicana (bonete); Ceiba sp. (yaaxche, pochote); Bromelia penguin (chom); Pithecellobium keyense (chukum); Ipomoea sp. (cazahuate); Pseudobombax sp. (amapola, clavellina); Cordia sp. (ciricote, cuéramo); Havardia acatlensis (barbas de chivo); Amphipterygium adstringens (cuachalalá); Leucaena leucocephala (waxim, guaje); Erythrina sp. (colorín), Lysiloma divaricatum, Ocotea tampicensis, Acacia coulteri, Beaucarnea inermis, Zuelania guidonia, Pseudophoenix sargentii (kuká), Beaucarnea pliabilis, Guaiacum sancturm, Plumeria obtusa, Caesalpinia vesicaria, Ceiba aesculifolia, Diospyros cuneata, Hampea trilobata, Maclura tinctoria, Metopium brownei, Parmenteria aculeata, Piscidia piscipula, Alvaradoa amorphoides (camarón o plumajillo), Heliocarpus terebinthinaceus (namo), Fraxinus purpusii (aciquité o saucillo), Lysiloma acapulcense (tepeguaje), Haematoxylum campechianum, Ceiba acuminata (mosmot o lanita), Cochlospermum vitifolium, Pistacia mexicana (achín), Bursera bipinnata (copalillo), Sideroxylon celastrinum (rompezapote), Gyrocarpus jatrophifolius (tincui, San Felipe), Swietenia humilis (caoba), Bucida machrostachya (cacho de toro), Euphorbia pseudofulva (cojambomó de montaña), Lonchocarpus longipedicellatus, Hauya microcerata (yoá), Colubrina arborescens (cascarillo) Lonchocarpus minimiflorus (ashicana), Ficus aurea (higo), Gymnopodium floribundum (aguana), Leucanea collinsii (guaje), Leucanea esculenta (guaje blanco), Lysiloma microphyllum, Jatropha cinerea, Cyrtocarpa edulis, Bursera laxiflora, Lysiloma candidum, Cercidium peninsulare, Leucaena lanceolata, Senna atomaria, Prosopis palmeri, Esenbeckia flava, Sebastiania bilocularis, Bursera microphylla, Plumeria rubra, Bursera odorata, Bursera excelsa var. Favonialis (copal), Bursera fagaroides var. elongata y Bursera fagaroides var. purpusii, Comocladia engleriana, Cyrtorcarpa procera, Lonchocarpus eriocarinalis, Pseudosmodingium perniciosum, Spondias purpurea, Trichilia americana, Bursera longipes, B. morelensis, B. fagaroides, B. lancifolia, B. copallifera, B. vejarvazquesii, B. submoniliformis, B. bipinnata, B. bicolor, Ceiba aesculifolia subsp. parvifolia,

Ipomoea murucoides, Merremia aegyptia, I. wolcottiana, I. arborescens, Brahea dulcis (palma de sombrero), Thevetia ovata, Indigofera platycarpa, Calliandra grandiflora, Celtis iguanaea, Diphysa floribunda, Bonelllia macrocarpa, Malpighia mexicana Pseudobombax ellipticum, Crateva palmeri. C. tapia, Guazuma ulmifolia, Cordia dentata, Parkinsonia florida, Acacia farnesiana, Prosopis laevigata, Licania arborea, Prosopis juliflora, Pithecellobium dulce, Zygia conzattii, Achatocarpus nigricans (limoncillo), Coccoloba caracasana (papaturro), C. floribundia (carnero), Randia armata (crucecita), Rauvolfia tetraphylla (coralillo), Trichilia hirta, T. trifolia (mapahuite); además, de cactáceas como Pereskia lychnidiflora, Pachycereus sp. (cardón); Stenocereus sp., Cephalocereus spp, Pilosocereus gaumeri, Stenocereus griseus, Acanthocereus tetragonus, Pachycereus pecten-aboriginum y Pterocereus gaumeri. Los bejucos son abundantes y las plantas epífitas se reducen principalmente a pequeñas bromeliáceas como Tillandsia sp., cactáceas y algunas orquídeas. Es una de las selvas de mayor distribución en México, cubre grandes extensiones desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente del Pacifico. Hasta la altura del estado de Sinaloa esta comunidad se restringe a la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental sin penetrar a la planicie costera. Más al sur se extiende desde el litoral hasta las serranías próximas con penetraciones a lo largo de algunos ríos como el Balsas y sus afluentes (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla). En el istmo de Tehuantepec la selva traspasa el parteaguas y ocupa una gran parte de la depresión central de Chiapas. La península de Baja California en su parte sur presenta un área aislada que se localiza en las partes inferiores y medias de las sierras de La Laguna. En la vertiente del golfo esta selva se localiza en tres áreas Sur del estado de Tamaulipas, sureste del estado de San Luis Potosí y extremo norte de Veracruz y noreste de Querétaro. En el centro de Veracruz en un área situada entre Nautla, Alvarado, Jalapa y Tierra Blanca, pero sin abarcar estas localidades, pero si las inmediaciones de puerto de Veracruz. En la parte norte de la península de Yucatán ocupando la mayor parte del estado de Yucatán y una parte de estado de Campeche.

- **FLORA POTENCIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO OBTENIDA CON BASES BIBLIOGRÁFICAS**

Con la finalidad de tener un panorama amplio de la magnitud florística de la zona donde se desarrollará el proyecto, nos dimos a la tarea de recopilar y revisar estudios previos cercanos al área de estudio, así como la consulta de bases de datos. Este listado consideró la riqueza florística del cerro El Tepopote, el cual tiene una alta afinidad con los tipos de vegetación más representativos del sistema ambiental, así como, la riqueza florística documentada de la zona metropolitana de Guadalajara. Esta última, con un alto porcentaje de especies exóticas por su naturaleza ornamental.

Esta consulta dio como resultado la identificación de cuatro clases con 97 familias, 277 géneros y 467 especies (Tabla IV-6). El 35% de las especies y el 32% de los géneros se concentran en tres familias.

De acuerdo a los hábitos de crecimiento, el estrato arbóreo está representado por 129 especies, el estrato arbustivo se compone por 61 especies, mientras que el herbáceo representa el 50% de la diversidad con 258 especies. En el apartado de anexos se presenta la flora potencial para el SA.

Clase	Familias	Géneros	Especies
LYCOPODIOPHYTA	1	1	1
POLYPODIOPHYTA	9	18	30

PINOPHYTA	3	5	12
MAGNOLIOPHYTA	84	253	424
Total	**97**	**277**	**467**

Tabla IV- 6. Diversidad florística del área de estudio.

- **USOS DE LA FLORA**

Se reportan un total de 21 especies con algún uso, de las cuales cinco son medicinales, diez comestibles y seis con uso local. A continuación, se enlistan las especies de flora que son usadas como medicinales, alimenticias y de uso local, ver tabla siguiente.

Uso	Nombre vulgar	Familia	Especie	Afección/parte utilizada
Medicinal	Hierba del arlomo	Amaranthaceae	*Iresine diffusa*	Piquete del arlomo / Cutáneo, Follaje
	Tronadora	Bignoniaceae	*Tecoma stans*	Caída de pelo / Hojas e inflorescencias
	Copal	Burseraceae	*Bursera penicillata*	Dolores musculares / Resina
	Salvia	Lamiaceae	*Hyptis albida*	Afecciones respiratorias / Hojas e inflorescencias
	Cuero de indio	Malvaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Varias enfermedades / Tallos
Comestible	Quelite	Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	Renuevos
	Ciruelo	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Frutos
	Anona	Annonaceae	*Annona longiflora*	Frutos maduros
	Nopal	Cactaceae	*Opuntia spp.*	Tallos y frutos
	Camote de cerro	Dioscoreacea	*Dioscorea spp.*	Raíces
	Guaje	Fabaceae	*Leucena esculenta*	Frutos
	Guaje	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Frutos
	Guamúchil	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Frutos
	Mezquite	Fabaceae	*Prosopis laevigata*	Frutos
	Capiro	Sapotaceae	*Sideroxylon capiri subsp. tempisque*	Frutos
Uso local	Papelillo	Burseraceae	*Bursera spp.*	Ramas / Cercos vivos

	Copal	Burseraceae	*Bursera penicillata*	Ramas / Cercos vivos
	Tepehuaje	Fabaceae	*Lysiloma acapulcense*	Tallos Madera
	Guácima	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Hojas y frutos para alimento de ganado
	Cuero de indio	Malvaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Corteza, extracción de fibra
	Carrizo	Poaceae	*Arundo donax*	Tallos

Tabla IV- 7. Usos florísticos.

- **MÉTODO DE MUESTREO PARA LA VEGETACIÓN**

Con la finalidad de realizar un inventario florístico tanto del área de estudio como del sitio del proyecto, describir sus índices ecológicos y que este pudiera mostrar datos reales acerca de su composición florística, se llevó a cabo una visita de campo durante el mes de octubre. La metodología que se utilizó fue la siguiente:

1. La identificación del tipo de vegetación se realizó previamente con el uso de fotografías aéreas y con la información de uso de suelo y vegetación denominada serie VI del INEGI. Con dicha información se realizó una clasificación preliminar de la unidad de vegetación, previa a la visita de campo.

2. Se llevó a cabo la visita con la finalidad de corroborar el tipo de vegetación identificado, así como llevar a cabo muestreos representativos del tipo de vegetación presente.

3. Se realizó una visita al predio del proyecto con la intención de realizar un muestreo del tipo "levantamiento de arbolado", en el cual se identifican los individuos arbóreos presentes dentro y fuera del predio del proyecto.

4. Para el área de estudio, se establecieron 5 puntos de muestreo, los cuales fueron circulares de 500 m² con un radio de 12.5 m. Se consideraron dentro de este estrato los individuos leñosos con un DAP >=10 cm. Los puntos se distribuyeron de tal manera que se integraran las variantes de la vegetación (Plano IV-18).

5. Para el análisis estructural de la vegetación, se realizó el calculó con base en los valores ecológicos resultantes de la dominancia, densidad y frecuencia. Los valores relativos de la mayoría de estos parámetros se combinaron en el índice de valor de importancia de Müeller-Dombois y Ellenberg (1974).

- **DETERMINACIÓN DE ESPECIES**

La determinación de las especies se realizó mediante claves dicotómicas, fotografías y experiencia en campo. Se identificaron las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran encontrarse dentro de la zona, con el objetivo de proponer medidas de protección y mitigación precisas para la conServación de dichas especies (SEMARNAT, 2010).

- **CÁLCULO DE PARÁMETROS BIÓTICOS DE LA FLORA**

Se realizaron los cálculos necesarios para determinar la densidad, frecuencia, dominancia y la cobertura o área basal (medida en m^2). A partir de estos resultados se calculó el índice de valor de importancia (IVI) para cada una de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. De igual manera, se calcularon índices de diversidad. Para obtener estos parámetros ecológicos se emplearon las siguientes formulas por estrato de vegetación:

- Fórmula para obtener la densidad absoluta y relativa:

$$\text{Den. Abs.} = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ sp.i}{\text{Área de muestreo}}$$

$$\text{Den. Rel.} = \frac{Densidad\ abs.de\ la\ sp.i}{\text{Densidad abs.de todas las spp.}}(100)$$

- Fórmula para la Dominancia absoluta y relativa:

$$\text{Dom. Abs.} = \frac{Área\ basal\ en\ m^2\ de\ la\ sp.}{\text{Área de muestreo.}}$$

$$\text{Dom. Rel.} = \frac{Dominancia\ abs.de\ la\ sp.i\ .}{\text{Dominancia abs.de todas las spp}} * 100$$

- Fórmula para obtener el área basal (AB) de cada árbol:

$$AB = \pi\,(DAP\ /\ 2)2;\ \pi = 3.1416$$

Para arbustos se multiplican las coberturas para obtener los metros cuadrados cubiertos y para herbáceas se dividen entre 100 los porcentajes de cobertura de cada especie.

- Fórmula para calcular la frecuencia absoluta y relativa:

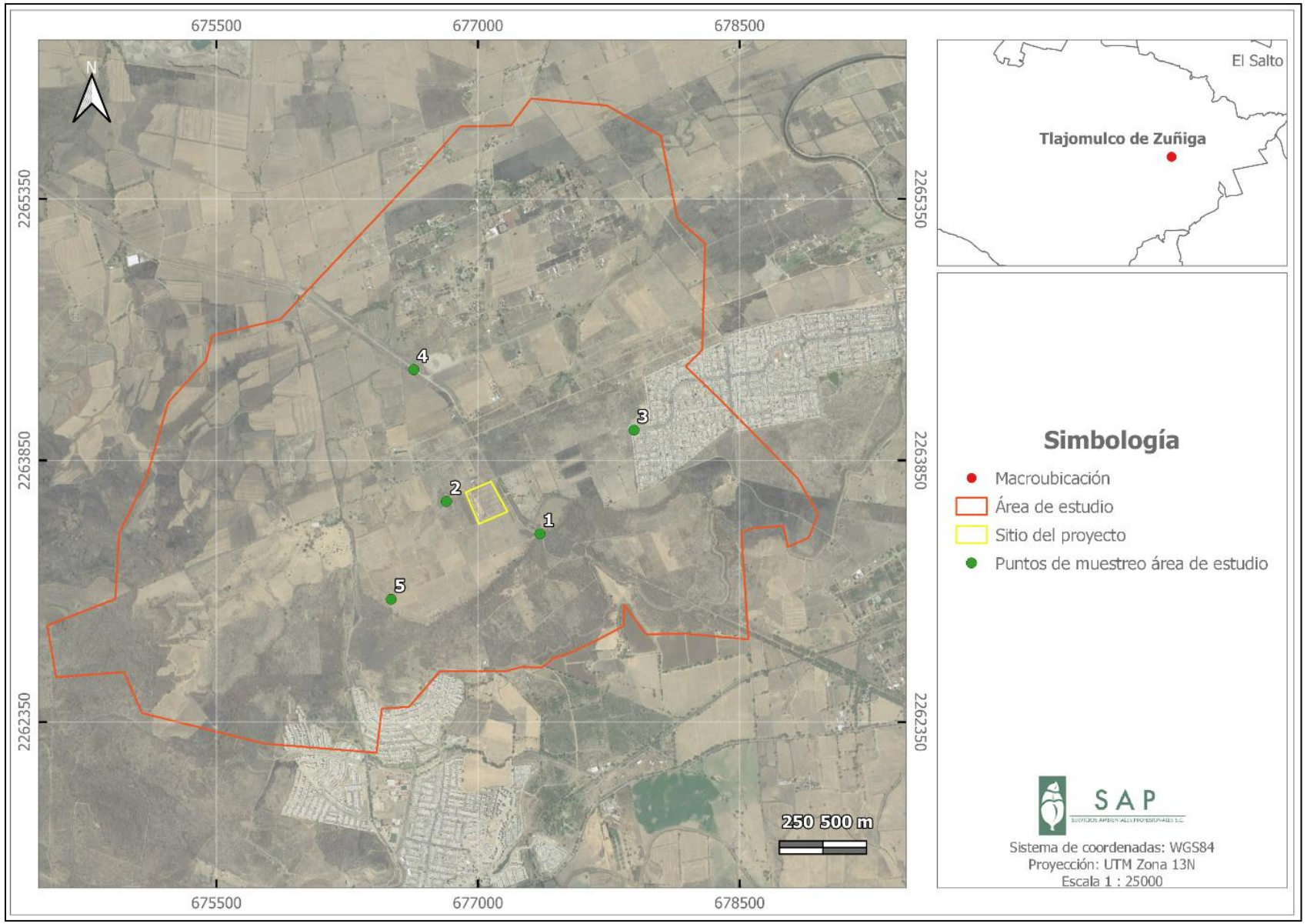
$$\text{Frec. Abs.} = \frac{Número\ de\ parcelas\ en\ las\ que\ aparece\ la\ especie\ i}{\text{Número de parcelas observadas.}}$$

$$\text{Frec. Rel.} = \frac{Frecuencia\ abs.de\ la\ sp.}{\text{Frecuencia abs.de todas las spp.}} * 100$$

- Fórmula para obtener el valor de importancia:

$$IVI\ (\%) = Densidad\ rel. + Dominancia\ rel. + Frecuencia\ rel./\ 3$$

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H´)

El dato de la riqueza de especies en una comunidad por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más bien raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad, pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver (H').

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice Shannon-Weaver con la ecuación:

$$\mathrm{H}' = -\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{S}} \mathrm{pi}\ Ln\ \mathrm{pi}$$

Dónde:

S – número de especies (riqueza de especies)

pi – abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la x_i especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

Índice de dominancia (índice de Simpson) (λ)

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. La fórmula para el índice de Simpson es:

$$\lambda = \Sigma \mathrm{p}_i{}^2$$

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – λ.

Índice de equidad de Pielou (J)

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Dónde:

H= diversidad

H_{max} = diversidad máxima (ln(S))

S=número de especies

- **RESULTADOS: COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES**

1. Del Sistema Ambiental.

De acuerdo con el trabajo realizado se registraron 15 especies pertenecientes a nueve familias. Las familias mejor representadas fueron Asteraceae y Fabaceae con tres especies cada una. Dos especies son endémicas de México, mientras que, por su origen, doce son nativas de México y tres son exóticas. No se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación, se muestra el listado de las familias, géneros y especies registradas en el área de estudio.

Especie	Familia	Nombre común	Nat/Exó	Dist
Amaranthus spinosus	Amaranthaceae	Quintonil espinoso	Nat	
Bidens odorata	Asteraceae	Aceitilla	Nat	
Chloris virgata	Poaceae	Barbas de indio	Nat	
Eysenhardtia polystachya	Fabaceae	Palo azul	Nat	
Heliocarpus terebinthinaceus	Malvaceae	Cicuito	Nat	Mx
Ipomoea purpurea	Convolvulaceae	Campanilla morada	Nat	
Melinis repens	Poaceae	Pasto africano rosado	Exó	
Neltuma laevigata	Fabaceae	Mezquite	Nat	
Nicotiana glauca	Solanaceae	Tabaquillo sudamericano	Exó	
Physalis nicandroides	Solanaceae	Matapulgas	Nat	
Plumeria rubra	Apocynaceae	Cacalosúchil	Nat	
Ricinus communis	Euphorbiaceae	Higuerilla	Exó	
Tagetes lunulata	Asteraceae	Cinco llagas	Nat	Mx
Tithonia tubaeformis	Asteraceae	Gigantón	Nat	
Vachellia farnesiana	Fabaceae	Huizache	Nat	

Distribución: Mx= endémica a México.

Tabla IV- 8.. Riqueza florística del SA.

1.1 Estrato arbóreo del Sistema Ambiental.

Se registraron 16 individuos de cinco especies arbóreas, pertenecientes a tres familias. Una especie es endémica de México y ninguna se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Familia	Nombre común	Nat/Exó	Dist
Eysenhardtia polystachya	Fabaceae	Palo azul	Nat	
Heliocarpus terebinthinaceus	Malvaceae	Cicuito	Nat	Mx
Neltuma laevigata	Fabaceae	Mezquite	Nat	
Plumeria rubra	Apocynaceae	Cacalosúchil	Nat	
Vachellia farnesiana	Fabaceae	Huizache	Nat	

Distribución: Mx= endémica a México.

Tabla IV- 9. Especies arbóreas registradas en el SA.

Estructura vertical de la comunidad arbórea

Con los datos obtenidos en campo, se calculó la altura promedio de cada una de las especies arbóreas registradas en el área de estudio. Las alturas máximas de las especies de esta comunidad no sobrepasaron los 8m, así mismo, las especies presentan una altura promedio de 3.5 m.

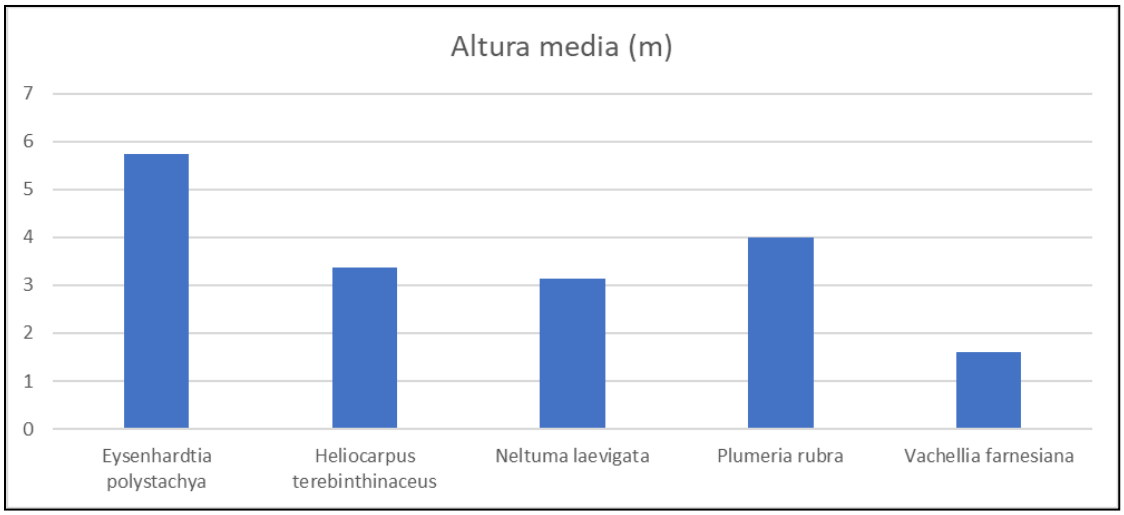


Figura IV- 12. Altura media de las especies arbóreas registradas en el SA.

Cálculo de parámetros bióticos del estrato arbóreo

La densidad relativa de especies es el número de individuos de cierta especie como una proporción del número total de individuos de todas las especies. De acuerdo con esto, *Eysenhardtia polystachya* y *Neltuma laevigata* fueron las especies con mayor abundancia en el sitio.

La dominancia se calcula a partir del área basal para cada especie de la comunidad vegetal en estudio, con este índice se logra identificar que especies ocupan más espacio dentro de la comunidad, las especies con mayor dominancia dentro del sitio son *Neltuma laevigata y Eysenhardtia polystachya.*

Una vez evaluados estos dos parámetros, el índice de valor de importancia (IVI) nos dice que la especie más importante en esta comunidad es *Neltuma laevigata*, mejor conocida como mezquite.

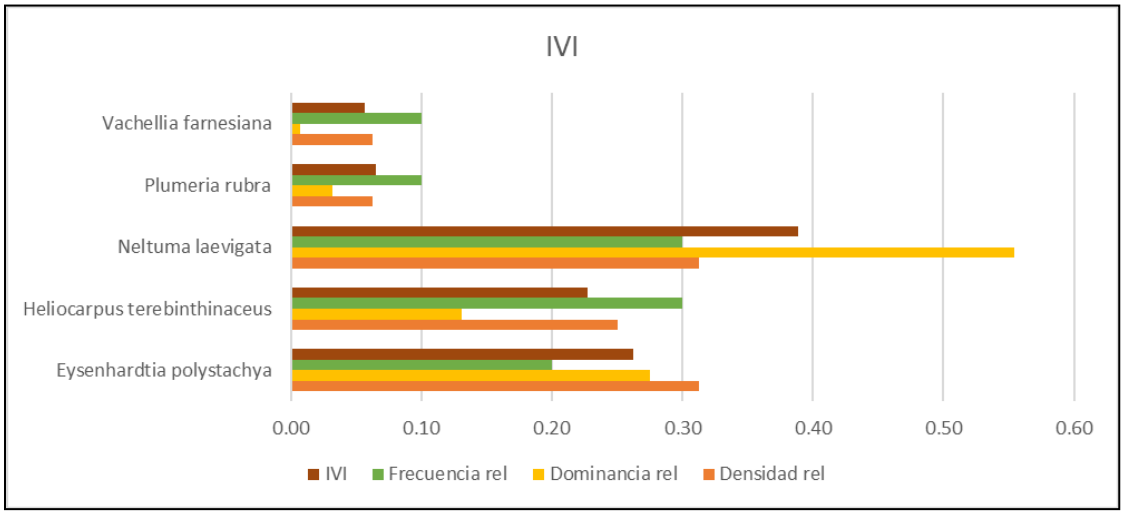


Figura IV- 13. Índices de valor de importancia del estrato arbóreo en el SA.

1.2 Estrato arbustivo del Sistema Ambiental

En el estrato arbustivo encontramos cinco especies de cuatro familias. De estas, dos son tipificadas como arbóreas (representada por individuos jóvenes o renuevos). Dos especies pertenecen a la familia Fabaceae. Dos especies son exóticas y no se registraron especies endémicas o enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Familia	Nombre común	Nat/Exó
Amaranthus spinosus	Amaranthaceae	Quintonil espinoso	Nat
Eysenhardtia polystachya	Fabaceae	Palo azul	Nat
Nicotiana glauca	Solanaceae	Tabaquillo sudamericano	Exó
Ricinus communis	Euphorbiaceae	Higuerilla	Exó
Vachellia farnesiana	Fabaceae	Huizache	Nat

Distribución: Mx= endémica a México.

Tabla IV- 10. Especies arbustivas registradas en el SA.

Cálculo de parámetros bióticos del estrato arbustivo

Para el caso de la densidad, *Amaranthus spinosus* fue la especie más abundante, mientras que, las más dominantes fueron *Vachellia farnesiana* y *Eysenhardtia polystachya.* Por último, la especie más frecuente fue *Vachellia farnesiana.*

Una vez con estos parámetros, se evaluó el índice de valor de importancia (IVI), de acuerdo con el cual, la especie más importante dentro del estrato arbustivo fue *Vachellia farnesiana.*

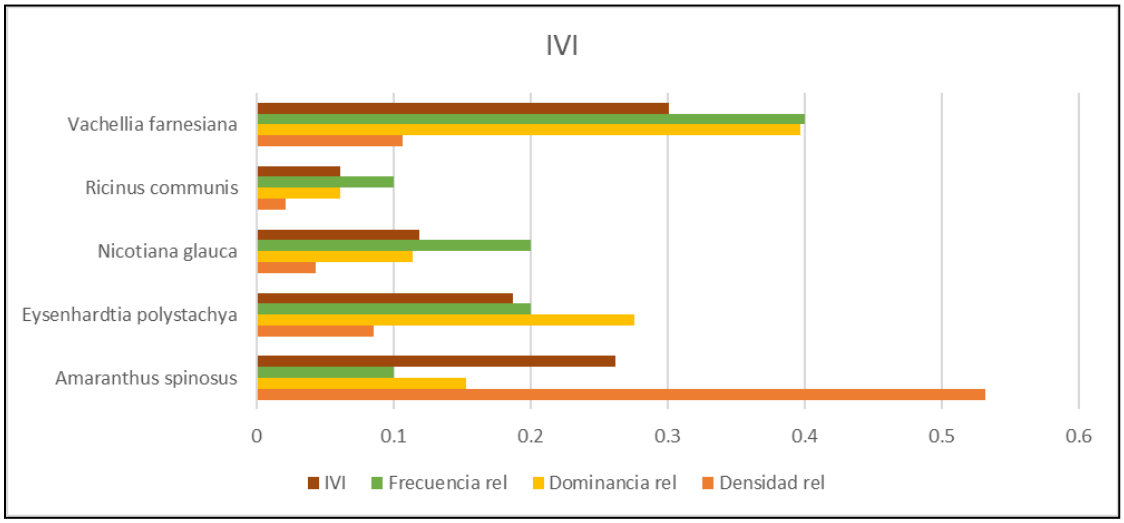


Figura IV- 14. Índices de valor de importancia del estrato arbustivo en el SA.

1.3 Estrato herbáceo del Sistema Ambiental

En cuanto a la vegetación herbácea se registraron siete especies distribuidas en siete familias. Una especie es endémica de México, y ninguna se encuentran enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Familia	Nombre común	Nat/Exó	Dist
Bidens odorata	Asteraceae	Aceitilla	Nat	
Chloris virgata	Poaceae	Barbas de indio	Nat	
Ipomoea purpurea	Convolvulaceae	Campanilla morada	Nat	
Melinis repens	Poaceae	Pasto africano rosado	Exó	
Physalis nicandroides	Solanaceae	Matapulgas	Nat	
Tagetes lunulata	Asteraceae	Cinco llagas	Nat	Mx
Tithonia tubaeformis	Asteraceae	Gigantón	Nat	

Distribución: Mx= endémica a México.

Tabla IV- 11. Herbáceas del SA.

Cálculo de parámetros bióticos del estrato herbáceo

Las especies más abundantes fueron *Melinis repens* y *Chloris virgata.* En cuanto a su dominancia, *Tagetes lunulata* resalto entre las demás especies. Finalmente, por su frecuencia en las muestras, *Tagetes lunulata, Melinis repens, Ipomoea purpurea* y *Chloris virgata*, fueron igualmente frecuentes.

Una vez con estos resultados, se evaluó el índice de valor de importancia (IVI), de acuerdo al cual, la especie más importante dentro del estrato herbáceo es *Melinis repens*.

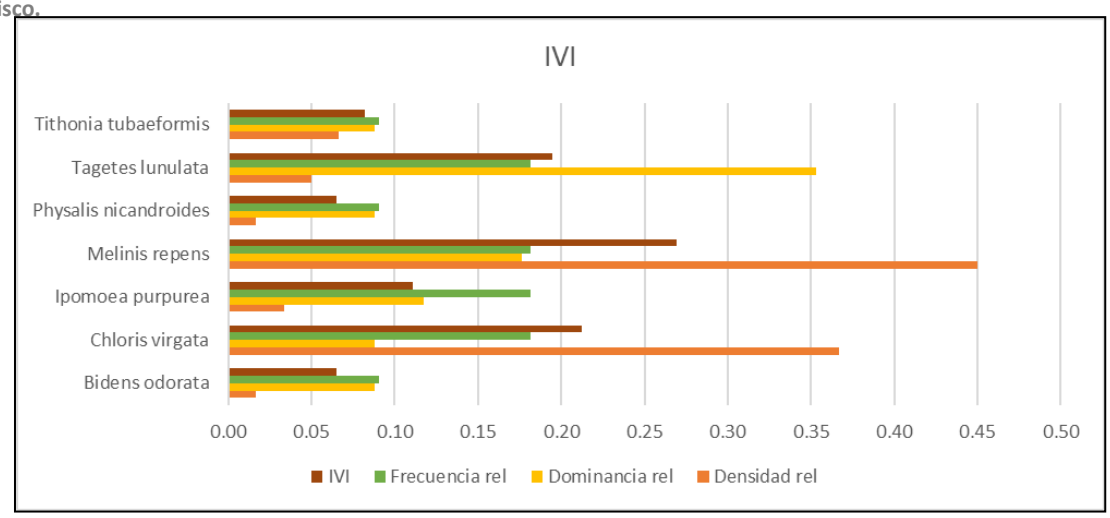


Figura IV- 15. Índices de valor de importancia de las herbáceas del SA.

2. DEL SITIO DEL PROYECTO

Actualmente, el predio se encuentra con infraestructura referente a la operación de la primera etapa de la Planta potabilizadora. En la actualidad se encuentra totalmente desplantado.

En su anterior uso fue para siembra en algún momento. En consecuencia, **no se registró ningún elemento arbóreo en el terreno destinado a la ampliación de la planta, ni vegetación secundaria, ya que el sitio se encuentra totalmente impactado**.

3. COMPARATIVA DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD ENTRE EL ÁREA DE ESTUDIO Y EL SITIO DEL PROYECTO

No es posible realizar una comparativa entre el área de estudio y el sitio del proyecto, debido a la ausencia de vegetación en este último.

IV.4.1.2.2 Fauna

En el presente apartado se realiza una descripción y caracterización de la fauna silvestre presente en el área de estudio como en el predio del proyecto. Esta caracterización se realizó mediante un listado de especies potenciales que se elaboró consultando información de estudios existentes dentro o cercanos al sistema ambiental y un listado de especies observadas en campo. A partir de los datos obtenidos se desarrolla un análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades faunísticas, tratando de identificar su estado de conservación y las fuentes de deterioro.

Es importante mencionar que el trabajo de campo realizado no es suficiente elaborar un diagnóstico completo del estado de la fauna en la zona, pero se obtiene información suficiente para realizar una caracterización a grandes rasgos de la misma.

- **CONSULTA BIBLIOGRÁFICA**

Se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones sobre los grupos de vertebrados terrestres del sistema ambiental, con el fin de obtener un listado preliminar de las especies que podrían encontrarse en muestreos de campo, así como para obtener un panorama general de la diversidad faunística.

Avifauna

México ocupa el decimoprimer lugar en riqueza avifaunística a nivel mundial, con 1107 especies, cerca de 11% del total, así como el cuarto lugar en proporción de endemismos entre los países mega diversos (Navarro et al., 2014). En México, estado de Jalisco es uno de los más ricos en avifauna, ya que cuenta con un registro de 554 especies (Palomera-García et al., 2007), lo que representa poco más del 5% de la diversidad mundial y alrededor de la mitad de la diversidad del país.

Se obtuvo información sobre 161 especies potenciales de aves para el sistema ambiental, las cuales pertenecen a 15 órdenes y 43 familias. Del total de especies, siete son endémicas a México, cuatro se consideran cuasiendémicas y 12 semiendémicas. De igual manera, doce especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, una de ellas en la categoría “A” como amenazada y once bajo protección especial “Pr”. El listado de especies potenciales se presenta en el Anexo de flora y fauna, 2.

Mastofauna

Entre las principales contribuciones que hacen los mamíferos a los ecosistemas, se destaca el papel de los murciélagos como polinizador, dispersor de semillas y regulador de las poblaciones de insectos, así como el de los roedores y conejos como especies base en las cadenas tróficas.

En México se han registrado hasta la fecha 525 especies de mamíferos, de las que el 30% son endémicas, cifra que coloca al país como el tercero más diverso en este grupo. Jalisco cuenta con 177 especies y es el segundo estado más diverso después de Oaxaca (Sánchez-Cordero et al., 2014).

En la zona de estudio, se cuenta con reportes de 55 especies potenciales, pertenecientes a ocho órdenes y 19 familias. La familia con mayor representación es Phyllostomidae, seguida de Cricetidae, mientras que

el orden más representativo es Chiroptera. De estas especies potenciales, únicamente dos aparecen enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010. Esta fauna potencial se muestra en el Anexo de flora y fauna, 3.

Herpetofauna

México ocupa el primer lugar en riqueza de reptiles con 804 especies y el cuarto lugar en anfibios con 361 especies (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). En el estado de Jalisco se han registrado 200 especies de anfibios y reptiles (Cruz-Sáenz et al., 2009) que lo ubican en el séptimo lugar a nivel nacional.

La herpetofauna reportada para la zona incluye 54 especies de dos clases (Amphibia y Reptilia), repartidas en cuatro órdenes y 21 familias. Del total de especies, doce son endémicas a México, seis se enlistan como amenazadas y diez bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El listado potencial de especies se presenta en el Anexo de flora y fauna, 4.

- **MÉTODO DE MUESTREO PARA LA FAUNA**

Se realizaron muestreos y observaciones de fauna al interior del predio y el área de estudio. Para el área de estudio se utilizaron los mismos puntos de muestreo seleccionados para la vegetación. El trabajo de campo se realizó durante el mes de octubre de 2023.

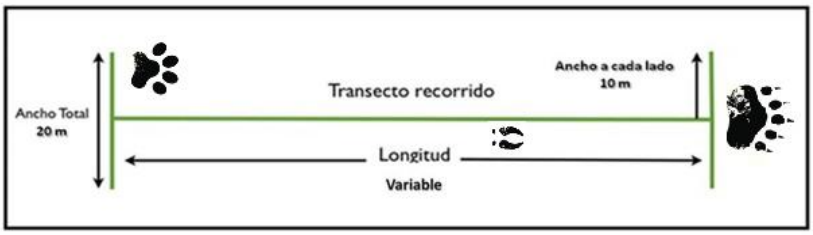
Muestreo de avifauna

Para realizar el inventario de aves se utilizó la metodología de puntos conteo, la cual consiste en identificar y contar aves desde un punto fijo, denominado “punto conteo”, este deberá cubrir un radio de 20 m y dentro del mismo el monitor deberá contar todas las aves observadas y escuchadas a lo largo de un periodo de 10 minutos. Durante el periodo de muestreo habrá que evitar contar en más de una ocasión a un mismo individuo. Una vez pasados los 10 minutos de observación, el monitor deberá llevar a cabo un nuevo muestreo en un punto de conteo diferente. Se establecieron cinco puntos de conteo dentro del predio y cinco en el área de estudio.

Las especies registradas se identificaron mediante guías especializadas, Howell y Webb (1995) y Sibley (2000). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU) actualizada hasta su suplemento 58. Los nombres comunes en español fueron de acuerdo a lo sugerido por Berlanga et al. (2015). La categoría de riesgo en la cual se ubica la especie se determinó con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las categorías de endemismo de las especies son de acuerdo a lo propuesto por Berlanga et al. (2015).

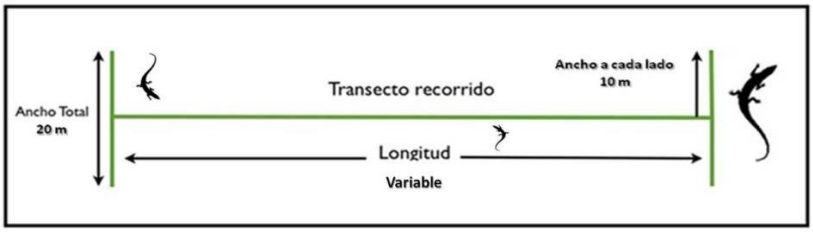
Muestreo de mastofauna

Se realizaron transectos en franjas, de distancias variables, tratando de abarcar la mayor área posible. Cada franja tuvo una anchura de 10 metros a cada lado, en línea recta o de forma irregular de acuerdo a la apertura de los caminos o veredas. Los muestreos se realizaron durante el día, entre las 9:00 y 15:00 horas. En cada transecto se caminó lentamente siguiendo las franjas, buscando intensivamente rastros de mamíferos (huellas, excretas, rascaderos, acostaderos, etc.).



Muestreo de herpetofauna

Se utilizaron los mismos transectos recorridos para el monitoreo de mastofauna, para la búsqueda intensiva y observación de herpetofauna, tratando de abarcar la mayor área posible. Los recorridos se realizaron durante el día entre las 9:00 y las 15:00 hrs. En cada transecto se caminó lentamente revisando cada micro hábitat potencial; suelo, bajo y sobre rocas, removiendo hojarasca, bajo y sobre troncos caídos, árboles, cuerpos de agua, raíces y cercos.



- **CÁLCULO DE PARÁMETROS BIÓTICOS DE LOS GRUPOS FAUNÍSTICOS**

Se calcularon algunos índices y parámetros de diversidad mediante los datos obtenidos en los muestreos de los tres grupos. Los resultados ofrecen un panorama general del estado de la diversidad faunística del sistema ambiental, así como en el predio. A continuación, se describen los parámetros y el método para calcularlos.

Abundancia relativa

La abundancia relativa es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás, es decir, el número de individuos de una especie con respecto a otra especie:

$$Ab\ rel = (ni/N)*100$$

Dónde:
ni=número de individuos de la especie i
N=número total de individuos de todas las especies

Dominancia relativa

Se obtiene de la división de la dominancia absoluta de la i-esima especie entre la dominancia total. Para este caso se calculó a partir del índice de dominancia de Simpson.

Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H´)

El dato de la riqueza de especies en una comunidad por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más bien raras. Los índices de diversidad además de la riqueza

ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad, pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver (H'). De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice Shannon-Weaver con la ecuación:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} pi \; Ln \; pi$$

Dónde:

S – número de especies (riqueza de especies)

pi – abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la Xi especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

Índice de dominancia (índice de Simpson) (λ)

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. La fórmula para el índice de Simpson es:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – λ.

Índice de equidad de Pielou (J)

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Dónde:

H= diversidad

H_{max} = diversidad máxima (ln(S))

S=número de especies

- **RESULTADOS FAUNA**

1. Del área de estudio

Se registraron **53 individuos de doce especies** pertenecientes a ocho órdenes y doce familias. **Dos especies son endémicas de México y dos se encuentran enlistadas en la NOM-059SEMARNAT-2010**. En cuanto a grupos de fauna o clase, se registraron diez especies de aves y dos de reptiles. No se registraron en el área mamíferos y anfibios, no descartando su presencia. A continuación, se muestra el listado de las especies registradas en el área de estudio.

Aves						
Nombre científico	**Orden**	**Familia**	**Nombre común**	**Estac.**	**Dist.**	**NOM**
Cathartes aura	Accipitriformes	Cathartidae	Zopilote aura	R	E	
Columbina inca	Columbiformes	Columbidae	Tortolita cola larga	R	T	
Crotophaga sulcirostris	Cuculiformes	Cuculidae	Garrapatero pijuy	R	T	
Melozone fusca	Passeriformes	Emberizidae	Rascador viejita	R	A	
Haemorhous mexicanus	Passeriformes	Fringillidae	Pinzón mexicano	R	A	
Hirundo rustica	Passeriformes	Hirundinidae	Golondrina tijereta	R	E	
Quiscalus mexicanus	Passeriformes	Icteridae	Zanate mayor	R	T	
Passer domesticus	Passeriformes	Passeridae	Gorrión doméstico	R	Ex	
Bubulcus ibis	Pelecaniformes	Ardeidae	Garza ganadera	R	E	
tachybaptus dominicus	Podicipediformes	Podicipedidae	Zambullidor menor	R	T	Pr
Reptiles						
Nombre cientifico	**Orden**	**Familia**	**Nombre común**	**Dist.**		**NOM**
Sceloporus torquatus	Squamata	Phrynosomatidae	Lagartija espinosa de collar	Mx		
Kinosternon integrum	Testudines	Kinosternidae	Tortuga pecho quebrado mexicana	Mx		Pr

Estacionalidad: R= residente. Distribución: A= neártico, T= tropical, Mx= endémico, E= amplia distribución, Ex= exótica. NOM: Pr= sujeta a protección especial.

Tabla IV- 12. Fauna registrada en el área de estudio.

Análisis cuantitativo y parámetros bióticos de la fauna del área de estudio

A continuación, se presenta un resumen de los resultados del análisis cuantitativo de la fauna en el área de estudio.

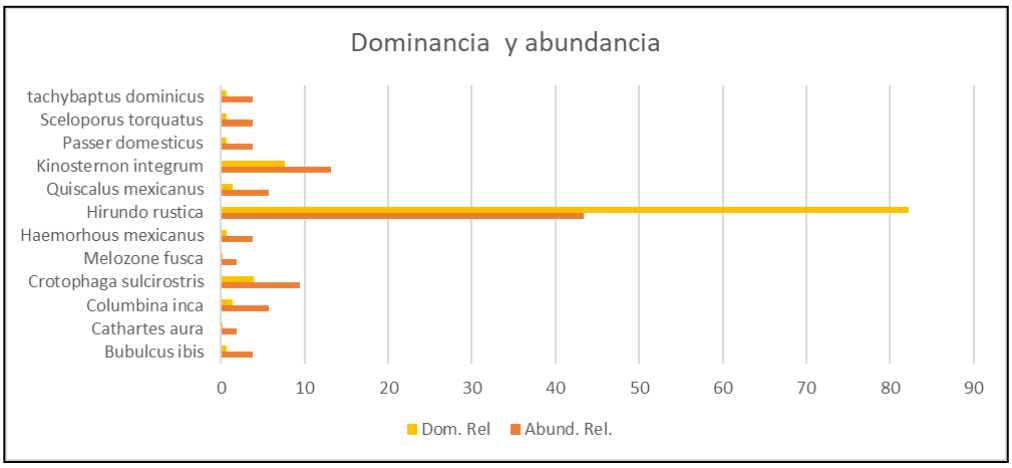


Figura IV- 16. Dominancia y abundancia de las especies de fauna registradas en el área de estudio.

La especie *Hirundo rustica* fue la más abundante y dominante entre las especies registradas. El estado de conservación de *Hirundo rustica* indica que es una especie abundante y de amplia distribución, ya que su hábitat está ligado a asentamientos humanos y puede vivir en terrenos perturbados. La dominancia de esta especie puede deberse a su etología, ya que es una especie gregaria.

2. Del sitio del proyecto

Dado el grado de impacto que presenta el área de influencia, sólo fue posible registrar especies de aves, ya que forman parte de una comunidad faunística que no se ve interrumpida por la discontinuidad de hábitats apropiados para otros grupos, ya que no ven impedida su locomoción al ser animales voladores. Estas aves son de gran importancia ya que son polinizadoras, controladoras de plagas, participan en el ciclaje de nutrientes, además de ser consideradas indicadores ambientales ya que especies particulares se asocian a condiciones ambientales particulares, de manera que su presencia es indicativa de dichas condiciones.

Se registraron **12 individuos de cuatro especies** pertenecientes a cuatro órdenes y cuatro familias. **N**inguna se encuentra enlistada en la NOM-059SEMARNAT-2010. En cuanto a grupos de fauna o clase, se registraron cuatro especies de aves y una de reptil. No se registraron en el sitio mamíferos y anfibios, no descartando su presencia. A continuación, se muestra el listado de las especies registradas en el sitio.

Aves					
Nombre científico	**Orden**	**Familia**	**Nombre común**	**Estac.**	**Dist.**
Crotophaga sulcirostris	Cuculiformes	Cuculidae	Garrapatero pijuy	R	T
Hirundo rustica	Passeriformes	Hirundinidae	Golondrina tijereta	R	E
Columbina inca	Columbiformes	Columbidae	Tortolita cola larga	R	T
Cynanthus latirostris	Apodiformes	Trochilidae	Colibrí pico ancho	R	Se

Estacionalidad: R= residente. Distribución: T= tropical, E= amplia distribución, SE= semiendémico

Tabla IV- 13. Fauna registrada en el sitio del proyecto.

Análisis cuantitativo y parámetros bióticos de la fauna del sitio del proyecto

A continuación, se presenta un resumen de los resultados del análisis cuantitativo de la fauna en el sitio del proyecto.

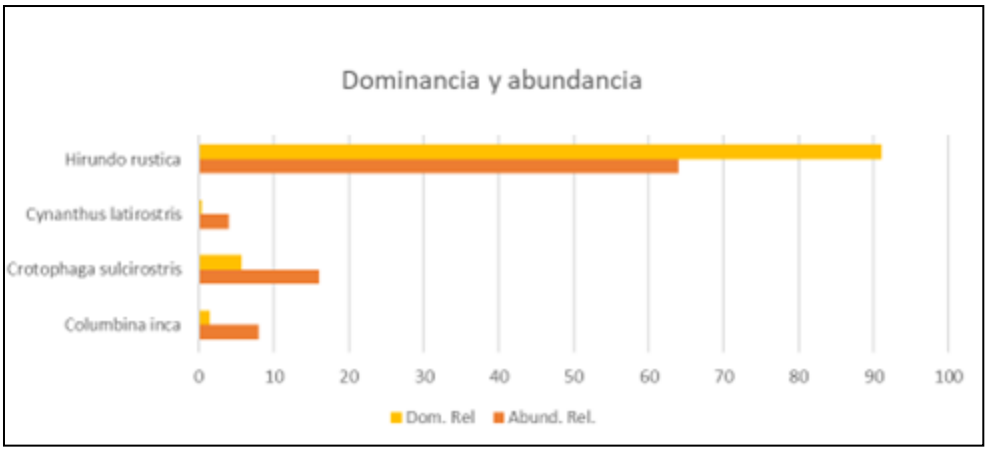


Figura IV- 17. Dominancia y abundancia de las especies de fauna registradas en el sitio del proyecto.

De igual manera, la especie *Hirundo rustica* fue la más abundante y dominante entre las especies registradas.

3. Comparativa de índices de diversidad entre el área de estudio y el sitio del proyecto

La siguiente tabla concentra los resultados de los índices de diversidad entre ambos sitios de interés. De manera adicional a los índices de diversidad descritos en el método de muestreo, se calculó la diversidad β, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$\beta = 2C / S1+S2$$

Donde:
S1 = número de especies en comunidad 1
S2 = número de especies en comunidad 2
C = número de especies compartidas entre 1 y 2

La diversidad β se puede definir como la magnitud del cambio, o el grado de diferenciación en la composición entre un conjunto de muestras, expresa un tipo de distancia ecológica, el grado en el cual las muestras difieren una de otra en la composición de especies debido a su separación en un gradiente ambiental, o por otros factores.

Parámetro	Área de estudio	Sitio del proyecto
Especies	12	4
Individuos	53	12
Dominancia de Simpson (D)	0.21	0.38
Diversidad de Shannon (H´)	2.04	1.14

Equidad de Pielou (J)	0.82	0.70
Diversidad β	0.52	

Tabla IV- 14. Valores de los índices de diversidad.

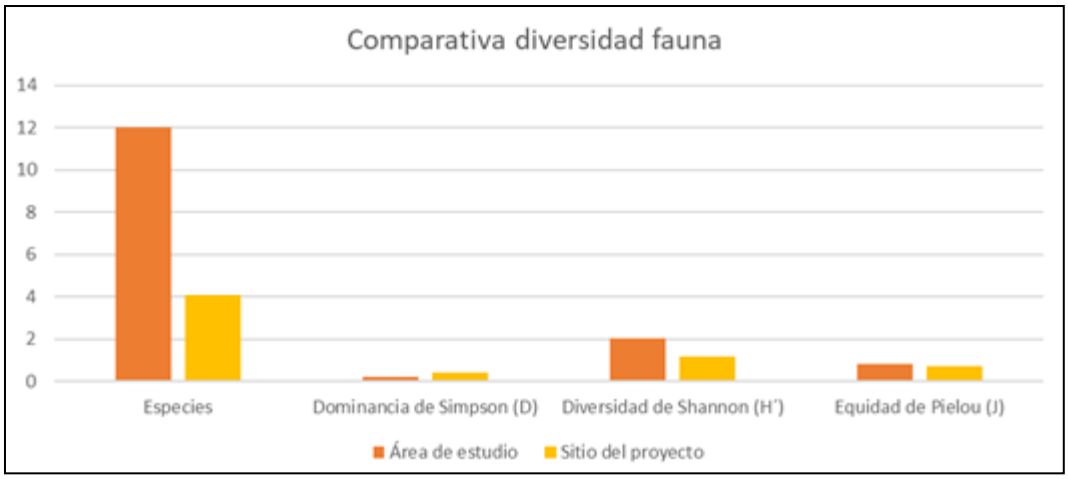


Figura IV- 18. Índices de diversidad entre el área de estudio y el sitio del proyecto.

De acuerdo con los resultados, en el área de estudio se observaron siete especies más que en el sitio del proyecto. El área de estudio presenta baja dominancia, es decir, que ninguna de las especies es tan abundante que domine dentro de la comunidad observada. Mientras que, el sitio del proyecto presenta una dominancia media de las especies. Referente a la equidad, el área de estudio presenta una equidad alta (J=0.82), indicando que las especies tienden a ser igualmente abundantes, mientras que en el sitio del proyecto esta equidad es un poco más baja (J´=0.70). En cuanto a la diversidad, el índice nos dice que **el área de estudio presenta una diversidad mayor (H´=2.04) que el sitio del proyecto (H´=1.14).** Esto se hace evidente al considerar el estado del predio, el cual, se encuentra altamente perturbado al haber sido utilizado con fines agrícolas, y que el área de estudio presenta más variabilidad en cuanto a las condiciones ambientales y de vegetación que pueden ser aprovechadas por otras especies.

Por último, la diversidad beta nos dice que existe un recambio de especies entre los dos sitios de 0.52, es decir, que ambos sitios comparten un aproximado del 50% de sus especies. Tanto el área de estudio como el sitio del proyecto han visto modificada su vegetación original, dando paso a vegetación secundaria, característica de sitios perturbados, sin embargo, el área de estudio incluye asentamientos humanos y bordos de agua. Esto eleva la cantidad de nichos que pueden ser aprovechados por otras especies diferentes a las del sitio del proyecto que no presenta variabilidad. Este aumento en la cantidad de nichos disponibles para las especies no está relacionado con la salud y la calidad de los mismos.

IV.4.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

El instituto de información estadística y geográfica de Jalisco cuenta con un Diagnostico del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, con fecha de actualización de noviembre 2024. A partir de este documento, se presentan los siguientes datos:

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga pertenece a la región Centro, según el Censo de Población y Vivienda 2020, su población en ese año era de 727,750 personas; de las cuales el 49.5% eran hombres y 50.5% mujeres. Las y los habitantes del municipio representaban el 13.8% del total regional. Comparando este volumen poblacional con el del año 2015, se observa que la población municipal aumentó un 32.45% en cinco años.

En 2020 Tlajomulco de Zúñiga contaba con 232 localidades, de éstas, 22 eran de dos viviendas y 52 de una. La localidad de Hacienda Santa Fe era la más poblada, con 139,174 personas, que representaban el 19.1% de la población del municipio; le seguía San Agustín con el 6.8%, Tlajomulco de Zúñiga con el 6.1%, Lomas del Sur con el 5.1% y Santa Cruz del Valle con el 4.2% del total municipal.

El área urbana de Guadalajara pasó de tener 2,620 ha en 1940 a 59,698.47 ha en 2010. Por otra parte, durante el periodo de 1970 a 2010, la superficie de área urbana dentro de la cuenca de El Ahogado pasó de tener 703.56 ha a 21,759.62. Después de los últimos 40 años, el área urbana de la cuenca representa poco más del 36% de la superficie total del AMG, y más del 42.5% respecto al área total de la cuenca.

Se detectan cuatro zonas industriales que dan empleo a una parte importante de la población de la cuenca. Se calcula que 70 por ciento de la población económicamente activa son obreros o empleados; el 5 por ciento jornaleros o peones, y el 17 por ciento trabajan por su cuenta.

El número de viviendas asentadas en la Cuenca de El Ahogado (cuenca a la que pertenece el proyecto) son aproximadamente 100 mil, presentando una tasa de crecimiento muy dinámica del 7 por ciento anual. En materia de infraestructura, la cuenca enfrenta serios problemas en lo que se refiere al tratamiento del agua residual, ya que no todo el drenaje va a plantas de tratamiento y todavía se siguen utilizando descargas a canales de aguas negras a cielo abierto, sobre todo en los municipios de Tonalá, El Salto, Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga. Además, **no todas las localidades de la cuenca cuentan con agua potable.**

IV.4.1.3.1. Intensidad migratoria

Conforme a los resultados del índice de Intensidad Migratoria 2020, en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga un 4.19 %de las viviendas del municipio recibieron remesas en 2020, en un 0.6 % se reportaron emigrantes con destino a Estados Unidos residentes en Estados Unidos, en el 0.12 % se registraron migrantes circulares del quinquenio anterior (2015-2020) y el 0.6 % de las viviendas contaban con migrantes de retorno de Estados Unidos.

El Índice de Intensidad Migratoria México-Estados Unidos, se deriva de estimaciones con base en los cuestionarios ampliados de los Censos de Población y Vivienda 2000, 2010 y 2020. Destaca que en el año 2000 se realizó con base en hogares y a partir del 2010 en viviendas censales, como resultado del cambio conceptual y operativo del INEGI para el levantamiento de la información en ese año censal.

Es importante señalar que, en el cálculo previo del índice en el año 2010, Tlajomulco de Zúñiga tenía un grado Bajo de intensidad migratoria y ocupaba el lugar 123 en el ordenamiento estatal. En ese año, el porcentaje de viviendas del municipio que recibían remesas fue del 1.58 % y, la proporción de viviendas con emigrantes en Estados Unidos del quinquenio anterior fue de 0.46%. Por su parte, el 0.64% de las viviendas tenían migrantes circulares del quinquenio anterior y el 1.84% migrantes de retorno.

IV.4.1.3.2. Pobreza multidimensional

De acuerdo con la medición de pobreza multidimensional 2020, en Tlajomulco de Zúñiga el 34.4 % de la población se encontraba en situación de pobreza, es decir, 271,636 personas compartían esta situación en el municipio. Asimismo, el 24.9 % (196,805 personas) de la población era vulnerable por carencias sociales, el 13.3 % era vulnerable por ingresos y 27.4 % era no pobre y no vulnerable.

Es importante agregar que, en 2020 el 3.5 % de la población de Tlajomulco de Zúñiga se encontraba en pobreza extrema; en contraste con el 2.1 % que presentó en 2015. Destaca que, en 2020 un 30.9 % de la población estaba en pobreza moderada, lo que equivale a 244,300 personas; en comparación con el 2015 donde su proporción fue del 30 % (180,934). Respecto a las carencias sociales en 2020, destaca que el indicador de carencia por acceso a la seguridad social es el acceso a la seguridad social, con un 39.2 %, que en términos absolutos representa 309,689 habitantes. En contraste, el que menos proporción de población presentó fue el de acceso a los servicios básicos en la vivienda, con el 0.5 %.

IV.4.1.3.3. Marginación

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga cuenta con un grado de marginación muy bajo, y que la mayoría de sus carencias están por abajo del promedio estatal; Destaca que, la proporción de población de 15 años o más sin educación básica era de 24 por ciento, y que el 55.2 por ciento de la población ocupada ganaba hasta dos salarios mínimos.

Las principales localidades del municipio presentaron en su mayoría un grado de marginación muy bajo; de ellas, la localidad de Santa Cruz del Valle tenía el más alto porcentaje de población de 15 años y más sin educación básica (28.6%), mientras que Tlajomulco de Zúñiga presenta los más altos porcentaje de población analfabeta (2.1%). San Agustín presentó la proporción más baja de población de 15 años o más sin educación básica (17.9%), mientras que Lomas del Sur mostró el más bajo porcentajes de población analfabeta con un 1%.

Respecto a las carencias en la vivienda en 2020, la localidad de Santa Cruz del Valle tenía el porcentaje más alto de ocupantes en viviendas sin drenaje ni sanitario, con el 0.1%; mientras que las localidades de Hacienda Santa Fe y Tlajomulco de Zúñiga presentaron los más altos porcentajes de ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica, con un 0.1%.

La localidad de San Agustín mostró la proporción más alta de ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada con el 0.4%; mientras que la localidad de Tlajomulco de Zúñiga obtuvo el más alto porcentaje de ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra con un 1.4%; Por su parte, la localidad de Hacienda Santa Fe registró la mayor proporción de ocupantes en viviendas particulares sin refrigerador con un 6.9%

IV.4.1.4 PAISAJE

IV.4.1.4.1. Introducción

El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. De acuerdo con Canter (1998), el paisaje es la extensión del escenario natural observado a simple vista, o la suma total de las características que distinguen a una determinada área de la superficie de la tierra de otras.

La consideración del paisaje como elemento del medio ambiente implica dos aspectos fundamentales: el paisaje como elemento aglutinador de una serie de características del medio físico y la capacidad que tiene un paisaje para absorber los usos y actuaciones que se desarrollan sobre él. No obstante, el tratamiento del paisaje encierra la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo, si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados: la *visibilidad*, la *calidad paisajística*, y la *fragilidad* del paisaje, definida como la capacidad para absorber los cambios que se produzcan en él. Así, los factores que integran la fragilidad son: biofísicos (suelo, vegetación, cromatismo, ...), morfológicos (cuenca visual, altura relativa, ...) y la frecuentación humana.

IV.4.1.4.2. Paisaje general

El predio del proyecto se encuentra al oriente del municipio de Tlajomulco de Zúñiga. De acuerdo con la clasificación de uso de suelo y vegetación de INEGI (USV serie VI, INEGI), el municipio de Tlajomulco de Zúñiga presenta nueve principales tipos: AGRÍCOLA, ZONA URBANA, CUERPO DE AGUA, SELVA CADUCIFOLIA, BOSQUE DE ENCINO, VEGETACION SECUNDARIA DE SELVA CADUCIFOLIA, VEGETACION SECUNDARIA DE BOSQUE DE ENCINO, VEGETCIÓN HIDROFILA Y VEGETACIÓN INDUCIDA. El tipo de uso de suelo predominante en el municipio es el AGRÍCOLA, seguido de ZONA URBANA y BOSQUE DE ENCINO. El área de estudio presenta tres tipos: AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL (TA), VEGETACION SECUNDARIA DE SELVA CADUCIFOLIA (VSa/SBC) y ZONA URBANA.

El paisaje general del proyecto se encuentra dentro de una planicie a los 1,590 metros sobre el nivel de mar, y la totalidad del predio presenta una superficie plana. En la figura 1 se puede observar la topografía y elevación del terreno.

IV.4.1.4.3. Colindancias

Por encontrarse en zona agrícola, el predio a intervenir colinda con predios rústicos destinados para la agricultura. No hay grandes edificaciones colindantes en ninguno de sus frentes. Únicamente se observa una casa en la colindancia norte. Al sur, colinda con terrenos destinados a la agricultura, de igual manera que al oeste. En su parte este, colinda con una vialidad de terracería, cruzando la misma se observan terrenos dedicados al cultivo, así como casas o bodegas de los mismos terrenos.

IV.4.1.4.4. Determinación del paisaje en la zona del proyecto

Para la determinación del paisaje, primeramente, se realiza una segmentación del lugar en unidades que se diferencian entre sí, correspondientes a zonas del territorio con características homogéneas desde el punto de vista paisajístico, esto es, con el mismo uso de suelo, misma vegetación predominante, misma morfología del relieve, los mismos colores predominantes, etc.

Sin embargo, al presentar la misma vegetación y ser homogéneo, se tomaron los puntos norte, sur, este y oeste como las unidades paisajísticas (Figura IV-19). A continuación, se describen estas unidades paisajísticas y se presentan imágenes donde se aprecian las vistas que tendría el observador.

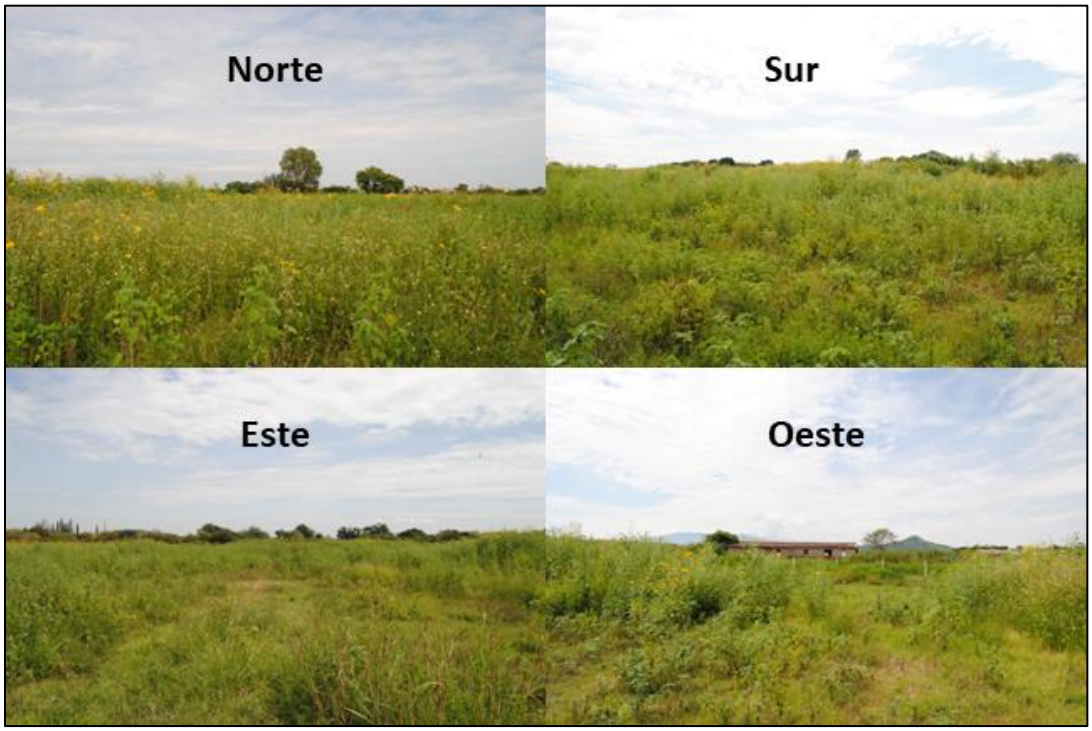


Figura IV- 19. Unidades paisajísticas del predio del proyecto.

IV.4.1.4.5. Evaluación del paisaje en el sitio del proyecto

Los especialistas en la materia coinciden en establecer tres aspectos importantes para la evaluación del paisaje: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje.

a) Visibilidad

La visibilidad es el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, puede estar determinado por el relieve, altitud, orientación, pendiente, densidad y altura de vegetación, posición del observador y tipo de terreno.

Evaluación

A continuación, se describe la visibilidad que tendría el observador, en cualquier frente que se ubique.

Aspecto a Evaluar	Característica	Factor Visual	Unidad paisajística
Visibilidad	Altitud	Altitud y densidad de vegetación	**Norte:** Tiene alta densidad ya que presenta cubierta vegetal del 100%. La altitud es baja, presenta herbáceas y arbustivas.

			Sur: Tiene alta densidad ya que presenta cubierta vegetal del 100%. La altitud es media, presenta herbáceas y arbustivas y se observan árboles en ciertos puntos. **Este:** Tiene alta densidad, es el punto donde se observa mayor arbolado. **Oeste:** Tiene baja densidad ya que presenta cubierta vegetal del 90%. La altitud es baja, presenta herbáceas y arbustivas.
	Áreas abiertas		Hacia los cuatro puntos se observan áreas abiertas
	Orientación	Posición del observador	Al norte se ve disminuida la vista por el arbolado del predio vecino
			Al sur se tiene vista a campo abierto
			Al este se observa la línea de arbolado que delimita el camino de terracería
			Al oeste, se observa una bodega en primer plano, al fondo se observan lomeríos
	Pendiente	Altitud de observación	No se percibe pendiente dentro del sitio

Resultados

Se puede concluir que la visibilidad en el territorio es media, pero de poca calidad, debido a la infraestructura presente y a la vegetación secundaria que aflora en la zona. Al sur y al oeste es hacia donde se presenta una mejor visibilidad. No existe pendiente en el sitio que permita una mejor visibilidad hacia un punto en particular.

b) Valoración del paisaje

El valor paisajístico está determinado por las características intrínsecas del sitio y la calidad visual del entorno inmediato, todo ello en función de la morfología, vegetación, cuerpos de agua, distancia y fondo visual, en este caso, están referidos y evaluados con relación al paisaje natural.

Para determinar el valor paisajístico, se utilizó la metodología propuesta por Zambrano et al. (2002), que considera al paisaje como una componente ambiental que debe ser percibida por el ser humano a través del sentido visual y que propone un modelo visual que refleja todas las cualidades paisajísticas visuales de

un territorio. Los parámetros y elementos que permiten evaluar a cada una de las unidades con el criterio paisajístico se sintetizan en la siguiente tabla.

	Parámetro	Elemento
VALOR PAISAJÍSTICO	Unidad Visual (UV)	Abiótico
		Biótico
		Antrópico
	Organización Visual (OV)	Contraste visual
		Dominancia visual
	Calidad Visual (CV)	Diversidad
		Naturalidad
		Singularidad
		Complejidad topográfica
		Superficie y límite de agua
		Actuaciones humanas
		Degradación de la calidad visual
	Calidad Escénica (CE)	Morfología
		Vegetación
		Formas de agua
		Color
		Fondo escénico
		Rareza
		Actuaciones humanas

Cada parámetro considerado se evalúa cualitativamente. Una vez evaluados los parámetros y elementos de la unidad en turno, se hace una sumatoria y se obtiene un valor global. Este valor representa la calidad paisajística y se compara con los valores de la siguiente tabla.

Zona de valor	Calidad paisajística	Valores comprendidos
1	Zonas con calidad paisajística Baja	28-37 puntos
2	Zonas con calidad paisajística Regular	38-47 puntos
3	Zonas con calidad paisajística Buena	48-57 puntos
4	Zonas con calidad paisajística Alta	58-67 puntos
5	Zonas con calidad paisajística Muy alta	68-78 puntos

Evaluación

Parámetros de Valoración de Unidad Visual (UV).

Elemento de Unidad Visual	ALTO	Valor	MEDIO	Valor	BAJO	Valor	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
Abiótico	Predominio de elementos físicos influyentes en la calidad y composición de una escena agradable a observar	5	Elementos que dan cierta calidad a la escena, pero que por su atractivo tienen un valor medio	3	Elementos poco notorios y que disminuyen la calidad de la composición, paisaje poco atractivo	1	1	1	1	1
Biótico	Predominio de elementos bióticos, influyentes en la composición de una escena agradable a observar	5	Elementos que dan cierta calidad a la escena, pero que por su atractivo tienen un valor medio	3	Elementos poco notorios y que disminuyen la calidad de la composición, paisaje poco atractivo	1	1	1	1	1
Antrópico	Predominio de elementos antrópicos, influyentes en la calidad de una escena a observar	5	Elementos que proporcionan cierta calidad a la escena	3	Elementos que disminuyen la calidad del paisaje haciéndolo poco atractivo	1	1	1	1	1
UV= Elemento abiótico + Elemento biótico + Elemento antrópico =							**3**	**3**	**3**	**3**

Parámetros de Valoración de Organización Visual (OV).

Elemento de Organización Visual	ALTO	Valor	MEDIO	Valor	BAJO	Valor	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
Contraste visual	Un contraste alto entre cada uno de los elementos dominantes del paisaje	5	Contraste medio entre cada uno de los elementos	3	Bajo contraste entre cada uno de los elementos integrantes de la unidad visual	1	3	3	3	3
Dominancia visual	Dominio total de la apreciación del paisaje	5	Dominio parcial de los elementos	3	Presencia de un elemento de forma negativa dentro de unidad visual	1	3	3	3	3
OV= Elemento Contraste visual + Elemento Dominancia visual =							**6**	**6**	**6**	**6**

Parámetros de Valoración de Calidad Visual (CV).

Elemento de Calidad Visual	ALTO	Valor	MEDIO	Valor	BAJO	Valor	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
Diversidad	Gran variedad de elementos biofísicos, características visuales	5	Diversidad media de vegetación, presencia de actuaciones humanas	3	Escasa diversidad (Paisaje monótono)	1	1	1	1	1
Naturalidad	Mantiene íntegramente las características naturales	5	Poca intervención humana en la naturaleza	3	Naturaleza altamente modificada	1	1	1	1	1
Singularidad	Presencia de elementos con alto grado de atracción visual, por su escasez o valoración histórica	5	Escaso grado de atracción visual, no existe un realce histórico	3	La presencia de elementos pasa desapercibida, no son notables	1	1	1	1	1
Complejidad topográfica	Presencia de un relieve montañoso notorio	5	Formas montañosas interesantes, pero de poco dominio	3	Colinas suaves y ondulaciones en el terreno poco notorias	1	1	1	1	3
Superficie y límite de agua	Presencia en mayor escala de agua sobre el terreno	5	Presencia de agua de una manera moderada	3	Escasa presencia de agua, casi nula	1	1	1	1	1
Actuaciones humanas	Actuaciones humanas que estéticamente no agreden el entorno	5	Actuaciones armoniosas sin calidad estética	3	Modificaciones intensas que reducen la calidad estética	1	1	1	1	1
CV= Diversidad + Naturalidad + Singularidad + Complejidad topográfica + Superficie y límite de agua + Actuaciones humanas =							**6**	**6**	**6**	**8**

Parámetros de Valoración de Calidad Escénica (CE).

Elemento de Calidad Escénica	ALTO	Valor	MEDIO	Valor	BAJO	Valor	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
Morfología o topografía	Relieves con pendientes mayores a 60°, marcado y predominante, o bien, relieve de gran variedad superficial, o presencia de algún rasgo singular	5	Pendientes entre 30 y 60°, formas erosivas interesantes. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	3	Pendientes entre 0 y 30°, colinas suaves, fondos de valles planos, pocos o ningún detalle singular. Sin rasgos dominantes	1	1	1	1	1
Vegetación	Grandes masas boscosas, gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante	5	Cubierta vegetal casi continua, poca variedad en la distribución de la vegetación. Diversidad de especies media	3	Cubierta vegetal continua. Poca o ninguna variedad o contraste en distribución de la vegetación	1	1	1	1	1
Formas de agua	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas o grandes láminas de agua en reposo. Formaciones hídricas excepcionales	5	Agua en movimiento o en reposo, pero no domínate en el paisaje, con características comunes en su recorrido y caudal	3	Torrentes y arroyos intermitentes con poca variación en su caudal, lagos pequeños, regulares y sin reflejo, ausentes o inapreciables	1	1	1	1	1
Color	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve	5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes de suelo, rocas y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	3	Muy poca variación de color o contraste. Colores apagados	1	1	1	1	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	1	1	1	1	1
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región	5	Característico, aunque similar a otros en la región	3	Bastante común en la región	1	1	1	1	1
Actuaciones humanas	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o 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 actuaciones no añaden calidad visual	3	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica	1	1	1	1	1
CE= Morfología + Vegetación + Formas de agua + Color + Fondo escénico + Rareza + Actuaciones humanas =							**7**	**7**	**7**	**7**

Resultados

A continuación, se presenta el concentrado de los valores resultantes de acuerdo con los parámetros y elementos evaluados.

	Parámetro	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
Valor paisajístico	**Unidad Visual (UV)**	3	3	3	3
	Organización Visual (OV)	6	6	6	6
	Calidad Visual (CV)	6	6	6	8
	Calidad Escénica (CE)	7	7	7	7
	Total	**22**	**22**	**22**	**24**

Zona de valor	Calidad paisajística	Valores comprendidos
1	Zonas con calidad paisajística Baja	28-37 puntos
2	Zonas con calidad paisajística Regular	38-47 puntos
3	Zonas con calidad paisajística Buena	48-57 puntos
4	Zonas con calidad paisajística Alta	58-67 puntos
5	Zonas con calidad paisajística Muy alta	68-78 puntos

De acuerdo con los valores propuestos en esta metodología, la calidad paisajística es muy baja entre las unidades paisajísticas. Para obtener la calidad paisajística del sitio del proyecto, se promedian los valores resultantes de la siguiente manera:

Valor paisajístico del sitio= unidad norte + unidad sur + unidad este + unidad oeste / 4

Valor paisajístico del sitio= 22 + 22 + 22 + 24 / 4 = **22.5**

De esta manera, el valor paisajístico del sitio es de una zona con calidad paisajística muy baja. Este resultado parece ser muy congruente con lo observado, ya que el área se encuentra bastante perturbada como consecuencia del uso de suelo al que se ha sido sometido por décadas. Como consecuencia, esta perturbación impide que la calidad del paisaje sea buena, a pesar de que el sitio presenta cubierta vegetal en el 100% de su superficie, misma que corresponde a vegetación secundaria.

c) Fragilidad del paisaje

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual, entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual

y viceversa. En general la fragilidad depende de las características del territorio. Con ello es posible de establecer una fragilidad intrínseca que depende de las características del territorio.

En primer término, de sus factores biofísicos: donde la fragilidad visual del punto o la unidad a medir dependerá de las características de cada elemento. Entre ellos están la pendiente, la orientación y la vegetación, por ejemplo: la fragilidad aumenta con el aumento de pendiente o la orientación, ya que la fragilidad visual aumenta en las solanas donde es más frágil el sitio, en contraparte las exposiciones con dirección oeste son menos frágiles. En segundo lugar, existen factores de visualización: donde la fragilidad del entorno está de acuerdo a la cuenca visual y dentro de ella sus características de compacidad, tamaño, extensión y forma, aquí cabe mencionar que un sector es más vulnerable cuando más visible es y mayor es su cuenca visual. El tercer término son los factores de singularidad (entre ellos los históricoculturales): donde aquellos sectores del territorio particularmente interesantes son siempre catalogados con una fragilidad elevada. Caben en este acápite la existencia de edificios, monumentos o parajes de carácter único y los valores tradicionales enraizados en la vida local aumentan la fragilidad.

Los factores que permiten evaluar la fragilidad de un paisaje se muestran en la siguiente tabla.

Factor	Característica	Valores de fragilidad	
		Nominal	Numérico
Densidad de la vegetación	67 - 100 % suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34 - 67 % suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0 - 34 % suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3
Diversidad de estratos de la vegetación	> 3 estratos vegetación	Bajo	1
	< 3 estratos vegetación	Medio	2
	1 estrato de vegetación dominante	Alto	3
Altura de la vegetación	> 3 m de altura promedio	Bajo	1
	> 1 m < 3 m de altura promedio	Medio	2
	< 1 m de altura promedio	Alto	3
Estacionalidad de la vegetación	Vegetación dominante perennifolia	Bajo	1
	Vegetación mixta	Medio	2
	Vegetación dominante caducifolia	Alto	3
Contraste cromático vegetación/vegetación	Manchas policromáticas sin pauta nítida	Bajo	1
	Manchas policromáticas con pauta nítida	Medio	2
	Manchas monocromáticas	Alto	3
Contraste cromático vegetación/suelo	Contraste visual bajo	Bajo	1
	Contraste visual medio	Medio	2
	Contraste visual alto	Alto	3
Pendiente	0 - 25 %	Bajo	1

	26 - 55 %	Medio	2
	> 55 %	Alto	3
Orientación del paisaje	Exposición sur-este	Bajo	1
	Exposición sureste-noroeste	Medio	2
	Exposición norte-oeste	Alto	3
Valor histórico y cultural	Baja unicidad, singularidad y/o valor	Bajo	1
	Media unicidad, singularidad y/o valor	Medio	2
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	Alto	3

Resultados

A continuación, se presenta el concentrado de los valores resultantes de acuerdo a los factores evaluados, así como la tabla que nos indica, de acuerdo a los resultados, la fragilidad del paisaje.

Factor	Unidad norte	Unidad sur	Unidad este	Unidad oeste
Densidad de la vegetación	3	3	3	3
Diversidad de estratos de la vegetación	3	3	3	3
Altura de la vegetación	2	2	2	2
Estacionalidad de la vegetación	3	3	3	3
Contraste cromático vegetación/vegetación	2	2	2	2
Contraste cromático vegetación/suelo	1	1	1	1
Pendiente	1	1	1	1
Orientación del paisaje	3	1	3	1
Valor histórico y cultural	1	1	1	1
Total	**19**	**17**	**19**	**17**
Fragilidad	**2.1**	**1.8**	**2.1**	**1.8**

Fragilidad (F) = f1 + f2 + f3 + f4 + f5 + f6 + f7 + f8 + f9 / 9

Fragilidad	Rango
Baja	1 - 1.6
Media	1.7 - 2-3
Alta	2.4 - 3

De acuerdo con los resultados de la evaluación, el sitio presenta una fragilidad media. Recordando que, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual, esta fragilidad media quiere decir que cualquier alteración en el medio afecta medianamente la calidad visual del mismo, la cual, como ya se mencionó, presenta una calidad muy baja.

IV.4.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

La Zona Metropolitano de Guadalajara durante los últimos 40 años tuvo un crecimiento extraordinario, pero durante el periodo 2000-2010 casi duplica su tamaño. La obstrucción del proceso de infiltración al suelo debido a la pavimentación de estas áreas urbanas reduce la capacidad de recarga de sus acuíferos, y la limitada cantidad de agua de recarga está expuesta a un fuerte deterioro. La reducción del volumen de infiltración natural también favorece el escurrimiento superficial y ayuda a que este se acumule con mayor rapidez en zonas planas, lo que provoca inundaciones.

El constante crecimiento del AMG incide directamente en la modificación de la topografía, y el crecimiento desordenado ha llevado a intensificar las condiciones de riesgo hidrometeorológico en la zona. Sin embargo, para el SA, debido a su baja concentración de infraestructura urbana, aun no se presentan condiciones con riesgo a inundación.

La hidrografía dentro del sistema ambiental se compone principalmente de corrientes intermitentes formadas por la topografía del sitio, no se presentan corrientes perennes. Todas fluyen hacia el Rio Santiago y ninguna de ellas traviesa por el predio del proyecto.

Las condiciones geológicas, edafológicas y geomorfológicas no impiden ni obstaculizan el desarrollo de una Planta Potabilizadora de Agua, el sitio del proyecto cuenta con las características óptimas para su desarrollo.

El Sistema Ambiental presenta predominantemente un uso rústico y agrícola, con una clara tendencia de transición hacia la urbanización. En la zona no se identifican comunidades forestales relevantes que pudieran verse afectadas por el desarrollo del proyecto. Por su parte, el predio donde se pretenden llevar a cabo las obras de ampliación de la PP5 se encuentra totalmente impactado, derivado del desarrollo previo de infraestructura destinada a la potabilización de agua. Asimismo, las áreas del predio que no cuentan con infraestructura presentan una condición completamente desprovista de cobertura vegetal.

La disponibilidad de agua tanto en el acuífero de Toluquilla como el de Cajititlán, está destinada en su mayoría para usos consuntivos, los cuales representan el 98% de su volumen total (REPDA-CONAGUA). El indicador de grado de presión sobre el recurso hídrico describe la intensidad del uso del recurso disponible respecto a la extracción total del recurso en la zona. Para la cuenca refleja un severo déficit de agua subterránea.

El factor antropogénico ha impactado altamente. El crecimiento poblacional ha sido tan alto que esta cantidad representa el triple de residentes en comparación con el año de 1990. La industrialización, acompañado de una política pública de promoción de vivienda e infraestructura urbana, ha aumentado la demanda y explotación de los recursos. La calidad de vida de la población depende del acceso a los bienes necesarios para su supervivencia. El agua potable, así como las aguas residuales, son de importancia fundamental para impedir y reducir la propagación de enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento y la salud.

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

ÍNDICE DE CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... 2

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS..... 2
V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 2
V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS..... 9
V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO 9
V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS..... 10
..... 11
DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS..... 12
V.4 CONCLUSIONES..... 32

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA V- 1. ACCIONES Y ACTIVIDADES IDENTIFICADAS COMO FUENTES DE CAMBIO EN LAS ETAPAS DEL PROYECTO. 3
TABLA V- 2. VALORIZACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO. 8
TABLA V- 3. CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO DE ACUERDO A SU VALORACIÓN CUANTITATIVA. 8
TABLA V- 4. INDICADORES DE IMPACTO CONSIDERADOS..... 9
TABLA V- 5. RESUMEN DE IMPACTOS CALIFICADOS..... 32

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Dada la naturaleza del proyecto y el constante usos de esta técnica en la EIA de proyectos de esta índole, para la construcción y operación de la Ampliación del proyecto Planta Potabilizadora PP5, la serie de impactos derivados de las modificaciones al ambiente causadas se identificarán y evaluarán mediante la utilización de la matriz causa-efecto de Leopold (Conesa,1997).

Esta matriz nos propiciará una identificación de las actividades o acciones que se realizarán durante las distintas etapas de ejecución del proyecto susceptibles de provocar impactos, así como los impactos ambientales que son provocados en cada uno de los elementos receptores. También que nos permita emitir las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de dichos impactos.

La matriz de Leopold fue modificada para adaptarla a las necesidades particulares de este proyecto para lograr un mejor análisis de los posibles impactos del proyecto hacia los elementos del ambiente. A continuación, se explica la simbología utilizada en la presentación de la matriz de Leopold modificada:

1 Existen impactos negativos de significancia baja
2 Existen impactos negativos de significancia media
3 Existen impactos negativos de significancia alta
1 Existen impactos positivos de significancia baja
2 Existen impactos positivos de significancia media
3 Existen impactos positivos de significancia alta

No existen impactos.- La actividad no presenta efectos en algún factor ambiental. Se representa dejando en blanco la celda de la matriz.

La identificación de impactos ambientales consiste en determinar la índole y la magnitud de las perturbaciones generadas por el proyecto; es decir, las interacciones entre las actividades en el sitio y los elementos ambientales receptores.

Para esto, dentro de las diferentes etapas del análisis se tomará en cuenta el elemento receptor del impacto, la actividad que lo origina, y diversos criterios como el carácter del impacto, su intensidad, su extensión, su sinergia, su persistencia, entre otros.

5.1.1.1 Identificación de las actividades o acciones del proyecto que ocasionarán cambios o perturbaciones

Durante el desarrollo del Capítulo II, donde explícitamente se genera una descripción técnica detallada del proyecto, fue posible identificar en el programa de actividades y en las fases o etapas descritas, una lista de posibles fuentes de disturbio o cambios, que específicamente, son las acciones y actividades del proyecto.

1. Etapa de preparación del sitio
2. Etapa de construcción
3. Etapa de operación

Etapa	Actividades susceptibles de provocar impactos	Clave
Preparación del sitio	Despalme del terreno	**A-1**
	Limpieza, Trazo y nivelación	**A-2**
	Excavaciones para cimentación	**A-3**
Construcción	Cimentación	**B-1**
	Suministro y colocación de acero de refuerzo	**B-2**
	Instalación de Ingenierías	**B-3**
	Suministro e instalación de equipos para Planta Potabilizadora	**B-4**
	Acceso y vialidades	**B-5**
	Obras de compensación	**B-6**
Operación	Uso de vialidades	**C-1**
	Tren de tratamiento de agua	**C-2**
	Tren de tratamiento de lodos	**C-3**
	Servicios auxiliares y mantenimiento de instalaciones	**C-4**
	Disposición de agua potabilizada	**C-5**

Tabla V- 1. Acciones y actividades identificadas como fuentes de cambio en las etapas del proyecto.

Se utilizarán los criterios de valoración propuestos por Conesa (1997), los cuales se presentan a continuación:

Carácter del impacto (CI): Se refiere al efecto positivo o negativo de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.

Carácter del impacto (CI)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
+	Positivo	----
-	Negativo	----
x	Previsto	Pero difícil de calificar sin estudios detallados, que relejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.

Intensidad del impacto (I): (Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.

Intensidad del impacto (I)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Baja	Afectación mínima.
2	Media	Afectación media.
4	Alta	Afectación alta.
8	Muy alta	Afectación muy alta.
12	Total	Destrucción casi total del factor.

Extensión del impacto (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).

Extensión del impacto (EX)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Puntual	Efecto muy localizado.
2	Parcial	Incidencia apreciable en el medio.
4	Extenso	Afecta una gran parte del medio.
8	Total	Generalizado en todo el entorno.
(+4)	Crítico	El impacto se produce en una situación crítica. En su caso se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.

Sinergia (SI): Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.

Sinergia (SI)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
2	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
4	Muy sinérgico	Altamente sinérgico.

Persistencia (PE): Refleja el tiempo en que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.

Persistencia (PE)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Puntual	Menor que un año.
2	Parcial	Entre uno y diez años.
4	Extenso	Mayor que diez años.

Efecto (EF): Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción (expresa la relación causa – efecto).

Efecto (EF)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Indirecto o secundario	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.
2	Directo o primario	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de este.

Momento del impacto (MO): Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.

Momento del impacto (MO)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Largo plazo	El efecto demora más de cinco años en manifestarse.
2	Mediano plazo	Se manifiesta en términos de uno a cinco años.
4	Corto plazo	Se manifiesta en términos de un año.
(+4)	Crítico	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.

Acumulación (AC): Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Acumulación (AC)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Simple	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
4	Acumulativo	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

Recuperabilidad (MC): Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras, protectoras o de recuperación).

Recuperabilidad (MC)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Recuperable de inmediato	----
2	Recuperable a mediano plazo	----
4	Mitigable	El efecto puede recuperarse parcialmente.
8	Irrecuperable	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.

Reversibilidad (RV): Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en que la alteración puede ser asimilada por el entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.

Reversibilidad (RV)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Corto plazo	Retorno a las condiciones iniciales en menos de un año.
2	Mediano plazo	Retorno a las condiciones iniciales entre uno y diez años.
4	Irreversible	Imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de diez años.

Periodicidad (PR): Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

Periodicidad (PR)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Irregular	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
2	Periódica	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
4	Continua	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.

Valor del elemento (VL): Criterio que se refiere al nivel de protección o conservación del elemento, según la normatividad aplicable.

Valor del elemento (VL)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Muy bajo	Cuando la protección o conservación del elemento no presenta ninguna preocupación.
2	Bajo	Cuando la conservación del elemento no es objeto de gran preocupación.
4	Medio	Las características del elemento hacen que su conservación sea de gran interés sin necesidad de un consenso.
8	Alto	Si el elemento exige a causa de su excepcionalidad una protección especial obtenida por consenso.
12	Legal	Cuando el elemento está protegido por una ley o en proceso de serlo.

Resistencia (RS): Criterio que se refiere al nivel de obstrucción que puede llegar a presentarse por la afectación de un elemento, ya sea que no presente ningún inconveniente, que se requiera la aplicación de medidas de mitigación o que este protegido por alguna ley.

Resistencia (RS)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
1	Muy débil	La utilización del elemento no supone inconveniente alguno
2	Débil	El elemento puede ser utilizado con la aplicación mínima de medidas de mitigación
4	Media	Se puede interferir en el elemento con medidas de prevención y mitigación
8	Grande	El elemento debe ser evitado a causa de su fragilidad ecológica
12	Muy grande	Aplica a un elemento que sólo será perturbado en una situación límite
16	Obstrucción	Cuando el elemento está protegido por una ley

La valoración cuantitativa del impacto, **importancia del efecto (IM),** se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente y su expresión es la siguiente:

Importancia del efecto (IM)
IM = ± [3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR + VL +RS]

Tabla V- 2. Valorización cuantitativa del impacto.

Una vez obtenida la valoración cuantitativa de la importancia del efecto se procede a la clasificación del impacto partiendo del análisis del rango de su variación de la importancia, según lo mencionada en la siguiente tabla:

Clasificación del impacto (CLI)		
Valor	**Clasificación**	**Descripción**
+	**Positivos**	
CO	**Compatible**	Si el valor es menor o igual que 30
M	**Moderado**	Si su valor es mayor que 30 y menor o igual que 55
S	**Severo**	Si su valor es mayor que 55 y menor o igual que 80
C	**Crítico**	Si su valor es mayo que 80

Tabla V- 3. Clasificación del impacto de acuerdo a su valoración cuantitativa.

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO

Los indicadores de impacto considerados son los elementos del medio ambiente afectados, o potencialmente afectados, por las acciones y actividades del proyecto. Para esto es necesaria la identificación de cada uno de los posibles elementos de las interacciones más relevantes que se puedan dar dentro del área de estudio y su área de influencia.

Los indicadores fueron seleccionados con referencia a lo expuesto en el marco ambiental en el Capítulo IV y bajo la definición genérica de indicador de impacto propuesta por Ramos (1987): "*un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio*". En este sentido, se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento del proyecto.

Indicadores Seleccionados		
Factores	**Elemento**	**Indicador**
Abióticos	Aire	Calidad del aire (emisiones de NOx, CO_2, COV's, PM_{10}) Incremento en los niveles de ruido Olores
	Suelo	Características fisicoquímicas Cambios de uso de suelo Generación de residuos
	Agua	Calidad del agua superficial Calidad y retención del agua subterránea Disponibilidad
	Paisaje	Calidad Fragilidad
Bióticos	Vegetación	Abundancia
	Fauna	Reducción de hábitats Fauna nociva.
Socioeconómicos	Población	Población flotante Tránsito y vialidades Servicio y calidad de vida Riesgos/Peligro
	Economía	Generación de empleo Inversión

Tabla V- 4. Indicadores de impacto considerados

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Como primer paso en la estimación cualitativa, se genera la matriz de Leopold (matriz general) considerando todas las relaciones causales sin importar la magnitud de la afectación ni la naturaleza del impacto. Las relaciones causales son clasificadas y se le proporciona un orden jerárquico de afectación. La matriz general de interacciones contiene a todas y cada una de las relaciones causa-efecto que son posibles identificar entre los indicadores de impacto y las actividades de las etapas del proyecto.

Una vez consideradas todas las relaciones causales sin importar la magnitud de los impactos, se procede a eliminar aquellas interacciones consideradas como no significativas.

Posteriormente, estas interacciones, son calificadas utilizando los criterios de valoración propuestos por Conesa (1997).

MATRIZ GENERAL CAUSA - EFECTO				IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES IMPACTANTES POR ETAPA											
				Preparación			Construcción						Operación				
Factores ambientales impactados				A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
MEDIO NATURAL	ABIÓTICOS	AIRE	Calidad del aire (emisiones de NOx, CO2, COV's, PM 10)	2		1							1	1			
			Incremento en los niveles de ruido	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		
			Olores											1	1		
		SUELOS	Características físicas														
			Cambios de uso de suelo	1													
			Generación de residuos	2	1	1	1	1	1	1	1	1			2	1	
		AGUA	Calidad del agua superficial														
			Calidad del agua subterránea	1			1					1					
			Disponibilidad											2			
		PAISAJE	Calidad			2		2	2				1				
			Fragilidad														
	BIÓTICOS	VEGETACIÓN	Abundancia	1								2					
		FAUNA	Reduccion de habitats									2					
			Fauna nociva														
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIOECONÓMICO	POBLACIÓN	Población flotante		1	1	1	1	1	1	1	1					
			Tránsito y vialidades	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
			Servicios y calidad de vida														2
			Riesgos / Peligros			1	1	1	1	1	1			2			
		ECONOMÍA	Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1
			Inversión	1	1	1	1	1	1	1	1	1					2

Descripción de los impactos

Elemento receptor	Aire
Descripción del impacto	

"Generación emisiones a la atmosfera durante la preparación y construcción del predio del proyecto"

- Generación de emisiones

La siguiente tabla muestra un resumen del volumen de gases de emisión producto de las obras de las obras preliminares del proyecto, considerando obras de despalme y excavación en una superficie de 3,000 m², así como el uso de equipo y maquinaria pesada.

Contaminante	**Emisión por transporte de material (kg)**	**Emisión por uso de maquinaria (kg)**	**Emisión aproximada total (kg)**
CO	3.941	2,075.09	2079.029
HC	1.793	615.36	617.153
NO_x	18.782	5,710.80	5729.582
MP_{10}	1.107	336.43	337.539

Unidades expresadas en kg

- Levantamiento de polvos

Emisión de levantamiento de polvos generada = 1.2105 ton

En general la afectación que tendrán las emisiones a la atmósfera como resultado de las obras preliminares de construcción de se considera como adversa moderada con una importancia media, dada la temporalidad de dicho impacto.

Criterio	**Evaluación**	**Valor**
Intensidad del impacto (I)	Media	2
Extensión del impacto (EX)	Parcial	2
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Directo o primario	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Mitigable	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1

Criterio	Evaluación	Valor
Periodicidad (PR)	Continua	4
Valor del elemento (VL)	Medio	4
Resistencia (RS)	Media	4
Calificación del impacto	**(-)36**	
Clasificación del impacto	**Moderado**	

Elemento receptor	Aire
Descripción del impacto	

"*Generación de ruido durante las obras de preparación y construcción del proyecto"*

El ruido en cualquier tipo de construcción es un problema que afecta al medio ambiente y a la salud de las personas **El daño dependerá básicamente de la intensidad y la duración o tiempo de exposición.**

El nivel de ruido se mide en decibelios. Se podría decir que, en general, se considera que la **exposición prolongada**, continua y diaria durante ocho horas al día, cuarenta horas a la semana, a una presión sonora de 87 dB, representa un grave riesgo. También es dañina, una exposición breve a **ruidos de impulso** que superen 120 dB.

La exposición al ruido será latente durante toda la etapa de preparación y construcción del proyecto alcanzando niveles de hasta 91 dB-A.

Criterio	Evaluación	Valor
Intensidad del impacto (I)	Alta	4
Extensión del impacto (EX)	Parcial	2
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Directo o primario	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Mitigable	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Continua	4
Valor del elemento (VL)	Medio	4
Resistencia (RS)	Media	4
Calificación del impacto	**(-)42**	
Clasificación del impacto	**Moderado**	

Elemento receptor	Aire
Descripción del impacto	

"*Generación de ruido durante la operación del proyecto"*

Esta se dará principalmente por el uso de bombas y sopladores durante la mayor parte del proceso, a diferencia del ruido en construcción, este permanece constante y continuo con el tiempo.

Se cuentan con medidas de atenuación del ruido y vibración que generan esta maquinaria, sin embargo, los Db-A que pueden alcanzar bombas de agua de la capacidad necesaria para la operación de la planta potabilizadora, son superiore a los 55 dB-A límite máximo permisible de nivel de sonido en zonas urbanas.

El impacto se considera moderado, principalmente por la intensidad del impacto y su periodicidad en el tiempo.

Criterio	**Evaluación**	**Valor**
Intensidad del impacto (I)	Alta	4
Extensión del impacto (EX)	Parcial	2
Sinergia (SI)	Sinérgico	2
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Indirecto	1
Momento del impacto (MO)	Mediano plazo	2
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Mitigable	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Continua	4
Valor del elemento (VL)	Medio	4
Resistencia (RS)	Media	4
Calificación del impacto	**(-)40**	
Clasificación del impacto	**Moderado**	

Elemento receptor	Aire
Descripción del impacto	

"*Generación de olores durante la operación del proyecto"*

A diferencia de las plantas de tratamientos de aguas residuales, las plantas potabilizadoras de agua no generan olores, ya que solo tratan agua cruda proveniente de un cuerpo de agua. Aunque contienen cierta carga contaminante, no se compara en ninguna medida a la tratada en una PTAR.

La generación de olores se dará solo si alguna parte del proceso se ve dañada o por el mal manejo general del proceso, en cuanto cantidades innecesarias de floculantes, estancamiento. Y esto, aunque es posible es poco probable y la emisión de olores seria apenas perceptible.

El impacto se considera compatible, ya que su efecto no es continuo y tampoco persiste con el tiempo.

Criterio	**Evaluación**	**Valor**
Intensidad del impacto (I)	Baja	1
Extensión del impacto (EX)	Puntual	1
Sinergia (SI)	No sinergico	1
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Persistencia	1
Momento del impacto (MO)	Directo	2
Acumulación (AC)	Corto plazo	4
Recuperabilidad (MC)	Simple	1
Reversibilidad (RV)	Inmediato	1
Periodicidad (PR)	Corto plazo	1
Valor del elemento (VL)	Irregular	1
Resistencia (RS)	Bajo	2
Calificación del impacto	**(-)20**	
Clasificación del impacto	**Compatible**	

Elemento receptor	Agua
Descripción del impacto	

Alteración en las características fisicoquímicas/ biológicas. Aguas superficiales

"Generación de aguas residuales y cuidado del recurso",

En la etapa de preparación y construcción de infraestructura de ampliación para el proyecto la generación de aguas residuales se deberá mayormente al uso de sanitarios portátiles que deberán ser instalados en las áreas de trabajo.

Estos residuos no serán descargados en el sitio del proyecto, le empresa contratada será la encargada del mantenimiento adecuado de la unidad y de la disposición del agua residual generada, su disposición final será mediante el servicio de alcantarillado municipal, después de haber sido neutralizadas.

Durante los 112 dias que duraran la obra civil e ingenierías para la ampliación del proyecto, se estima una generación de 38,400 litros de aguas residuales por uso de sanitarios.

El recurso será empleado (sin producir agua residual) en los riegos de las terracerías, para evitar el levantamiento de polvos durante las obras de construcción. Este riego deberá ser en horarios adecuados para reducir el gasto excesivo del recurso.

Este impacto se considera compatible, debido a su periodicidad, manejo y control.

Criterio	Evaluación	Valor
Intensidad del impacto (I)	Media	2
Extensión del impacto (EX)	Parcial	2
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Indirecto	1
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Mitigable	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Periódico	2
Valor del elemento (VL)	Bajo	2
Resistencia (RS)	Débil	2
Calificación del impacto	**(-)29**	

Criterio	Evaluación	Valor
Clasificación del impacto	**Compatible**	

Elemento receptor	Suelo
Descripción del impacto	

"Cambios de uso suelo por obras de preparación y construcción del proyecto"

El terreno destinado para las obras de ampliación de la planta de potabilización de agua, se encuentra dentro de los limites del predio ya en operación de la primera etapa del proyecto PP5. No cuenta con vegetación natural, se encuentra totalmente impactado, no presenta vegetación, y se encuentra desplantado. En su totalidad.

Los cambios de uso suelo radican entonces, en que al ser suelo desnudo aun se puede infiltrar agua al subsuelo, con las obras y la pavimentación esta superficie de infiltración se vera reducida.

Con las obras de ampliación del proyecto, se verán afectados 3,000 m² de suelo.

El cambio del suelo por obras de infraestructura o pavimentación será permanente (mientras dure la operación del proyecto), y se considera moderado al proyecto.

Criterio	Evaluación	Valor
Intensidad del impacto (I)	Media	2
Extensión del impacto (EX)	Parcial	2
Sinergia (SI)	Sinérgico	2
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Directo	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Irrecuperable	8
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Continuo	4
Valor del elemento (VL)	Bajo	2
Resistencia (RS)	Medio	4
Calificación del impacto	**(-) 39**	
Clasificación del impacto	**Moderado**	

Elemento receptor	Suelo
Descripción del impacto	

"Generación de residuos producto del despalme, nivelación y las excavaciones"

En la etapa de preparación del sitio (durante las actividades de despalme del terreno, la nivelación y las excavaciones); uno de los principales impactos ambientales esperado es la generación de residuos de manejo especial:

Los residuos de manejo especial que se espera se generen en esta etapa son en mayor volumen los residuos producto de la excavación. Se espera un volumen de generación de aproximadamente **6,000 m^3** de material de despalme y excavaciones en el sitio.

A pesar de que el destino final de dichos residuos será el adecuado, se considera de significancia media por los volúmenes esperados y las distancias e implicaciones del traslado.

En cuanto a residuos peligrosos; estos se generarán ya que la maquinaria utilizada recibirá mantenimientos preventivos, en los cuales se generan principalmente aceites gastados, estopas impregnadas y recipientes vacíos. Este tipo de residuos serán generados en la medida de lo posible fuera del sitio del proyecto (en talleres mecánicos) y serán manejados de manera adecuada de acuerdo a lo marcado en la legislación ambiental.

En caso que de que se requiera de algún mantenimiento o reparación en el sitio de proyecto, se implementarán las medidas de mitigación necesarias para reducir el efecto del impacto (tendrán recipientes adecuados para el tipo y cantidad de residuos peligrosos que se generen, se asignará un área especial para su almacenamiento y se contratará a una compañía especializada para el retiro de los residuos conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos).

Este impacto ambiental ocasionado por la generación de los distintos tipos de residuos será mitigado por el manejo y disposición de cada uno de ellos, aunque por su volumen se considera de significancia media, extenso y reversible (ya que se recibirá el manejo y disposición adecuada de los residuos durante esta etapa). Asimismo, se considera de corta duración, ya que solo abarca el periodo de tiempo de las actividades, representando una resistencia débil al proyecto.

Criterio	Evaluación	Valor
Intensidad del impacto (I)	Media	2
Extensión del impacto (EX)	Extenso	4
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Directo o primario	2

Criterio	Evaluación	Valor
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Mediano plazo	2
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Irregular	1
Valor del elemento (VL)	Bajo	2
Resistencia (RS)	Muy débil	1
Calificación del impacto	**(-) 30**	
Clasificación del impacto	**Moderado**	

Elemento receptor	Suelo
Descripción del impacto	

"Generación de residuos etapa de construcción"

En la etapa de construcción de las obras de ampliación, generara de igual manera residuos de manejo especial, residuos sólidos urbanos.

La generación de residuos durante la construcción, por escombros se estima en **144.32 toneladas**.

Por otro lado, entre los residuos sólidos urbanos (RSU) esperados a generar en esta etapa del proyecto se encuentran principalmente los residuos de empaque y embalajes generados por los trabajadores de la obra, así como restos de comida.

Estimando 70 personas trabajando en obra (como se estimó en el apartado de aguas residuales) y con una generación promedio de 0.5 kg por persona al día. Para el total de 112 dias naturales. Se calculan **3,920 kg de residuos sólidos urbanos**, durante las etapas preliminares y de construcción.

El almacenamiento de los RSU deberá realizarse en un área formalmente establecida dentro de tambos metálicos (señalizados), y la recolección y disposición final de los mismos deberá realizarse por el servicio de aseo público municipal o una empresa recolectora autorizada por la secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco (SEMADET).

Criterio	Evaluación	Valor
Intensidad del impacto (I)	Media	2
Extensión del impacto (EX)	Extenso	4
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Directo o primario	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Mediano plazo	2
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Irregular	1
Valor del elemento (VL)	Bajo	2
Resistencia (RS)	Muy débil	1
Calificación del impacto	**(-) 30**	
Clasificación del impacto	**Moderado**	

Elemento receptor	Suelo
Descripción del impacto	

"Generación de residuos en etapa de operación"

En la etapa de operación se generan residuos sólidos urbanos, en cantidades aceptables, alrededor de 150 kg/mes, compuestos principalmente de residuos sanitarios, empaques de comida, residuos orgánicos y excedentes de oficina. Los residuos sólidos urbanos serán recolectados y dispuestos mediante el sistema de recolección de residuos municipal de Tlajomulco de Zúñiga.

El principal residuo de manejo especial, serán los lodos inertes provenientes del tren de tratamiento, estos serán dispuestos a relleno sanitario certificado.

Sobre residuos peligrosos, serán provenientes exclusivamente del mantenimiento general de bombas, filtros, bandas, maquinaria pesada, etc. Y serán principalmente estopas de aceite gastado, se estima un aproximado de 50 kg al mes y una empresa certificada será la encargada del manejo y disposición final de los residuos. En la planta se contará con almacenes temporales para residuos peligrosos que cumple con todas las características citadas en Norma, (en el anexo Análisis de riesgo se presenta mayor detalle de los almacenes temporales de residuos peligrosos).

Este impacto se considera moderado debido a que los residuos principalmente lodos, persisten durante 10 años hasta su degradación e incorporación al suelo

Criterio	Evaluación	Valor
Intensidad del impacto (I)	Media	2
Extensión del impacto (EX)	Puntual	1
Sinergia (SI)	Sinérgico	2
Persistencia (PE)	Parcial	2
Efecto (EF)	Indirecto	1
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Mitigable	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Continua	4
Valor del elemento (VL)	Medio	4
Resistencia (RS)	Medio	4
Calificación del impacto	**(-) 35**	
Clasificación del impacto	**Moderado**	

Criterio	Evaluación	Valor
Elemento receptor	Agua subterránea	
Descripción del impacto		

"Reducción en la tasa de infiltración de agua subterránea"

La disminución de la cantidad del agua subterránea podrá presentarse de alguna manera por la reducción de terreno natural, esto debido a que las labores de despalme y limpieza e impermeabilización para la infraestructura de ampliación de la planta. Reducirán la capacidad de retención de agua pluvial en la zona, mientras que la compactación del terreno modificará las características de infiltración de este.

Dado que el sistema ambiental donde se localiza el proyecto se encuentra perturbado por la actividad antropogénica; el efecto que tendrá este impacto se ha considerado como bajo, debido a que no se verá afectada una extensión considerable de terreno, sin resultar representativo para el sistema ambiental.

Criterio	Evaluación	Valor
Intensidad del impacto (I)	Baja	1
Extensión del impacto (EX)	Puntual	1
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Parcial	2
Efecto (EF)	Directo o primario	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	De inmediato	1
Reversibilidad (RV)	Irreversible	4
Periodicidad (PR)	Irregular	1
Valor del elemento (VL)	Bajo	2
Resistencia (RS)	Débil	2
Calificación del impacto	**(-) 25**	
Clasificación del impacto	**Compatible**	

Elemento receptor	Paisaje
Descripción del impacto	

"Cambio en la naturalidad del paisaje por las obras de preparación y construcción del proyecto"

Las obras de preparación y construcción de la ampliación de la Planta Potabilizadora PP5, por sus dimensiones, impactaran sobre el sitio del predio del proyecto. El uso de maquinarias para el despalme y excavaciones dentro de 3,000 m². afectaran de manera puntual sobre el espacio y en un periodo especifico de tiempo.

Durante la construcción del proyecto, la instalación de grandes tanques y fosas de contención de agua para el tren de tratamiento, interferirás sobre la fragilidad del paisaje; sin embargo, debido a que el paisaje del predio ya se encuentra impactado por obras e instalaciones anteriores y de la misma naturaleza del proyecto y que este impacto no tendrá repercusiones sobre el Sistema Ambiental, se considera compatible a las obras del proyecto.

Criterio	**Evaluación**	**Valor**
Intensidad del impacto (I)	Baja	1
Extensión del impacto (EX)	Puntual	1
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Parcial	2
Efecto (EF)	Directo o primario	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	De inmediato	1
Reversibilidad (RV)	Irreversible	4
Periodicidad (PR)	Irregular	1
Valor del elemento (VL)	Bajo	2
Resistencia (RS)	Débil	2
Calificación del impacto	**(-) 25**	
Clasificación del impacto	**Compatible**	

Elemento receptor	Suelo
Descripción del impacto	

"Afectación a la vegetación por obras de despalme"

Para la ejecución de las obras correspondientes a la ampliación de la Planta Potabilizadora se contempla la intervención de una superficie aproximada de 3,000 m², localizada dentro de un predio que actualmente se encuentra en operación y previamente delimitado.

Las actividades constructivas requerirán labores de despalme superficial, sin que se prevean excavaciones que impliquen la remoción de vegetación establecida. El área destinada a la ampliación no presenta vegetación arbórea ni arbustiva, encontrándose cubierta únicamente por vegetación herbácea de temporal, propia de sitios previamente impactados y desprovistos de suelo fértil, derivado de las actividades históricas asociadas a la operación de la planta. Cabe señalar que la totalidad del predio se encuentra previamente impactada y desplantada, por lo que la remoción de la cobertura herbácea no representa la pérdida de comunidades vegetales relevantes ni de especies con valor ecológico o de conservación.

La afectación se limita a la **remoción del estrato superficial del suelo**, lo cual puede generar una **alteración puntual y temporal** sobre pequeños invertebrados asociados al sustrato; sin embargo, dicha afectación es **reversible**, se presenta en una superficie acotada y no compromete la funcionalidad ecológica del área. En este sentido, el impacto se clasifica como **compatible**, al desarrollarse en un sitio previamente transformado y no representar una modificación sustancial del medio biótico.

Criterio	Evaluación	Valor
Intensidad del impacto (I)	Baja	1
Extensión del impacto (EX)	Puntual	1
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Parcial	2
Efecto (EF)	Directo o primario	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Mitigable	4
Reversibilidad (RV)	Mediano plazo	2
Periodicidad (PR)	Irregular	1
Valor del elemento (VL)	Medio	4
Resistencia (RS)	Débil	2
Calificación del impacto	**(-) 28**	
Clasificación del impacto	**Compatible**	

Elemento receptor	Fauna
Descripción del impacto	

"Proliferación de fauna nociva"

Durante la operación de la PP5, en caso de un mal manejo de lodos o falta de control y mantenimiento, podría generar la proliferación de fauna nociva, como ratas, cucarachas, moscas, mosquitos y otros insectos incrementando el riesgo de transmisión de enfermedades.

Este riesgo es poco probable, sin embargo, debido a la naturaleza del proyecto, este riesgo es posible. La prevención de proliferación de fauna nociva es crucial para la operación del proyecto en cada una de sus etapas.

Por su condición de prevenible, controlable y mitigable, este impacto se considera como compatible, sin embargo, el valor del elemento y su resistencia lo convierten en un impacto moderado.

Criterio	Evaluación	Valor
Intensidad del impacto (I)	Media	2
Extensión del impacto (EX)	Puntual	1
Sinergia (SI)	Sinérgico	2
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Indirecto	1
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Corto plazo	1
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Irregular	1
Valor del elemento (VL)	Medio	4
Resistencia (RS)	Medio	4
Calificación del impacto		**(-) 29**
Clasificación del impacto		**Compatible**

Elemento receptor	Población
Descripción del impacto	

"Potenciales derrames y/o incendio; así como toxicidad por exposición durante la operación"

Durante las labores de preparación del sitio y construcción de la Planta Potabilizadora, será necesaria la utilización de sustancias químicas con características de peligrosidad, principalmente diesel, y aceites lubricantes para la operación de maquinaria pesada, las sustancias involucradas en el proceso constructivo del proyecto. es importante señalar que durante esta etapa no será almacenadas.

Sin embargo, el mayor riesgo por el uso de sustancias peligrosas se dará en la etapa de operación, en donde se almacenarán además de sustancias para el mantenimiento de la maquinaria, el riesgo más alto corre por el almacenamiento de gas cloro y este será empleado en el proceso de desinfección final del tratamiento de agua

El impacto generado por el riesgo ambiental se considera de intensidad alta, debido a los volúmenes que se manejarán. Es importante señalar, que se contará con un estudio de análisis de riesgo especifico, la capacitación y las medidas de seguridad necesarias para minimizar los riesgos.

Criterio	**Evaluación**	**Valor**
Intensidad del impacto (I)	Media	2
Extensión del impacto (EX)	Parcial	2
Sinergia (SI)	Altamente sinérgico	4
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Directo	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Mitigable	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Irregular	1
Valor del elemento (VL)	Medio	4
Resistencia (RS)	Medio	4
Calificación del impacto	**(-) 36**	
Clasificación del impacto	**Moderado**	

Elemento receptor	Población
Descripción del impacto	

"Incremento en la población flotantes, tránsito y vialidades"

Las obras de preparación y construcción por ampliación de la planta potabilizadora, aumentarán tanto la población flotante como el flujo de tránsito sobre las vialidades en la zona.

La población flotante incrementara debido a la cantidad de trabajadores temporales en las obras de preparación y construcción. El flujo vehicular es impactante debido a la gran cantidad de camiones de carga pesada tanto por acarreo de materiales como de residuos de excavación principalmente en las primeras etapas de la obra.

Durante la operación, este flujo tanto de población como de tránsito en la zona se verá reducido, debido a que el número de empleados operativos no supera las 20 personas.

Este impacto no tendrá repercusiones sobre el Sistema Ambiental, principalmente por que sobre la redonda principal al predio del proyecto solo hay predios rústicos y no de vivienda. Se considera compatible a las obras del proyecto, mitigable y de corta duración.

Criterio	**Evaluación**	**Valor**
Intensidad del impacto (I)	Baja	1
Extensión del impacto (EX)	Puntual	1
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Parcial	2
Efecto (EF)	Directo o primario	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	De inmediato	1
Reversibilidad (RV)	Irreversible	4
Periodicidad (PR)	Irregular	1
Valor del elemento (VL)	Bajo	2
Resistencia (RS)	Débil	2
Calificación del impacto	**(-) 25**	
Clasificación del impacto	**Compatible**	

Positivos

Elemento receptor	Vegetación
Descripción del impacto	

Causa - "Aumento de áreas verdes por medidas de compensación"
Efectos: "Amortiguamiento de los niveles de ruido"
"Purifica el aire"
"Beneficios al paisaje"
"Protege al suelo de la erosión"
"Hábitat de avifauna local"

EL plan maestro (totalidad del proyecto) en sus 4 etapas, incluye la plantación de 61 individuos arbóreos en el área limítrofe del predio del proyecto.

Un plan de reforestación tiene múltiples beneficios para el medio ambiente y los ecosistemas, algunos de los más importantes con relación al proyecto:

- Los árboles crecidos, beneficiaran, entre otras cosas, como barreras hacia el exterior, contra el ruido que generara la Planta Potabilizadora PP5, en su etapa de operación.
- Purifica el aire a nivel local.
- Aumentará la infiltración de agua al subsuelo, mejorando la calidad del suelo.
- Servirá como refugio de aves.

Criterio	**Evaluación**	**Valor**
Intensidad del impacto (I)	Alta	4
Extensión del impacto (EX)	Extenso	4
Sinergia (SI)	Altamente Sinérgico	4
Persistencia (PE)	Extenso	4
Efecto (EF)	Directo o primario	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Acumulativo	4
Recuperabilidad (MC)	De inmediato	1
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Continua	4
Valor del elemento (VL)	Alto	8
Resistencia (RS)	Muy débil	1
Calificación del impacto	**(+) 53**	
Clasificación del impacto	**Positivo**	

Elemento receptor	Economía
Descripción del impacto	

"Generación de empleos temporales durante la etapa de preparación y construcción del proyecto"

Se identificó como impacto benéfico de importancia baja la acción de contratación de mano de obra que generará nuevas fuentes de empleo temporal en la zona durante los trabajos de preparación del sitio y construcción de la Planta potabilizadora, considerándose poco representativa.

La duración del impacto benéfico será poca, dado que el calendario de obra contempla una duración de las obras de seis meses.

Criterio	**Evaluación**	**Valor**
Intensidad del impacto (I)	Baja	1
Extensión del impacto (EX)	Puntual	1
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Puntual	1
Efecto (EF)	Directo o primario	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	Inmediato	1
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Irregular	1
Valor del elemento (VL)	Bajo	2
Resistencia (RS)	Muy débil	1
Calificación del impacto	**(+) 20**	
Clasificación del impacto	**Positivo**	

Elemento receptor	Disponibilidad de agua como recurso y Economía
Descripción del impacto	

El uso final del agua tratada traerá consigo dos importantes impactos:

"Disponibilidad del agua potable"

Se aumentará el flujo tratado de 500 a 1250 lps. La disposición final del agua tratada de estos 750 lps extras, servirá para el abastecimiento del recurso en colonias marginadas que carecen del suministro de agua de buena calidad para su consumo.

El tratamiento mediante cloración asegurara la calidad para el uso en este sector de la población, como bien es sabido el acuífero de Toluquilla se encuentra sobreexplotado. Y esta acción garantizaría el recurso para una parte del sector. Esta acción lleva por su parte al siguiente impacto positivo

Criterio	**Evaluación**	**Valor**
Intensidad del impacto (I)	Alta	4
Extensión del impacto (EX)	Extenso	4
Sinergia (SI)	No sinérgico	1
Persistencia (PE)	Extenso	4
Efecto (EF)	Directo o primario	2
Momento del impacto (MO)	Corto plazo	4
Acumulación (AC)	Simple	1
Recuperabilidad (MC)	De inmediato	1
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
Periodicidad (PR)	Continua	4
Valor del elemento (VL)	Alto	8
Resistencia (RS)	Muy débil	1
Calificación del impacto	**(+) 47**	
Clasificación del impacto	**Positivo**	

V.4 CONCLUSIONES

Etapa del proyecto	Impacto	Importancia	Clasificación
Preparación del sitio	Generación emisiones a la atmosfera	-36	Moderado
	Generación de ruido	-42	Moderado
	Generación de residuos producto del despalme, nivelación y las excavaciones	-30	Moderado
	Reducción en la tasa de infiltración de agua subterránea	-25	Compatible
	Afectación a la vegetación herbácea	-28	Compatible
	Afectación a las características físicas del suelo	-39	Moderado
Preparación y construcción	Generación emisiones a la atmosfera	-36	Moderado
	Generación de ruido	-42	Moderado
	Cambios de uso suelo	-39	Moderado
	Generación de residuos por construcción	-30	Moderado
	Generación de aguas residuales	-29	Compatible
	Cambio en la naturalidad del paisaje	-25	Compatible
	incremento en la población flotantes, tránsito y vialidades	-25	Compatible
	Generación de empleos temporales	20	Positivo
Operación	Generación de ruido	-40	Moderado
	Generación de olores durante la operación del proyecto	-20	Compatible
	Proliferación de fauna nociva	-29	Compatible
	Generación de residuos	-35	Moderado
	Potenciales derrames y/o incendio	-36	Moderado
	Disponibilidad del agua potable	47	Positivo
	Generación de empleos	20	Positivo
Compensación ambiental	Amortiguamiento de los niveles de ruido	53	Positivo
	Purificación del aire	53	Positivo
	Calidad del paisaje	53	Positivo
	Protección al suelo de la erosion	53	Positivo
	Hábitat de avifauna local	53	Positivo

Tabla V- 5. Resumen de impactos calificados.

Se detectaron 16 impactos distintos al ambiente, derivados de las obras de Preparación, Construcción y Operación del Proyecto. De manera particular se evaluaron los impactos producidos por las obras de compensación por la construcción y operación del proyecto; resultando en 5 impactos positivos.

En total se enlistaron 24 impactos, de ellos 7 compatibles, 11 de clasificación moderada y 8 impactos positivos.

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 2

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 2

VI.1.1 CLASIFICACION Y DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 2

VI.1.2 PROHIBICIONES 14

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 15

VI.3 CAPACITACION Y SUPERVICION 18

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS 18

ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN 19

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA VI- 1. NOMENCLATURA DE ACCIONES DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 3

TABLA VI- 2. PLAN DE ACCIÓN PARA EL MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO. 17

TABLA VI- 3. CAPACITACIONES 18

TABLA VI- 4. ESPECIES ARBÓREAS NATIVAS PROPUESTAS PARA REFORESTACIÓN. 20

TABLA VI- 5. ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN 21

TABLA VI- 6. COSTOS DE REFERENCIA PARA ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN O RESTAURACIÓN Y SU MANTENIMIENTO 23

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

VI.1.1 CLASIFICACION Y DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En este capítulo se presentan y describen las propuestas de medidas generales de mitigación de impactos a manera de fichas técnicas.

En las fichas técnicas de cada medida se indican las acciones a realizar para los impactos identificados, clasificándose de acuerdo con su carácter, de prevención, remediación, rehabilitación, compensación y reducción.

Clasificación de las medidas:

Según el sitio de incidencia del impacto

- **AD.-** Impactos en área de afectación directa del proyecto (predio donde se desarrollará el proyecto).
- **AA.-** Impactos en área de estudio (más allá del predio del proyecto).

Según su naturaleza o carácter

- **PR Medidas de Prevención**.- aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- **RE Medidas de Remediación**.- acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- **CO Medidas de Compensación**.- acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado
- **RD Medidas de Reducción.-** Acción o medida de minimizar el impacto.

En función del tipo de acciones que éstas implican

- **CA Consideraciones de tipo Ambiental**.- medidas destinadas a mantener o recuperar un estado de equilibrio aceptable en el ambiente.
- **EC Especificaciones de construcción**.- obras civiles o hidráulicas dirigidas a lograr un mejor desarrollo del proyecto dentro del *entorno* ambiental, minimizando o eliminando posibles impactos.

- **NR Normatividad y reglamentos**.- acciones dentro de un marco normativo específico, de índole nacional, estatal o local; así como creación de reglas y reglamentos particulares de la obra.
- **XX Otras**.- acciones que difícilmente *pueden* ser ubicadas en cualquiera de las anteriores categorías.

En función del seguimiento y monitoreo de cada una de las medidas de mitigación.

- **OB Objetivo de la medida.-** Es el objetivo que pretende realizar la medida de mitigación en su ejecución para contrarrestar el impacto ambiental.
- **VT Viabilidad Técnica.-** Es la posibilidad técnica que de ejecutar lo propuesto la medida de mitigación, es decir las posibilidades reales de que la medida de mitigación se pueda ejecutar satisfactoriamente.
- **IA Indicador Ambiental.-** El indicador ambiental permite monitorear la medida de mitigación dentro del programa de monitoreo ambiental que se desprenda de la presente resolución.

La nomenclatura utilizada en las fichas se muestra en la siguiente tabla:

I.- Incidencia del Impacto	
AD	Área de Afectación directa del proyecto y sus cercanías
AA	Área de Afectación aguas abajo del proyecto
II.- Naturaleza de la Medida de Mitigación	
PR	Prevención
RE	Remediación
CO	Compensación
RD	Reducción
III.- Tipo de medida	
CA	Consideraciones de tipo Ambiental
EC	Especificaciones de construcción
NR	Normatividad y reglamentos
XX	Otras
IV.- Seguimiento y Monitoreo	
OB	Objetivo de la Medida
VT	Viabilidad Técnica
IA	Indicador Ambiental

Tabla VI- 1. Nomenclatura de acciones de medidas de mitigación.

A continuación, se presentan las medidas de mitigación propuestas para el proyecto que surgen de los impactos ambientales evaluados por la presente manifestación de impacto ambiental.

Ficha No.	1	**Componente Ambiental**	Calidad del aire

Incidencia	**Naturaleza**	**Tipo de medida**
AD	PR	CA, NR

Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Generalidades del impacto esperado**	**Donde ocurrirá el impacto**
Al efectuar el movimiento de tierras durante las actividades de la preparación del sitio, así como la presencia de maquinaria durante las obras de ampliación	**Negativo** Generación de ruido, levantamiento de polvo y emisión de gases de combustión	En el predio y sus cercanías

Medida de mitigación propuesta	**Inicio**	**Término**
Se deberán aplicar riegos en los caminos de acceso, así como en las áreas de trabajo con el objetivo de reducir la emisión de partículas al ambiente. Se deberá contar con una bitácora de riego. Asimismo, durante el traslado de los materiales y residuos de las excavaciones (tierra y residuos vegetales) en camiones de volteo, ésta se deberá cubrir con una lona o plástico para evitar su dispersión. Utilizar maquinaria en buenas condiciones mecánicas para reducir la generación de emisiones. Verificar que la maquinaria utilizada cuente con los dispositivos correspondientes que se apegue a lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-011-STPS-2001, las cuales establecen los límites máximos permisibles de emisión de ruido y su método de medición. Solicitar parque automotor nuevo o que esté verificado. Manteniendo el estado de los escapes de la maquinaría en constante mantenimiento para disminuir la cantidad de ruido generado. Evitar el uso de maquinaria pesada en horarios	Inicio de la preparación del sitio	Fin de la construcción

nocturnos, para no perturbar a la población cercana.			
OB	Reducir en la medida de lo posible, la afectación a la calidad del aire y la fauna local, derivada del ruido y las emisiones contaminantes		
VT	El contar con maquinaria en buenas condiciones, así como aplicar riego en las áreas de circulación y de trabajo, son actividades técnicamente viables. Se deberá contar con bitácora de riego		
IA	El indicador ambiental será el cumplimiento en el programa de mantenimiento de la maquinaría utilizada, el monitoreo de los camiones que trasladen los materiales y residuos, y el registro de los riegos aplicados		

Ficha No.	2	**Componente Ambiental**	Calidad del agua
Incidencia	**Naturaleza**	**Tipo de medida**	
AD	PR	CA, NR	
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Generalidades del impacto esperado**	**Donde ocurrirá el impacto**	
Durante la etapa de preparación y construcción de las obras de ampliación	**Negativo** Generación de aguas residuales y cuidado del recurso	En el predio	
Medida de mitigación propuesta	**Inicio**	**Término**	
Se deberán hacer uso responsable y eficiente del recurso. Se deberá de Contar con servicios sanitarios portátiles para los trabajadores y que tengan servicio de mantenimiento semanal, la cantidad deberá ser acorde al número de trabajadores en obra. Se deberá de hacer uso de dispositivos ahorradores de agua para la limpieza general y el riego de las zonas que conlleven al	Inicio de la preparación del sitio	Fin de la construcción	

levantamiento de polvo. Promover riego en horarios donde la incidencia solar sea menor, para evitar pérdidas por evaporación y eficientar el recurso.		

OB	Reducir en la medida de lo posible, la afectación a la calidad del agua, eficientar el uso del recurso.
VT	El contar con horarios fijos para usos eficientes del agua, así como dispositivos ahorradores contribuyen al cuidado del recurso.
IA	El indicador ambiental será el cumplimiento en el programa de mantenimiento, bitácoras de construcción y el registro de los riegos aplicados

Ficha No.	3	**Componente Ambiental**	Suelo, calidad del agua

Incidencia	**Naturaleza**	**Tipo de medida**
AA	RD	CA, NR
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Generalidades del impacto esperado**	**Donde ocurrirá el impacto**
Durante las labores de preparación del sitio y construcción de las obras de ampliación	**Negativo** Generación de residuos sólidos no peligrosos	En el sitio del proyecto y en los sitios de disposición final de los residuos

Medida de mitigación propuesta	**Inicio**	**Término**
Utilizar en la mayor medida posible el producto de las excavaciones para las labores de nivelación y relleno. Esparcir el material vegetal sobrante sobre los suelos susceptibles y áreas verdes, para evitar erosión. Se deberá evitar colocar los residuos o materiales	Inicio de la preparación del sitio	Término de la construcción

de construcción sobre el terreno natural Se colocarán tambos metálicos para la disposición de residuos sólidos conforme avance la obra. Se deberá establecer un convenio con el municipio o alguna empresa de recolección para que brinde los servicios de recolección periódica de los residuos generados durante la obra. Quedará estrictamente prohibido almacenar de manera conjunta (mezclados) los residuos peligrosos con los residuos no peligrosos. Durante las labores de excavación, se deberá evitar colocar los residuos cercanos a arroyos o cuerpos de agua, para evitar su contaminación y asolvamiento. Los acarreos se deberán realizar en camiones cubiertos con lonas y procurar que los caminos se mantengan húmedos.		

OB	Evitar la contaminación del suelo, subsuelo o cuerpos de agua, por disposición inadecuada de los residuos
VT	El correcto almacenamiento y disposición final de los residuos generados no implica elevados costos, resultando viable para la ejecución del proyecto
IA	Los indicadores ambientales serán las bitácoras de generación y los comprobantes de la disposición final de los residuos

Ficha No.	4	**Componente Ambiental**	Fauna

Incidencia	**Naturaleza**	**Tipo de medida**
AD	RD	CA, NR

Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Generalidades del impacto esperado**	**Donde ocurrirá el impacto**
Durante las actividades de desmonte, despalme y corte.	**Negativo** Destrucción de hábitat y afectación a especies con estatus o de interés	En el sitio del proyecto

Medida de mitigación propuesta	**Inicio**	**Término**
Se deberán realizar acciones de ahuyentamiento de fauna, previo a la entrada de la maquinaria. - En el caso de encontrar fauna cerca de la obra se deberá evitar la apropiación, captura, tráfico o muerte de los animales hallados en la zona por parte del personal contratado. No se realizarán actividades de quema de maleza, uso de herbicidas o productos químicos durante las actividades de desmonte y despalme. Después de haber realizado el relleno y acostillado de cualquier obra, se recomienda dejar el sitio con las condiciones originales; ya sea mediante reforestación (o únicamente colocación de hierbas y arbustos nativos), o las medidas que la autoridad determine.	Inicio de la preparación del sitio	Término de la construcción

OB	Evitar la cacería, comercialización, extracción u otra afectación de la fauna silvestre del área.
VT	Implementar un reglamento es algo que se puede llevar de manera práctica durante la ejecución del proyecto.
IA	Los reportes del Programa de Seguimiento Ambiental.

Ficha No.	5	**Componente Ambiental**	Suelo, calidad del agua

Incidencia	**Naturaleza**	**Tipo de medida**
AA	RD	CA, NR

Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Generalidades del impacto esperado**	**Donde ocurrirá el impacto**
Durante las labores de preparación del sitio y construcción de las obras de ampliación	**Negativo** Generación de residuos peligrosos	En el sitio del proyecto y en los sitios de disposición final de los residuos

Medida de mitigación propuesta	**Inicio**	**Término**
Los residuos peligrosos serán generados por las empresas contratistas en su mayoría fuera del sitio del proyecto (en talleres mecánicos); sin embargo, se puede dar el caso de que se requiera realizar algún mantenimiento in situ y se generen residuos peligrosos, por lo que se deberá implementar un área adecuada para su almacenamiento temporal y se deberá supervisar que los residuos peligrosos se dispongan a través de empresas recolectoras autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Residuos peligrosos: se deberán colocar en contenedores con tapa y bajo techo, los productos sobrantes se tendrán forzosamente que entregar mediante manifiesto de entrega transporte y recepción de residuos peligrosos a la empresa responsable, verificando que esta cuente con las autorizaciones respectivas para el transporte y la disposición final. Se deberá capacitar al personal de la obra, en materia de identificación, separación y almacenamiento de residuos peligrosos. Y deberán contar con una bitácora de residuos	Inicio de la preparación del sitio	Término de la construcción

OB	Evitar la contaminación del suelo, subsuelo o cuerpos de agua, por

	disposición inadecuada de los residuos.
VT	El correcto almacenamiento y disposición final de los residuos generados no implica elevados costos, resultando viable para la ejecución del proyecto.
IA	Los indicadores ambientales serán la bitácora de generación y los manifiestos de la disposición final de los residuos.

Ficha No.	6	**Componente Ambiental**	Suelo, calidad del agua
Incidencia	**Naturaleza**	**Tipo de medida**	
AA	RD	CA, NR	
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Generalidades del impacto esperado**	**Donde ocurrirá el impacto**	
Durante la operación de la Planta Potabilizadora	**Negativo** Generación de lodos	En el sitio del proyecto y en los sitios de disposición final de los lodos	
Medida de mitigación propuesta	**Inicio**	**Término**	
Los lodos deberán de ser estabilizados y deshidratados, sus características físicas y químicas se deberán de monitorear continuamente y darles una correcta disposición final en rellenos sanitarios Los acarreos se deberán realizar en camiones cubiertos con lonas y procurar que los caminos se mantengan húmedos. En su caso, deberán almacenarse temporalmente en un área delimitada y señalizada.	Inicio de la operación	Término de la operación	
OB	Correcto manejo de re-uso de lodos evitando así la contaminación del suelo, subsuelo o cuerpos de agua, por disposición inadecuada.		
VT	La estabilización, deshidratación y disposición final adecuada de los lodos, resultan acciones viables, contempladas como parte de la operación del proyecto.		

IA	Los indicadores ambientales serán los comprobantes de la disposición final y la bitácora de estabilización de los lodos.

Ficha No.	7	**Componente Ambiental**	Calidad del aire

Incidencia	**Naturaleza**	**Tipo de medida**
AD	RD	CA

Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Generalidades del impacto esperado**	**Donde ocurrirá el impacto**
Durante la operación de la Planta Potabilizadora PP5	**Negativo** Emisión de contaminantes atmosféricos (emisión de Compuestos Orgánico Volátiles, ruido y olores)	En el sitio del proyecto

Medida de mitigación propuesta	**Inicio**	**Término**
Se deberán de revisar periódicamente los procesos de aireación y recirculación de los lodos, para evitar una mayor generación de olores. Se deberá revisar el correcto funcionamiento de la planta en cada uno de los escenarios de su instalación, para que no se emita ninguna clase de olores. Los canales en las áreas de bombeo y de pretratamiento, tendrán cubiertas para el control de olor. Evitar la acumulación de los lodos no estabilizados. Para minimizar la propagación de ruido se deberá colocar una franja arborizada que sirva como barrera; así como dar mantenimiento continuo a los equipos de bombeo para que funcionen adecuadamente y no generen ruidos excesivos, y	Inicio de la operación	Término de la operación

sistemas de insonorización.			
OB	Reducir en la medida de lo posible, la afectación a la calidad del aire por la operación de la Planta Potabilizadora		
VT	El desodorizado, así como el mantenimiento continuo a los equipos, son actividades técnicamente viables y sin resistencia para la operación de la Planta Potabilizadora		
IA	Los indicadores ambientales serán los programas y comprobantes de los mantenimientos realizados		

Ficha No.	8	**Componente Ambiental**	Suelo
Incidencia	**Naturaleza**		**Tipo de medida**
AA	RD		CA, NR
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Generalidades del impacto esperado**		**Donde ocurrirá el impacto**
Durante la operación de la Planta Potabilizadora PP5	**Negativo** Generación de residuos peligrosos y sólidos no peligrosos		En el sitio del proyecto y en los sitios de disposición final de los lodos
Medida de mitigación propuesta		**Inicio**	**Término**
Tener tambos y un área debidamente establecida para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos no peligrosos, y otra para los residuos peligrosos (cada una cumpliendo con los requisitos establecidos en la legislación aplicable) Tener contratos con empresas autorizadas para la recolección y disposición final de los residuos. Capacitar al personal involucrado en el manejo de residuos, enfatizando en la correcta separación de residuos sólidos no peligrosos y residuos peligrosos. En el caso de los residuos urbanos en oficinas y		Inicio de la operación	Término de la operación

áreas comunes, se deberán colocar en contenedores de 770 litros debidamente rotulados, en donde se recolectarán los residuos, para que en un momento dado sean transportados y dispuestos por empresas autorizadas y contratadas para dichos fines. Llevar registro en bitácora de la generación de residuos.		

OB	Evitar la contaminación del suelo, subsuelo o cuerpos de agua, por disposición inadecuada de los residuos
VT	El correcto almacenamiento y disposición final de los diferentes tipos de residuos no implica elevados costos, resultando viable para la ejecución del proyecto.
IA	Los indicadores ambientales serán las bitácoras de generación y los comprobantes de la disposición final de los residuos

Ficha No.	9	**Componente Ambiental**	Fauna, Salud

Incidencia	**Naturaleza**	**Tipo de medida**
AD	PR	CA

Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Generalidades del impacto esperado**	**Donde ocurrirá el impacto**
Durante la operación de la Planta Potabilizadora PP5	Negativo Proliferación de fauna nociva	En el sitio del proyecto, pudiendo extenderse a las cercanías

Medida de mitigación propuesta	**Inicio**	**Término**
Incorporar un programa de control de plagas. En el caso de proliferación de moscas, mosquitos u otros, se deberán mitigar adecuadamente por métodos químicos aprobados o naturales según sea la solución de tratamiento adoptada. Evitar la acumulación de los lodos no estabilizados por tiempos prolongados en el sitio de la Planta	Inicio de la operación	Término de la operación

Potabilizadora		
OB	Reducir en la medida de lo posible la proliferación de fauna nociva.	
VT	El control de plagas resulta una opción viable durante la operación de la Planta Potabilizadora PP5.	
IA	Los indicadores ambientales serán los programas de control de plagas.	

VI.1.2 **PROHIBICIONES**

Queda estrictamente prohibido el uso de sustancias nocivas para la salud, llámese alcohol, tabaco o cualquier tipo de estimulante psicoactivo dentro de la Planta Potabilizadora PP5.

Queda prohibida la quema de material vegetal (hierbas) o de cualquier otro tipo durante la preparación del sitio, construcción y operación de la Planta Potabilizadora PP5.

Queda prohibido el uso de explosivos en cualquier etapa del proyecto

Queda prohibido depositar y abandonar sobre corrientes o cuerpos de agua, materiales productos de las obras y/o actividades de las distintas etapas del proyecto. Así como, verter o descargar cualquier tipo de material, sustancia o residuo contaminante y/o tóxico que pueda alterar las condiciones de los cuerpos de agua.

VI.2 **PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

Se implementará un programa de seguimiento ambiental para monitorear los impactos ambientales identificados y la efectividad de las medidas propuestas; las cuales deberán quedar documentadas mediante evidencia fotográfica y reportes de obra, garantizando que sean implementadas cabalmente por parte del promovente para evitar daños al ambiente o accidentes en el sitio de trabajo.

Se deberá asignar un responsable del seguimiento y verificación del programa (y de la aplicación de da las medidas de mitigación) durante las etapas de preparación del sitio y construcción. El cual podrá ser parte del grupo promovente del proyecto, del equipo constructor o incluso una empresa o persona externa.

En caso de haber incumplimientos, deberá realizarse un reporte registrando lo detectado.

A continuación, se presentan las acciones que permitirán dar seguimiento al avance de obra y medidas implementadas.

Actividad	MES				Verificación
	1	2	3	4	
PREPARACIÓN DEL SITIO					
Comprobar que los vehículos de los contratistas cuenten con la verificación vehicular.					Evidencia de las verificaciones vehiculares
Verificar el buen estado de la cerca perimetral					Fotografías de la cerca perimetral
Colocación del escombro y el producto de las excavaciones en sitios estratégicos y/o su envío a un sitio su disposición final					Manifiestos
Revisión de todos los camiones que transporten material fuera de obra exigiendo que los residuos se encuentren cubiertos					Registro a la salida del sitio del proyecto
Realizar los mantenimientos preventivos de manera periódica a la maquinaria.					Programa de mantenimiento y evidencia de los mismos Evidencia de las verificaciones vehiculares
Restricción del uso de maquinaria en horarios nocturnos o fuera de lo establecido en el programa de trabajo					Bitácora de trabajo (con horarios)

Instalación de sanitarios portátiles, así como su aseo periódico					Contrato con la empresa responsable y bitácora con el registro de los aseos realizados
Disposición final de los escombros a través de una empresa autorizada por el municipio					Comprobantes de la disposición final Autorización del recolector y el sitio de disposición final
Almacenamiento de los residuos no peligrosos de manera adecuada y en un sitio específico y controlado					Verificación en campo y llenado de bitácora de generación de residuos y del adecuado almacenamiento temporal de los residuos no peligrosos
Disposición de los residuos no peligrosos en un relleno sanitario autorizado					Contrato con una empresa autorizada por SEMADES o con aseo público municipal Comprobantes de la disposición final
Depósito de todos los materiales líquidos e inflamables en un almacén que cuente con dispositivos de contención de derrames, extintor, señalamientos de seguridad y buena ventilación					Verificación en campo del almacén de inflamables, y de las medidas de seguridad pertinentes
CONSTRUCCIÓN					
Uso de maquinaria en buenas condiciones para reducir la generación de emisiones					Programa de mantenimiento y evidencia de los mismos Evidencia de las verificaciones vehiculares
Restricción del uso de maquinaria en horarios nocturnos o fuera de lo establecido en el programa de trabajo					Bitácora de trabajo (con horarios)
Instalación de sanitarios portátiles, así como su aseo periódico					Contrato con la empresa responsable y bitácora con el registro de los aseos realizados

Almacenamiento los residuos no peligrosos de manera adecuada					Verificación en campo del adecuado almacenamiento temporal de los residuos no peligrosos
Disposición de los residuos no peligrosos en un relleno sanitario autorizado					Contrato con una empresa autorizada por SEMADES o con aseo público municipal Comprobantes de la disposición final
Recolección de los residuos peligrosos por una empresa autorizada					Contrato con una empresa autorizada por SEMARNAT Manifiestos de la recolección, transporte y disposición final
Depósito de todos los materiales líquidos e inflamables en un almacén que cuente con dispositivos de contención de derrames, extintores, señalamientos de seguridad y buena ventilación					Verificación en campo del almacén de inflamables, y de las medidas de seguridad pertinentes
Contar con equipo para prevención y combate de incendios					Verificación en campo del equipo para prevención y combate de incendios
Contar con las hojas de datos de seguridad de las sustancias					Verificación en campo de las hojas de datos de seguridad
Planeación de la adquisición de materiales en función de que se requieran en menor número posible de viajes					Seguimiento al plan de adquisición de materiales

Tabla VI- 2. Plan de acción para el monitoreo de las medidas de mitigación durante la etapa de preparación y construcción del proyecto.

VI.3 CAPACITACION Y SUPERVICION

Respuesta a contingencias; ya sea con personal experto de la misma empresa (con evidencia) o mediante la contratación de personal externo. En ambos casos debe existir evidencia de la capacitación impartida al personal.

El promovente deberá solicitar y conservar evidencias de las capacitaciones del personal involucrado en materia de medio ambiente y prevención de accidentes.

En este caso, las capacitaciones propuestas son en materia de medio ambiente y prevención de accidentes.

Tema	Duración	Observaciones
Prevención y combate de incendios (incluido el uso de extintores)	4 horas	Teórica / Práctica
Manejo de sustancias y materiales peligrosos (incluido el conocimiento de las hojas de datos de seguridad)	2 horas	Teórica
Que hacer antes, durante y después de: sismos, incendios, inundaciones, derrames, terrorismo, entre otros	2 horas	Teórica
Manejo y separación de los residuos	2 horas	Teórica
Evacuación y primeros auxilios	4 horas	Teórica / Práctica

Tabla VI- 3. Capacitaciones

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

Por diversas causas, durante la realización de las obras y actividades del proyecto pueden producirse daños graves al ambiente regional y sus ecosistemas, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad ambiental, por lo que el promovente deberá presentar a la Secretaría seguros o Guía para la MIA modalidad particular del Sector Hidráulico 43 garantías (Artículo 51 del REIA)

"DE LOS SEGUROS Y LAS GARANTÍAS

Artículo 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;

II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y

IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas."

respecto del cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia ambiental. Ciertos procedimientos jurídico – administrativos (por ejemplo, un recurso de revisión con la solicitud de suspensión) requieren que la autoridad pueda conocer los importes parciales de la inversión prevista (gastos preoperativos, etc.) con la finalidad de establecer de manera más congruente los seguros o garantías.

Aunque se tiene contemplado que el proyecto no generara daños graves al ambiente regional y sus ecosistemas o a zonas vulnerables, se llevaron a cabo medidas de compensación ambiental para mitigar el efecto de los impactos que pudiera generar la construcción total del proyecto, estas actividades resultan en la plantación de 61 individuos arbóreos.

A continuación, presenta la estimación del costo de las actividades de compensación ambiental programadas en la construcción del proyecto. estas actividades contemplaron desde un inicio las 4 etapas que comprende el proyecto. el presente estudio de impacto ambiente hace alusión a la 2nda etapa de ampliación del proyecto.

A la fecha del proyecto se cuenta con un avance del 45% en materia de reforestación.

Estimación del costo de las actividades de reforestación

A continuación, se presentan el proceso para el desglose de los costos estimados para la implementación de la forestación del sitio.

Para estimar el costo de las actividades de reforestación se tomará el método descrito en el acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, emitido por la Comisión Nacional Forestal el jueves 31 de julio del 2014.

Así mismo se ajustarán los costos de insumos y servicios para la zona donde se llevará acabo la reforestación considerando la inflación. Estos incluyen costo de planta de vivero forestal, precio de flete y mano de obra.

Selección de especies para forestación.

La selección de las especies a utilizar es uno de los puntos más importantes a considerar antes de iniciar con las actividades para la reforestación. Pues una selección inadecuada conduciría a un nivel bajo de sobrevivencia o en el peor de los casos al fracaso; y si esta fuera el resultado se caería en un incumplimiento de lo que establece como reforestación exitosa, donde debe comprobarse una sobrevivencia mínima del 80%.

Es importante señalar que la selección de especies deriva en función del análisis realizado a la vegetación en el presente estudio, asociado a otras características, ecológicas, culturales y operativas como son:

- Especies nativas de la región lo que favorecerá su rápido crecimiento, desarrollo y adaptación a las condiciones climáticas.
- Por tener diversos usos, como restauración y protección, medicinal, ornamental.
- Por la facilidad de reproducción en vivero o a través de propagación vegetativa y disposición de germoplasma.
- Son más resistentes al ataque de plagas y enfermedades.

De acuerdo con la clasificación de uso de suelo y vegetación de INEGI (USV serie VI, INEGI), el polígono del proyecto se encuentra dentro de **ZONA URBANA**. Sin embargo, el tipo de vegetación original de la zona y aún presente en los alrededores es **VEGETACIÓN SECUNDARIA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA (VS/SBC)**. Por tal motivo, las especies propuestas corresponden a este tipo de vegetación. En la tabla siguiente, se enlistan estas especies propuestas a establecer en el área a reforestar.

Especie	Nombre común	Nat/Exó	Familia	Endémico
Vachellia farnesiana	Huizache	Nat	Fabaceae	
Lysiloma acapulcense	Tepehuaje	Nat	Fabaceae	
Pithecellobium dulce	Guamúchil	Nat	Fabaceae	
Leucaena esculenta	Guaje	Nat	Fabaceae	Mx
Ipomoea intrapilosa	Palo blanco	Nat	Convolvulaceae	Mx
Prosopis laevigata	Mezquite	Nat	Fabaceae	
Fraxinus udhei	Fresno	Nat	Oleaceae	
Plumeria rubra	Cacalosúchil	Nat	Apocynaceae	
Bursera fagaroides	Torote	Nat	Burseraceae	
Bursera bipinnata	Copal Santo	Nat	Burseraceae	
Eynserhardtia polystachya	Palo azul	Nat	Fabaceae	

Tabla VI- 4. Especies arbóreas nativas propuestas para reforestación.

Proyección costos

Para la estimación se ajustaron los costos de insumos y servicios para la zona donde se llevará acabo la reforestación considerando la inflación. Estos incluyen costo de planta de vivero forestal, precio de flete y mano de obra.

Los criterios son los siguientes:

a) Costo de planta- ecosistema Tropical
b) Precio de flete $/km, incluido carga y descarga.
c) Cantidad de plantas por hectárea: (recomendado 625 árboles por ha)
d) La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo la reforestación es igual a 19 jornales.
e) La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación es la que resulte de aplicar la siguiente fórmula:

(70 jornales) x (FC)

Dónde:
Un jornal es igual a 8 horas de trabajo
FC = Factor de corrección que es de 1 para ecosistema Tropical.

f) La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo el mantenimiento es igual a: 28 jornales.
g) La cantidad de mano de obra por hectárea para la asesoría técnica es igual a: 7 jornales.

Un jornal equivale al salario mínimo diario para la zona de estudio, el cual en nuestro caso es de: $172.87 diario.

Actividades de reforestación

La reforestación se realiza usando individuos de especies correspondientes al tipo de vegetación, con una estancia en vivero de al menos de 6 meses. La reforestación se hace en el terreno con pala plantadora o talacho. Con base en los datos de rendimientos y costos, se tiene que los costos de las actividades son los siguientes.

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario	Cantidad	Costo
Costo de planta	Planta	$1,700	61	$103,700
Transporte de planta	Planta	$50	61	$3,050
Reforestación a cepa común	Planta	$30	61	$1,830

Tabla VI- 5. Actividades de reforestación

Actividades de mantenimiento

Se deberá dar seguimiento a la plantación de árboles, ya que durante estas acciones se deberá tener un cuidado especial con los árboles plantados, ya que requieren de un adecuado suministro de agua y de abono para su adecuado desarrollo.

El mantenimiento se realiza considerando un 40% de reposición de planta dado por la mortandad de la plantación inicial, lo que resulta en la reposición de 25 plantas, además de 2 deshierbes por hectárea, dado que por las condiciones de humedad de la zona tropical se genera una alta incidencia de malezas que afecta el desarrollo de la reforestación.

El deshierbe se lleva a cabo de forma manual con machete, limpiando el área de las terrazas individuales. Con base en los datos de rendimientos y costos, se tiene que los costos de las actividades son los siguientes.

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario	Cantidad	Costo
Costo de planta	Planta	$1,700	25	$42,500
Transporte de planta	Planta	$50	25	$1,250
Reforestación a cepa común	Planta	$30	25	$750
Deshierbe en cepas individuales	Deshierbe/61 plantas	$800, por cada deshierbe	2	$1,600.00

Tabla 6- 1. Actividades de mantenimiento

Asesoría técnica

Como todos los casos, se considera la asistencia técnica necesaria para la ejecución de las obras y la capacitación para realizarlas, según las características técnicas adecuadas. Por lo que, de acuerdo con la naturaleza de los proyectos de compensación ambiental, la asesoría técnica corresponde $1,210.09 (un mil doscientos diez 09/100 M.N.) por hectárea durante la ejecución del proyecto, este costo unitario fue determinado en base a las experiencias en el desarrollo de proyectos de restauración en el país.

- Costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento

Atendiendo a todo lo anterior, calculando las actividades necesarias, las cantidades mínimas y sus costos, se obtiene el costo total de acuerdo con el cuadro siguiente.

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo unitario	Cantidad	Costo
Reforestación	Costo de planta	Planta	$1,700	61	$103,700
	Transporte de planta	Planta	$50	61	$3,050
	Reforestación a cepa común	Planta	$30	61	$1,830
Mantenimiento	Costo de planta	Planta	$1,700	25	$42,500
	Transporte de planta	Planta	$50	25	$1,250
	Reforestación a cepa común	Planta	$30	25	$750
	Deshierbe en cepas individuales	Deshierbe/61 plantas	$800, por cada deshierbe	2	$1,600.00
Asistencia técnica	Asesoría técnica	Hectárea	$1,210.09	2	$2,420.18
Costo total					**$157,100.00**

Tabla VI- 6. Costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... 2

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 2
VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO..... 3
VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN..... 7
VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL..... 10
VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... 11
VII.6 CONCLUSIONES..... 11

INDICE DE TABLAS

TABLA VII- 1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO..... 7
TABLA VII- 2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN..... 10

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

La Zona Metropolitano de Guadalajara durante los últimos 40 años tuvo un crecimiento extraordinario, pero durante el periodo 2000-2020 casi duplica su tamaño. La obstrucción del proceso de infiltración al suelo debido a la pavimentación de estas áreas urbanas reduce la capacidad de recarga de sus acuíferos, y la limitada cantidad de agua de recarga está expuesta a un fuerte deterioro. La reducción del volumen de infiltración natural también favorece el escurrimiento superficial y ayuda a que este se acumule con mayor rapidez en zonas planas, lo que provoca inundaciones.

El constante crecimiento del AMG incide directamente en la modificación de la topografía, y el crecimiento desordenado ha llevado a intensificar las condiciones de riesgo hidrometeorológico en la zona. Sin embargo, para el SA, debido a su baja concentración de infraestructura urbana, aun no se presentan condiciones con riesgo a inundación.

La hidrografía dentro del sistema ambiental se compone principalmente de corrientes intermitentes formadas por la topografía del sitio, no se presentan corrientes perennes. Todas fluyen hacia el Rio Santiago y ninguna de ellas traviesa por el predio del proyecto.

El Sistema Ambiental delimitado para el proyecto, no presenta elevaciones importantes, las pendientes máximas son menores a los 17°, resultando mayoritariamente en una llanura, además por sus características geológicas no se encuentra expuesto a fenómenos, como lo son deslizamientos, agrietamientos y movimientos de masa.

De acuerdo con la carta de usos de suelo y vegetación serie 6 INEGI; el Sistema Ambiental del proyecto se encuentro compuesto por dos tipos prioritarios de vegetación: Agricultura de temporal anual (TA), Vegetación secundaria de selva caducifolia (VSA/SBC), en campo se corrobora el uso de suelo principalmente agrícola y rústico en la zona. Sin embargo, alrededor del sitio existe este crecimiento metropolitano citado anteriormente, de hecho dentro del Plan Parcial de Desarrollo Urbano del municipio de Tlajomulco, esta zona se encuentra principalmente catalogada como: (RU-MP-ESP H4) Área de Reserva Urbana a mediano plazo de control especial – Habitacional de alta densidad. Por lo que sin el proyecto esta zona se proyectó como una zona de construcción de vivienda de bajo costo y alta densidad. Incentivando el crecimiento poblacional de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

De no ampliarse la planta potabilizadora PP5, aunado a aumento y la alta demanda del recurso el crecimiento de desarrollos inmobiliarios quedaría limitado y marginado. Sabiendo además que la disponibilidad de agua tanto en el acuífero de Toluquilla como el de Cajititlán, está destinada en su mayoría para usos consuntivos, los cuales representan el 98% de su volumen total (REPDA-

CONAGUA). El indicador de grado de presión sobre el recurso hídrico describe la intensidad del uso del recurso disponible respecto a la extracción total del recurso en la zona. Para la cuenca refleja un severo déficit de agua subterránea.

El factor antropogénico ha impactado altamente. El crecimiento poblacional ha sido tan alto que esta cantidad representa el triple de residentes en comparación con el año de 1990. La industrialización, acompañado de una política pública de promoción de vivienda e infraestructura urbana, ha aumentado la demanda y explotación de los recursos. La calidad de vida de la población depende del acceso a los bienes necesarios para su supervivencia. El agua potable, así como las aguas residuales, son de importancia fundamental para impedir y reducir la propagación de enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento y la salud.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

La ejecución de las obras correspondientes a la Segunda Etapa de Ampliación de la Planta Potabilizadora Número 5 (PP5) tendrá como principal efecto el incremento en la capacidad de tratamiento de agua potable, pasando de un caudal actualmente operado de 500 l/s a un caudal total de 1,250 l/s, conforme al Plan Maestro originalmente planteado para el desarrollo del proyecto.

La ampliación contará con un afluente de agua superficial proveniente de dos fuentes:

- 750 l/s procedentes de la Presa Calera, y
- 500 l/s procedentes del Lago de Chapala.

Ambos caudales confluyen a la entrada del proceso en el Tanque de Oxidación, por lo que la calidad del agua cruda a tratar corresponde a la mezcla de ambas fuentes, manteniéndose las mismas características de calidad consideradas en la etapa previamente autorizada.

Es importante señalar que la presente ampliación no implica un incremento en los volúmenes de extracción autorizados en los títulos de concesión vigentes otorgados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), sino el aprovechamiento progresivo de los volúmenes ya concesionados, conforme a la planeación por etapas del proyecto. No obstante, el aumento en el volumen efectivamente tratado representa un mayor aprovechamiento del recurso hídrico, el cual se encuentra debidamente regulado y autorizado.

La Planta Potabilizadora PP5 cuenta actualmente con infraestructura construida durante la primera etapa que presenta capacidad hidráulica suficiente para atender el caudal proyectado de hasta 1,250 l/s, como es el caso del Tanque de Oxidación existente, el cual dará servicio tanto al flujo actual como al correspondiente a esta segunda etapa de ampliación. En este sentido, las obras proyectadas consisten principalmente en la replicación y complementación de procesos, sin requerir la construcción de infraestructura básica adicional como oficinas administrativas, barda perimetral, vialidades internas o áreas verdes, ya ejecutadas conforme al diseño original del proyecto.

Las obras de ampliación permitirán el abastecimiento de agua potable a aproximadamente 212,627 habitantes, localizados en colonias del sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara, las cuales presentan actualmente deficiencias en la disponibilidad y calidad del recurso para la atención de sus necesidades básicas. En este contexto, el proyecto PP5, considerado en sus cuatro etapas de desarrollo, resulta estratégico y necesario para garantizar el suministro de agua potable con la calidad establecida en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Durante la fase de operación de la planta potabilizadora ampliada, se generarán residuos de manejo especial, principalmente asociados a los procesos de potabilización. Dichos residuos deberán ser manejado, almacenados y dispuestos adecuadamente, conforme a la normatividad vigente, a fin de prevenir la generación de olores, así como la proliferación de fauna nociva, tales como insectos y otros vectores.

En cuanto al paisaje, este ya ha sido modificado desde la ejecución de la primera etapa del proyecto, al haberse realizado el cambio de uso de suelo de agrícola a infraestructura especializada. Las obras correspondientes a esta segunda etapa se desarrollarán exclusivamente dentro del predio previamente urbanizado, por lo que el impacto paisajístico adicional se considera marginal y de carácter acumulativo. De manera similar, los procesos de impermeabilización del suelo ya se encuentran establecidos en el área del proyecto, limitándose las nuevas superficies impermeables a las estrictamente necesarias para la instalación de la infraestructura complementaria.

Finalmente, las condiciones ambientales regionales, tales como clima, geología, geomorfología y características edáficas, no serán modificadas de manera directa por la operación de la segunda etapa de ampliación de la Planta Potabilizadora PP5, dado que el proyecto se desarrolla sobre un sitio previamente intervenido y no implica actividades adicionales de desmonte o transformación del medio natural.

Factor ambiental	Escenario actual sin inclusión del proyecto	Escenario modificado con el proyecto
Clima	El SA cuenta con un clima templado sub-humedo, una temperatura media anual de 18.3 °C, precipitación de 928.6 mm anuales, el viento sopla de oeste a este con una velocidad promedio de entre 1.15 m/s.	Por las características de la ampliación y al desarrollarse dentro de un sitio previamente intervenido, las condiciones climáticas del Sistema Ambiental no se verán modificadas
Aire	El acelerado crecimiento de la ZMG, ha traído como consecuencia un aumento de contaminantes en la zona las Partículas Menores de 10 Micras (PM10) fueron el contaminante con mayor número de veces fuera de norma, teniendo un promedio de 130 días año por arriba de la norma, es decir el (36%) de los días del año.	La operación de la segunda etapa no representa una contribución significativa a la carga contaminante regional, al tratarse de una ampliación de procesos ya existentes

Suelo	El suelo en el SA, ha sido fuertemente modificado por acción de la urbanización. El principal uso de suelo en el SA es la agricultura, que se ha visto en transición en los alrededores en los últimos 10 años. Los suelos dominantes dentro de la superficie no impermeabilizada del SA son Regosol, Leptsol y Planosol.	El suelo del predio ya se encuentra modificado por la primera etapa del proyecto. Las obras de la segunda etapa implican únicamente adecuaciones puntuales, por lo que el impacto adicional se considera marginal y de carácter acumulativo.
Agua	Las corrientes intermitentes que fluyen dentro del Sistema Ambiental del proyecto tienen su origen en el Cerro Sacramento, localizado al suroeste del SA y descargan sus aguas al sur de la presa de El Ahogado, y fluyen directamente al Rio Grande Santiago. Sobre el Sistema Ambiental del proyecto, fluyen cinco corrientes intermitentes todas con sentido suroeste – noreste. y ninguna de ellas pasa sobre el predio del proyecto. La más cercana fluye 126 m al noroeste del predio. No se reportan corrientes intermitentes dentro del SA. El proyecto se encuentra justo en el límite de dos acuíferos, el acuífero de Toluquilla y el acuífero de Cajititlán, ambos se encuentran sobreexplotados.	La ampliación no modifica el comportamiento hidrológico del Sistema Ambiental, al no intervenir cauces ni cuerpos de agua. La operación de la segunda etapa permitirá incrementar el volumen de agua potable producida, aprovechando volúmenes previamente concesionados, fortaleciendo el abastecimiento a colonias con déficit en el servicio. Lo cual es un factor de mejora de la salud y calidad de vida de los habitantes beneficiados.
Flora	En el Sistema Ambiental predomina el uso agrícola, se registraron 15 especies pertenecientes a 9 familias La familia mejor representada fueron las Asteraceae y las Fabaceae. No se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tanto el área de estudio como el sitio del proyecto han visto modificada su vegetación original, dando paso a vegetación secundaria, característica de sitios perturbados, de ahí que ambos sitios compartan un gran número de sus especies.	La flora del predio no será afectada, ya que las áreas a intervenir se encuentran previamente impactadas y desprovistas de vegetación natural.

Fauna	Tanto el área de estudio como el sitio del proyecto han visto modificada su vegetación original, dando paso a vegetación secundaria, característica de sitios perturbados, sin embargo, el área de estudio incluye asentamientos humanos y bordos de agua. Esto eleva la cantidad de nichos que pueden ser aprovechados por otras especies diferentes a las del sitio del proyecto que no presenta variabilidad. Este aumento en la cantidad de nichos disponibles para las especies no está relacionado con la salud y la calidad de los mismos.	La fauna del Sistema Ambiental no se verá afectada por la ampliación, al desarrollarse las obras dentro de un predio previamente urbanizado y sin hábitat funcional.
Paisaje	El paisaje general del predio se encuentra dentro de una planicie a los 1,590 metros sobre el nivel de mar, y la totalidad del predio presenta una superficie plana. la visibilidad en el territorio es media, pero de poca calidad, debido a la infraestructura presente y a la vegetación secundaria que aflora en la zona. Al sur y al oeste es hacia donde se presenta una mejor visibilidad. No existe pendiente en el sitio que permita una mejor visibilidad hacia un punto en particular.	El impacto al paisaje ya se encuentra establecido desde la primera etapa del proyecto, por lo que la segunda etapa genera únicamente un impacto acumulativo de baja magnitud
Socio-económico	Actualmente el SA presentando una tasa de crecimiento muy dinámica del 7 por ciento anual. En materia de infraestructura, la cuenca enfrenta serios problemas en lo que se refiere al tratamiento del agua residual, ya que no todo el drenaje va a plantas de tratamiento y todavía se siguen utilizando descargas a canales de aguas negras a cielo abierto, sobre todo en los municipios de Tonalá, El Salto, Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga.	La ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 incrementará el beneficio social al garantizar el suministro de agua potable a un mayor número de habitantes del sur de la ZMG, incrementando la calidad de vida de los habitantes beneficiados.

	Además, no todas las localidades de la cuenca cuentan con agua potable. En el municipio de Tlajomulco, el 30% de su población se encuentra en pobreza moderada y 2.1% por ciento en pobreza extrema.	

Tabla VII- 1. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Los impactos esperados por la ejecución y operación de la Segunda Etapa de Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 se consideran de compatibles a moderados, al tratarse de un proyecto previamente autorizado y en operación. El beneficio de la ampliación impactará positivamente a los habitantes de la zona de influencia, al incrementar el volumen de agua potable disponible para colonias que presentan déficit en el servicio, lo cual permitirá mejorar sus condiciones de salud y de calidad de vida.

La presente etapa permitirá aumentar la capacidad de tratamiento de agua potable, conforme al Plan Maestro del proyecto, manteniendo las mismas medidas de control y mitigación ambiental implementadas desde la primera etapa.

A continuación, se presenta el escenario de la cuenca con la correcta ejecución de las medidas de mitigación que compensan el impacto por operación propio de la Planta Potabilizadora.

Componente Ambiental	Indicador	Pronóstico del Escenario (con el proyecto y las medidas de mitigación)
Aire	Calidad del aire - Nivel de Gases - Partículas de polvo.	Durante las actividades puntuales asociadas a la ampliación de la planta podrán generarse emisiones temporales de partículas suspendidas totales (PST), ruido y gases de combustión derivados de la operación de maquinaria y equipo. No obstante, dichas emisiones serán de menor magnitud en comparación con la primera etapa, al desarrollarse dentro de un predio previamente intervenido y con infraestructura existente. La correcta aplicación de las medidas de mitigación durante la fase constructiva, tales como riego de superficies expuestas, cubrimiento de materiales y camiones, así como la delimitación de áreas de trabajo, permitirá confinar estos impactos al interior del predio del proyecto.

Componente Ambiental	Indicador	Pronóstico del Escenario (con el proyecto y las medidas de mitigación)
		Asimismo, el mantenimiento preventivo y la verificación periódica de la maquinaria y equipo, tanto en la fase de ampliación como en operación, evitarán la emisión de contaminantes por arriba de los límites establecidos en la normatividad aplicable. Se dará seguimiento a la reforestación implementada durante la primera etapa del proyecto, que contempla la plantación de 61 individuos arbóreos, continuando asi la prestación de servicios ambientales dentro del predio, contribuyendo a la regulación microclimática, incremento de humedad ambiental y mejora en la calidad del aire. En la segunda etapa, dichas áreas verdes se conservarán y mantendrán como parte de las medidas permanentes de mitigación del proyecto.
	Olores	Ante el buen manejo y mantenimiento correcto de la Planta Potabilizadora PP5, no se esperan emisiones de olores perceptibles para los habitantes del predio en los alrededores de la zona de influencia del proyecto.
	Nivel de ruido	Los niveles de ruido generados por la ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 no se incrementarán de manera significativa respecto a los ya existentes en la zona, debido a la aplicación de medidas de mitigación y al carácter temporal de las actividades constructivas. Toda la maquinaria emisora de altos niveles de ruido contará con sistemas de atenuación y mantenimiento adecuado, garantizando su correcto funcionamiento. El impacto por ruido durante la ampliación será temporal y se limitará al periodo de ejecución de las obras. La presencia de áreas arboladas dentro del predio contribuye adicionalmente a la atenuación del ruido generado por la operación de la planta.
Suelo	Geomorfología y Topografía	La geomorfología y topografía del Sistema Ambiental no se verán modificadas por la segunda etapa de ampliación, al desarrollarse las obras dentro de un predio previamente nivelado e intervenido.
	Erosión e Impermeabilización	La impermeabilización del suelo dentro del predio ya se encuentra establecida desde la primera etapa del proyecto. Las obras correspondientes a la segunda etapa implican únicamente adecuaciones puntuales, por lo que el impacto adicional se considera marginal y de carácter acumulativo.

Componente Ambiental	Indicador	Pronóstico del Escenario (con el proyecto y las medidas de mitigación)
		Las áreas verdes existentes dentro del predio favorecen la retención de agua pluvial, la regulación térmica y la reducción de procesos erosivos.
	Generación de residuos	La generación de residuos sólidos y lodos derivados de la operación de la Planta Potabilizadora PP5 se incrementará de manera proporcional al aumento del caudal tratado. No obstante, estos residuos continuarán siendo manejados conforme a los procedimientos ya establecidos, mediante su estabilización, almacenamiento temporal y disposición final en sitios autorizados, a través de empresas especializadas.
Agua	Agua superficial	La operación de la segunda etapa de ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 permitirá incrementar el volumen de agua potable producida, mediante el aprovechamiento progresivo de volúmenes de agua previamente concesionados y autorizados. Si bien el proyecto incrementa el volumen efectivamente tratado, no implica un aumento en los volúmenes de extracción autorizados, por lo que el impacto sobre los cuerpos de agua superficiales se encuentra regulado dentro del marco legal vigente y responde a la naturaleza del proyecto, orientada al abastecimiento de agua potable para la población.
	Subterránea	La impermeabilización existente dentro del predio limita de manera puntual la infiltración de agua pluvial. Sin embargo, la conservación de áreas verdes y arbolado dentro del predio favorece la retención de escurrimientos y la prestación de servicios ambientales asociados.
	Contaminación	No se espera contaminación a cuerpos de agua superficiales o subterráneos por la operación de la Planta Potabilizadora PP5, al contar con infraestructura y procedimientos adecuados para el manejo de insumos y residuos.
Fauna	Abundancia	No se espera afectación a la fauna del Sistema Ambiental, al desarrollarse la ampliación dentro de un predio previamente urbanizado y sin hábitat funcional. La presencia de arbolado dentro del predio favorece la disponibilidad de refugio para fauna local, principalmente avifauna.
Flora	Cubierta vegetal / Abundancia y Conservación	La flora del Sistema Ambiental no será afectada por la segunda etapa de ampliación. Las áreas arboladas existentes dentro del predio incrementan la cubierta vegetal y continúan prestando servicios

Componente Ambiental	Indicador	Pronóstico del Escenario (con el proyecto y las medidas de mitigación)
		ambientales relevantes.
Paisaje	Calidad paisajística	El impacto paisajístico del proyecto ya se encuentra establecido desde la primera etapa. La ampliación genera únicamente un impacto acumulativo de baja magnitud, mientras que la presencia de arbolado dentro del predio contribuye a mejorar la calidad visual del entorno inmediato.
Población	Calidad de vida	La ejecución de la segunda etapa de ampliación generará empleos temporales durante su construcción y, en operación, incrementará el beneficio social al garantizar el suministro de agua potable a un mayor número de habitantes, contribuyendo a mejorar su calidad de vida

Tabla VII- 2. Descripción y análisis del escenario con proyecto con las medidas de mitigación.

VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Las condiciones actuales del Sistema Ambiental se encuentran ampliamente modificadas por actividades antropogénicas, principalmente asociadas al crecimiento urbano y a la infraestructura existente. El predio del proyecto presenta una condición de sitio previamente intervenido, en el cual ya se desarrolló la primera etapa de la Planta Potabilizadora PP5, conforme a las autorizaciones ambientales correspondientes.

La ejecución de la segunda etapa de ampliación no implica la apertura de nuevas áreas ni la transformación adicional del medio natural, por lo que no se prevén afectaciones en materia de preservación y conservación del equilibrio ecológico del Sistema Ambiental. Las obras se desarrollarán exclusivamente dentro de los límites del predio previamente urbanizado y con uso de suelo compatible con la infraestructura existente.

La impermeabilización del suelo dentro del predio se encuentra establecida desde la primera etapa del proyecto, por lo que el impacto sobre los procesos de infiltración de agua al subsuelo ya ha ocurrido. No obstante, las áreas verdes y el arbolado implementados como parte de las medidas de mitigación continúan prestando servicios ambientales relevantes, tales como la regulación microclimática, mejora en la calidad paisajística, aumento de la sensación de humedad y frescura, provisión de refugio para avifauna y atenuación de ruido durante la etapa de operación.

Durante las actividades puntuales asociadas a la ampliación de la planta, y en un radio de influencia inmediato, se podrán generar emisiones temporales de partículas suspendidas, ruido y gases de combustión derivados del uso de maquinaria y equipo. Sin embargo, dichos impactos serán de menor magnitud y duración en comparación con la primera etapa, al tratarse de obras complementarias dentro de un predio previamente intervenido. La correcta aplicación de las medidas de mitigación permitirá reducir estos impactos y confinarlos al periodo de ejecución de las obras.

La operación de la Planta Potabilizadora PP5 en su segunda etapa permitirá incrementar la capacidad de potabilización hasta un caudal total de 1,250 l/s, destinados al abastecimiento de agua potable para habitantes del sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara que actualmente presentan deficiencias en la disponibilidad y calidad del recurso. Este incremento se realizará mediante el aprovechamiento progresivo de volúmenes de agua previamente concesionados y autorizados, sin representar una modificación a los títulos de extracción vigentes.

La operación ampliada de la planta generará emisiones y residuos de manejo especial inherentes a los procesos de potabilización, principalmente lodos. No obstante, dichos residuos continuarán siendo manejados, tratados y dispuestos conforme a los procedimientos ya establecidos, por lo que no se prevé que sean fuente de olores, contaminación o atracción de fauna nociva. Se espera que la aplicación permanente de las medidas de mitigación en materia de ruido, emisiones y residuos reduzca los impactos de la operación a niveles compatibles con el entorno.

Finalmente, el proyecto no implica afectaciones a Áreas Naturales Protegidas ni a sitios de interés ecológico, al desarrollarse en un predio previamente intervenido y destinado a infraestructura hidráulica especializada.

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El presente proyecto ampliara el flujo de potabilización de agua, de un proyecto a existente. No existe ninguna alternativa de reubicación, el predio en donde se trabajará a cuenta con la infraestructura y características necesarias para continuar con el avance.

Los accesos son ideales para las obras, y se cuenta con bombeo hasta la zona para garantizar la óptima operación del proyecto. Se aprovecha infraestructura existente del del acueducto Chapala-Guadalajara

Se cuenta con un proyecto y la tecnología necesaria y su implementación contara con los más altos estándares de eficiencia y seguridad para el correcto funcionamiento de la Planta Potabilizadora PP5.

VII.6 CONCLUSIONES

El proyecto correspondiente a la Segunda Etapa de Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 fue elaborado con apego a los lineamientos y criterios establecidos en la normatividad ambiental vigente, así como en congruencia con el uso de suelo autorizado y la planeación original del proyecto. La ampliación se desarrolla dentro de un predio previamente intervenido, donde ya se ejecutó y opera la primera etapa de la planta, conforme a las autorizaciones ambientales correspondientes.

La ampliación de la capacidad de tratamiento de la Planta Potabilizadora PP5, conforme al Plan Maestro del proyecto, permitirá incrementar el volumen de agua potable producido, garantizando el abastecimiento continuo y con calidad conforme a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Este beneficio se orienta principalmente a la atención de colonias del sur de la Zona Metropolitana de

Guadalajara que actualmente presentan deficiencias en la disponibilidad del recurso, contribuyendo de manera directa a la mejora de la calidad de vida de la población.

El proyecto incorpora infraestructura, equipos y sistemas que optimizan los procesos de potabilización del agua, así como la aplicación permanente de medidas de prevención y mitigación ambiental previamente implementadas, las cuales permiten controlar y reducir los impactos ambientales asociados a la ampliación y operación de la planta, manteniéndolos en niveles compatibles con el entorno.

En este sentido, se concluye que:

a. El crecimiento urbano acelerado del Área Metropolitana de Guadalajara, particularmente hacia la zona sur, ha generado una presión significativa sobre la infraestructura hidráulica existente, siendo el municipio de Tlajomulco de Zúñiga uno de los que ha experimentado un mayor crecimiento poblacional y, en consecuencia, una mayor demanda de servicios básicos.
b. La ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 permite atender de manera oportuna y planificada la demanda creciente de agua potable, lo que se traduce en beneficios sociales directos y en la mejora de las condiciones de vida de la población beneficiada.
c. La continuidad del proyecto bajo estándares técnicos y operativos adecuados, así como el cumplimiento de las medidas de mitigación ambiental, garantiza que los impactos generados por la ampliación se mantengan en niveles controlados, sin comprometer el equilibrio del Sistema Ambiental.
d. El proyecto contribuye al cumplimiento de las estrategias y objetivos establecidos en los planes Estatales y Municipales de Desarrollo, así como en la planeación hídrica regional, al fortalecer la infraestructura destinada al abastecimiento de agua potable.

En conclusión, la Segunda Etapa de Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 resulta ambientalmente viable, y por demás deseable, al desarrollarse dentro de un sitio previamente intervenido, con impactos controlados y mitigables, y al generar beneficios sociales significativos. Su operación representa una acción estratégica para el desarrollo urbano ordenado y sustentable del sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara, fortaleciendo el acceso a un recurso básico indispensable para la población

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DELOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

ÍNDICE DE CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 2

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 2
VIII.1.1 CREDENCIAL OFICIAL DEL CONSULTOR QUE REALIZA LA MIA 2
VIII.1.2 DOCUMENTACION LEGAL DEL PROMOVENTE 2
VIII.1.3 DOCUMENTACION LEGAL DEL PREDIO 2
VIII.1.4 ESTUDIO GEOTÉCNICO 2
VIII.1.5 ESTUDIO DE ANALISIS DE RIESGO 2
VIII.1.6 DOCUMENTACION TÉCNICA 2
VIII.1.7 MEMORIAS DE CALCULO 2
VIII.1.8 DIAGRAMAS TECNICOS DE PROCESO 2
VIII.1.9 ANEXO FOTOGRAFICO 2
VIII.1.10 PLANOS GENERALES DEL PROYECTO 2

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

VIII.1.1 CREDENCIAL OFICIAL DEL CONSULTOR QUE REALIZA LA MIA

VIII.1.2 DOCUMENTACION LEGAL DEL PROMOVENTE

VIII.1.3 DOCUMENTACION LEGAL DEL PREDIO

VIII.1.4 ESTUDIO GEOTÉCNICO

VIII.1.5 ESTUDIO DE ANALISIS DE RIESGO

VIII.1.6 DOCUMENTACION TÉCNICA

- Memoria descriptiva del proceso
- Cronograma y programa de obra

VIII.1.7 MEMORIAS DE CALCULO

- Memoria de proceso - estiaje
- Memoria de proceso - lluvias

VIII.1.8 DIAGRAMAS TECNICOS DE PROCESO

VIII.1.9 ANEXO FOTOGRAFICO

VIII.1.10 PLANOS GENERALES DEL PROYECTO

CREDENCIAL OFICIAL DEL CONSULTOR QUE REALIZA LA MIA

DOCUMENTACION LEGAL DEL PROMOVENTE

DOCUMENTACION LEGAL DEL PREDIO

ESTUDIO GEOTÉCNICO

ESTUDIO DE ANALISIS DE RIESGO

DOCUMENTACION TÉCNICA

- Memoria descriptiva del proceso
- Cronograma y programa de obra

MEMORIAS DE CALCULO

- Memoria de proceso - estiaje
- Memoria de proceso - lluvias

DIAGRAMAS TECNICOS DE PROCESO

PLANOS GENERALES DEL PROYECTO

ANEXO FOTOGRÁFICO

ANÁLISIS DE RIESGO

PARA LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD PARTICULAR



[Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.]

TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO
FEBRERO 2026

[redacted]

CAPÍTULO I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO 3

I.1 BASES DE DISEÑO 3
I.1.1 PROYECTO CIVIL 4
I.1.2 PROYECTO MECÁNICO 7
I.1.3 PROYECTO SISTEMA CONTRA-INCENDIO 19
EXTINTORES DE INCENDIO 21
DETECTORES DE INCENDIO 21
I.2 DESCIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO 23
I.2.1 HOJAS DE SEGURIDAD 26
I.2.2 ALMACENAMIENTO 26
I.2.3 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES 29
I.2.4 PRUEBAS DE VERIFICACIÓN 31
I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN 36
I.3.1 ESPECIFICACIÓN DEL CUARTO DE CONTROL 36
I.3.2 SISTEMAS DE AISLAMIENTO 36
I.4 ANÁLISIS Y EVAUACIÓN DE RIESGOS 37
I.4.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INDICENTES 37
I.4.2 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN 39
I.4.3 JERARQUIZACIÓN DEL RIESGO 41
I.4.4 CONCLUSIONES 56

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I- 1. CRITERIOS DE DISEÑO – MEZCLA RÁPIDA. 9
TABLA I- 2. CRITERIOS DE DISEÑO – FLOCULACIÓN MECÁNICA 9
TABLA I- 3. ESQUEMA DE UN CLARIFICADOR DE ALTA TASA 10
TABLA I- 4. CRITERIOS DE DISEÑO – CLARIFICACIÓN DE ALTA TASA 10
TABLA I- 5. CRITERIOS DE DISEÑO – FILTRACIÓN 12
TABLA I- 6. CAPACIDAD REQUERIDA PARA EL MANEJO DE LODOS 14
TABLA I- 7CRITERIOS DE DISEÑO – PRODUCCIÓN DE LODO 15
TABLA I- 8. CRITERIOS DE DISEÑO – DESAGUADO DE LODO 15
TABLA I- 9. DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO 19
TABLA I- 10. RIESGO DE INCENDIO POR ÁREAS. 20
TABLA I- 11. DISTANCIAS MÁXIMAS DE RECORRIDO POR TIPO DE RIESGO Y CLASE DE FUEGO. 21

TABLA I- 12. ESPACIAMIENTO ENTRE DETECTORES 21
TABLA I- 13. DISPOSICIÓN DE EXTINTORES Y DETECTORES 22
TABLA I- 14. MATERIAS PRIMAS PP5. 26
TABLA I- 15. EQUIPOS DE PROCESO AUXILIAR PP5. PRUEBAS DE VERIFICACIÓN 31
TABLA I- 16. - ACCIDENTES E INCIDENTES POR FUGA DE GAS CLORO. 39
TABLA I- 17. LISTADO DE PALABRAS GUÍA UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS HAZOP 40
TABLA I- 18. PROCESOS POR ANALIZAR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO 40
TABLA I- 19. NODOS DE PROCESO OPERATIVO 40
TABLA I- 20. CATEGORIZACIÓN DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA 42
TABLA I- 21. CATEGORIZACIÓN DE LA SEVERIDAD DEL DAÑO. 42
TABLA I- 22. JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO DEL RIESGO. 42
TABLA I- 23. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS EXTERNOS AL SITIO DEL PROYECTO. 44
TABLA I- 24. IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS INTERNOS DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN. 50
TABLA I- 25. IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN. 54
TABLA I- 26. IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS EN EL PROCESO DE CLORACIÓN. 55

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

El presente proyecto contempla la ampliación de la Planta Potabilizadora PP5, en el municipio de Tlajomulco de Zuñiga, La primera etapa de la Planta Potabilizadora PP5 contempló la construcción, equipamiento, pruebas puestas en marcha y operación de 500 l/s; para esta ampliación se contempla aumentar el flujo 750 l/s, para alcanzar un total de 1250 a 1250 l/s de agua potabilizada.

La planta potabilizadora PP5, actualmente tiene una capacidad para tratar 500 l/s, donde algunas de las estructuras existentes cuentan con capacidad hidráulica de hasta 1250 l/s, como es el caso del Tanque de Oxidación Existente, el cual dará servicio también al flujo de la Ampliación o 2da etapa de construcción de la PP5.

I.1 BASES DE DISEÑO

Los criterios y normas de diseño, instalación, equipo y materiales utilizados en general, es de acuerdo con los requerimientos de las últimas ediciones de los siguientes códigos y estándares.

1. NOM-127-SSA1-2021
2. NOM-004-SEMARNAT-2002
3. NOM-081-ECOL-1994
4. NOM-002-STPS-2010
5. NOM-005-STPS-2017
6. Kawamura, Susumu, 2000. Integrated design of water treatment facilities. 2nd Ed. John Wiley and Sons, Inc.
7. MWH, 2012. Water Treatment Principles and Design. 3rd Ed. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
8. AWWA, 2011. Water quality and treatment. Sixth edition. McGraw Hill
9. NOM-001-SEDE-2012
10. CFE-NRF-11
11. IEEE-80
12. NOM-010-STPS-2014
13. IEC-519
14. NOM-025-STPS
15. NOM-022-STPS
16. IEEE-142
17. NOM-030-ENER-2016
18. ASTM C-150 (Especificación para el cemento Pórtland)
19. Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM)
20. Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI-318-R89)
21. NOM C122 (Norma Oficial Mexicana)
22. Normas y Especificaciones de la Ley de Obra Pública de la Comisión Nacional del Agua (Conagua).
23. Manual de diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE)
    Capítulo C.1.3 “Diseño por sismo”

Capítulo C.1.4 “Diseño por viento”
Capítulo C.2.5 “Tanques y depósitos”

I.1.1 PROYECTO CIVIL

1. Preparación del sitio

Después de la identificación de las posibles interferencias se procederá a iniciar las actividades de ampliación de la planta, se procederá por iniciar con el levantamiento topográfico y trazo de los puntos de referencia, así como del banco de nivel que servirá como base para la construcción. En este sentido se menciona a continuación las obras siguientes:

- Trazo y ubicación de referencias
- Excavaciones a máquina y sus acarreos para llevar a cabo el desplante de las cimentaciones de las estructuras según el proyecto.
- Rellenos con material de banco y/o producto de excavación para formar plataformas

2. Construcción

<u>Edificaciones:</u>

Una vez realizadas las obras preliminares al sitio, se procederá al suministro de insumos principales para la obra estructural, obras de toma. Se continuará con la construcción de los elementos constructivos necesarios afines para cada área tales como losas de cimentación, muros de contención, losas, zapatas, pedestales, trabes de cimentación, columnas y losas con los materiales constructivos especificados.

En el caso de edificios de operación y laboratorio se continuará con las albañilerías, acabados, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. Indicadas según proyecto con los materiales y especificaciones indicadas.

Posteriormente se procederá a los rellenos compactos al 90% Proctor de las áreas correspondientes.

<u>Tanques de concreto:</u>

- Se trazarán los ejes y niveles del proyecto para ubicar los elementos por construir.
- Se llevará a cabo el despalme de las áreas para dar inicio a las construcciones de tanques.
- Se procederá a inicial las excavaciones a máquina hasta niveles de proyecto para el desplante de las cimentaciones con su correspondiente acarreo
- Una vez llevado a cabo las excavaciones se procederá a la construcción de los elementos estructurales de acuerdo con el proyecto, tales como la losa de cimentación, contratrabes, muros, vertederos, cárcamos con los materiales de construcción especificados, dejando en los mismos los elementos embebidos según proyecto.
- Posteriormente se procederá a los rellenos compactos al 90% Proctor de las áreas correspondientes.

Obras exteriores:

Una vez terminadas las edificaciones se procederá a la construcción de las obras exteriores tales como; pavimentos asfalticos o de concreto hidráulico, banquetas, barda, andadores, cajas de concreto, terraplenes y bordos utilizando los materiales y equipos de acuerdo con el proyecto y especificaciones.

Emisores, colectores y drenaje sanitario:

- Una vez trazadas las áreas en donde se ubican los emisores, colectores y drenajes se procederá a llevar a cabo el trazo topográfico para la ubicación de las líneas.
- Posteriormente se inician las excavaciones a máquina hasta llegar al nivel de proyecto indicado y por consiguiente el acarreo del material producto de la excavación.
- Se continua con la perfilación de las excavaciones a mano.
- Se procede a la formación de la plantilla para la colocación de la tubería.
- Se continua con la instalación de la tubería de acuerdo con el procedimiento específico indicado por el fabricante acorde al tipo de material de fabricación de la tubería, checando correctamente su pendiente.
- Se procede al acostillado de la tubería con material producto de excavación de acuerdo con el proyecto.
- Se procede a la construcción de pozos de visita a base de ladrillo con las dimensiones y especificaciones según proyecto.
- Se procede a llevar a cabo las pruebas hidrostáticas correspondientes según las especificaciones del proyecto.
- Se procede al relleno de las zanjas con material de banco compactado al 90 % Proctor.

Obra electromecánica:

- Una vez terminada la obra civil se procederá con la excavación para la canalización de la red tanto eléctrica como de control con una profundidad mínima de 60 cm. En áreas de tráfico y de 30 cm en áreas comunes.
- Se instalarán las bancadas de tubería Conduit indicada en proyecto y se colocara concreto para su encofrado debidamente identificado en color rojo.
- Se procederá a la colocación de registros eléctricos según normas y especificaciones.
- Se continua con la instalación de cableado para circuitos de fuerza y control.
- Se procederá con la instalación del sistema de tierras y en algunos casos esta actividad será conjuntamente a la obra civil.
- Se realizará la instalación de los centros de control de motores (CCM), tableros de control y PLC’s.
- Se realizarán pruebas eléctricas sin conexión a motores para verificar continuidad y control.
- Posterior a esto se realizará la conexión a motores y arrancadores.

Tuberías de conducción:

- Se realizarán las excavaciones para el tendido de las líneas de conducción y se afinarán taludes.

- Se verificarán las pendientes requeridas según proyecto.
- Se tendrá un lugar indicado para recibir tubería en donde sea necesario.
- Se procederá con el acostillado de tuberías con material producto de excavación y/o de banco según sea el caso.
- Se aplicará una limpieza a la tubería de acero al carbón a base de chorro de arena a metal blanco según especificaciones.
- Se colocará una protección anticorrosiva a base de alquitrán de hulla a toda la tubería de acero al carbón que vaya subterránea.
- Se colocará una protección anticorrosiva a base de primario epóxido y acabado epóxido de altos solidos a toda la tubería de acero al carbón que vaya a la intemperie.
- Toda la tubería de acero al carbón será soldada de acuerdo con especificaciones de proyecto.
- Toda la tubería de P.E.A.D. será termo-fusionada de acuerdo con especificaciones de catálogo.
- Se realizarán pruebas de hermeticidad a todas las tuberías
- Se procederá al relleno de zanjas.

Suministro de montaje de equipos de proceso:

- Se realizarán los pedidos de equipos y materiales para las instalaciones electromecánicas
- Se preparé un área protegida con malla ciclónica para el almacenaje de equipos.
- La recepción, descarga y almacenaje de equipos se hará con personal calificado en maniobras de este tipo.
- Se verificará que cada equipo cuente con su respectivo instructivo de instalación y manual de operación.
- Se verificará la cimentación, nivelación alineación y anclaje para montar los equipos.
- Ya que se han montado los equipos y checado su nivelación y alineación se procederá a la colocación de grout en la cimentación.
- Se procederá a la conexión de tuberías a los equipos.
- Se harán pruebas en vacío a los equipos de acuerdo con el procedimiento de las pruebas preoperativas.
- Posteriormente se harán pruebas con agua de acuerdo con el procedimiento de las pruebas preoperativas.

Obra mecánica:

- Los barandales serán de material inoxidable según especificaciones del proyecto en donde aplique, y se instalarán según avance de la obra civil.
- La soportaría se instalará según planos de acuerdo con el proyecto y conforme al avance de la obra civil.
- La rejilla electro-forjada de fibra de vidrio tipo Irving se instalarán según avance de la obra.

Pruebas iniciales:

PRUEBAS EN SECO DE TODO EL SISTEMA:

Se harán pruebas con sopladores a carga libre para comprobar giro y comprobar que no existan fugas.

De igual forma se probará el mecanismo de los clarificadores para comprobar que no estén atorados y funcionen libremente.

PRUEBAS CON CARGA HIDRÁULICA DE TODO EL SISTEMA.

Pruebas de hermeticidad y estanquidad, para estas pruebas se dejará por 36 horas hasta los niveles de la última junta construcción (junta superior) con el fin de detectar toda posible fuga o filtración que se pueda presentar, en estas, así como en muros y losas de cimentación, para su reparación.

CALIBRACIÓN DE SENSORES.

Los sensores vendrán calibrados desde fabrica. El ajuste que podría realizarse es en sensores de nivel, para ajustar la altura de operación.

PRUEBAS DE ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA.

Se da inicio con el llenado de los tanques con el agua a potabilizar y se realiza las pruebas de arranque de los equipos como motobombas, dosificadores, actuadores, señales de niveles etc., pruebas de automatización, pruebas de dosificación de polímeros y establecer el procedimiento para la correcta operación de todos y cada uno de los equipos que integran el proceso de la planta para su periodo de operación.

NOTA: En el apartado de anexos se puede encontrar las siguientes memorias de cálculo

- Protocolo de pruebas de funcionamiento
- Relación de materiales mano de obra y maquinaria
- Equipos y cargas de diseño
- Inversión requerida, número de empleados y puesto referente a la planta potabilizadora.

I.1.2 PROYECTO MECÁNICO

Proceso de la planta potabilizadora:

UNIDAD DE CONTROL DE FLUJO Y CRIBADO (existente)

El agua cruda proveniente de la obra de toma pasa por la caja de medición de agua cruda donde un medidor de flujo da cuenta del agua que se está recibiendo en la planta potabilizadora, posteriormente entra a la unidad de control de flujo y cribado con capacidad para 1250 L/s, cuenta con un canal de 2 etapas de cribado manual, con criba de 15mm de apertura y criba de 6 mm de apertura, de esta manera se impide el paso de sólidos gruesos y finos a los siguientes procesos.

TANQUE DE OXIDACIÓN (existente)

Esta unidad está diseñada con un tiempo hidráulico de retención aproximado de 8 minutos para un caudal de 1250 L/s, aquí se mantiene agitada para evitar sedimentos y se le agrega el agente oxidante dióxido de cloro con el fin de hacer los metales (Hierro y manganeso) precipitables posteriormente en el clarificador. La presente oferta técnica incluye la dosificación de químicos para 750 L/s como lo estipulan las bases de licitación, ya que las instalaciones existentes cuentan con la capacidad para la dosificación de este químico para 500 L/s.

MEZCLA RÁPIDA Y AJUSTE DE PH (existente)

En la unidad de Mezcla Rápida se realizará el proceso de coagulación en esta primera etapa se contempla 2 mezcladores para 1250 L/s en total. Con compuertas para su debido seccionamiento. La coagulación involucra la adición de un químico coagulante cuyo objetivo es permitir que los sólidos se agrupen o formen un precipitado que "barrerá" las partículas de la solución o adsorberá los componentes disueltos. El coagulante seleccionado es sulfato de aluminio.

Se tendrá bombas dosificadoras de sosa y ácido clorhídrico para ajustar el PH en caso de requerirse, normalmente se deberá dejar el valor de PH por encima de 7.0 y menor a 8.0 preferentemente.

La unidad de mezcla rápida será de tipo mecánico con agitación vertical, la cual consiste en un tanque en forma cúbica con un agitador instalado al centro del tanque, el agitador contará con variador de frecuencia para ajustar las revoluciones por minuto requeridas en el proceso.

La dosis del sulfato de aluminio a aplicar se propone en función de la turbidez del agua cruda en el temporal de lluvias, ya que en este temporal es cuando se presentan los valores más altos de turbidez en el agua. Las dosis típicas de sulfato de aluminio hidratado están en el rango de 10 a 150 mg/L dependiendo de la calidad del agua cruda.

Se estima que la dosis de sulfato de aluminio requerida en la Ampliación PP5 estará en el rango de 15 a 79.54 mg/L como sulfato de aluminio hidratado (Al2(SO4)3 14H2O). La presentación comercial del sulfato de aluminio hidratado es líquida con una riqueza del 48% aproximadamente.

La presente oferta técnica incluye la dosificación de los químicos para un flujo de 750 L/s como lo estipulan las bases de licitación, ya que las instalaciones existentes ya cuentan con capacidad para la dosificación de estos químicos para 500 l/s.

Para conocer con certeza la dosis óptima de productos químicos es necesario realizar pruebas de jarras con el agua a tratar. En la siguiente tabla, se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la unidad de mezcla rápida.

Tabla I- 1. Criterios de diseño – Mezcla Rápida.

Concepto	Rango Típico	Unidades
Gradiente de velocidad, G	300	s-1
Tiempo de mezcla	10 - 30	s
Tipo de agitación	Mecánica con Agitador Vertical	
Tipo de turbina	Pala inclinada 45°	
Número de potencia	1.26	--
Diámetro propelas / Diámetro equivalente tanque	0.3 – 0.6	--
Altura de las palas / Altura útil del tanque	0.5 - 0.33	--
Altura útil / Diámetro equivalente del tanque	0.6-1.4	--

FLOCULACION MECÁNICA

Se consideraron tres módulos de flujo en serie para este proyecto. La floculación es el proceso en el cual las partículas desestabilizadas durante la coagulación se van agregando en masas más grandes llamadas “flóculos”, que son más fáciles de remover que las partículas originales. Para propiciar el contacto entre las partículas se aplica un mezclado suave que incrementa las colisiones entre ellas, facilitando su precipitación.

El floculador será tipo mecánico con agitación vertical, esta unidad consiste en un tanque cuadrado con un agitador localizado al centro del tanque, el agitador contará con variador de frecuencia para ajustar las revoluciones por minuto requeridas en el proceso. En esta etapa del proceso es añadido un polímero aniónico, el cual tiene la función de hacer más eficiente el proceso de floculación formando flóculos más fuertes. La dosis propuesta de floculante está en el rango de 0.3 a 1.0mg/L. En la Tabla I-6 se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la floculación mecánica.

Tabla I- 2. Criterios de Diseño – Floculación Mecánica

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Gradiente de velocidad	10 - 1000	s-1
Tiempo de mezcla	20 - 30	min
Profundidad del agua	3.5 - 4.5	m

La Segunda Etapa contempla la construcción de tres módulos adicionales de Floculación Mecánica de 250 lps de capacidad cada uno.

CLARIFICACIÓN DE ALTA TASA

Después del proceso de coagulación floculación, el agua pasará a un tanque clarificador, cuya función es la remoción de partículas y flóculos químicos mediante la fuerza de gravedad. Se consideraron tres módulos para clarificación de flujo en paralelo para este proyecto.

El clarificador es de tipo rectangular de flujo horizontal con módulos de alta sedimentación, estos últimos permiten acelerar la velocidad de la sedimentación reduciendo la distancia que la partícula debe caer.

El flujo es alimentado al extremo del tanque, en el primer cuarto de la longitud está libre de los módulos de alta tasa, esto permite que flóculos más pesados sedimenten de manera natural y además se genera una zona de amortiguamiento (ver Figura I- 3).



Tabla I- 3. Esquema de un Clarificador de Alta Tasa

En la Tabla I- 4 se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la clarificación de alta tasa

Tabla I- 4. Criterios de Diseño – Clarificación de Alta Tasa

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Profundidad	3.0 – 5.0	m
Carga superficial (floc de alúmina)	2.5 – 8	m/h
Tiempo de retención a través del módulo de sedimentación	6 - 20	min
Diámetro hidráulico típico para tubos (W)	0.05	m

Carga hidráulica en las canaletas de agua clarificada	3.7 - 7.5	m3/m*h
Altura del tubo (h)	0.914	m
Ángulo del tubo (α)	60	grados
Velocidad de sedimentación floc de alúmina	0.0002 -0.0009	m/s
Fracción del tanque cubierta con tubos de alta sedimentación	25	%
Tipo de Sistema de recolección de lodos	Remoción mecánica con rastras	

La Segunda Etapa contempla la construcción de tres módulos adicionales de Clarificación de Alta Tasa de 250 lps de capacidad cada uno.

OZONACIÓN INTERMEDIA

El proceso de dosificación de ozono al proceso de potabilización de agua utiliza aire seco como materia prima para la generación del gas, inicia con la producción del ozono in situ mediante descarga eléctrica en un generador específico. La dosificación se lleva a cabo mediante la inyección con difusores finos, los cuales maximizan la transferencia de masa al crear burbujas de pequeño tamaño que incrementan el área de contacto entre el gas y el agua. En esta etapa se aplica como oxidación intermedia, situada tras la clarificación, con el objetivo de inactivar patógenos y degradar contaminantes persistentes. El contacto controlado se realiza en cámaras de contacto en serie, diseñadas para garantizar un tiempo de residencia hidráulico suficiente que permita alcanzar el valor concentración-tiempo, el cual es de 8 minutos requerido para una desinfección eficaz. Finalmente, tras cumplir su función, el ozono residual libre es eliminado de manera segura y eficiente con la ayuda de peróxido de hidrógeno, el cual, mediante una reacción química avanzada de oxidación, acelera la descomposición del O_3 remanente en oxígeno, previniendo así su interferencia en etapas posteriores del tratamiento y garantizando la seguridad del proceso.

En la siguiente tabla se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la generación de ozono y dosificación para oxidación intermedia.

FILTRACIÓN EN MEDIO GRANULAR

La filtración es el proceso por el cual se separa la materia suspendida, mediante el paso del agua a través de una capa porosa que retiene las partículas en suspensión. El filtrado es de tipo rápido con medio granular compuesto de zeolita y carbón activado. Se consideraron seis módulos de flujo en paralelo para este proyecto.

La filtración rápida tiene muchas características que le permiten operar a elevadas tasas de filtración. Las más importantes son:

- Lecho filtrante de material granular que ha sido procesado para tener un tamaño más uniforme al encontrado típicamente en la naturaleza.
- Uso de un coagulante para pre-acondicionar el agua.
- Sistemas hidráulicos o mecánicos para remover los sólidos colectados en el filtro.

En la Tabla I-5 se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la filtración granular.

Tabla I- 5. Criterios de Diseño – Filtración

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Tipo de filtro	Filtro rápido dual	--
Sistema de filtración	Por gravedad	--
Sistema de Regulación	Por aumento de nivel	--
Control de funcionamiento	Semiautomático	--
Ancho del filtro	3 - 6	m
Largo: ancho	2:1 , 5:1	--
Área de filtración	25 - 100	m^2
Profundidad del filtro	4.5 - 7.6	m
Tasa de filtración	10 - 25	m/h
Espesor del lecho/Diámetro efectivo	> 1000	m/h
Tiempo de contacto en lecho vacío	>=10	min

El filtro será de concreto reforzado y abierto a la atmósfera, el lecho filtrante es soportado por un bajo dren tipo “falso fondo”. El proceso de filtración consiste en 2 etapas:

1) *Etapa de filtración*, el agua fluye de manera descendente a través del medio y las partículas se acumulan en el lecho. Duración típica = 1 a 2 días.
2) *Etapa de retrolavado*, el agua fluye en la dirección opuesta retirando el material acumulado del filtro. Frecuentemente se introduce aire para remover los sólidos contenidos en el medio de manera más eficiente. Duración típica = 10 a 20 min.

1.- Lavado concurrente de 2 a 4 minutos, con 40 m/h de aire y 15 m/h agua.
2.- En Espera de 1 a 3 minutos. Debido a la aun presencia de aire en el carbón, se recomienda que este tiempo sea el suficiente para que carbón vuelva a tener la profundidad de lecho normal.
3.- Aclarado 4 a 8 minutos con agua a 40m/h.
4.- Asentado de 2 minutos aprox. Con tasa de agua a 15 m/h. Comenta que de esta manera el carbón queda mejor estratificado.
5.- Espera de 1 minuto aprox. Sin agua antes de empezar de nuevo el ciclo de filtrado.

El tipo de retrolavado será automático con flujo ascendente y lavado con aire, este será realizado con bombas de retrolavado y sopladores. El agua sucia de retrolavado será captada en el Tanque de Recuperación de Agua de Retrolavado con capacidad para el volumen generado en dos retrolavados. De este tanque el agua recuperada será enviada por bombeo al tanque de oxidación química para su tratamiento a través de todo el tren de proceso de potabilización y el concentrado al tanque de captación de lodos.

- Condiciones del Carbón Activado

Tamaño: 8 x 30
Coeficiente de esfericidad: 0.55
Porosidad inicial: 0.41
Densidad aparente: 0.48 – 0.56 g/cc
Profundidad del medio: 1.7 m

- Condiciones de Zeolita

Tamaño: 12 x 30
Coeficiente de esfericidad: 0.6
Porosidad inicial: 0.35
Densidad aparente: 1.12 g/cc
Profundidad del medio: 0.6 m

DESINFECCION

Durante esta etapa se aplicará gas cloro como desinfectante en un tanque de contacto, su objetivo principal es dejar un efecto residual para la distribución.

La remoción del nitrógeno amoniacal del agua se llevará a cabo mediante un proceso de cloración hasta el punto de quiebre (breakpoint chlorination). La dosificación de cloro se calculará en base a la estequiometría de la reacción y a los parámetros establecidos en la bibliografía especializada.

Este proceso se fundamenta en una serie de reacciones químicas escalonadas. Inicialmente, el cloro reacciona con el amoníaco para formar cloraminas, en un proceso conocido como cloraminación. Al incrementar la dosis de cloro más allá de este punto, las cloraminas son oxidadas, resultando en la

conversión final del nitrógeno amoniacal en cloruro de nitrógeno, que se volatiliza, y nitrógeno gas, inocuo e inerte.

La dosis se determinará experimentalmente en campo, pero se basará en los lineamientos y ratios estequiométricos proporcionados por la bibliografía citada, asegurando así la eficiencia del proceso y la calidad final del agua.

BOMBEO DE AGUA POTABLE

Se considera 3 (2 en operación+1 en reserva) Bombas de agua potable tipo bomba vertical de tazones, de 750 LPS cada una con su interconexión. Las cuales se instalarán sobre un tanque de agua potable existente.

TRATAMIENTO DE LODOS

El tren de manejo de los lodos generados en el proceso de potabilización incluye el equipamiento e instalaciones para desaguado de lodos generados. Durante la 2ª Etapa la operación de espesado y desaguado se realizará en un solo paso mediante un filtro banda por su rápida y fácil implementación.

Se presenta el listado de unidades de proceso y las edificaciones requeridas para el manejo y desaguado de lodos.

- Caseta de desaguado de lodos CDL
- Tanque de lodos TL

A continuación, se presenta la capacidad requerida de las principales unidades de proceso para el manejo y desaguado de lodos para la 2ª etapa de construcción:

Tabla I- 6. Capacidad requerida para el manejo de lodos

Unidad	Capacidad
Tanque de lodo (TL)	Para la producción de lodos para un flujo 331 L/s de agua a tratar en temporal de lluvias, con un tiempo de retención de 24 horas
Desaguado mecánico de lodo (DML)	Para la producción de lodos para un flujo 100 m3/h de agua a tratar en temporal de lluvias

- **Producción de Lodo**

Los lodos generados en el proceso de potabilización son producidos mediante la coagulación y sedimentación de la turbiedad con la adición de químicos coagulantes y floculantes. A continuación, se presenta la reacción global de precipitación con sulfato de aluminio, el coagulante precipitado es en su mayoría hidróxido de aluminio:

$$Al_2(SO_4)_3 14H_2O + 3Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2\ Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2 + 14H_2O$$

En la siguiente tabla se presentan los valores típicos para el cálculo de cantidades de lodo producidas por la adición de coagulantes y polímeros y remoción de turbiedad en plantas potabilizadoras.

Tabla I- 7Criterios de Diseño – Producción de Lodo

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Tasa de producción de lodo de remoción de turbiedad	1.0 – 2.0	g/m3 NTU removida
Tasa de producción de lodo por adición de sulfato de aluminio	0.2 – 0.33	kg lodo seco/ kg de coagulante
Tasa de producción de lodo por adición de polímero	1.0	kg lodo seco/ kg de floculante

- **Espesado de Lodo**

El lodo extraído de los clarificadores será enviado a tanque de captación de lodos al igual que el concentrado del tanque de recuperación de retrolavado. El lodo es bombeado y se le aplica polímero para para por un reactor de lodos y luego a la mesa de espesado, el lodo se espesa de 1.5 a 3%.

- **Desaguado de Lodo**

En la 2ª Etapa del proyecto el lodo removido en los clarificadores será enviado directamente al equipo de desaguado mecánico para aumentar la concentración de lodo de 1.5% o 3% al 20% de sólidos. El equipo de desaguado funciona de la siguiente manera, formando una torta que contiene los sólidos y como filtrado una corriente diluida llamada fase líquida. No se requiere volver a aplicar polímero a este proceso ya que está en acción el polímero aplicado antes del Reactor de lodos.

En la siguiente tabla se muestran los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento del desaguado de lodos.

Tabla I- 8. Criterios de Diseño – Desaguado de Lodo

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Tipo	Mecánico	
Recuperación de sólidos	94 - 97	%
Concentración de lodos desaguados	> 20	%
Dosis de polímero	0.002 – 0.004	kg polímero/ kg lodo

- **Almacén de productos químicos y equipo de dióxido de cloro**

Debido a las necesidades de oxidación del agua cruda se contempla oxidación mediante la adición de dióxido de cloro, para ello se tendrán reactores de dióxido de cloro para su generación.

Dos (2) Tanques de 15 m3 cerrado especial para químicos, para albergar Clorito de sodio al 31% y ácido clorhídrico al 33%.

Toma siamesa de aire y mangueras para líquidos para bombas de trasvase de químicos.

- **Caseta de desaguado lodos**

Se contempla construcción de una caseta para el desaguado de lodos, para los 2 trenes, mesa de espesado y filtro banda, así mismo tendrá capacidad de albergar los preparadores de polímero para lodos y el preparador de polímero para el tren de agua, las bombas de lodos, los tanques de sulfato de aluminio y las bombas de dosificación.

- **Equipamiento eléctrico**

Para la energizar en media tensión la planta, se contempla derivar el circuito de 23kv existente, a un punto después de la medición en media tensión que actualmente existe en el poste que se ubica dentro de la propiedad de la planta PP5. A través de un poste de transición aéreo-subterráneo se alimentará el nuevo transformador de 750 kva, 3F, 60HZ.

La planta de emergencia que se contempla para la ampliación de PP5 deberá ser de una capacidad mínima de 600KW, 440, 60HZ.

Para la red eléctrica en baja tensión 460V, 3F, 670HZ, se contempla la construcción de 2 casetas de centro de control de motores, Dos centros de control de motores con tensión de operación de 460V, 3F y 60HZ, tensión de control 120 V con los componentes para el equipamiento y PLC.

La red de fuerza para circuitos de 460v, 3f, 60hz, será distribuida saliendo de la trinchera eléctrica localizada en los cuartos eléctricos, para continuar por bancos de ductos subterráneos, con tubería Conduit de PVC diámetro según se requiera y del registro más cercano al equipo que se alimenta, continuará con tubería Conduit de aluminio de diámetro según sea el caso y la llegada a los equipos se canalizará con tubería Conduit flexible tipo liquatite (1 metro máximo). El cable que se utilizara es de cobre con aislamiento tipo thhw-ls, 600v, 75/90 °C, monoconductor para calibres de #8awg hasta #250kcm y multiconductores para los calibres #14awg hasta #10awg.

La red de fuerza para circuitos de 220/120V, será distribuida saliendo de las trincheras eléctricas localizadas en los cuartos eléctricos, para continuar por bancos de ductos subterráneos, con tuberías Conduit de PVC de diámetro según se requiera y del registro más cercano al equipo que se alimenta, continuará con tubería Conduit de aluminio de diámetro según sea el caso y la llegada a los equipos se canalizará con tubería Conduit flexible tipo liquatite (1 metro máximo).

El cable que se utilizara es de cobre con aislamiento tipo thhw-ls, 600v, 75/90 °C y será multiconductor.

En el área de la subestación eléctrica, Planta de emergencia y cuartos eléctricos, se instalará un sistema de tierras de una área según se requiera, la resistencia mínima de la red será de 10 Ohms, la red de tierras estará formada por varillas de cobre de 3/8" de diámetro x 3.04m de largo y una cuadricula donde el perímetro se formara por cable de cobre desnudo calibre 4/0 awg y en la

cuadricula interna tendrá cable calibra 2/0 awg, todas las uniones entre cable – cable y cable – varilla se harán con conexiones soldables tipo cadweld.

La conexión del cable de tierras, a los equipos se harán con conectores mecánicos tipo “QA“ de cable a superficie plana.

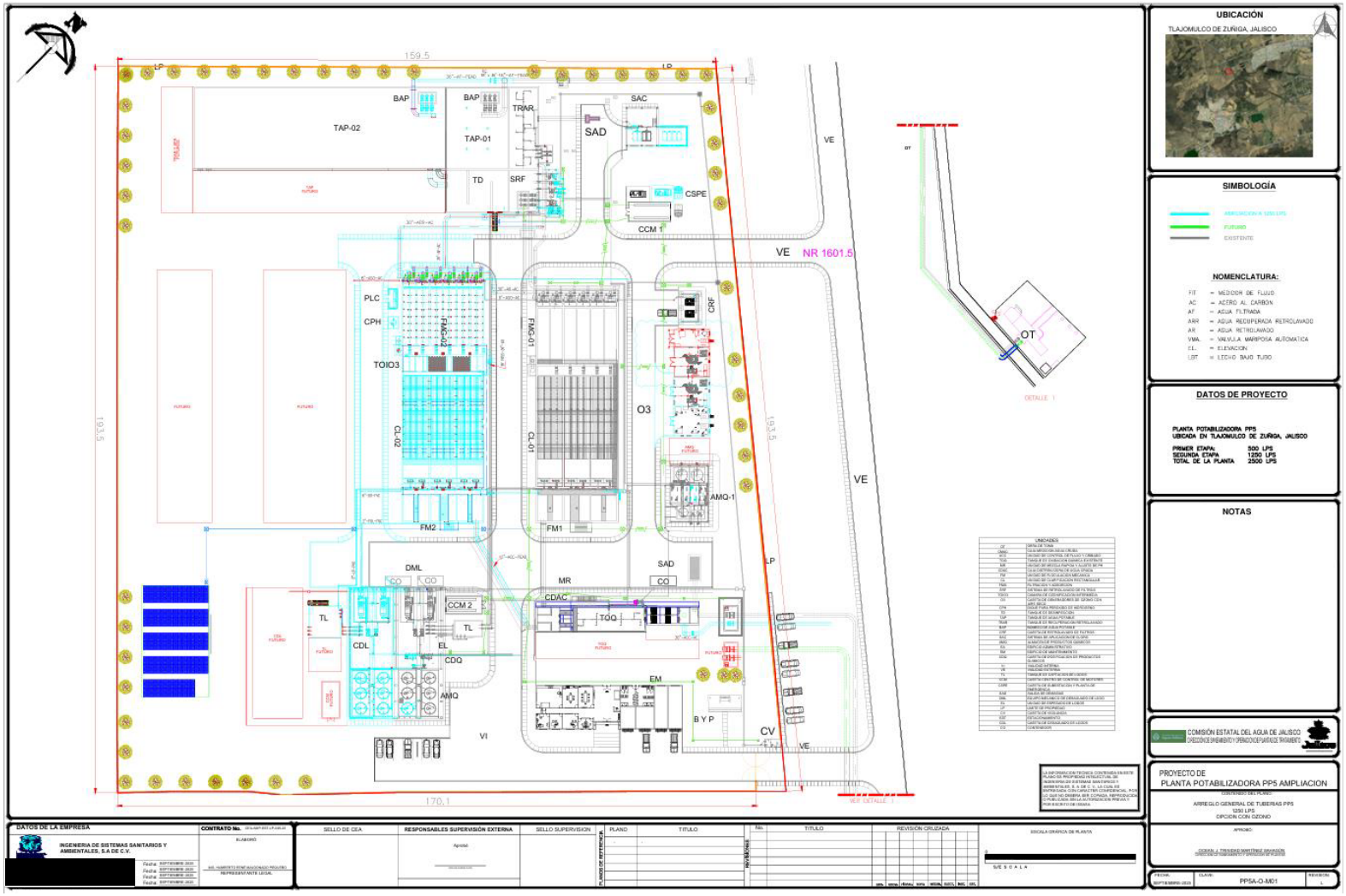


Figura I- 1. Arreglo general de la Planta Potabilizadora PP5.

I.1.3 PROYECTO SISTEMA CONTRA-INCENDIO

Con el objetivo de minimizar el riesgo hacia al personal que integra la planta potabilizadora PP5, así como daños a la propiedad y equipos que componen a la misma, la planta está equipada con un sistema contra incendios, así como de contar con las salidas adecuadas contra incendios.

El equipo que compone el sistema contra incendio de la planta potabilizadora PP5, se encuentra apegado a los lineamientos establecidos en la NOM-002-STPS-2010 la cual establece las condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo; Contando por lo tanto con los sistemas contra incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias suficientes.

Determinación de riesgo de incendio

Para determinar las características del sistema contra incendio de la planta potabilizadora PP5, es necesario identificar el riesgo de incendio a la cual el centro de trabajo está sujeto. Para ello se siguen los lineamientos descritos en la NOM-002-STPS-2010, la cual determina el riesgo de incendio de la siguiente manera:

Concepto	Riesgo de incendio	
	Ordinario	Alto
Superficie construida, en metros cuadrados.	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3 000
Inventario de gases inflamables, en litros.	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3 000
Inventario de líquidos inflamables, en litros.	Menor de 1 400	Igual o Mayor de 1 400
Inventario de líquidos combustibles, en litros.	Menor de 2 000	Igual o Mayor de 2 000
Inventario de sólidos combustibles, incluido el mobiliario del centro de trabajo, en kilogramos.	Menor de 15 000	Igual o Mayor de 15 000
Materiales pirofóricos y explosivos, en kilogramos.	No aplica	Cualquier cantidad

Tabla I- 9. Determinación del riesgo de incendio

Obteniendo así una clasificación de riesgo ordinario los centros de trabajo con una superficie construida menor a los 3000 metros cuadrados y que obtengan un resultado menor a uno (1) en la aplicación de la formula siguiente:

$$\left(\frac{Inventario\ de\ gases\ inflamables}{3000\ litros}\right)+\left(\frac{Inventario\ de\ liquidos\ inflamables}{1400\ litros}\right)+\left(\frac{Inventario\ de\ liquidos\ combustibles}{2000\ litros}\right)+\left(\frac{Inventario\ de\ sólidos\ combustibles}{15000\ kilogramos}\right)$$

El riesgo de incendio alto es para todo centro de trabajo con una superficie construida igual o mayor a los 3000 metros cuadrados y/o que obtengan un resultado mayor a uno (1) en la aplicación de la formula antes mencionada.

Por lo que aplicando los anteriores lineamientos a la planta potabilizadora PP5, y considerando que se puede determinar el riesgo por las áreas que integran al centro de trabajo, siempre y cuando estas estén delimitadas mediante materiales resistentes al fuego o que cuenten con distanciamiento que impida una rápida propagación del fuego entre estas, se concluye lo siguiente:

ÁREA	SUPERFICIE CONSTRUIDA M2	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA FORMULA A INVENTARIOS.	RIEGO DE INCENDIO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y EDIFICIO DE MANTENIMIENTO	470 aprox	<1	Ordinario
UNIDAD DE CRIBADO, TANQUE DE OXIDACIÓN Y CAJA DISTRIBUIDORA DE AGUA.	264 aprox	<2	Ordinario
EDIFICIO DE LODOS, TANQUE DE LODOS, CCM2 Y ALMACENAMIENTO QUÍMICO DE SULFATO DE ALUMINIO	1000 aprox	<3	Ordinario
FLOCULADORES MECÁNICO, CLARIFICADORES Y FILTRACIÓN Y ADSORCIÓN.	2700 aprox	<4	Ordinario
SISTEMA DE RETROLAVADO DE FILTROS, TANQUE DE DESINFECCIÓN, TANQUE DE AGUA POTABLE Y TANQUE DE RECUPERACIÓN DE RETROLAVADO.	845 aprox	<5	Ordinario
CASETA CLORACIÓN GAS CLORO	150 aprox	<6	Ordinario
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 1	85 aprox	<7	Ordinario
ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS (SOSA, ACIDO CLORHÍDRICO, CLORITO DE SODIO)	150 aprox	<8	Ordinario
CASETA DE RETROLAVADO DE FILTROS	60 aprox	<9	Ordinario
CASETA DE VIGILANCIA.	10 aprox	<10	Ordinario

Tabla I- 10. Riesgo de incendio por áreas.

Clase de fuego

El fuego se clasifica de acuerdo con su naturaleza para con ello mitigarlo de una manera óptima, siendo las clasificaciones del fuego, de acuerdo con la NOM, las siguientes:

- **Fuego clase A:** Aquel que se presenta en material combustible sólido, por lo general de naturaleza orgánica, el cual forma normalmente brasas durante su combustión.
- **Fuego clase B:** Aquel que se presenta en líquidos combustibles e inflamables, así como gases inflamables.
- **Fuego clase C:** Aquel que involucra aparatos, equipos e instalaciones eléctricas.
- **Fuego clase D:** Aquel que se presenta en metales combustibles, tales como magnesio o titano.

- **Fuego clase K:** Aquel que se presenta básicamente en instalaciones de cocina, que involucra la presencia de sustancias combustibles, como aceites o grasas.

Extintores de incendio

La planta potabilizadora PP5 contara con la cantidad adecuada de extintores, de polvo químico seco tipo ABC, para mitigar situaciones de riesgo, colocados a no más de 1.5 m de altura desde el piso a la parte más alta del extintor y protegidos de las condiciones ambientales que puedan afectar su funcionamiento, con capacidad de 5 lbs; Los cuales fueron calculados y ubicados en el plano de arreglo general del sistema contra incendia, según el riesgo de incendio del área y de la clase de fuego de la siguiente manera:

Riesgo de incendio	Distancia máxima al extintor (metros)		
	Clases A, C y D	Clase B	Clase K
Ordinario	23	15	10
Alto	23	10*	10

Los extintores para el tipo de riesgo de incendio alto y fuego clase B, se podrán ubicar a una distancia máxima de 15 m, siempre que sean del tipo móvil.

Tabla I- 11. Distancias máximas de recorrido por tipo de riesgo y clase de fuego.

Detectores de incendio

La planta potabilizadora PP5 contara con la cantidad adecuada de detectores de incendio, según la norma, con el objetivo de alertar al personal presente de una posible situación de riesgo y con ello minimizar la exposición a situaciones que atenten contra la integridad de los mismo, a su vez de facilitar los protocolos de contingencia de manera oportuna.

Los detectores serán instalados a por lo menos más de 0.10 m de distancia desde la intersección de cualquier pared lateral y el cielorraso, en caso de instalarse sobre la pared, la distancia será de 0.10m por debajo del plafón o cielorraso. La distancia máxima desde cualquier pared a la primera línea de detectores no excederá de los 4.50 m. Siendo el espaciamiento entre detectores el siguiente según las directrices de la norma, considerando un espacio recomendado base de 9 m:

Altura		Porcentaje del espacio recomendado (%)
Desde (m)	Hasta (m)	
0.00	3.00	100
3.01	3.66	91
3.67	4.27	84
4.28	4.88	77
4.89	5.94	71
5.95	6.10	64
6.11	6.71	58
6.72	7.32	52 (o detección lineal)
7.33	7.92	46 (o detección lineal)
7.93	8.53	40 (o detección lineal)
9.15	en adelante	detección lineal

Tabla I- 12. Espaciamiento entre detectores

Considerando las distancias máximas entre extintores y el espaciamiento entre detectores descritos en la norma la cantidad de estos por áreas es la siguiente:

Área	Cantidad de extintores	Cantidad de detectores
Edificio administrativo y edificio de mantenimiento	4	50
Unidad de cribado, tanque de oxidación y caja distribuidora de agua.	1	NA
Edificio de lodos, tanque de lodos, ccm2 y almacenamiento químico de sulfato de aluminio	8	19
Floculadores mecánicos, clarificadores y filtración y adsorción.	4	NA
Sistema de retro avado de filtros, tanque de desinfección, tanque de agua potable y tanque de recuperación de retrolavado.	2	NA
Caseta cloración gas cloro	2	15
Centro de control de motores 1	2	5
Almacén de productos químicos (sosa, ácido clorhídrico, clorito de sodio)	2	6
Caseta de retrolavado de filtros	1	6
Caseta de vigilancia.	1	2

Tabla I- 13. Disposición de extintores y detectores

Equipo de protección personal para brigadista contra incendio.

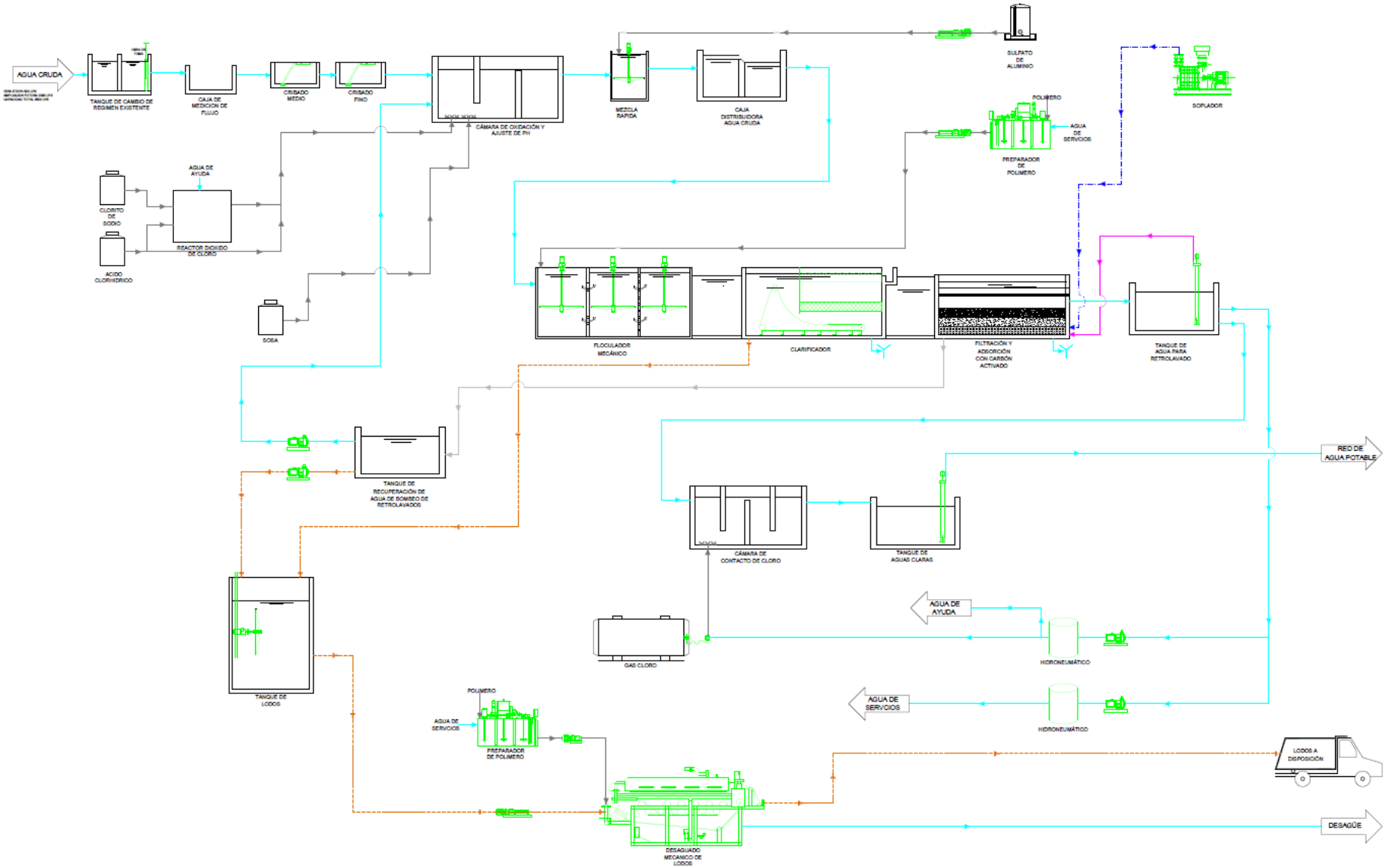
Se cuenta con equipo de protección personal para el personal brigadista, el cual consiste en:

- Chaquetón y pantalón de textil exterior, auto extinguible, no se funde, con barrera de humedad y térmica.
- Casco dieléctrico de alta resistencia a impactos, a la temperatura y a la flama, con tafilete, protección de cuello y orejas, mecanismo de ajuste, pantalla de protección facial resistente al calor y cintas reflejantes.
- Botas de hule contra calor y flama, dieléctricas, con casquillo y protección contra penetraciones a través de la suela.
- Guantes, monja y tirantes del pantalón contra calor y flama, exposición o contacto con sustancias químicas corrosivas y descargas eléctricas.
- Equipo autónomo de respiración con duración de por lo menos 30 minutos.
- Equipo de apoyo general como lo son hacha pico, cuerdas, linterna y herramienta general para remoción de escombros.

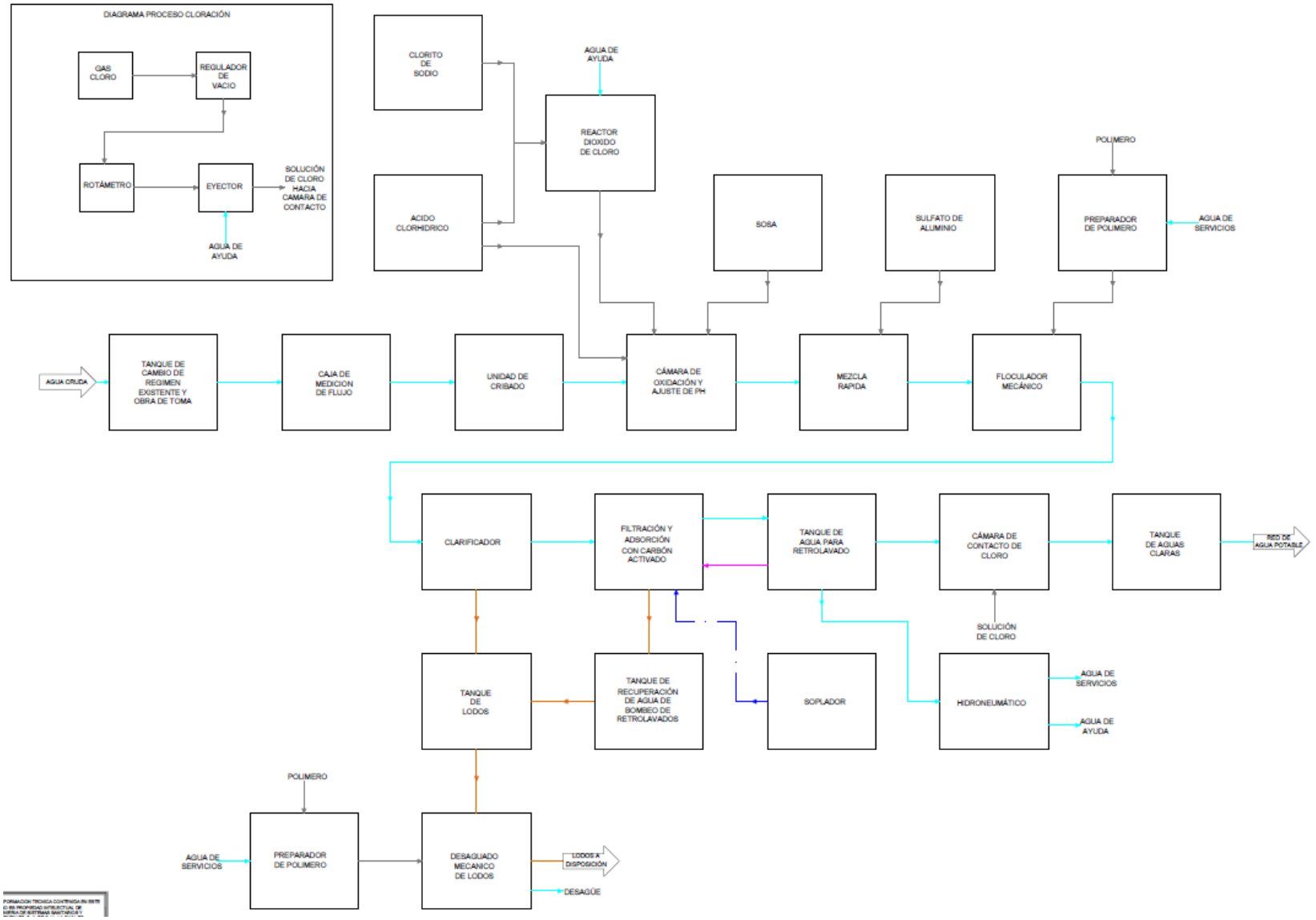
I.2 DESCIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

La siguiente imagen presente el diagrama general del proceso, así como el diagrama de flujo general de la planta, en el aparado de anexos específicos al análisis del riesgo se anexan además los siguientes planos:

- PP5A-D05 ARREGLO CASETA DE OZONO
- PP5A-D06 CASETA PARA PLC
- PP5A-D07 CASETA DE AJUSTE DE PH
- PP5A-D10 CASETA DE CLORACION
- PP5A-A32 EDIFICIO DE LODOS AMPLIACION CIMENTACION SECCION 2


AGUA CRUDA
TANQUE DE CAMBIO DE REGIMEN EXISTENTE
CAJA DE MEDICION DE FLUJO
CRIBADO MEDIO
CRIBADO FINO
CÁMARA DE OXIDACIÓN Y AJUSTE DE PH
MEZCLA RAPIDA
CAJA DISTRIBUIDORA AGUA CRUDA
SULFATO DE ALUMINIO
POLIMERO
AGUA DE SERVICIOS
PREPARADOR DE POLIMERO
SOPLADOR
AGUA DE AYUDA
CLORITO DE SODIO
ACIDO CLORHIDRICO
REACTOR DIOXIDO DE CLORO
SOSA
FLOCULADOR MECÁNICO
CLARIFICADOR
FILTRACIÓN Y ADSORCIÓN CON CARBÓN ACTIVADO
TANQUE DE AGUA PARA RETROLAVADO
TANQUE DE RECUPERACIÓN DE AGUA DE BOMBEO DE RETROLAVADOS
RED DE AGUA POTABLE
CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO
TANQUE DE AGUAS CLARAS
AGUA DE AYUDA
GAS CLORO
HIDRONEUMÁTICO
AGUA DE SERVICIOS
HIDRONEUMÁTICO
TANQUE DE LODOS
POLIMERO
AGUA DE SERVICIOS
PREPARADOR DE POLIMERO
LODOS A DISPOSICIÓN
DESAGÜE
DESAGUADO MECANICO DE LODOS

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.



I.2.1 HOJAS DE SEGURIDAD

En el apartado de anexos específicos al análisis de riesgo, se presentan las hojas de seguridad de cada una de las sustancias empleadas en el proceso de la Planta Potabilizadora PP5, contando ya la ampliación de la planta y que representen algún tipo de riesgo al ambiente o a la salud, a continuación, se presenta un listado de estas:

Nombre	*Cantidad máxima de almacenamiento*	*concentración*	*capacidad máxima de producción*	*tipo de almacenamiento*	*Conforma una activad altamente riesgosa (si/No)*
Sulfato de aluminio	300 m3	48%	N/A	Liquido en tanque	Si
Acido Clorhídrico	25 m3	33%	N/A	Liquido en tanque	Si
Clorito de sodio	25 m3	31%	N/A	Liquido en tanque	Si
Sosa	15 m3	10%	N/A	Liquido en tanque	Si
Gas Cloro	7240 kg	mínimo 99.5%	N/A	Gas en tanque	Si
Polímero	1000 kg	100%	N/A	En polvo	Si
Dióxido de cloro	N/A	60%	N/A	Liquido en tanque	Si

Tabla I- 14. Materias primas PP5.

Cada una de estas sustancias representan algún tipo de riesgo por su uso, por esta razón se presentan las hojas de datos de seguridad de cada una de estas. sin embargo, por cantidad y descripción se encuentran listada como dentro del primer listado de actividades altamente riesgosa por la magnitud o gravedad de sus efectos pueden generar en el equilibrio ecológico al ambiente solamente el Gas cloro, ha es sustancia se hará énfasis a lo largo del presenta análisis de riesgo.

I.2.2 ALMACENAMIENTO

La siguiente tabla presenta el listado y las características de los recipientes para el almacenamiento de las diferentes sustancias necesarias para la operación de la Planta Potabilizadora PP5.

Recipiente	Cantidad	características	Código o estándares de construcción	Dimensiones	Capacidad máxima de almacenamiento	Dispositivos de seguridad instalados	Etiquetas de localización en arreglo general
Tanque de Sulfato de aluminio	12	Circular, refuerzo estándar, fabricado con resina de polietileno de alta densidad (HDPE), marca Rotoplas.	La resina contiene estabilizadores UV. Índice de fluidez promedio 2.0 g/10 min, método ASTM D-1238. Densidad física promedio 0.942 g/cm3, método ASTM D-1505. La resina cumple con la regulación FDA según el inciso 21 CFR 177- 1520.	Diámetro 3 m Altura 3.9 m	25 m3	Dique de contención	TQSA-01 TQSA-02 TQSA-03 TQSA-04 TQSA-05
Tanque de Clorito de Sodio	1	Circular, refuerzo estándar, fabricado con resina de polietileno de alta densidad (HDPE), marca Rotoplas.	La resina contiene estabilizadores UV. Índice de fluidez promedio 2.0 g/10 min, método ASTM D-1238. Densidad física promedio 0.942 g/cm3, método ASTM D-1505. La resina cumple con la regulación FDA según el inciso 21 CFR 177- 1520.	Diámetro 3 m Altura 3.9 m	25 m3	Dique de contención	TQCD-01
Tanque de Ácido Clorhídrico	1	Circular, refuerzo estándar, fabricado con resina de polietileno de alta densidad (HDPE), marca Rotoplas.	La resina contiene estabilizadores UV. Índice de fluidez promedio 2.0 g/10 min, método ASTM D-1238. Densidad física promedio 0.942 g/cm3, método ASTM D-1505. La resina cumple con la regulación FDA según el inciso 21 CFR 177- 1520.	Diámetro 3 m Altura 3.9 m	25 m3	Dique de contención	TQAC-01
Tanque de Sosa	1	Circular, refuerzo estándar, fabricado con resina de polietileno de alta densidad (HDPE), marca Rotoplas.	La resina contiene estabilizadores UV. Índice de fluidez promedio 2.0 g/10 min, método ASTM D-1238. Densidad física promedio 0.942 g/cm3, método ASTM D-1505. La resina cumple con la regulación FDA según el inciso 21 CFR 177- 1520.	Diámetro 2.4 m Altura 3.8 m	15 m3	Dique de contención	TQSO-01
Tanque de gas cloro	8	Circular, estándar, tara 660kg, fabricado con acero A 285 C.	Diseñados y fabricados de acuerdo con la especificación D.O.T. SP 11808.	Diámetro 0.76 m Longitud 0.188 m	907 kg	Tapones fusibles, tapa protectora, reguladores de vacío,	TQGCL-01 TQGCL-02

						caseta de cloración	
Contenedor de Lodos	2	Rectangular, lámina calibre 3/16" piso,10 o 12 en laterales, lámina calibre 10 o placa 3/16", 1/4" en piso, subpiso en PTR de 3" x 3", ruedas de acero, gancho de carga	Pintura primaria anticorrosiva y esmalte acrílico. Pernos de acero 1045	Longitud 6 m Ancho 2.5 m	14 m3	NA	CON-2A CON-2B
Contenedor de basura	1	Lamina calibre 3/16" piso, lamina calibre 10 o 12 en laterales.	Pintura primaria anticorrosiva y esmalte acrílico.	0.5 m3	0.5 m3	NA	CON-1A CON-1B CON-1C

I.2.3 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

La siguiente tabla presenta el listado y las características de los equipos de proceso auxiliar en la Planta Potabilizadora PP5.

Seguido se encuentra un plano que muestra la ubicación de los equipos de proceso y auxiliares dentro de la planta.

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

Equipo	Características	Tiempo estimado de uso estiaje (horas)	Tiempo estimado de uso lluvias (horas)	Numero de equipos	Numero de equipos operando en estiaje	Numero de equipos operando en lluvias	Etiqueta de localización en plano
Soplador	DESPLAZAMIENTO POSITIVO CON 3 LOBULOS	0.5	0.5	2	1	1	SOPL-01a SOPL-01b
Preparador de polímero (Lodos)	UNIDAD PREPARACIÓN DE POLÍMERO TREN DE LODOS 1200L, CONSISTENTE EN 3 TANQUES de 400 L, DOSIFICADOR DE POLÍMERO, MEZCLADORES, Y PRODUCCIÓN MÁXIMA DE 1700/HR A 0.1% DE CONCENTRACIÓN DE POLÍMERO C/U	24	16	4	3	3	PPOL-02-1 PPOL-02-2
Preparador de polímero (Agua)	UNIDAD PREPARACIÓN DE POLÍMERO TREN DE AGUA 3000L, CONSISTENTE EN 3 TANQUES de 1000 L, DOSIFICADOR DE POLÍMERO, MEZCLADORES, Y PRODUCCIÓN MÁXIMA DE 3000/HR A 0.1% DE CONCENTRACIÓN DE POLÍMERO C/U.	24	24	2	2	2	PPOL-01-1
Rastra de lodos	MECANISMO DE LODOS P/CLARIFICADOR DE ALTA TASA 6.76 M DE ANCHO X 29.346M DE LARGO, ÁREA DE MÓDULOS DE SEDIMENTACIÓN DE 6.76M X 21.946 M, ÁREA DE SEDIMENTACIÓN SIN MÓDULOS DE 6.76 M X 7.40M, Y ZONA DE AQUIETAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE FLUJO DE 0.85 M X 6.76 M. ALTURA TOTAL DEL CLARIFICADOR 5.090 M, ALTURA DE AGUA 4.531 M, EMPASTADO DE 0.05M. ALTURA LIBRE ENTRE SOPORTARÍA DE MÓDULOS Y EMPASTADO DE 2.601 M, FLUJO PROMEDIO 250 LPS.	24	24	6	5	5	RL-01-a RL-01-b RL-01-c

Generador dióxido de cloro	2.8KG/HR DIÓXIDO DE CLORO, CONSUMIENDO ACIDO CLORHÍDRICO AL 33% Y CLORITO DE SODIO AL 31%, Y AGUA DE DILUCIÓN DE PROX. 10M3/HR.	24	24	4	3	3	RDC-01
Bomba de trasvase	BOMBA NEUMÁTICA DE TRASVASE P/ACIDO CLORHÍDRICO AL 33% O CLORITO DE SODIO AL 31% 300LPM 7.696MCA 115/230V MANUAL FLUJO VARIABLE AJUSTABLE	NA/Variable	NA/Variable	NA/Variable	NA/Variable	NA/Variable	BD-06a BD-06b
Mesa de espesado	UNIDAD MESA DE ESPESADO, ACONDICIONADOR P/PRODUCCIÓN DE LODOS 992 M3/DÍA. FABRICADO EN AISI 304 CON UN ANCHO DE BANDA DE1200 MM, TIEMPO DE OPERACIÓN16H/DÍA. INCLUYE TANQUE ACONDICIONADOR, FABRICADO EN AISI 304, EQUIPADO CON AGITADOR DE 1 HP, VELOCIDAD DE SALIDA DE 6-10 RPM Y TABLERO DE CONTROL. DIMENSIONES GENERALES DE 1530 MM L X 1600 MM A X 1800 MM H.	24	16	4	3	3	DML-01 DML-02
Filtro prensa	UNIDAD FILTRO PRENSA DE BANDA DE 1200 MM DE ANCHO, PRODUCCIÓN DE LODOS 192 M3/DÍA, FABRICADO EN AISI 304 CON UN ANCHO DE FILTRO DE 1200M, DE TIEMPO DE OPERACIÓN 16H/DÍA. INCLUYE: COMPRESOR Y BOQUILLAS PARA LAVADO DE BANDA Y TABLERO DE CONTROL. DIMENSIONES GENERALES DE 2650 MM L X 1800 MM A X 1800 MM H.	16	16	4	3	3	DML-01 DML-02

Tabla I- 15. Equipos de proceso auxiliar PP5. PRUEBAS DE VERIFICACIÓN

Protocolo de pruebas iniciales:

PRUEBAS EN SECO DE TODO EL SISTEMA:

Se harán pruebas con sopladores a carga libre para comprobar giro y comprobar que no existan fugas.

De igual forma se probará el mecanismo de los clarificadores para comprobar que no estén atorados y funcionen libremente.

PRUEBAS CON CARGA HIDRÁULICA DE TODO EL SISTEMA.

Pruebas de hermeticidad y estanquidad, para estas pruebas se dejará por 36 horas hasta los niveles de la última junta construcción (junta superior) con el fin de detectar toda posible fuga o filtración que se pueda presentar, en estas asi como en muros y losas de cimentación, para su reparación.

CALIBRACIÓN DE SENSORES.

Los sensores vendrán calibrados desde fabrica. El ajuste que podría realizarse es en sensores de nivel, para ajustar la altura de operación.

PRUEBAS DE ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA.

Se da inicio con el llenado de los tanques con el agua a potabilizar y se realiza las pruebas de arranque de los equipos como motobombas, dosificadores, actuadores, señales de niveles etc., pruebas de automatización, pruebas de dosificación de polímeros y establecer el procedimiento para la correcta operación de todos y cada uno de los equipos que integran el proceso de la planta para su periodo de operación.

NOTA: En el apartado de anexos se puede encontrar las siguientes memorias de cálculo

- Protocolo de pruebas de funcionamiento
- Relación de materiales mano de obra y maquinaria
- Equipos y cargas de diseño
- Inversión requerida, número de empleados y puesto referente a la planta potabilizadora.

Protocolo de pruebas de funcionamiento:

Posterior a la construcción y equipamiento de la planta, se deberá llevar a cabo las pruebas de funcionamiento, con el objetivo de verificar que todos y cada uno de los equipos hayan sido instalados correctamente y operen satisfactoriamente bajo sus condiciones de selección y diseño.

Las pruebas de funcionamiento que deben de llevarse a cabo son las siguientes:

- Pruebas mecánicas
- Pruebas eléctricas
- Pruebas hidráulicas
- Pruebas de proceso
- Pruebas de control e instrumentación

1- Pruebas mecánicas

1.1-Libre movimiento: Los equipos tales como bombas, agitadores, mecanismos clarificadores, filtros banda, etc. Se revisará si alineación, nivelación y se harán girar manualmente para verificar que giran o se mueven libremente. Para esto posiblemente se requiere remover algunas bandas, que posteriormente se deberán volver a colocar en su lugar y ajustar debidamente. Es importante verificar que no haya energía eléctrica en los equipos, para garantizar esta condición se deberá bloquear y colocar candados en los interruptores eléctricos. Esta actividad será realizada por una cuadrilla mecánica a cargo del responsable mecánico de la puesta en marcha.

1.2-Mantenimiento inicial: Se deberá de revisar que los equipos que asi lo requieran tengan el aceite necesario en cantidad y características recomendades en los manuales del fabricante, igualmente en donde aplique se lubricaran los baleros, teniendo en consideración las recomendaciones del fabricante, igualmente en donde aplique se lubricaran los baleros, teniendo en consideración las recomendaciones del fabricante en cuanto a las características de la grasa y la forma de llevar a cabo la aplicación.

1.3-Pruebas de operación en vacío: En los equipos que se permita una operación en vacío se podrá verificar rotación, nivelación, condiciones eléctricas, etc. Esta prueba se realiza con el personal de las cuadrillas mecánica y eléctrica, generalmente para llevar a cabo este tipo de pruebas en equipos especiales se cuenta con la presencia de un representante del fabricante.

2- Pruebas eléctricas

Se deberá llevar a cabo una revisión visual y física de cada uno de los bornes y zaparas de conexión en los equipos eléctricos como motores, arrancadores, tableros, CCM's, subestaciones, etc., para garantizar que todos los conductores eléctricos se encuentran conectados firmemente a los puntos requeridos; esta revisión se realizara sin energía eléctrica, por lo que se deberán tomar las medidas necesarias para garantizar esta condición. Verificación del cableado de acuerdo con los diagramas unifilares. Posteriormente se deberán energizar las subestaciones y CCM's, verificando que el voltaje llegue a los interruptores termomagnéticos y equipos eléctricos con la tensión especificada. Se verificarán tierras físicas, alumbrado interior y exterior, etc. Se revisará el sistema de control de todos y cada uno de los equipos, accionando las botoneras de paro y arranque de los equipos, para verificar su funcionamiento. Así mismo se ajustarán las protecciones térmicas y se simulará el accionamiento de controles de nivel, sensores de proximidad, sensores de predio, alarmas, etc. Se registrará la corriente demandad por los motores tanto en vacío como posteriormente con carga., para garantizar que se encuentran operando bajo las condiciones de diseño. Esta actividad deberá ser realizada por una cuadrilla eléctrica supervisada por el responsable eléctrico de la puesta en marcha.

3- Pruebas hidráulicas

3.1-Limpieza de estructuras hidráulicas: Una vez que la instalación es entregada por construcción al responsable de la puesta en marcha, se deberán limpiar todas las estructuras hidráulicas para eliminar cualquier objeto extraño que pudiera tapar o dañar equipos y conductores, tales como: basura, alambre, madera, trapos, etc. Esta actividad se deberá realizar minuciosamente por una cuadrilla supervisada por el responsable civil de la puesta en marcha.

Para el caso del aire, antes de arrancar el soplador, se deberán desconectar todas las bajantes de aire y cubrirlas con una bolsa de polietileno para evitar la entrada de tierra o algún otro material; posteriormente se abren todas las válvulas para proceder a hacer un barrido de las líneas con el aire del soplador para limpiarlas y evitar que tierra u otra basura llegue a los difusores.

3.2- Verificación de niveles de diseño: se deberá de revisar el nivel, la nivelación y el sello de los vertedores contra los planos de diseño, para asegurar que no se presenten cortos circuitos o fugas en estas estructuras. Se deberá contar con una cuadrilla de topografía supervisada por el responsable civil.

3.3- Pruebas con agua: se procede a llenar los tanques con agua hasta el nivel de la primera junta para verificar que no haya fugas. Posteriormente se sigue llenado de junta en junta verificando que no presente fugas. Esta actividad se hace con la asistencia del personal de operación supervisado por el responsable del proceso

3.4-Pruebas a flujo máximo: esta actividad consiste en hacer pasar agua por la planta al flujo máximo de diseño para revisar que no se inunden los vertedores y que las bombas operen con los flujos de diseño. Después de esta etapa los reactores quedan llenos de agua listos para el arranque. Esta actividad se realiza con la asistencia del personal de operación supervisada por el responsable del proceso.

4- Pruebas de proceso

Se deberá proceder a las pruebas de proceso, tanto en la linea de agua con en la linea de lodos. Durante estas pruebas, se verificarán los ajustes realizados en los diferentes equipos electromecánicos parea obtener la estabilización del tratamiento de agua y de los lodos, dejando para eso un reporte especifico de los valores observados para el personal de operación, e incluidos dentro del manual de operación y mantenimiento.

5- Pruebas de control e instrumentación

Se deberá verificar la correcta instalación y conexión de todos los equipos de control (captores, sensores, transmisores, equipos de medición, etc.). Durante las pruebas de proceso, se calibrarán todos los instrumentos de acuerdo con las recomendaciones y especificaciones de los proveedores correspondientes. Se verificará la operación en automático y en manual de todos los arranques y paros de motores y equipos. De la misma manera, se verificarán tambien el funcionamiento de las alarmas, del registro y del reporte de anomalías, asi como la configuración y operación, manual y automática, de los dispositivos utilizados para el control de la operación y/o de los parámetros medidos en continuo.

Protocolo de pruebas de capacidad:

Estas pruebas deberán realizarse una vez terminada la construcción de la planta y realizadas las pruebas eléctricas, mecánicas e hidráulicas, se procederá a realizar las pruebas que demuestren que la planta cumple con la capacidad establecida de diseño cumpliendo con los parámetros de calidad establecidos.

Las pruebas se realizarán por módulo. Se realizarán las pruebas a cada tren; iniciando desde el pretratamiento, continuando con el tratamiento primario, secundario y tratamientos adicionales,

con objeto de manejar a cada tren y/o modulo los caudales medios y máximos de diseño de proceso e hidráulica de las plantas.

Durante estas pruebas de capacidad, se deberá contratar con un laboratorio certificado por la EMA y acordado con la Supervisión del Proyecto para realizar los muestreos acordados en el Protocolo de Pruebas y los análisis de agua tratada, así como del lodo después de la deshidratación.

En estas pruebas se definirá y verificará la capacidad de tratamiento de agua de la planta, cumpliendo además con la calidad del agua tratada de acuerdo con la NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION", verificando cada uno de los parámetros garantizados y el porcentaje de remoción correspondiente para una muestra compuesta de 24 horas seguidas de operación continua de la planta.

Así mismo, se verificarán los valores de la sequedad de los lodos deshidratados a la salida del dispositivo de deshidratación de los lodos.

Para validar las pruebas realizadas se deberá demostrar el funcionamiento continuo de la planta durante 7 días seguidos, autorizando la discontinuidad de la operación de la planta por no más de 8 horas acumuladas durante este mismo periodo de 7 días.

1- Programa de estabilización del proceso

1.1- Capacitación de operadores: 7 días antes de la puesta en marcha deberá de contratarse el personal de operación para tomar un curso de tratamiento de aguas y recibir la capacitación de personal calificado además de auxiliar en el llenado de tanques y la puesta en marcha. Por otra parte, durante todo el periodo de pruebas, puesta en marcha y estabilización de la potabilizadora, se continuará con la capacitación de los operadores.

1.2- Operación continua a bajo flujo: se pone en funcionamiento continuo la planta a bajo flujo, deben funcionar asimismo las bombas de retorno de agua de retro lavados y válvulas de purga de lodos de los clarificadores. Se debe cuidar que se mantenga un nivel de turbidez dentro de la norma. Se monitorea y se lleva registro de flujos de entrada y salida, se ajusta la dosis de reactivos, nivel de cloro libre, concentración de lodos en la purga de los clarificadores, se verifica el nivel, del manto de lodos en los clarificadores. Esta actividad se hace con la asistencia del personal de operación supervisado por el responsable de proceso.

1.3- Una vez alcanzado el control del proceso se puede poner en operación el segundo tren de tratamiento. Se procede a abrir el segundo tren para alimentarlo con agua cruda y retorno de agua de retro-lavados. Prácticamente el agua de retro-lavado se dividirá en partes iguales. Esta actividad se hace con la asistencia del personal de operación supervisada por el responsable del proceso.

2- Operación de la potabilizadora:

2.1- Programa de control: una vez estabilizado el proceso es necesario establecer un programa de control de las principales variables que afectan el proceso, bajo la siguiente programación semanal:

- Turbidez en el efluente — Por turno
- Nivel de lodos en el sedimentador — Por turno

- Purga de lodos Diario
- PH en el influente Por turno
- Medición de flujos (influente y efluente) Por turno
- Pruebas de laboratorio requeridas según la NOM aplicable

2.2- Programa de inspección: Durante el periodo de operación se deberá mantener un programa de inspección y mantenimiento preventivo de la planta, el cual consiste en lo siguiente:

- Ronda de inspección general Diario
- Verificación de amperajes de trabajos de motores Diario
- Consumo de energía eléctrica Diario
- Engrasado de valeros De acuerdo con manual
- Limpieza de áreas de trabajo Diario

Por otra parte, se dará mantenimiento preventivo a los equipos de acuerdo con los manuales de operación, poniendo especial atención a equipos de acuerdo con los manuales de operación, poniendo especial atención a equipos tales como bombas, sopladores de aire, y válvulas de operación neumática.

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

I.3.1 ESPECIFICACIÓN DEL CUARTO DE CONTROL

La planta potabilizadora cuenta con un cuarto de control desde el cual se pueden llevar a cabo los procesos de monitoreo y control de los diferentes procesos que componen a la planta potabilizadora PP5; Como lo es el monitoreo del flujo influente a la planta, monitoreo del nivel de agua disponible en las cámaras de las bombas, control de la rastras de lodos presentes en la unidades de clarificación, control del gradiente de velocidad del mezclador ubicado en la unidad de mezcla rápida y en las unidades de floculación.

El cuarto de control se encuentra ubicado dentro del edificio administrativo, al sur-oriente del predio, lo cual le confiere la proximidad adecuada con las áreas de mayor demanda de operación, a la vez que se evita la coexistencia con áreas de maquinaria que pudieran generar condiciones de calentamiento o ruido que dificulten la operación.

El cuarto de control está equipado con un sistema de aire acondicionado del tipo “Split”, de capacidad suficiente para mantener adecuadamente acondicionada el área; Así como también está equipado con cámaras de video vigilancia, suficientes para salvaguardar la integridad de las instalaciones y equipos, y una línea troncal de extensiones y aparatos que permiten la comunicación de voz y datos, tanto interna como externamente, entre el personal operativo y administrativo de la planta.

I.3.2 SISTEMAS DE AISLAMIENTO

La planta potabilizadora PP5 cuenta con los sistemas de aislamiento necesarios para la mitigación de riesgos en caso de eventos catastróficos; El propósito de la aplicación de estos sistemas tiene el objetivo de reducir, eliminar, neutralizar o controlar el riesgo que el personal de la planta puede

presentar al trabajar en un centro de trabajo que alberga sustancias de riesgo; Así como de permitir una atención de emergencias más oportuna, por la fuga o derrame de una sustancia química, para evitar la contaminación de los trabajadores así como de las instalaciones de trabajo o algún otro evento que pueda causar lesiones o daños.

- **Diques**

La planta potabilizadora PP5 cuenta con diques de contención para las siguientes sustancias:

- Sulfato de aluminio
- Sosa
- Ácido clorhídrico
- Clorito de sodio

Los diques de contención cuentan con las bases de diseños establecidas en la PROY-NOM-005-STPS-2017, por lo que los diques deben de contener al menos 1.25 la capacidad nominal del recipiente, considerando el de mayor volumen cuando se tengan dos o más recipientes en la misma área de contención. Deben permitir una operación correcta de las revisiones y mantenimientos de los recipientes, así como de los propios diques. La altura de los diques, la distancia entre dique y el/los recipiente(s) no es un factor de riesgo para el personal de la planta. Debe estar seco y limpio y ser drenado cuando sea requerido, contando por lo tanto con un sistema adecuado para ello.

- **Caseta de cloración**

La planta potabilizadora PP5 cuenta con una caseta para el resguardo y dosificación del gas cloro requerido en el proceso de potabilización.

La caseta de cloración se encuentra al nivel de piso para evitar el almacenamiento de los contenedores de gas cloro en áreas bajas en las que se pueda acumular el gas en caso de presencia de fugas.

Las áreas para uso y almacenamiento del cloro gas están delimitadas una de la otra, en estas áreas no se deben de realizar tareas que no tengan relación con la manipulación del cloro gas para el proceso de potabilización.

En el área de aplicación de cloro gas, la entrada debe de contar con señales de advertencia que indiquen que el cuarto contiene cloro. Los equipos de seguridad deben estar ubicados y disponibles para su uso fuera de la sala de cloración.

I.4 ANÁLISIS Y EVAUACIÓN DE RIESGOS

I.4.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INDICENTES

Se realizó una revisión documental de los últimos accidentes e incidentes ocurridos relacionados al manejo de Gas Cloro a continuación se muestran los resultados.

Evento	Fecha	Lugar	Número de personas afectadas	Fuente

Fuga de gas cloro por un cilindro con válvula dañada, que provocó intoxicaciones y evacuaciones.	26 de noviembre de 2024	Ejido Los Pocitos, Aguascalientes, Aguascalientes,	6 personas intoxicadas, 2 hospitalizadas, otros atendidos en el lugar. 55 vecinos evacuados preventivamente.	Página 24 (Policía Aguascalientes).
Fuga de gas cloro en un pozo de agua potable, con intoxicación de trabajadores por manejo inadecuado del químico.	24 de abril de 2024	Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí.	2 trabajadores intoxicados — uno en estado delicado, otro con síntomas leves.	ContraRéplica / Protección Civil Soledad.
Fuga de gas cloro	29/ agosto/ 2023	Culiacán, Sinaloa	1 muerte y 29 personas intoxicadas. 700 personas evacuadas.	https://www.eluniversal.com.mx/estados/fuga-de-gas-cloro-deja-un-muerto-y-11-intoxicados-en-sinaloa/
Fuga de gas cloro, tanque 50 kg	17/agosto/2023	Pachuca, Hidalgo	Evacuación de 3 manzanas de la colonia afectada	https://lasillarota.com/hidalgo/local/2022/8/17/precaucion-por-fuga-de-gas-cloro-cierran-parcialmente-la-mexico-pachuca-388682.html
Fuga de gas cloro en planta potabilizadora, con medidas de evacuación preventiva de familias cercanas.	26 de julio de 2023	Sinaloa, México.	Evacuación de ~10 familias por precaución. No se reportaron lesionados confirmados por exposición.	Milenio — comunicación de autoridades de Protección Civil
Fisura en tanque de gas cloro en un taller mecánico	2/09/2022	Ahome, Sinaloa	11 personas intoxicadas, asi como daños a flora	https://lasillarota.com/hidalgo/local/2022/8/17/precaucion-por-fuga-de-gas-cloro-cierran-parcialmente-la-mexico-pachuca-388682.html
Fuga de gas de una manguera, 48 mil libras	14/agosto/2002	Festus, Missouri	63 personas afectadas y flora afectada	Comisión de seguridad e investigación de peligros químicos de los Estados Unidos.
Fuga de gas de un cilindro de 2 m. de alto de una PTAR que no operaba.	18/agosto/2019	Emiliano Zapata, Tabasco	500 personas evacuadas	https://www.elfinanciero.com.mx/estados/2022/08/19/fuga-de-gas-cloro-en-planta-de-tabasco-evacuan-a-500-personas/

Explosión de un tanque de gas cloro dentro de una recicladora	28/04/ 2021	Puebla, Puebla	3 lesionados	Periódico Página Negra.
Fuga de gas cloro en planta de agua potable	25/04/ 2023	Ahome, Sinaloa	Evacuación de 10 familias	https://www.meganoticias.mx/guadalajara/noticia/evacuan-familias-por-fuga-de-gas-cloro-en-olas-altas/444572

Tabla I- 16. - Accidentes e incidentes por fuga de gas cloro.

No se encontraron registros de accidentes o incidentes en el Estado de Jalisco, debido al almacenamiento de gas cloro. Sin embargo, el gas cloro es una sustancia con nivel de riesgo alto, es toxica y fatal si se inhala o se absorbe por la piel. Los accidentes por esta sustancia no son comunes, pero son probables principalmente en las Plantas Potabilizadores de Agua, Industria química de blanqueado, en la industria del papel, desinfección y plásticos principalmente.

I.4.2 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN

Para poder determinar el tipo de riesgo que representa el establecimiento del proyecto; primeramente, se requiere estimar su magnitud, por lo que se hace necesario realizar un análisis sistemático y lo más completo posible de todos los aspectos que implica para la población, el medio ambiente y los bienes materiales, la presencia de dicho establecimiento, las sustancias que utiliza, los equipos, etc.

Para la identificación y jerarquización de los riesgos por operación de la Planta Potabilizadora se empleará la metodología HAZOP. Esta metodología se incluirá para todas los etapas que implica la a obra, trabajos preliminares, construcción, operación y tanto para riesgos internos como externos.

- Identificación y Jerarquización del riesgo HAZOP

El HAZOP es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operatividad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación. Por tanto, ya se aplique en la etapa de diseño, construcción u operación, el procedimiento consiste en evaluar, en todas las líneas y en todos los sistemas, las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de proceso, tanto si es continuo como discontinuo. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas “palabras guía”.

<u>Construcción</u>

PALABRAS GUÍA
No-nulo-nada
Mas-alto-mucho
Menos-menor
Además de – así como

PALABRAS GUÍA
Parte de
Inverso
Distinto de

Tabla I- 17. Listado de palabras guía utilizadas en el análisis HAZOP

Los procesos que podrían llegar a representar riesgos significativos durante la construcción de la Planta Potabilizadora a se presentan en la siguiente tabla.

PROCESOS
Cimentación
Excavación
Condiciones de las instalaciones
Condiciones del equipo - maquinaria
Capacitación
Seguridad
Procedimientos
Construcción
Estructuras

Tabla I- 18. Procesos por analizar durante la construcción del proyecto

Operación

Para el análisis HAZOP, se tomó en cuenta la naturaleza del proyecto, debido a que el proyecto consta de diferentes etapas del proceso, se dividieron en nodos, para realizar una mejor realización e identificación de los riesgos durante la etapa operativa de Planta Potabilizadora PP5.

Se utilizaron las mismas palabras guía descritas en la etapa de construcción. Los procesos que podrían llegar a representar riesgos significativos durante la operación del proyecto se presentan en la siguiente tabla.

NODO	PROCESO
1	Sección clarificadora
2	Sección filtros
3	Sección tren lodos
4	Equipos de procesos auxiliares

Tabla I- 19. Nodos de proceso operativo

- Evaluación del riesgo del proceso utilizando el método de Riesgos y Operatividad (Hazop), exclusivamente del proceso de cloración.

Por tratarse de una planta potabilizadora, la identificación y jerarquización del área de mayor riesgo químico se basa fundamentalmente en el volumen y peligrosidad del material almacenado, así como de las operaciones realizadas en cada una de ellas. Por el tipo de instalación a analizar, la sección de cloración presenta el mayor riesgo químico, debido a que en esta área es en donde se almacenará el volumen total de cloro de la planta en tanques de 908 kg y se realizan las operaciones de cambio

de tanques de cloro, suministro de gas al equipo de dosificación de cloro y a líneas de conducción a eyectores y tanques de contacto de cloro.

En las otras áreas relacionadas al proceso de tratamiento, de mantenimiento y administrativas, no son utilizadas sustancias químicas peligrosas, por lo que normalmente no son consideradas para la identificación detallada de riesgos. Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, la identificación detallada de riesgos se debe orientar básicamente al área de cloración, para lo cual, un grupo de especialistas de la Westinghouse Hanford Company (WHC), Battelle Columbus, los Laboratorios Pacific Northwest (PNL) y el Departamento de Energía de los Estados Unidos[1] propone 6 nodos para su análisis detallado, de los cuales, dos de ellos implican operaciones de retiro de cilindros vacíos y reposición. El régimen de operación en esta área es del tipo continuo, sin embargo, se realizan algunas operaciones periódicas.

- Nodo 1. Suministro de gas cloro a rotámetro.
- Nodo 2. Suministro de gas cloro del cilindro de almacenamiento al regulador
- Nodo 3. Suministro de gas cloro del cilindro a la línea de vacío
- Nodo 4. Suministro de gas cloro al eyector
- Nodo 5 y 6. Procedimiento para el retiro de cilindro vacío y reposición.

Por otra parte, en el análisis se consideró las posibilidades de eventos externos que provoquen un riesgo potencial, tal como un incendio en los alrededores de la planta, aunque esta situación en particular tiene una baja probabilidad de ocurrencia.

Para el análisis de los nodos 5 y 6, por tratarse de una operación periódica de tipo manual, se tomaron en cuenta todos los pasos de procedimiento que normalmente se lleva a cabo para el cambio de cilindros vacíos y reposición, considerando principalmente errores de tipo humano que pueden conducir a un evento de riesgo.

I.4.3 JERARQUIZACIÓN DEL RIESGO

Para la jerarquización de los riesgos del proyecto se utilizaron los criterios establecidos en el apartado 8.3 de la NOM-031-STPS-2011 “Construcción – Condiciones de seguridad y salud en el trabajo”, en donde se especifica que la jerarquización del riesgo se obtiene a partir de dos variables: frecuencias de la ocurrencia y severidad del daño.

La categoría de frecuencia de ocurrencia de los riesgos se obtiene considerando la posibilidad de que ocurran éstos, asociados a las actividades de la obra, como se muestra en la siguiente tabla.

FRECUENCIA		DEFINICION
CATEGORIA	DENOMINACION	
A	Remota	Que excepcionalmente puede ocurrir

[1] Example Process Hazard Analysis of a Department of Energy Water Chlorination Process, U. S. Department of Energy, 1993, Washington D.C.

B	Aislada	Que difícilmente ocurre
C	Ocasional	Que pocas veces ocurre
D	Recurrente	Que se repite con periodicidad
E	Frecuente	Que ocurre con regularidad

Tabla I- 20. Categorización de frecuencia de ocurrencia.

Por parte, la severidad del daño que puede ocasionar el riesgo se obtiene al considerar las definiciones establecidas en la siguiente tabla.

SEVERIDAD		DEFINICION
CATEGORIA	DENOMINACION	
I	Menor	Sin daños o con daños que implican incapacidades temporales del trabajador de tres días o menos
II	Moderada	Puede implicar la incapacidad temporal del trabajador por más de tres días
III	Critica	Puede implicar la incapacidad permanente parcial del trabajador
IV	Fatal	Puede implicar la incapacidad permanente total o deceso del trabajador

Tabla I- 21. Categorización de la severidad del daño.

Por último, la jerarquización del impacto del riesgo se obtiene asociando la frecuencia de la ocurrencia del riesgo, con la severidad del daño que puede ocasionar.

			SEVERIDAD DEL DAÑO			
			I MENOR	II MODERADA	III CRITICA	IV FATAL
FRECUENCIA DE OCURRENCIA DEL RIESGO	E	FRECUENTE	Medio	Elevado	Grave	Grave
	D	RECURRENTE	Bajo	Medio	Elevado	Grave
	C	OCASIONAL	Mínimo	Bajo	Medio	Elevado
	B	AISLADA	Mínimo	Mínimo	Bajo	Medio
	A	REMOTA	Minimo	Minimo	Mínimo	Bajo

Tabla I- 22. Jerarquización del impacto del riesgo.

DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
Sismo	****	Grietas o fracturas en muros y/o losas, puede ocasionar daños severos a la propiedad, a los trabajadores. Daños a la línea eléctrica con probabilidad de incendio. Derrumbe total o parcial, Daños al proyecto de almacenamiento y distribución de las sustancias peligrosas.	Social Económico Ambiental	Aplicar criterios, recomendaciones y lineamientos sugeridos en los trámites realizados ante autoridades competentes. Seguimiento a las recomendaciones de la mecánica de suelos. Construcción contemplando los parámetros sísmicos de la zona. Realizar un riguroso control de calidad en todos los materiales utilizados en la obra. Implementar un plan de respuesta en caso de emergencias.	B Frecuencia III Severidad BAJO Jerarquización
Hundimiento	Falla del material en la zona del proyecto. Socavación por infiltración de agua.	Asentamientos en la subestructura. Daños estructurales en el inmueble. Lesiones a trabajadores, usuarios o visitantes. Entorpecimiento de la circulación en la zona.	Social Económico	Seguimiento a las recomendaciones de la mecánica de suelos. Realizar un riguroso control de calidad en todos los materiales utilizados en la obra. Las obras de conducción, tubería, bandas transportadoras, que se instalen deberán supervisarse adecuadamente, evitando que existan fugas. Implementar un plan de respuesta en caso de emergencia.	B Frecuencia III Severidad BAJO Jerarquización

Se presenta una lluvias torrencial o granizada.	Condiciones climáticas propicias para la ocurrencia de estos fenómenos.	Inundación en las vialidades de acceso al proyecto ocasionando el entorpecimiento del tráfico y la imposibilidad de ingresar o salir del sitio. Molestias a los trabajadores, habitantes o visitantes. Pérdida de los servicios (luz, abastecimiento de agua potable). Pérdidas materiales.	Social Económico	Considerar valores apropiados de intensidad de lluvia en el sitio y periodos de retorno para el diseño de obras que permitan el desalojo de agua (drenaje pluvial). Realizar mantenimiento periódico a muros, impermeabilización y revisar el libre flujo de canales pluviales llevando a cabo el desazolve. Monitoreo de condiciones climáticas.	E Frecuencia I Severidad MEDIO Jerarquización
Ocurre una tormenta eléctrica y rayos	Condiciones climáticas propicias para la ocurrencia de estos fenómenos.	Incremento del riesgo de electrocución. Pérdida de energía eléctrica temporal.	Social	Suspender actividades durante la tormenta. Monitoreo de condiciones climáticas. Implementar un plan de respuesta en caso de emergencias.	C Frecuencia II Severidad BAJO Jerarquización

Tabla I- 23. Jerarquización de riesgos externos al sitio del proyecto.

PROCESO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLE CAUSA	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
Excavaciones	SI	Ocurre un accidente laboral	Sobrecarga en el borde de la excavación por acopio de material o maquinaria pesada.	Derrumbes Atrapamiento Caídas	Económico Social	Delimitar y señalizar el área de excavación. Retirar constantemente	B Frecuencia IV

			Falla en la mecánica de suelos (en la resistencia del terreno o el agua presente) o desconocimiento de las características técnicas del material a excavar Falta de estructura de soporte lateral de acuerdo a la naturaleza del terreno. Exceso de humedad o deshidratación del terreno	Vuelco de maquinaria		el material para evitar la sobrecarga. Implementar un plan de respuesta en caso de emergencias	Severidad MEDIO Jerarquización
Excavaciones	NO	El método de la excavación no es el adecuado	No acatar las recomendaciones de la mecánica de suelos. Falla en la estabilización de taludes. Falta de especialización de la mano de obra. El contratista de la excavación no realiza el diseño detallado del proceso de excavación previo al inicio. Excavación en época de lluvias y sin protección contra la erosión. Excavaciones en secciones mayores a las indicadas, y sin dejar adyacentes sin retirar la berma	Atrapamiento por inestabilidad y derrumbe de las paredes de la excavación Caídas de objetos. Caídas de trabajadores	Económico Social	Se deberá evitar la circulación de vehículos que pongan en riesgo la estabilidad de las paredes de la excavación. Inspeccionar al inicio y al final de cada jornada los sistemas utilizados en la estabilización de las paredes al inicio y al final de cada jornada, para garantizar la firmeza de la excavación. Prohibir que los trabajadores	B Frecuencia IV Severidad MEDIO Jerarquización

						permanezcan en el interior de la zanja, mientras la maquinaria de excavación este en operación Contar con una escalera o rampa para entrada y salida de los trabajadores.	
Cimentación	DISTINTO DE	Las técnicas de construcción o tipo de cimentación difieren a la recomendada por los proyectistas.	Negligencia. Cambios de último minuto. Ignorancia.	Daños a la estructura por asentamientos diferenciales. Colapso de las estructuras.	Económico Social		A Frecuencia IV Severidad BAJO Jerarquización
Cimentación	NO	Uso de materiales de construcción de baja calidad o especificaciones menores a las requeridas por el proyecto.	Inexistentes.	Daños a la estructura por asentamientos diferenciales. Colapso de las estructuras.	Económico	Contar con un estricto control de calidad y obra.	C Frecuencia II Severidad MÍNIMO Jerarquización
Cimentación	MENOS	Dificultades técnicas al		No se detecta a tiempo y por lo	Social	Adecuada supervisión	B

		encontrar condiciones distintas de suelo en sitio con respecto a las reportadas en el estudio de mecánica de suelos.	Condiciones de suelo heterogéneas. Investigación geotécnica insuficiente.	tanto no se realizan acciones correctivas: daños a la estructura por asentamientos diferenciales, fracturas, colapso parcial o total de la estructura.		geotécnica durante la construcción. Buena comunicación entre el contratista y el geotécnico.	Frecuencia IV Severidad MEDIO Jerarquización
Cimentación	MENOS	Dificultades técnicas al encontrar condiciones distintas de suelo en sitio con respecto a las reportadas en el estudio de mecánica de suelos.	Condiciones de suelo heterogéneas. Investigación geotécnica insuficiente.	Se detecta a tiempo y se realizan acciones: incremento en el costo de la obra pudiendo ocasionar una pérdida para la empresa contratista	Económico	Adecuada supervisión geotécnica durante la construcción. Buena comunicación entre el contratista y el geotécnico.	B Frecuencia I Severidad MÍNIMO Jerarquización
Cimentación	SI	Accidente de trabajadores	Falta de señalamiento e información al personal. No contar con EPP. Imprudencia del trabajador.	Daños o incapacidad temporal o total del trabajador, en el peor caso puede ocasionar su muerte.	Social	Proporcionar a los trabajadores el EPP en función del trabajo a realizar y vigilar su uso	B Frecuencia IV Severidad MEDIO Jerarquización
Calculo estructural	DISTINTO DE	Se construye sin respetar el cálculo	Negligencia Ignorancia	Ruptura de la estructura o colapso total.	Económico Social	Realizar el tratamiento recomendado en	A Frecuencia

		estructural o tomando otro como base. Las técnicas de construcción difieren a la recomendada por los proyectistas.	Error humano.			la mecánica de suelos para un comportamiento adecuado del terreno. Supervisar de manera periódica que la obra se realice respetando los cálculos estructurales, y que estos sean los del proyecto.	IV Severidad BAJO Jerarquización
Capacitación	NO	Personal con capacitación deficiente o carente de capacitación	Rotación de personal frecuente (superando la capacidad de la empresa contratista para capacitar adecuadamente al personal). Negligencia. Ignorancia	Incremento del riesgo de accidentes laborales en obra. Trabajo deficiente. Baja capacidad de respuesta ante una emergencia.	Económico Social	Todo el personal de nuevo ingreso deber iniciar si capacitación desde la primera semana. La capacitación deberá incluir las actividades que desarrollará en función de su puesto, así como capacitación en materia de seguridad y protección civil.	E Frecuencia II Severidad ELEVADO Jerarquización
Seguridad	NO	En la obra se carece de seguridad	Negligencia. Fuera de presupuesto	Baja capacidad de respuesta ante una emergencia.	Económico Social	Contratar una empresa responsable del	C Frecuencia

						área de seguridad del bien inmueble que cuente con personal capacitado.	III Severidad MEDIO Jerarquización
Almacenamiento de sustancias químicas	NO	No se cuenta con las medidas de seguridad en el almacenamiento de sustancias químicas.	Falta de capacitación del personal. Desconocimiento. Negligencia.	Accidente laboral Contaminación ambiental	Económico Social Ambiental	Almacenes con medidas de seguridad y de acuerdo con las normas de la STPS y/o SEMARNAT (en caso de residuos peligrosos) Procedimientos de seguridad. Hojas de fatos de seguridad de las sustancias almacenadas. Capacitación del personal en su manejo adecuado.	B Frecuencia III Severidad BAJO Jerarquización
Estructuras	SI	Se presentan daños estructurales en el desarrollo	Sismo de una magnitud considerable. Fallas en el subsuelo (compresibilidad del suelo. Hundimiento, entre otros.)	Daños a la línea eléctrica o de gas. Probabilidad de incendio. Grietas o fracturas en muros y/o losas,	Económico Social	Aplicar criterios, recomendaciones y lineamientos sugeridos en los trámites realizados ante	B Frecuencia III Severidad

			Fallas en la cimentación.	en puede ocasionar daños severos a la propiedad.		autoridades competentes. Seguimiento a las recomendaciones de la mecánica de suelos. Construcción contemplando los parámetros sísmicos de la zona. Realizar un riguroso control de calidad en todos los materiales utilizados en la obra.	BAJO Jerarquización

Tabla I- 24. Identificación y jerarquización de riesgos internos durante la etapa de construcción.

NODO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN DE LA VARIABLE	POSIBLE CAUSA	POSIBLE CONSECUENCIA	COMENTARIOS Y MEDIDAS CORRECTORAS		JERARQUIZACIÓN
1	Clarificación	Más	Se supera el flujo promedio del caudal 500 lps	Sobre llenado de tuberías. Falla en sistema de monitoreo de caudal. Falla en sistemas de seguridad.	Derrame de agua.	Revisar la correcta instalación de tuberías. Evitar fugas de agua en zonas de conexión de tuberías.	B Frecuencia II Severidad

						Monitoreo constante de manómetros y sistemas que indiquen la presión y caudal del agua. Monitorear el sistema de seguridad.	MÍNIMO Jerarquización
	Clarificación	No	Falla en la línea de desfogue en el clarificador primario.	Falla en el sistema de detección. Falta de mantenimiento. Falta de comunicación entre el personal de mantenimiento y encargados de seguridad.	Sobre llenado de equipos y tuberías. Daños en sistemas y maquinaria.	Contar con bitácoras de mantenimientos previos, incluyendo información mínima como: Fecha de mantenimiento, equipo, que se realizó y el nombre por quien fue realizado el mantenimiento. Contar con fechas programadas para mantenimiento de equipo.	A Frecuencia I Severidad MÍNIMO Jerarquización
	Clarificación	Distinto de	Desviación distinta en los tipos de lodos.	Falla en el sistema de envió de lodos a mecanismo de rastras. Fallo en el sistema de bombas primarias. Error de clasificación de lodos.	Sobrellenado de sistema con lodos.	Correcto ensamblaje de sistema de distribución de lodos. Realizar pruebas de verificación previo al ensamblaje de componentes.	B Frecuencia II Severidad MÍNIMO Jerarquización
	Área de cabezal de descarga.	Distinto de	Falla de válvula de control para medición de	Falta de mantenimiento a válvula.	Válvula que funciona para evitar el	Monitoreo constante del buen funcionamiento de	B Frecuencia

			caudal.	Falla repentina de válvula. Error de monitoreo, omisión y/o descuido de personal. Error de sistema. Distracción de personal de seguridad. Falta de mantenimiento.	excedente de lodo, por tanto, se pudiera suscitar un excedente de materia. Agua sin tratamiento adecuado. Retrasos en las demás etapas del tratamiento Falla de maquinaria y equipo.	válvulas y manómetros. Sistema de seguridad para corte de emergencia por excedente de materia. Contar con mantenimiento periódico de equipos de seguridad y monitoreo. Monitoreo en todo tiempo el sistema de purgado. Capacitación de personal para en caso de un incidente. Monitoreo periódico de sistemas de purgado.	II Severidad MÍNIMO Jerarquización
2	Descarga de agua al ducto SIAPA	Distinto de	Caudal y tratamiento diferenciado	Error en algún punto del proceso. Falla en el sistema de monitoreo. Error en los análisis realizados al agua potabilizada	Falta de tratamiento en agua cruda. Falla en maquinaria y /o equipo. Falta de capacitación en muestras de agua potabilizada.	Notificar en caso de error o falla en sistema de tratamiento de agua residual. Tener personal capacitado ante incidentes.	B Frecuencia II Severidad MÍNIMO Jerarquización
	Sistema de filtración	Distinto de	Filtro de disco se taponea	Falta de mantenimiento. Diferencia de filtrado en pretratamiento	Taponeo en tuberías de conexión. Aumento de	Mantenimiento periódico del sistema de filtrado. Sistema de detección de filtro	A Frecuencia

					capacidad de agua tratada en tanque de filtración. Falta de tratamiento de agua	tapado. Contar con bitácoras de mantenimiento de equipo	II Severidad MÍNIMO Jerarquización
3	Espesamiento de lodos	Nulo	Falla en el espesador tipo banda	Falta de mantenimiento. Obstrucción de banda por objeto.	Falla separación de agua y sólidos contenidos en los lodos. Retraso en las demás operaciones de tratamiento de lodos	Contar con sistemas de seguridad especializado en obstrucción de banda con objetos.	A Frecuencia II Severidad MINIMO Jerarquización
	Espesamiento de lodos	Distinto de	Falla en el agitador sumergible para mezclar y homogenizar los lodos	Sobre carta de energía eléctrica. Alta densidad de lodos, provocando disminución en la velocidad de mezcal por el agitador. Falta de limpieza del agitador.	Pérdidas económicas. Retrasos en el sistema de tratamiento de lodos. Ineficiencia en el tratamiento de lodos.	Mantener monitoreo en el voltaje de corriente eléctrica en todo momento para evitar una sobre carga en equipos. Realizar mantenimientos preventivos periódicos en quipos agitadores.	B Frecuencia II Severidad MINIMO Jerarquización

Tabla I- 25. Identificación y jerarquización de riesgos en la etapa de operación.

No. de nodo	Palabra clave	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Medidas de seguridad	Jerarquización
1	Otro	Aire en el eyector	Ruptura de tubería (PVC o acero). Falta de mantenimiento, especialmente en la línea de PVC	Fuga de Cl2 Daños y muertes potenciales en las cercanías del edificio de cloración e instalaciones cercanas.	El regulador cierra al haber perdido vacío Alarma de Cl2 diseñada para fugas. Respuesta a la emergencia en el lugar del percance.	**B** Frecuencia **IV** Severidad **MEDIO** Jerarquización
3	Más	Flujo mayor	Falla en el regulador	Fuga de Cl2 a través de la válvula de venteo del regulador. Peligro potencial de lesiones / muertes cerca del edificio de cloración y áreas cercanas	Alarma de Cl2 (local y remota). Respuesta de emergencia en el lugar del percance y en los edificios adyacentes	**B** Frecuencia **IV** Severidad **MEDIO** Jerarquización

5	Otro	Cilindro equivocado	Selección del cilindro equivocado, desconectando uno en desuso con fuga completa del contenido del cilindro	Peligro potencial para daños y muertes cerca del edificio de cloración y edificios cercanos	Se cuenta con un procedimiento escrito para el cambio de cilindros. Alarma de bajo vacío y alarmas de cloro	**B** Frecuencia **IV** Severidad **MEDIO** Jerarquización
5	Parte de	Instalación incompleta	Parcialmente enganchado	El cilindro se cae y se daña, resultando en una fuga de cloro	Verificar los radios calculados en caso de fuga de cloro desde el cilindro para programar la evacuación.	**B** Frecuencia **IV** Severidad **MEDIO** Jerarquización

Tabla I- 26. Identificación y jerarquización de riesgos en el proceso de cloración.

Los eventos anteriormente analizados conducen básicamente a cuatro escenarios posibles que involucran fugas o pérdidas de contenido de gas cloro:

I. Fisura o ruptura de líneas de conducción.
II. Fuga de cloro en línea de venteo.
III. Fuga de cloro a través de válvula (raíz) en el cilindro contenedor.
IV. Fuga de cloro debido a ruptura catastrófica de un contenedor de 1 tonelada de cloro.

Los escenarios I, II y II conducen a la formación continua de una pluma de gas cloro que se difunde en la atmósfera y cuyo origen es el orificio de escape, mientras que el escenario IV implica la formación instantánea de una nube de gas cloro que viaja en la atmósfera con la totalidad de la masa contenida en el cilindro antes de su ruptura.

I.4.4 CONCLUSIONES

Como resultado de la aplicación de la técnica HAZOP para el análisis e identificación de riesgos aplicados a una planta de tratamiento de aguas, se concluye que independientemente de la tecnología, medidas de control y seguridad aplicadas, existes riesgos inherentes al proceso de cloración con gas que son plausibles de presentarse, por lo que es necesario, en cualquiera de sus etapas del proyecto (diseño, construcción y operación) la aplicación de cualquier técnica de identificación conocida con el objeto de aplicar medidas preventivas, correctivas y de respuesta a la emergencia en caso de accidentes.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

ÍNDICE DE CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES. 2

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN 2
II.2 INTERACCIONES DE RIESGO 5
II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL 7
II.4 CONCLUSIONES 9

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA II- 1. EFECTOS DEL CLORO GAS SOBRE LA SALUD A DIFERENTES CONCENTRACIONES. 3
TABLA II- 2. RADIOS DE RIESGO POR FUGA DE GAS CLORO. 4

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA II- 1 RADIOS POR TOXICIDAD POR FUGA DE GAS CLORO 5
FIGURA II- 2. GRÁFICOS DE MODELACIÓN DE TOXICIDAD POR FUGA DE GAS CLORO HASTA EL PUNTO POBLACIONAL MAS CERCANO. 6
FIGURA II- 3. PUNTO DE POBLACIÓN MÁS CERCANA AL PUNTO DE FUGA. 7
FIGURA II- 4. ZONA DE MAYOR AFECTACIÓN ANTE LA FUGA DE GAS CLORO 8

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Utilizando el programa de simulación ALOHA, se analizaron las posibles consecuencias del accidente de máximo riesgo originado por la liberación de gas cloro.

Para el escenario de máximo riesgo se tomó como base uno de los tanques de almacenamiento de cloro gas, con una capacidad de 853 litros.

- Principales características del gas cloro
    - Peso molecular: 70.9 g
    - Estado físico: Gas de color amarillo-verdoso, con olor sofocante e irritante
    - Presión de vapor: N/A
    - Solubilidad en agua: Muy poco soluble (0.7 %)
    - Grado de riesgo: Salud 3, Inflamabilidad 0, Reactividad 0 IPVS: 10 ppm
    - Límite máximo permisible de exposición: 2.9 mg/m3 (STEL)

- Descripción de los efectos físicos, químicos y toxicológicos del cloro gaseoso

El cloro existe como gas o líquido, es inflamable no explosivo, tiene un olor característico, es de color amarillo verdoso y es cerca de 2.5 veces más pesado que el aire. Si se libera del tanque o del sistema a la atmósfera, el cloro se mezclará y concentrará en los niveles más bajos del edificio o área donde ocurra la fuga. Por otro lado, el cloro líquido es ámbar transparente alrededor de 1.5 veces más pesado que el agua.

El cloro gaseoso es principalmente un irritante respiratorio, pero puede causar también irritación de ojos a una concentración tan baja como 0.09 ppm (partes por millón). El límite de detección de cloro por el olfato humano es de 3 ppm, la cual es una concentración lo suficientemente baja que permite detectar con rapidez y oportunidad cualquier situación de peligro. A concentraciones del orden de 15 ppm, el cloro gaseoso puede causar irritación inmediata de la garganta.

Las concentraciones de cloro gaseoso en el orden de 50 ppm son peligrosas y de 1000 ppm pueden incluso ser fatales en caso de exposición muy breve. Estos niveles exceden en el orden de 2.5 a 50 veces el valor guía establecido para planes de respuesta en caso de emergencia, que es de 20 ppm. Los síntomas ante la exposición, si una concentración suficiente de cloro gaseoso se encuentra presente en el ambiente, son: la irritación de las membranas mucosas, del sistema respiratorio en su conjunto, de la piel y, si la cantidad es mayor a 15 ppm, causará irritación de los ojos, garganta y hasta dificultad para respirar. Si el tiempo de exposición es prolongado, pero con bajas concentraciones de cloro gaseoso, puede provocar una excitación general en la persona afectada, además de confusión mental, irritación de la garganta, copiosa salivación y estornudos.

Los síntomas ante una exposición a altas concentraciones son: náuseas y vómito, seguidos por dificultades para respirar. En casos extremos la dificultad para respirar puede aumentar a tal punto que ocasiona la muerte por sofocación.

La siguiente tabla presenta los efectos del cloro gas sobre la salud a diferentes concentraciones.

Concentración de cloro (ppm)	**Efectos en la salud**
0.09	Irritación de ojos
3.0	Se detecta por el olfato humano
15.0	Irritación inmediata de garganta.
50.0	Náuseas, vómito y dificultad para respirar
100 hasta	Aumenta la dificultad para respirar la sofocación y muerte.

Tabla II- 1. efectos del cloro gas sobre la salud a diferentes concentraciones.

El cloro provoca la disminución del pH del agua a causa de los iones hidrógeno que se producen en las reacciones anteriores, por lo que el pH del agua es un factor muy importante que sirve para determinar el grado con el que el ácido hipocloroso se disocia para producir hipoclorito.

El ácido hipocloroso, que es el agente desinfectante primario, predomina si el pH es menor a 7.5, siendo alrededor de 80 veces más eficaz que el ion hipoclorito, el cual predomina si el pH es mayor de 7.5. El HClO y ClO^- son comúnmente descritos juntos como “cloro libre disponible” en el sentido en que se utiliza para la desinfección.

Cuando se adiciona al agua, el cloro oxida a la materia orgánica por igual. Por lo que no todo el cloro que se agrega al agua da por resultado la producción de cloro libre disponible. La cantidad de cloro que reacciona con los compuestos inorgánicos (Fe2+, Mn2+, NO2, NH3) y con las impurezas orgánicas se conoce como la demanda de cloro, siendo necesario satisfacerla para que se forme cloro libre disponible. La aplicación de cloro al agua hasta el punto en que hay cloro libre residual disponible se denomina cloración hasta el punto de cambio.

- Radios potenciales

A continuación, se presentan los criterios utilizados.

1. Fuga mayor de un tanque de almacenamiento de Gas cloro de 853 litros

2. Diámetro del orificio de fuga: 2 pulgadas
3. Cantidad liberada: 7.75 kg.
4. Duración de la liberación: 1 minuto (129 g/min)
5. Utilización de modelo de gases pesados
6. Características de Tanque:
    a. Tanque cilíndrico
    b. Diámetro de 0.76 m
    c. Altura de 1.88 m
    d. Temperatura del líquido de 18.3 °C
7. Características Fisicoquímicas utilizadas:
    a. Punto de ebullición. -38.3 °C
    b. Peso molecular: 70.91 g/mol
8. Características del entorno:
    a. Temperatura ambiente: 18.3 °C
    b. Velocidad del viento: 1.15 m/s
    c. Estabilidad atmosférica: B

El programa de modelación ALOHA les atribuye a las zonas de riesgo un color en función del peligro. El rojo corresponde a la zona en la que ocurrirán los efectos más severos, naranja para efectos intermedios y amarillo para los efectos de menor importancia. En los siguientes apartados se utilizó esta clasificación para describir las zonas de riesgo.

- Fuga sin fuego

En este caso se considera que el tanque contiene gas no inflamable y que, durante la fuga, el gas cloro no se incendia. Los peligros asociados a este tipo de falla son:

- Efectos tóxicos en dirección del viento (toxicidad)

  Zona Roja: es el área en donde se podría alcanzar una concentración mayor a 20 ppm del gas. Esta concentración ocasiona daños que ponen en riesgo la vida incluso puede ser letal y corresponde al AEGL-3.

  Zona Naranja: AEGL-2 (2 ppm) a esta concentración los daños son irreversibles o severos de larga duración.

  Zona Amarilla: AEGL-1 (0.5 ppm) es la concentración a la cual la población en general puede sufrir molestias o irritación; sin embargo, estos efectos no son incapacitantes y son transitorios y reversibles tras la interrupción de la exposición.

TOXICIDAD		
AEGL-3	AEGL-2	AEGL-1
349 m	804 m	1.3 k m

Tabla II- 2. Radios de riesgo por fuga de Gas cloro.

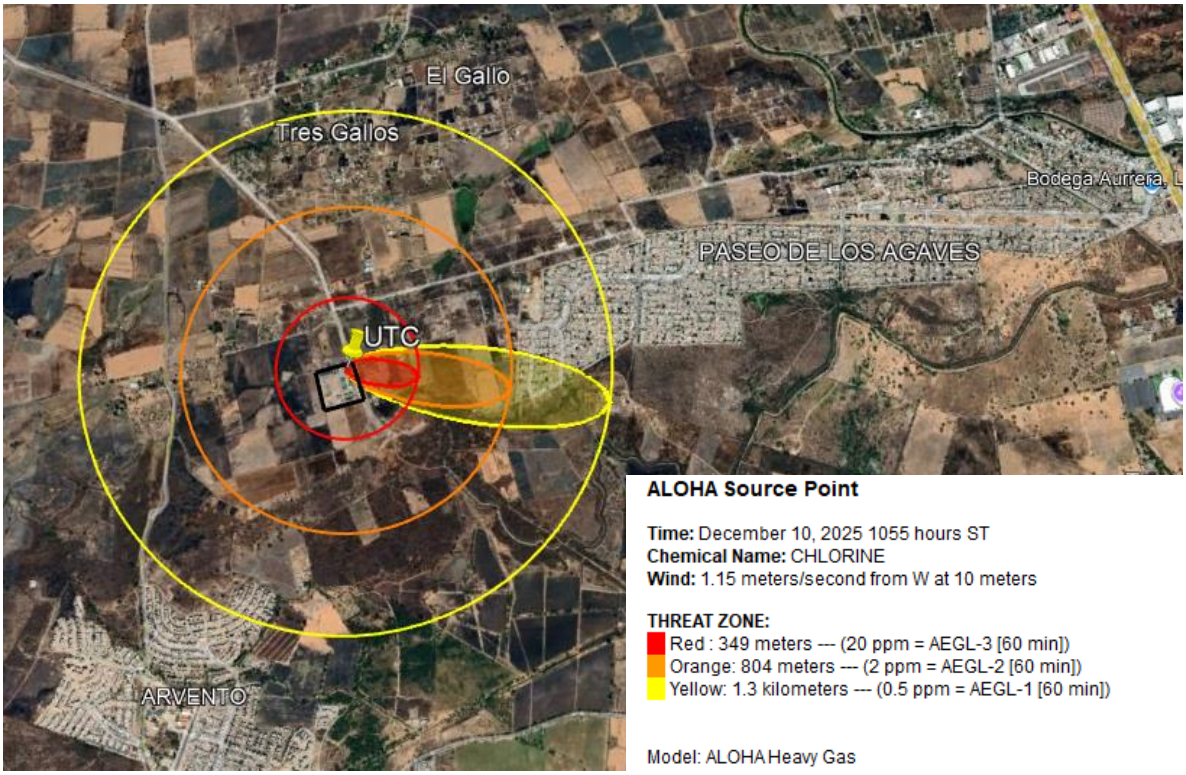


Figura II- 1 Radios por toxicidad por fuga de Gas Cloro.

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

En el análisis de riesgo realizado para la etapa de operación del proyecto por el uso y almacenamiento de gas cloro para la potabilización de agua cruda, para consumo humano, la determinación de los radios de riesgo y amortiguamiento por toxicidad, sólo son sólo útiles si se puede determinar el tiempo que tardan en llegar las partículas en concentraciones potencialmente peligrosas a sitios que albergan gran cantidad de personas y en base a estos resultados, realizar planes de evacuación para la población potencialmente expuesta.

En el caso de la Planta Potabilizadora PP5, el radio de alto riesgo detectado AEGL-3, en donde la concentración a/o por encima de la cual se predice que la población general, incluyendo individuos susceptibles, pero excluyendo los hipersusceptibles, podría experimentar efectos amenazantes para la vida o la muerte. Concentraciones por debajo de AEGL 3 pero por encima de AEGL 2 representan niveles de exposición que pueden causar efectos a largo plazo, serios o irreversibles o impedir la capacidad de escapar. Dentro de este límite no existen centros de concentración masiva o centros poblacionales que puedan ser afectados con esta magnitud.

Como el riesgo representa una nube toxica, se deberá evacuar a toda la planta y a este radio (432 m desde el punto de fuga) inmediatamente, debido a los riesgos que conlleva.

El siguiente radio se extiende hasta los 969 m, aquí la concentración es de categoría 2 AEGL, con 2 ppm, en donde, se predice que la población general, incluyendo individuos susceptibles, pero excluyendo los hipersusceptibles, puede experimentar efectos a largo plazo serios o irreversibles o ver impedida su capacidad para escapar. Concentraciones por debajo del AEGL 2 pero por encima del AEGL 1 representan niveles de exposición que pueden causar notable malestar. Aquí ya se presentan centros de población, y es entonces donde se encuentra la necesidad de análisis.

Se modelo entonces las características de la fuga, con el punto poblacional más cercano a la zona de almacenamiento de gas cloro; este se encuentra 855 m al oeste del punto de almacenamiento y con la misma dirección de la pluma de viento promedio.

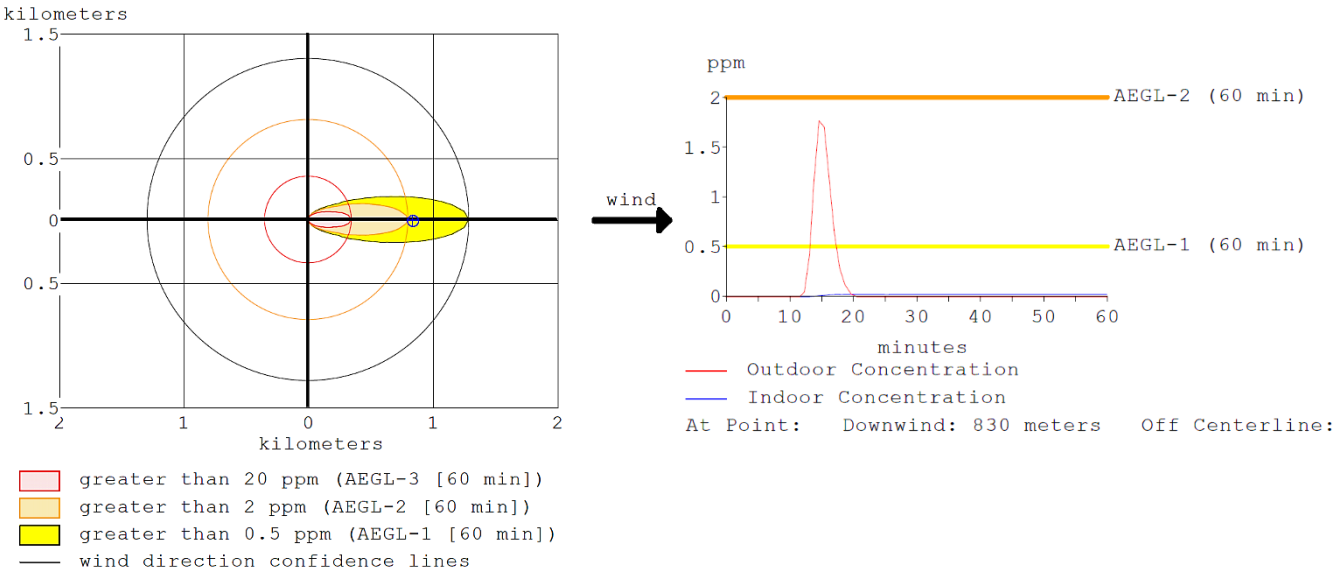


Figura II- 2. Gráficos de modelación de toxicidad por fuga de Gas cloro hasta el punto poblacional más cercano.

La hoja con los resultados del reporte de ALOHA se presenta en el apartado de anexos, los resultados importantes arrojaron una concentracion estimada de 2.84 ppm en el exterior y de 0.0401 ppm dentro de edificación.

La concentracion máxima de gas cloro, se tendria en exterior y despues de los 10 y hasta los 22 min de inicio de la fuga, acanzando poco menos de 3 ppm.

Dentro de la primera hora de fuga hasta este punto, se estima Irritación leve de las mucosas, tolerada.

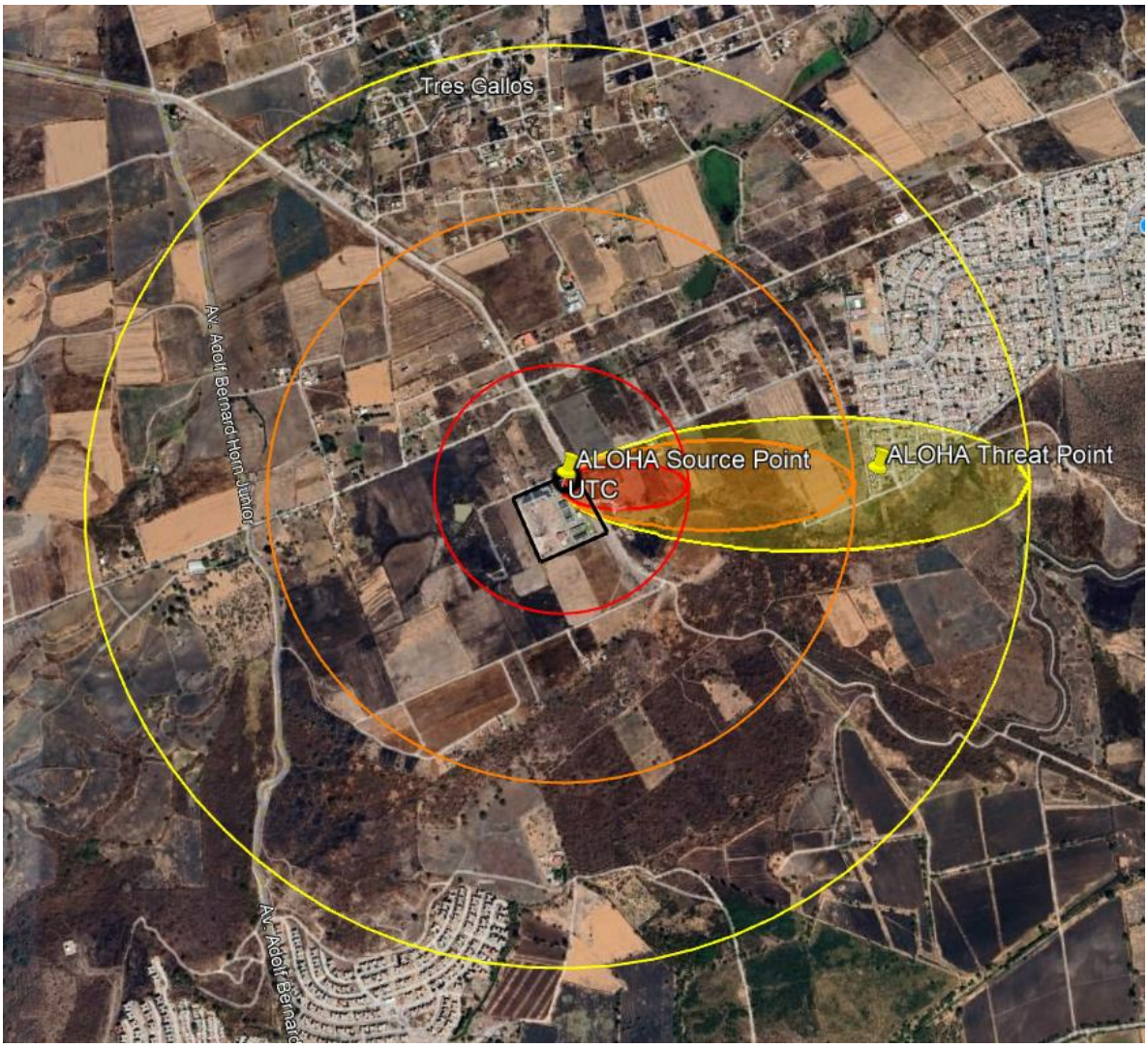


Figura II- 3. Punto de población más cercana al punto de fuga.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

De acuerdo con los modelados obtenidos en el apartado II.2 Radios de afectación, el radio de afectación mayor se encuentra en los primeros 349 m alrededor de la zona de almacenamiento de Gas cloro en la planta potabilizadora PP5. Dentro de este radio podrían prevalecer concentraciones mayores a los 20 ppm, mismas que para los humanos podrían ser causantes de dolor torácico inmediato, vómitos, disnea (falta de aire) y tos, en casos extremos letales. P**ara las plantas podrían generar un efecto tóxico, afectando su crecimiento.**



Figura II- 4. Zona de mayor afectación ante la fuga de gas Cloro

Como se puede apreciar en la figura anterior los terrenos dentro del radio de afectación son rústicos en su mayoría y poco se usan ya para cultivo; y de acuerdo con los estudios realizados para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental del presente proyecto, en los alrededores se presenta principalmente vegetación secundaria, característica de sitios perturbados.

La afectación a la flora del Sistema Ambiental se reduciría a estas 65 hectáreas, lo que representa el 6.8% del total de la superficie del Sistema Ambiental. Fauna no se vería afectada, ya que fue detectado en el Sistema solo aves y pequeñas lagartijas, que instintivamente huirían de la zona en caso de percibir un evento similar.

En cuanto a emisión a la atmosfera, de acuerdo con los modelados y al tipo de sustancia (siendo un gas pesado) este en una fuga completa de una hora de duración, después del evento; en el aire, el cloro es degradado por la luz solar en unos pocos minutos. Si fuese un evento nocturno, el aire sería el principal factor de su disipación.

II.4 CONCLUSIONES

Los resultados presentados indican que cualquier persona que se encuentre a una distancia menor a 349 m puede resultar dañada o hasta poner en riesgo su vida. Por lo anterior se recomienda que las personas que laboran dentro de un radio de 400 metros sean capacitadas para responder en caso de fuga de cloro desde el cilindro. Deberán señalarse claramente las rutas de evacuación y deberá contarse con equipo adecuado para protección del personal. El detector de fugas de cloro será un dispositivo muy útil para alertar de manera inmediata de algún escape o fuga, lo que ayuda a que el personal se proteja a tiempo y pueda ponerse en marcha oportunamente el plan de contingencia dentro de la planta.

La zona que se predice resultará más seriamente afectada será la que se encuentre hacia el oeste (W) del tanque de cloro. Lo anterior depende de la dominancia de los vientos, la cual es función de la estación del año. Sin embargo, esta dirección es la más frecuente de acuerdo con las Estaciones Meteorológicas cercanas.

Si los vientos se presentan en la dirección más probable, la única población afectable, será dentro de la zona de seguridad y deberá salvaguardarse en sus domicilios al menos 2 horas desde la fuga hasta que las autoridades indiquen lo contrario. No es necesaria la evacuación de la población ya que el radio de mayor riesgo incide solo en predios rústicos o agrícolas y con vegetación secundaria impactada por el hombre.

CAPÍTULO III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

ÍNDICE DE CONTENIDO

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL. 2

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS 2

III.1.1 SISTEMA DE SEGURIDAD 2

III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 4

III.1.3 OTRAS RECOMENDACIONES 9

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Las recomendaciones técnicas- operativas son:

- Vigilar que se cumplan los procedimientos de seguridad establecidos para la distribución y cambio del tanque de gas cloro.
- Entrenar periódicamente al personal sobre las medidas y acciones de respuesta a emergencias, y llevar registro de ello.
- Establecer un sistema de verificación periódica de los equipos de seguridad, auxiliándose para ello con listas de verificación.
- Llevar registros de las verificaciones realizadas, a fin de tener una bitácora que evidencie el cumplimiento con el procedimiento de verificación periódica.
- Establecer un procedimiento para corregir las fallas encontradas durante las verificaciones, y llevar registro de las acciones correctivas.
- Mantener una bitácora de las verificaciones de la condición e inspecciones de tuberías, válvulas, bridas, codos y conexiones en general.
- Establecer programa de verificación mensual de la integridad del sistema de tierras e interconexiones de equipos para evitar chispas de electricidad estática, y llevar bitácora de ello.
- Establecer un programa de verificación de corrosión de tuberías y llevar bitácora de ello. La corrosión no deberá exceder de 0.5 mm/año.

Se sugiere que los operadores de la instalación estudien el reporte del análisis de riesgo para que se familiaricen con los riesgos de la instalación y aprendan a valorar en forma sistemática el significado y consecuencia de estos.

III.1.1 SISTEMA DE SEGURIDAD

La planta potabilizadora PP5 cuenta con un sistema de seguridad integrado por diferentes componentes con el propósito de salvaguardar la integridad de su personal, así como de las instalaciones. La prevención, control y atención de eventos extraordinarios está dada por:

- Barda perimetral

Con el objetivo de controlar los ingresos a las instalaciones, el predio de la planta está delimitado por medio de una barda perimetral con altura mínima de 2.5 metros, la cual está construida con blocks de concreto con cara de piedra, reforzada con castillos y dalas de concreto reforzado. La barda cuenta con una concertina de 45 cm de diámetro de acero galvanizado en la parte superior.

- Caseta de vigilancia

La planta potabilizadora PP5 contiene una caseta de vigilancia ubicada en la entrada principal, que proporciona los medios adecuados para controlar el acceso y salida de la planta potabilizadora PP5, así como de prevenir las entradas no autorizadas al predio.

- Circuito cerrado de televisión (CCTV)

Ya que en la planta potabilizadora PP5 se realizan operaciones de importancia sustancial para las necesidades de la ciudadanía contigua y debido a la importancia de la infraestructura involucrada en ello, es primordial contar con un sistema que permita la vigilancia de estos procesos, así como del monitoreo de posibles personas nos autorizadas dentro del predio o intrusos; Con ello salvaguardando la seguridad del personal de la planta potabilizadora, así como de los bienes patrimoniales.

El CCTV está diseñado para operar en las diversas áreas que componen a la planta potabilizadora PP5, como lo son las áreas de proceso, administrativas o generales. La principal función del CCTV es monitorear y supervisar las áreas designadas, así como de alertar ante diversos tipos de eventos extraordinarios. El sistema CCTV está compuesto por cámaras de video vigilancia para cubrir los siguientes puntos estratégicos:

- Obra de toma
- CCM
- Cuarto de control
- Entrada edificio administrativo
- Acceso general al predio
- Caseta de desinfección
- Edificio de preparación de reactivos

El sistema CCTV cuenta con las siguientes características:

Descripción	Cantidad
NVR de 8 megapíxeles(4K) con 16 canales, 16 puertos PoE+, 2 bahías de discos duros, switch PoE, soporte para cámaras con AcuSense, HDMI en 4K.	1
Disco duro Western Digital de 8TB, 7200RPM, optimizado para soluciones de video inteligente.	2
Cámara tipo bala IP 4 megapíxeles, lente mot. 2.8 – 12 mm, 30 mts. IR, exterior IP67, WDR 120 dB.	9
Cámara con kit solar IP todo en uno, doble detección, lente de 4mm, panel solar, batería de respaldo de litio 10 Ah, conexión 4G.	1

Tabla III- 1. Características del Sistema CCTV.

- Sistema Contra Incendio

Las características del SCI, se describen en el apartado I.I.3 del presenta Análisis de Riesgo.

III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

1- Fichas de seguridad

Se deberá disponer de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) de cada producto empleado en la planta (se presentan en el apartado de anexos)

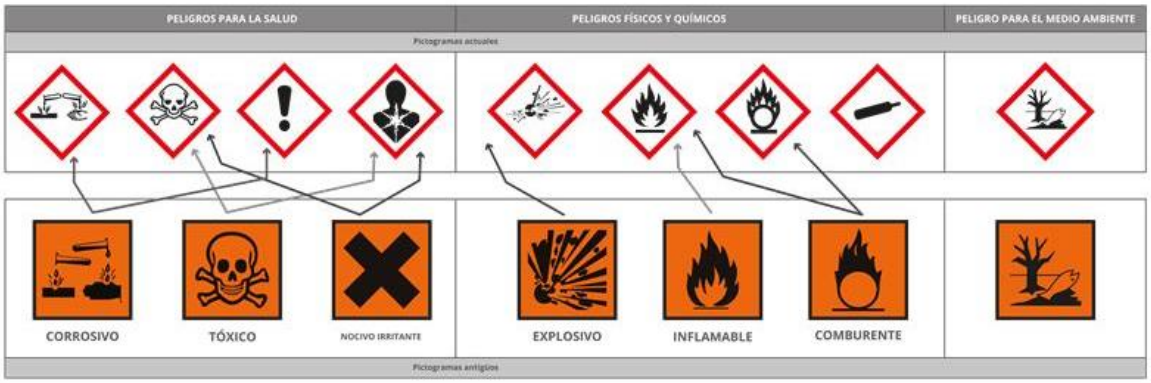
- Se recomienda colocar en una carpeta de plástico una copia de dicha FDS junto a la zona en las que se encuentran dichos productos químicos.
- La FDS, deberá contener los siguientes puntos relativos al producto que se emplee
    - Identificación de la sustancia y de la sociedad de la empresa
    - Composición e información sobre los componentes
    - Identificación de peligros
    - Primeros auxilios
    - Lucha contra incendio
    - Medidas a tomar en caso de escape
    - Manipulación y almacenamiento
    - Control exposición y protección individual
    - Propiedades físicas/ protección individual
    - Propiedades físicas/químicas
    - Estabilidad y reactividad
    - Informacion toxicológica
    - Informacion ecológica
    - Consideraciones sobre la eliminación
    - Informacion sobre la eliminación
    - Informacion relativa al transporte
    - Informacion reglamentaria

2- Etiquetado

Obligatorio en todos los recipientes que contengan productos químicos (ya sean envases originales o transvases) Incluyendo información sobre los riesgos mediante los pictogramas correspondientes. de acuerdo con la NOM-018-STPS-2015.

La etiqueta deberá contener:

a) Identificación del productor: mediante el nombre y dirección y numero de teléfono, asi como, la identificación del producto químico.
b) Pictogramas



c) Palabras de advertencia

Indicando la mayor o menor gravedad del peligro de una forma rápida y fácil para el lector de la etiqueta. En el pictograma GHS se emplean las palabras “Peligro” para categorías mas graves de peligro o “Atención” para las menos graves.

d) Indicación de peligro

Son frases que permiten identificar y complementar determinados riesgos mediante la descripción del tipo de peligro y son asignadas a una clase y categoría determinada.

e) Consejos de prudencia

Son recomendaciones para la adopción de medidas a tomar que reducen o previenen los efectos adversos causados por la exposición a un producto peligroso.

3- <u>Envasado</u>

Los envasados se sustancias peligrosas deberán cumplir las siguientes condiciones:

a) Estar diseñados y fabricados de tal modo que no sean posibles perdidas de contenido
b) Los materiales con los que estén fabricados y sus cierres no deberán ser afectables por el contenido, ni formar combinaciones peligrosas con el cierre.
c) Los envases y cierres deberán ser fuentes solidas
d) Los recipientes con un sistema de cierre reutilizable habrán de estar diseñados de forma que pueda cerrarse el envase varias veces sin perdidas en su contenido.
e) Las sustancias muy tóxicas o corrosivas que puedan llegar deberán disponer de un cierre de seguridad y llevar una indicación de peligro detectable al tacto.

3.1- Derrames y fugas de contenedores y envases

Para minimizar los peligros, todos los derrames o fugas de materiales peligrosos deben ser atacados inmediatamente, con previa consulta a la hoja de seguridad de la sustancia. Para tratar con derrames, los siguientes equipos son recomendables:

a) Equipo de protección personal
b) Tambores vacíos, de tamaño adecuado

c) Material autoadhesivo para etiquetar los tambores
d) Material absorbente: arena, polvo de ladrillo, aserrín
e) Soluciones con detergentes
f) Escobillones, palas, embudos, etc.

Todo el equipo de emergencia y seguridad debe ser revisado constantemente y mantenido en forma adecuada para su uso eventual. El equipamiento de protección personal debe estar descontaminado y debe ser limpiado después de su utilización.

Los derrames líquidos deben ser absorbidos en un sólido absorbente adecuado, como arena, polvo de ladrillo o aserrín. Los sólidos derramados deben ser aspirados con aspiradoras industriales. Se pueden utilizar palas y escobillones, pero minimizando la generación de polvo. El área debe ser descontaminada de acuerdo con las instrucciones dadas en las hojas de seguridad.

En el caso de utilización de cloro, las causas más frecuentes de fugas son originadas por:

a) Perdidas a través de válvulas

Las principales pérdidas a través de la válvula pueden ocurrir debido a:

- Movilización del recipiente tomado por la válvula. Siempre se debe tener cuidado de movilizar el recipiente con perchas de izaje, tomándolo a través de los extremos de la envolvente si se trata de un contenedor de tonelada o en posición vertical sujeto con cadena si se trata de un cilindro.
- Operación incorrecta en el recambio del recipiente. Para todo tipo de recipiente, las válvulas se accionarán con una llave apropiada que tiene un brazo de palanca de aproximadamente 20 cm. Ello evita exigir los vástagos más de lo recomendado. En caso contrario se pueden producir roturas de asiento, torceduras de vástago o descabezamiento de la válvula.
- Bloqueo de la válvula. Los principales inconvenientes en las válvulas son debidos a apretado excesivo contra el asiento o de la prensa estopa sobre el vástago; engranado de la rosca del vástago o del cono sobre el asiento; pegado de la empaquetadura sobre el vástago o suciedad originada por productos derivados del cloro (cloruro de hierro).

En estos casos el personal asignado debe tratar con mucha cautela de apretar la válvula, desbloquear el vástago aflojando levemente la prensa estopa y con la palma de la mano intentar accionar la llave con pequeños golpes, abrir y cerrar la válvula para tratar de eliminar una obstrucción. Una atmósfera templada ayuda al desbloqueo. De no tenerse éxito con estas maniobras y fundamentalmente de no contarse con un sistema de absorción, se debe desistir y devolver el recipiente al proveedor.

a) Perdidas a través de tapones roscados: Pueden ocurrir a través de la rosca o del tapón fusible
b) Pérdidas debidas a perforaciones del recipiente: Estas pérdidas ocurren debido a picaduras por corrosión. Se debe colocar un parche o una espiga.

4- Almacenamiento de los productos químicos.

La peligrosidad de un almacenamiento se determinará principalmente a partir de la peligrosidad de los productos químicos almacenados y de su cantidad.

Asi el primer paso para establecer la peligrosidad de los almacenamientos es identificar la peligrosidad de los productos químicos almacenados y precisar la cantidad que se tiene de cada uno de ellos.

Para determinar la peligrosidad de los productos químicos es fundamental contar con la FDS; una vez determinada la peligrosidad de los productos almacenados, se debe conocer la cantidad de productos químicos almacenados, ya que en función de ello las instalaciones de almacenamiento deberán cumplir distintos requisitos.

Por lo tanto, es importante disponer de un registro de las cantidades de todos los productos químicos almacenados según su clase de peligro y mantenerla actualizada a medida que entren y salen productos del almacén.

Las condiciones de seguridad que deben cumplir las instalaciones de almacenamiento de productos químicos (en cuanto a diseño, construcción, distancias de seguridad, sistemas contra incendios, etc.) dependerán básicamente del tipo de almacenamiento de que se trate, el cual queda determinado principalmente en función de la peligrosidad del almacenamiento, que a su vez depende de la clase del producto y de la cantidad almacenada. No obstante, las condiciones de seguridad de las instalaciones tambien están determinadas por otros factores, como el tipo de recipiente utilizado, la ubicación de los mismos o el tipo de dependencia en la que se van a almacenar los productos. Asi, según el tipo de almacenamiento, la instalación deberá cumplir diferentes requisitos técnicos, pudiendo ser de aplicación las disposiciones recogidas en:

- El reglamento de almacenamiento de productos químicos. (RAPQ)
- Una o varias instrucciones técnicas Complementarias relativas a almacenamiento de productos químicos. (ITC MIE APQ)
- Las Fichas de Datos de Seguridad (FDS) de los productos almacenados.

4.1- Diseño de sitios de almacenamiento: El diseño del lugar de almacenamiento debe estar acorde con la naturaleza de los materiales a ser almacenados y con adecuados lugares de salida. Si hay materiales incompatibles, éstos deben encontrarse en distintos compartimentos. Los materiales de construcción deben ser no inflamables y el edificio debe ser de concreto armado o acero. Si es de una estructura de acero, esta debe estar protegida por aislación.

5- Higiene personal y equipamiento de seguridad

Se deben tener las ropas adecuadas para el manejo de las distintas sustancias y si están contaminadas o sucias deben ser lavadas frecuentemente. Deben guardarse colgadas, no dobladas. Se debe contar al menos con el siguiente equipamiento de seguridad:

a) Casco o gorro protector
b) Lentes o anteojos de seguridad
c) Mascaras para polvo o gases peligrosos
d) Guardapolvo o traje de trabajo
e) Guantes de goma o plásticos
f) Delantal plástico o de goma
g) Zapatos o botas de seguridad

El equipo especial de emergencia debe mantenerse en la parte exterior de las instalaciones, cercano a las entradas.

No se debe permitir comer, beber o fumar en las áreas de trabajos donde existan sustancias peligrosas. Se debe disponer de un área donde el personal pueda comer en forma segura.

6- Primeros auxilios

Toda instalación que maneje productos peligrosos debe tener servicios de primeros auxilios y personal entrenado en procedimientos de emergencia. Los equipos de primeros auxilios deben incluir:

a) Duchas de emergencia y sistemas de lavado de ojos
b) Botiquines de primeros auxilios
c) Mantas de incendios
d) Alumbrado y linternas de emergencia

El equipamiento de primeros auxilios se debe encontrar en perfectas condiciones para asegurar su uso. Se deben efectuar arreglos con hospitales locales para la asistencia inmediata en caso de emergencias, donde deben estar informados de la naturaleza de los productos químicos manejados. Las hojas de seguridad deben ser enviadas al doctor junto al paciente. Éstas entregan una asesoría detallada sobre primeros auxilios, donde por lo general se debe considerar que:

a) Inhalación: Remover la persona afectada inmediatamente al aire libre.
b) Contacto con la piel: Lavar pronta y profusamente con agua, después de remover toda la ropa contaminada. Esta debe ser puesta en bolsas plásticas para posterior descontaminación o disposición.
c) Contacto con ojos: Lavar profusamente con agua por 15 minutos.
d) Ingestión: No inducir al vómito, a menos que sea indicado por asesoría médica o lo indique la hoja de seguridad.
e) Quemaduras: El área afectada debe ser enfriada lo más rápido posible con agua fría hasta que el dolor cese. Si la piel es afectada, cubrir con una gasa esterilizada. No se debe extraer la gasa adherida.

En todos los casos, después del tratamiento de primeros auxilios se debe obtener asistencia médica profesional.

7- Información y Formación

La información y la formación es el primer paso para la reducción del riesgo derivado de la manipulación y almacenamiento de productos químicos.

Recibir instrucciones e información:

- Para realizar correctamente la actividad
- Sobre los riesgos intrínsecos de los productos químicos
- Sobre los riesgos de las operaciones
- Sobre los riesgos de las instalaciones
- Sobre como prevenir los peligros y sobre cómo protegerse de ellos
- Sobre como eliminar los residuos.

III.1.3 OTRAS RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliamente la elaboración de un Plan de Contingencia para los que laboran en la planta, los vecinos y las autoridades civiles del lugar, en el cual se consideren entre otros los siguientes aspectos:

a) Establecer un plan de acción claramente definido que ayude a eliminar la confusión durante el periodo de crisis.
b) Establecer sistemas de alarma en línea directa con los bomberos u otros cuerpos de emergencia pública.
c) Identificar y señalar las rutas de evacuación en caso de emergencia.
d) Capacitar al personal en el manejo del cloro y en el uso permanente del equipo adecuado de seguridad que se requiere para su protección.
e) Instalar equipos para detectar la dirección de viento, con el fin de identificar la ruta de la posible fuga.

CAPÍTULO IV. RESUMEN.

ÍNDICE DE CONTENIDO

IV. RESUMEN. 2

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL 2
IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL 3
IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO 6

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA IV- 1. RADIOS DE RIESGO POR FUGA DE GAS CLORO. 4
TABLA IV- 2. SUSTANCIAS INVOLUCRADAS 7
TABLA IV- 3. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES. 7
TABLA IV- 4. IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES 9
TABLA IV- 5. ESTIMACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS 9
TABLA IV- 6. CRITERIOS UTILIZADOS 9

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA IV- 1. RADIOS POR TOXICIDAD POR FUGA DE GAS CLORO. ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

IV. RESUMEN.

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

La Planta Potabilizadora PP5 se encuentra actualmente en operación, habiendo sido diseñada desde su etapa inicial para permitir ampliaciones posteriores de capacidad. En este sentido, la presente etapa corresponde a la **segunda fase de ampliación**, la cual contempla la construcción de infraestructura adicional, incluyendo un tanque de proceso, así como el incremento en la capacidad de almacenamiento y manejo de gas cloro, pasando de dos a cuatro contenedores.

Todo esto implica una serie de posibles riesgos tanto externos como internos. Entre los riesgos externos se encontró el riesgo de fenómenos sisimicos, hundimientos, lluvias torrenciales, tormentas eléctricas, así como granizadas.

El proceso de ampliación implica riesgos asociados a accidentes laborales en las diversas etapas del proyecto, entre ellos:

- Derrumbes, atrapamientos
- Caídas
- Fracturas
- Vuelco de maquinarias
- Colapso de estructuras
- Contaminación ambiental
- Corto circuitos
- Probabilidad de incendios

Durante la operación de la Planta Potabilizadora PP5, los riesgos se asocian principalmente a fallas operativas o descuidos en los procesos de tratamiento. En particular, el **principal riesgo operativo** continúa siendo el almacenamiento y uso de **gas cloro**, debido al potencial impacto a la salud humana y al ambiente en caso de una liberación accidental. La ampliación de la capacidad de almacenamiento incrementa el inventario de esta sustancia, sin modificar la naturaleza de los escenarios de riesgo previamente analizados.

Una vez analizado los riesgos, se resalta que los eventos analizados conducen básicamente a cuatro escenarios posibles que involucran fugas o pérdidas de contenido de gas cloro:

I. Fisura o ruptura de líneas de conducción.
II. Fuga de cloro en línea de venteo.
III. Fuga de cloro a través de válvula (raíz) en el cilindro contenedor.
IV. Fuga de cloro debido a ruptura catastrófica de un contenedor de 1 tonelada de cloro.

Los escenarios I, II y II conducen a la formación continua de una pluma de gas cloro que se difunde en la atmósfera y cuyo origen es el orificio de escape, mientras que el escenario IV implica la formación instantánea de una nube de gas cloro que viaja en la atmósfera con la totalidad de la masa contenida en el cilindro antes de su ruptura.

De manera complementaria, se mantienen riesgos secundarios asociados al almacenamiento y uso de otras sustancias químicas empleadas en el proceso, tales como sulfato de aluminio, ácido clorhídrico, clorito de sodio, sosa, polímero y dióxido de cloro, así como riesgos derivados de posibles fallas en el tren de tratamiento, incluyendo descontrol de flujos, derrames de agua, deficiencias en la calidad del agua tratada o fallas en los sistemas de seguridad.

Finalmente, con base en la aplicación previa de la técnica HAZOP para la identificación y análisis de riesgos en la Planta Potabilizadora PP5, se concluye que, independientemente de la tecnología empleada y de las medidas de control y seguridad implementadas, existen riesgos inherentes al proceso de cloración con gas que son plausibles de presentarse. Por ello, resulta indispensable que, durante la ejecución de esta etapa de ampliación y en la operación futura de la planta, se mantengan y refuercen las medidas preventivas, correctivas y de atención a emergencias previamente establecidas.

IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

Como se ha señalado previamente, el **principal y único riesgo relevante asociado al medio ambiente y a la salud** en la Planta Potabilizadora PP5 corresponde al **almacenamiento y uso de gas cloro (Cl_2)**, empleado en el proceso de desinfección del agua potable. Dicho riesgo fue identificado, analizado y modelado desde la etapa original del proyecto y **se mantiene vigente para la presente etapa de ampliación**, sin que se modifique su naturaleza, aunque sí el inventario almacenado.

El cloro (Cl_2) es un gas de color amarillo-verdoso, con olor penetrante, aproximadamente **2.5 veces más pesado que el aire**, altamente tóxico y corrosivo. Estas características hacen que, ante una liberación accidental, el gas tienda a desplazarse a nivel del suelo, incrementando el potencial de afectación a la salud humana. En la Planta Potabilizadora PP5, el gas cloro se utiliza como insumo para los procesos de desinfección, formando parte del sistema de cloración ya existente y diseñado desde su origen para ampliaciones posteriores.

El riesgo principal asociado al cloro gas radica en la posible ocurrencia de fugas durante su almacenamiento, conducción o uso, aun cuando se trate de eventos de baja probabilidad. Una liberación accidental puede generar concentraciones peligrosas en el ambiente, con efectos adversos a la salud dependiendo de la magnitud de la fuga, las condiciones meteorológicas y el tiempo de exposición.

Desde el punto de vista de la salud humana, la exposición al cloro gas puede provocar irritación de vías respiratorias, dificultad para respirar y lesiones en piel y mucosas, efectos que se agravan conforme aumenta la concentración del gas. En el ámbito ambiental, si bien el cloro gas puede incorporarse al aire y degradarse relativamente rápido por efecto de la radiación solar, durante su dispersión puede reaccionar con otros compuestos presentes en la atmósfera, generando riesgos temporales en el entorno inmediato.

De acuerdo con los modelados de dispersión realizados para escenarios de fuga de gas cloro desde los tanques de almacenamiento, y considerando que se trata de un gas no inflamable, se identifican como principales peligros los efectos tóxicos en la dirección del viento. Los resultados permiten definir las siguientes zonas de afectación:

- Zona Roja (AEGL-3, >20 ppm): Área donde podrían presentarse concentraciones que representan un riesgo grave para la vida, con efectos potencialmente letales.
- Zona Naranja (AEGL-2, 2 ppm): Área donde podrían ocurrir efectos irreversibles o severos de larga duración en la salud.
- Zona Amarilla (AEGL-1, 0.5 ppm): Área donde la población podría experimentar molestias o irritación leve, con efectos transitorios y reversibles tras cesar la exposición.

TOXICIDAD		
AEGL-3	AEGL-2	AEGL-1
349 m	804 m	1.3 k m

Tabla IV- 1. Radios de riesgo por fuga de Gas cloro.

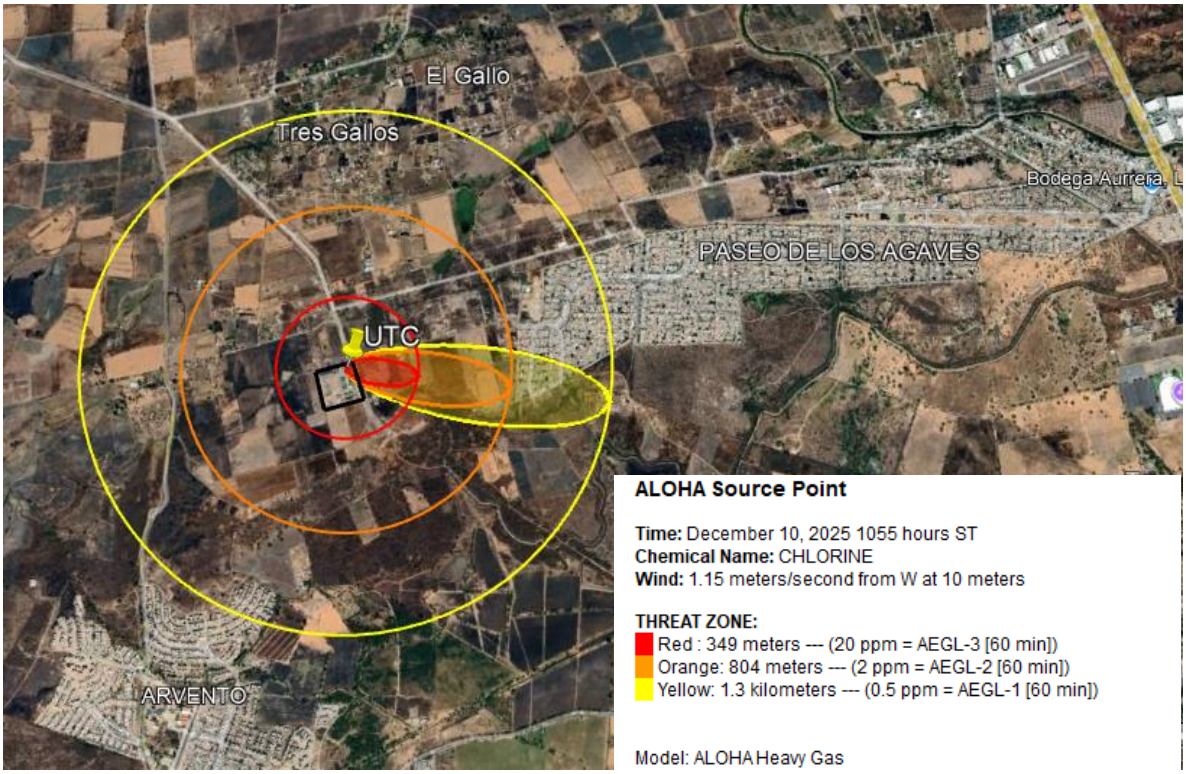


Figura IV- 1. Radios por toxicidad por fuga de Gas Cloro.

Interacciones: En el análisis de riesgo realizado para la etapa de operación del proyecto, asociado al uso y almacenamiento de gas cloro para la potabilización de agua cruda destinada al consumo

humano, la determinación de los radios de riesgo y de amortiguamiento por toxicidad resulta relevante en la medida en que permite estimar el tiempo de arribo de concentraciones potencialmente peligrosas a sitios que albergan población, y con base en ello, definir medidas de respuesta y planes de evacuación para la población potencialmente expuesta.

En el caso de la Planta Potabilizadora PP5, el radio de **alto riesgo AEGL-3** corresponde a concentraciones iguales o superiores a aquellas en las que se predice que la población general, incluyendo individuos susceptibles (excluyendo hipersusceptibles), podría experimentar efectos amenazantes para la vida o incluso la muerte. Por su parte, concentraciones por debajo de AEGL-3 pero por encima de **AEGL-2** representan niveles de exposición capaces de causar efectos severos, irreversibles o de larga duración, o bien impedir la capacidad de escape. Dentro del radio correspondiente al nivel AEGL-3 **no se identifican centros de concentración masiva ni asentamientos poblacionales** que pudieran verse afectados con esta magnitud.

Dado que el evento de riesgo implica la formación de una nube tóxica, ante un escenario de esta naturaleza se deberá evacuar de manera inmediata la totalidad de las instalaciones de la planta y el área comprendida dentro del radio de 349 m medidos desde el punto de fuga, debido al nivel de riesgo que representa.

El siguiente radio de afectación se extiende hasta los 804 m, correspondiente a concentraciones AEGL-2 (2 ppm), en las cuales se predice que la población general podría experimentar efectos serios o irreversibles a largo plazo, o ver limitada su capacidad de escape. Las concentraciones comprendidas entre AEGL-2 y AEGL-1 pueden ocasionar malestar notable. Es dentro de este rango donde se identifican centros de población, motivo por el cual se realiza un análisis específico de la interacción del riesgo con el entorno.

Con base en lo anterior, se modelaron las características de una fuga considerando el punto poblacional más cercano a la zona de almacenamiento de gas cloro, el cual se localiza a aproximadamente 855 m al oeste del punto de almacenamiento y alineado con la dirección predominante de la pluma, conforme a las condiciones promedio del viento.

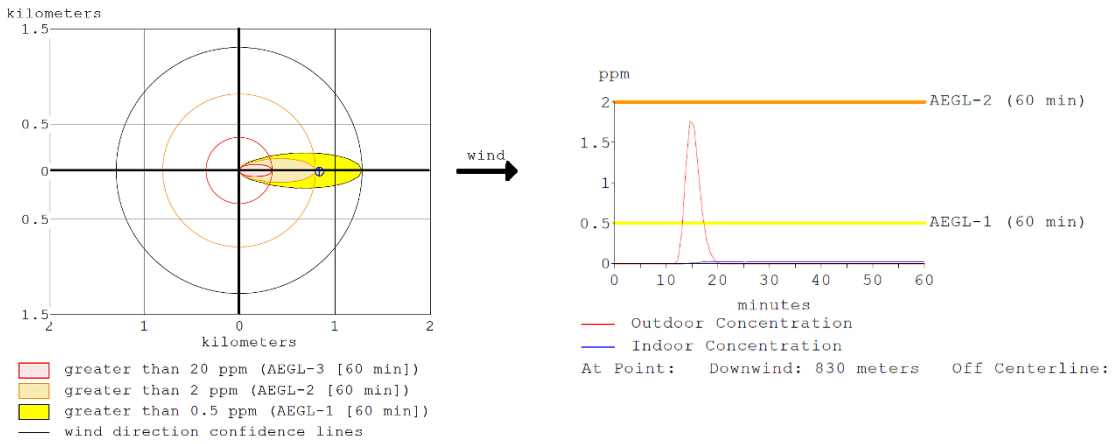


Figura IV- 2. Gráficos de modelación de toxicidad por fuga de Gas cloro hasta el punto poblacional más cercano.

Los resultados indican que la **concentración máxima de gas cloro en exteriores** en dicho punto se presentaría entre los **10 y 22 minutos** posteriores al inicio de la fuga, alcanzando valores **ligeramente inferiores a 3 ppm**. Durante la primera hora posterior al evento, se estiman **efectos de irritación leve de mucosas**, considerados tolerables y transitorios.

EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE: De acuerdo con los resultados de los modelados presentados en el apartado **II.2 Radios de afectación**, el mayor radio de afectación por toxicidad se localiza dentro de los **primeros 349 m** alrededor de la zona de almacenamiento de gas cloro en la Planta Potabilizadora PP5. En este perímetro podrían alcanzarse concentraciones superiores a **20 ppm (AEGL-3)**, las cuales representan un riesgo significativo para la salud humana, pudiendo ocasionar efectos agudos como dolor torácico, vómitos, disnea y tos, e incluso ser letales en exposiciones severas.

Desde el punto de vista ambiental, concentraciones de esta magnitud podrían generar efectos tóxicos sobre la vegetación, afectando de manera temporal su desarrollo y crecimiento. No obstante, los terrenos comprendidos dentro de este radio de afectación corresponden, en su mayoría, a suelos rústicos con escaso uso agrícola, y de acuerdo con los estudios realizados para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental del presente proyecto, en el área circundante predomina vegetación secundaria, característica de sitios previamente perturbados.

Bajo este escenario, la posible afectación a la flora del Sistema Ambiental se limitaría a una superficie aproximada de 65 hectáreas, lo que representa alrededor del 6.8 % de la superficie total del Sistema Ambiental evaluado. En cuanto a la fauna, no se prevén afectaciones significativas, ya que durante los recorridos y estudios de campo únicamente se identificó la presencia de aves y pequeños reptiles, los cuales, por su comportamiento y movilidad, tenderían a desplazarse fuera del área ante la presencia de un evento de este tipo.

Respecto a la emisión a la atmósfera, de acuerdo con los resultados de la modelación y considerando las características fisicoquímicas del gas cloro —un gas pesado—, en un escenario de fuga con una duración de hasta una hora, el cloro liberado se dispersaría en el aire y sería degradado relativamente rápido por la radiación solar en condiciones diurnas. En el caso de un evento nocturno, los procesos de dispersión atmosférica constituirían el principal mecanismo de atenuación de la nube de gas.

IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Tabla IV- 2. Sustancias involucradas

Sustancias involucradas								
Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	**No. CAS**	**Densidad (g/cm3)**	**Flujo (l/seg)**	**Capacidad del tanque (litros)**	**Diámetro de la tubería (cm)**	**Presión en el tanque(kg/cm²)**	**Espesor (mm)**	**Descripción de la Trayectoria**
Dicloro	7782-50-5	0.567	variable	853	5.08	3.99859	N/A	El gas cloro se enviara por tuberia de dos pulgadas hasta los tanques de cloracion, a una distancia de 2 m desde el tanque.

Tabla IV- 3. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

Evento	Fecha	Lugar	Número de personas afectadas	Fuente
Fuga de gas cloro por un cilindro con válvula dañada, que provocó intoxicaciones y evacuaciones.	26 de noviembre de 2024	Ejido Los Pocitos, Aguascalientes, Aguascalientes,	6 personas intoxicadas, 2 hospitalizadas, otros atendidos en el lugar. 55 vecinos evacuados preventivamente.	Página 24 (Policía Aguascalientes).
Fuga de gas cloro en un pozo de agua potable, con intoxicación de trabajadores por manejo inadecuado del químico.	24 de abril de 2024	Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí.	2 trabajadores intoxicados — uno en estado delicado, otro con síntomas leves.	ContraRéplica / Protección Civil Soledad.
Fuga de gas cloro	29/ agosto/ 2023	Culiacán, Sinaloa	1 muerte y 29 personas intoxicadas. 700 personas evacuadas.	https://www.eluniversal.com.mx/estados/fuga-de-gas-cloro-deja-un-muerto-y-11-intoxicados-en-sinaloa/
Fuga de gas cloro, tanque 50 kg	17/agosto/2023	Pachuca, Hidalgo	Evacuación de 3 manzanas de la colonia afectada	https://lasillarota.com/hidalgo/local/2022/8/17/precaucion-por-fuga-de-gas-cloro-cierran-parcialmente-la-mexico-pachuca-388682.html
Fuga de gas cloro en planta potabilizadora, con medidas de evacuación preventiva de familias cercanas.	26 de julio de 2023	Sinaloa, México.	Evacuación de ~10 familias por precaución. No se reportaron lesionados confirmados por exposición.	Milenio — comunicación de autoridades de Protección Civil

Fisura en tanque de gas cloro en un taller mecánico	2/09/2022	Ahome, Sinaloa	11 personas intoxicadas, asi como daños a flora	https://lasillarota.com/hidalgo/local/2022/8/17/precaucion-por-fuga-de-gas-cloro-cierran-parcialmente-la-mexico-pachuca-388682.html
Fuga de gas de una manguera, 48 mil libras	14/agosto/2002	Festus, Missouri	63 personas afectadas y flora afectada	Comisión de seguridad e investigación de peligros químicos de los Estados Unidos.
Fuga de gas de un cilindro de 2 m. de alto de una PTAR que no operaba.	18/agosto/2019	Emiliano Zapata, Tabasco	500 personas evacuadas	https://www.elfinanciero.com.mx/estados/2022/08/19/fuga-de-gas-cloro-en-planta-de-tabasco-evacuan-a-500-personas/
Explosión de un tanque de gas cloro dentro de una recicladora	28/04/2021	Puebla, Puebla	3 lesionados	Periódico Página Negra.
Fuga de gas cloro en planta de agua potable	25/04/2023	Ahome, Sinaloa	Evacuación de 10 familias	https://www.meganoticias.mx/guadalajara/noticia/evacuan-familias-por-fuga-de-gas-cloro-en-olas-altas/444572

Ampliación de la Planta Potabilizadora PP5 en la localidad de Mesa de la Cruz, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

Tabla IV- 4. Identificación y jerarquización de riesgos ambientales

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales									
No. de Falla	**No. de Evento**	**Falla**	**Accidente hipotético**					**Metodología empleada para la identificación de riesgo**	**Componente ambiental afectado**
			Fuga	**Derrame**	**Incendio**	**Explosión**	**Unidad o Equipo**		
1	**1**	Ruptura de tubería (PVC o acero). Falta de mantenimiento, especialmente en la línea de PVC	Fuga de Cl2					**HAZOP**	Cl2 Daños y muertes potenciales en las cercanías del edificio de cloración e instalaciones cercanas
2	**2**	Falla en el regulador	Fuga de Cl2 a través de la válvula de venteo del regulador					**HAZOP**	Peligro potencial de lesiones / muertes cerca del edificio de cloración y áreas cercanas
3	3	Selección del cilindro equivocado, desconectando uno en desus.	Fuga completa del contenido del cilindro					**HAZOP**	Peligro potencial para daños y muertes cerca del edificio de cloración y edificios cercanos
4	4	Instalación incompleta	El cilindro se cae y se daña, resultando en una fuga					**HAZOP**	Peligro potencial de intoxicación, peligro latente de muerte.

Tabla IV- 5. Estimación de las consecuencias

Estimación de consecuencias														
No. de Falla	**No. de Evento**	**Tipo de liberación**		**Cantidad hipotética liberada**		**Estado físico**	**Efectos Potenciales**					**Programa de simulación empleado**	**Zona de Alto Riesgo**	
													AEGL-3	**AEGL-1**
		Masiva	**Continua**	**Cantidad**	**Unidad**		**C**	**G**	**S**	**R**	**N**		**Distancia (m)**	**Distancia (m)**
1	1		x	7.75	kg	Gas		x				Aloha 5.4.7.	349	1300

Tabla IV- 6. Criterios utilizados

Criterios utilizados										
No. de Falla	**No. de Evento**	**Toxicidad**				**Explosividad**		**Radiación Térmica**		**Otros Criterios**
		AEGL-3	**AEGL -1**	**Velocidad del Viento (m/seg)**	**Estabilidad Atmosférica**					
1	1	20 ppm	0.05 ppm	1.15	B	N/A	N/A	N/A	N/A	

Barcelonesa de Drogas y Productos Químicos

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Documento nº:	132-1
Revisión nº:	1
Fecha:	05.12.08
Anula a :	07.04.05
Página	1 de 5

Nombre:
ACIDO CLORHIDRICO 33% Q.P.

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA Y DEL RESPONSABLE DE SU COMERCIALIZACIÓN.

Nombre: ÁCIDO CLORHÍDRICO 33% Q.P.
Sinónimos: Cloruro de hidrógeno solución, Espíritu de sal, Ácido muriático, Salfumant.

[redacted]

Usos: Acidificación (activación) de pozos de petróleo, producto intermedio químico, reducción de minerales, procesado de alimentos (jarabe de maíz, glutamato de sodio), decapado y limpiado de metales, acidificante industrial, limpieza en general, p. ej. membrana en plantas de desalinización, desnaturalizante de alcohol.

2.- IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.

Peligros para las personas: Por inhalación produce irritación de las mucosas, dolores retroesternales y epigástricos, edema pulmonar y de laringe. Estas lesiones pueden presentarse o agravarse con efecto retardado y dejar secuelas.
Produce irritación y quemaduras de piel que pueden ser importantes si no se produce un rápido lavado.
En los ojos produce irritación y quemaduras que pueden producir opacidad de córnea, en algunos casos de carácter irreversible.
Su ingestión produce dolores bucales, retroesternales y epigastricos. Quemaduras graves en la cavidad bucal. Lesiones cáusticas en del tracto digestivo superior.
Transcurridos unos días se pueden presentar hemorragias digestivas, shock y otras serias complicaciones.
Peligros para el medio ambiente: Puede afectar la vida animal y vegetal por su carácter ácido, en función de la concentración y tiempo de exposición.

3.- COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES.

Fórmula molecular: HCl **Peso Molecular**: 36,47
CAS Nº: 7647-01-0 **Número CEE:** 017-002-01-x **EINECS Nº:** 231-595-7

4.- PRIMEROS AUXILIOS.

Inhalación: En caso de síntomas, apartar al sujeto lo antes posible de la zona contaminada, transportarlo estirado, con el tronco elevado, a un lugar tranquilo, fresco y bien aireado. Reanimación respiratoria u oxígeno si fuera necesario. Evitar el enfriamiento (taparlo con una manta).
Contacto con la piel: Sin perder tiempo, llevar al sujeto completamente vestido bajo la ducha. Retirar los zapatos, los calcetines y la ropa manchada, lavar la piel alcanzada con agua corriente.. Puede efectuarse un lavado posterior con solución de bicarbonato sódico. **Requerir asistencia médica.**
Contacto con los ojos: Sin perder tiempo, enjuagar los ojos con agua corriente durante 15 minutos, manteniendo los párpados ampliamente abiertos. Oftalmólogo de urgencia en todos los casos. Prever un transporte urgente hacia un centro hospitalario.
Ingestión: Médico de urgencia en todos los casos. Prever un transporte urgente hacia un centro hospitalario.
Si el sujeto está consciente, hacer enjuagar la boca, dar de beber agua fresca y no provocar el vómito.
Si el sujeto está inconsciente, aflojar su cuello y las ropas ajustadas, recostarlo sobre su lado izquierdo en posición lateral de seguridad, reanimación respiratoria y oxígeno en caso necesario. Evitar el enfriamiento (taparlo con una manta).

Consignas médicas: En caso de inhalación efectuar reanimación respiratoria (oxigenoterapia). Prevención o tratamiento del edema pulmonar y de la sobreinfección bacteriana. Reposo completo y vigilancia médica de 48 horas. Comprobación de la función respiratoria al 2º, 3er día después de la exposición.
En casos de contacto con la piel tratamiento clásico de las quemaduras. Vigilancia médica como para "inhalación".
En casos de ingestión efectuar oxigenoterapia por intubación intra-traqueal, y si es necesario traqueotomía. Evitar el lavado gástrico (riesgo de perforación). No administrar curas digestivas antes de examen endoscópico. Efectuar prevención o tratamiento del estado de shock. Efectuar endoscopia digestiva urgente con evacuación del producto por aspiración. Efectuar tratamiento de las quemaduras digestivas y de sus secuelas. Efectuar prevención o tratamiento de las estenosis esofágicas.

5.- MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados: En caso de incendio en el vecindario, todos los medios de extinción están permitidos (bajo reserva de la sección indicada a continuación).
Medios de extinción que no deben utilizarse: Ninguna reserva.
Riesgos particulares derivados de la exposición a la sustancia o a sus productos de combustión: Su acción corrosiva en presencia de humedad o la de soluciones, reacciona con numerosos metales produciendo desprendimiento de hidrógeno, sumamente inflamable y explosivo en presencia de oxigeno. Incombustible. Formación de gases / vapores peligrosos en caso de descomposición (ver sección 10).
Medidas de protección especial para lucha contra incendios. Los recipientes expuestos al fuego o calor serán refrigerados con abundante agua, preferentemente pulverizada, evitándose que llegue a desagües, canalizaciones o cauces de agua hasta asegurarse de que no está contaminada. Evacuar toda persona no indispensable. No dejar intervenir más que a personas aptas y entrenadas, que estén informadas sobre los peligros de los productos. Llevar mono antiácido en intervención cercana. Llevar un aparato respiratorio autónomo durante intervenciones cercanas o en lugares confinados.
Otras precauciones: Si es posible, evacuar los recipientes expuestos al fuego.

6.- MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL.

Precauciones individuales: Advertir de los riesgos de quemaduras químicas. En caso de fuga, aislar la zona. Si es posible, sin exponer al personal, intentar parar la fuga. Respetar las medidas de protección mencionadas en la sección 8. Respetar las medidas de protección mencionadas en la sección 5. Dispersar los gases / vapores con la ayuda de agua pulverizada.
Métodos de limpieza: Si es posible, contener las grandes cantidades de líquido con arena o tierra. Recoger el producto con la ayuda de medios mecánicos. Ponerlo todo en un recipiente cerrado (no metálico), etiquetado y compatible con el producto. Para la eliminación referirse a la sección 13. Limpiar con agua en abundancia, el lugar. Los vertidos pequeños pueden diluirse con agua y tratarse con lechada de cal (hidróxido cálcico) o con carbonato sódico.
Precauciones para la protección del medio ambiente: Evitar su llegada a canalizaciones, desagües o cauces de agua mediante la formación de barreras con material absorbente. Prevenir inmediatamente a las autoridades competentes en caso de vertido importante.

7.- MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO.

Manipulación: Si son previsibles pequeñas concentraciones utilizar careta con filtro para gases ácidos. Para mayores concentraciones utilizar equipos de respiración autónoma o de aire asistido. Efectuar toda operación en recipiente cerrado. Manipular lejos de sustancias reactivas (ver sección 10). Utilizar equipos de materiales compatibles con el producto. Trasvasar preferentemente por bomba o por gravedad. No mezclar con hipocloritos, peligro de desprendimiento de cloro tóxico.
Utilizar guantes de material plástico adecuado (látex natural, policloropreno, acrilonitrilo…) y si fuera necesario traje completo del mismo material.
Utilizar gafas herméticas. La máscara completa utilizada normalmente para prevenir la inhalación ofrece buen protección. Se aconseja no utilizar microlentillas.
Tras su utilización proceder a una buena higiene personal.

Almacenamiento: Conservar en recipientes de origen, cerrados. Lejos de sustancias reactivas (ver sección 10). Cubeto de retención bajo los recipientes e instalaciones de transporte. Las soluciones se pueden almacenar en tanques de acero ebonitado, revestidos de materiales plásticos adecuados o de losetas antiácidas.
El vidrio se admite para pequeñas cantidades siempre que esté debidamente protegido
Otras precauciones: Advertir al personal de los peligros del producto. Prever instalaciones eléctricas estancas y anti-corrosivas. Proteger del hielo. Respetar las medidas de protección mencionadas en la sección 8.
Materiales de embalaje / transporte: Acero revestido (incluido esmaltado). PVC, PP. PE. Poliésteres estratificados, vidrio.

8.- CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

Medidas de orden técnico: La instalación debe estar diseñada de forma que no se produzcan emisiones al exterior. Aireación de los locales. Prever una aspiración local adaptada en caso de riesgos de emisión. Instalar dispositivos para respetar los valores límite.
Valores límite de exposición: TLV-TWA (ACGIH-USA) 1996 TLVC = 7,5 mg/m^3 (5 ppm) ; I.P.V.S. = 100 ppm. concentraciones de 50-100 ppm son tolerables durante 1 h. Concentraciones de 1000 - 2000 ppm son peligrosas incluso para cortas exposiciones.
Protección respiratoria: Máscara facial con cartucho combinado tipo E-P2 en caso de niebla o de humo. Aparato respiratorio de aire o autónomo en lugar confinado en caso de oxígeno insuficiente o de emanaciones importantes o no controlados. Para las concentraciones mayores, utilizar equipos de respiración autónoma o de aire asistido.
Protección de las manos: Guantes de protección de resistencia química, estancos. Materiales aconsejados PVC, neopreno, caucho, látex natural, policloropreno, acrilonitrilo…
Protección de los ojos: Gafas químicas estancas, pantalla facial, si hay riesgo de proyecciones. Llevar gafas de protección en todos los casos de operaciones industriales.
Protección de la piel: Vestimenta estanca, que cubra bien. Monos / botas de PVC, neopreno si hay riesgo de proyecciones.
Medidas de higiene particulares: Duchas y fuentes oculares. Lavar el equipo manchado. Consultar su higienista industrial o ingeniero de seguridad para una selección del equipo de protección individual adaptado a sus condiciones de trabajo.

9.- PROPIEDADES FISICO-QUÍMICAS.

Estado físico: Líquido humeante en el aire
Color: Incoloro.
Olor: Picante.
pH: < 1
Pto. de ebullición: 50,5 ºC (38%) ; 110ºC (20%)
Pto. de fusión: -25,4ºC (38%)
Pto. de destello: No aplicable
Inflamabilidad: No inflamable
Propiedades oxidantes: importantes
Peligro de explosión: No explosivo.
Presión de vapor: 30 - 200 mbar (20º - 50ºC)
Densidad de vapor: 1,27 .
Viscosidad: 1,9 mPa.s (15ºC)
Coeficiente de reparto: No aplicable.
Densidad relativa:1,16
Solubilidad: Soluble en agua en todas las proporciones. Soluble en alcohol, éter, benceno, acetona, ácido acético y cloroformo.

10.- ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.

Estabilidad: El cloruro de hidrógeno es muy estable térmicamente. Dada su fuerte reactividad puede dar reacciones químicas peligrosas. Ver a continuación. Formación de gases peligrosos en caso de descomposición. Las soluciones acuosas son estables a pesar de lo cual pueden desprender cloro por la acción de la luz y de ciertos catalizadores.

Condiciones a evitar: Calor, fuentes de calor (Temperatura > 40ºC), luz solar directa. Reacciona violentamente con oxidantes desprendiendo cloro y con las bases desprendiendo calor.
El ClH húmedo o las soluciones acuosas reaccionan con casi todos los metales desprendiendo hidrógeno que es muy inflamable y explosivo. Descompone las zeolitas, escorias y muchos otros materiales silíceos dando ácido de silício. Reacciona con carbonato básico liberando CO_2 y K_2O.
Materias a evitar: Metales, Agentes oxidantes, Flúor, Bases fuertes, Carburos, Carbonatos, Sulfuros, Acetato de vinilo y Aldehído fórmico, Hipoclorito sódico.
Productos de descomposición peligrosos: Hidrógeno, Cloro.
Otras informaciones: El contacto con bases fuertes puede provocar reacciones violentas o explosiones. Acción corrosiva sobre muchos metales. Es oxidado en presencia de O_2 y un catalizador o por electrólisis para producir Cl_2.

11.- INFORMACIONES TOXICOLÓGICAS.

Toxicidad aguda: LD_{50} / oral / conejo: 900 mg/Kg. LD_{50} / inhalación / rata / 60 minutos: 1,68 mg/l ; LC_{50} / inhalación / rata / 30 min. = 2142 ppm ; CL_{50} / 30 min. = 3700 - 7000 mg/m^3.
Irritación: Especies varias / piel: corrosivo. Especies varias: reacciona con las mucosas. Irritación pulmonar RD_{50} / ratón : 309 ppm. Irritación y quemaduras de piel graves si no se procede a un rápido lavado. Irritación y quemaduras de ojos que pueden llegar a producir opacidad de córnea, en algunos casos de carácter irreversible.
Sensibilización: No hay datos.
Toxicidad crónica: In vitro: No hay efecto mutágeno. Inhalación / administración repetida (<6 meses) / rata - ratón/ vías respiratorias: > 10 ppm. Inhalación / administración repetida (<6 meses) / rata : No hay efecto cancerígeno.
Apreciación toxicológica: Efecto corrosivo para los ojos y vías respiratorias. La gravedad de las lesiones, el pronóstico de la intoxicación dependen directamente de la concentración y de la duración de exposición. Por inhalación se presenta irritación intensa de nariz y garganta, tos, respiración difícil. En concentraciones altas existe riesgo de bronconeumonía química y edema pulmonar. En caso de exposiciones repetidas o prolongadas existe riesgo de dolores de garganta, de sangrado de la nariz, de bronquitis crónica y de erosión del esmalte dental. Grado de riesgo 4: Consecuencias graves en todas las circunstancias - asistencia médica indispensable - precauciones especiales en todos los casos. Por contacto con los ojos se produce irritación intensa, lagrimeo, enrojecimiento de los ojos e hinchazón de los párpados, quemaduras. Existe riesgo de lesiones graves o permanentes en el ojo. Existe riesgo de pérdida de visión. Peligro de intoxicación por inhalación simultánea del producto. Grado de riesgo 5: Consecuencias extremadamente graves (lesiones irreversibles) – asistencia médica inmediata indispensable - precauciones especiales en todos los casos. Por contacto con la piel se produce irritación dolorosa, enrojecimiento e hinchazón de la piel. Existe riesgo de quemaduras profundas, lentas de curar. Existe riesgo de estado de shock. . Peligro de intoxicación por inhalación simultánea del producto. Grado de riesgo 4: Consecuencias graves en todas las circunstancias - asistencia médica indispensable - precauciones especiales en todos los casos. Por ingestión se produce irritación intensa, quemaduras, riesgo de perforación digestiva con estado de shock. Se produce salivación abundante. Existe riesgo de edema de garganta con ahogo. Se producen náuseas y vómitos sangrantes, rampas abdominales y diarreas sangrantes. Existe riesgo de síntomas generales. Grado de riesgo 5: Consecuencias extremadamente graves (lesiones irreversibles) - asistencia médica inmediata indispensable - precauciones especiales en todos los casos.

12.- INFORMACIONES ECOLÓGICAS.

Degradabilidad abiótica: Aire: neutralización (CO_2 atmosférico). Agua: ionización instantánea, neutralización: productos de degradación sales. Suelo: ionización / neutralización.
Acumulación: No bioacumulable.
Ecotoxicidad aguda: Peces: Lepomis macrochirus, LC_{50}, 96h: 20 mg/l. Peces: Lepomis macrochirus, LC_{100}, 24h: 36,5 mg/l. Crustáceos, Daphnia magna, EC lo: 56 mg/l. Bacterias del suelo: EC50: < 10 mg/l. Resultado: mineralización.
Movilidad: Aire: volatilidad importante. Agua: Solubilidad y movilidad importantes. Suelo/sedimentos: Solubilidad y movilidad importantes.
Apreciación ecotoxicológica: Nocivo para los organismos acuáticos a causa del pH alcalino. El producto diluido es rápidamente neutralizado al pH medioambiental.
Otras informaciones: La EPA recomienda a efectos del pH los siguientes criterios: Para proteger la vida acuática en el

agua dulce un pH entre 6,5 y 9,0. Para proteger la vida acuática en el agua del mar, un pH entre 6,5 y 8,5. Para proteger la salud humana en el agua para beber un pH entre 5,0 y 9,0.

13.- INFORMACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Medios de eliminación del producto: Someterse a las reglamentaciones locales y nacionales. Consultar las bolsas de residuos o los centros de recogida para un reciclaje. Diluir abundantemente con agua. Neutralizar el producto con una base (carbonato de sosa, cal, sosa cáustica diluida,...). Tras este tratamiento, el producto puede verterse al desagüe.
Medios de eliminación de los envases usados. Enjuagar con agua abundante el envase y tratar el efluente igual que los residuos. Los envases vacíos y limpios pueden ser reutilizados, reciclados o eliminados conforme con las reglamentaciones locales.

14.- INFORMACIONES RELATIVAS AL TRANSPORTE.

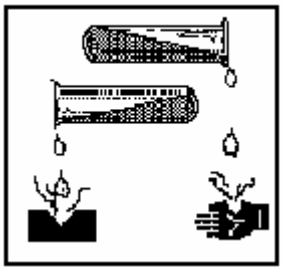
Nº ONU: 1789

Clase IATA: 8	**Grupo de embalaje:** II	**Etiqueta:** Corrosivo	
Clase IMO-IMDG: 8	**Grupo de embalaje:** II		**EmS**: 8-03
Clase ADR-RID: 8	**Grupo de embalaje:** II	**Etiqueta:** 8	**Nº panel:** 80/ 1789

15.- INFORMACIONES REGLAMENTARIAS.

Pictogramas: C: Corrosivo

C



Frases R:
R 34: Provoca quemaduras.
R37: Irrita las vías respiratorias.
Frases S:
S 1/2: Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
S 26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediatamente y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
S 45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta)

16.- OTRAS INFORMACIONES.

La información suministrada en el presente documento está basada en nuestro conocimiento y experiencia, no constituyendo garantía alguna de las especificaciones del producto. El cumplimiento de las indicaciones contenidas en el texto no exime al utilizador del cumplimiento de cuantas normativas legales sean aplicables.
El uso y aplicación de nuestros productos está fuera de nuestro control y por consiguiente, bajo la responsabilidad del comprador.

Hoja de Seguridad del Clorito de Sodio

Fecha de Revisión: Octubre 2018

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y LA EMPRESA

Nombre de la sustancia: CLORITO DE SODIO SOLUCION 25%, CLORITO DE SODIO SOLUCION 31% , CLORITO DE SODIO SOLIDO 80% .

Usos recomendados: Como fuente de dióxido de cloro en el blanqueo de fibras textiles y de celulosa, en la desinfección de aguas potables, residuales y de procesos industriales, en el tratamiento de desodorización.

[redacted]

[redacted]

2. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Nombre Químico: Clorito de sodio en solución acuosa.
Descripción: Mezcla formada por las substancias especificadas a continuación con adiciones no peligrosas.
Componentes peligrosos: Clorito de sodio Nº CAS 7758-19-2 EINECS 231-836-6
Clasificación Xn, Xi, N Frases R R 22-32-41-50 % 25-31 %
Formula Química: $NaClO_2$ Peso
Molecular: 90,436

[redacted]

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS



Descripción del riesgo: Nocivo .
Peligroso para el medio ambiente.
Indicaciones adicionales sobre los riesgos para personas y el medio ambiente: No verter en el medio ambiente.
Producto peligroso para el medio acuático.
El producto es nocivo por ingestión y puede también irritar fuertemente la piel y los ojos.
En contacto con ácidos libera dióxido de cloro, gas muy tóxico y explosivo.
Producto irritante en los ojos, la piel, las mucosas.
Es obligatorio identificar el producto según el procedimiento de cálculo de la última versión válida de la "Directiva general de clasificación de preparaciones de la UE".
R32 en contacto con ácidos libera gases muy tóxicos. .
R41 Riesgo de lesiones oculares graves.
R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Instrucciones generales: Nunca administrar nada por vía oral a una persona en estado de inconsciencia, y no suministrar algún antídoto que no sea expresamente señalado.
En caso de contacto con los ojos: Limpiar los ojos abiertos durante varios minutos con agua corriente y consultar un médico.
El producto puede producir daños graves en los ojos.
En caso de contacto con la piel: lavar inmediatamente con agua y jabón y enjuagar bien. Quitarse de inmediato la ropa ensuciada de producto. El producto puede producir irritación.
En caso de inhalación: Alejar a la victima de la zona contaminada, llevarlo al aire libre y mantenerlo en reposo. Si el malestar persiste, acúdase a un médico. El producto puede ser irritante para las mucosas.
En caso de ingestión: Beber mucha agua y respirar aire fresco. Solicitar asistencia médica inmediatamente. Posible irritación en las mucosas orales y en el aparato digestivo.

[redacted]

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados: CO_2, polvo extintor o chorro de agua rociada.
Combatir incendios mayores con chorro de agua rociada.
En caso de incendio, enfriar los contenedores expuestos al fuego con agua pulverizada.
Combatir los incendios con medidas adaptadas al medio circundante.
Medios de extinción inapropiados: Sustancias orgánicas.
Peligros especiales debido a la sustancia, sus productos de combustión o gases generados: Oxigeno (O_2). Humos acres e irritantes y humos de Na2O.
Medidas de protección en caso de intervención: Aparato respiratorio autónomo.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Medidas preventivas relativas a personas: Parar el derrame utilizando las medidas de protección personal. Prevenir el contacto con los ojos y la piel. Bordear la zona comprometida. Mantener alejadas las fuentes de incendio.
Medidas de protección para medio ambiente: No dejar que se introduzca en el alcantarillado ni que contamine las aguas. Bordear la zona comprometida con la arena o material inerte.

Procedimiento de limpieza/recepción: Recoger, si hay, las fracciones derramadas en recipientes oportunos. Eliminar el producto y su recipiente como residuos peligrosos. No dejar secar. A operación terminada lavar abundantemente con agua neutralizando con agentes reductores.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación (instrucciones para una manipulación segura): Asegurar suficiente ventilación / aspiración en el puesto de trabajo. Evítese el contacto con la piel, los ojos, las vías respiratorias y la ropa personal. Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada. Evitar respirar sus vapores/aerosol. Durante la manipulación siempre úsense indumentaria protectora adecuada.
Almacenamiento: Exigencias con respecto al almacén y los recipientes: Consérvese en recipientes bien etiquetados en lugar fresco y ventilado, alejado de ácidos, materias combustibles y calor. Consérvese lejano de materiales incompatibles (véase punto 10).
Normas en caso de un almacenamiento conjunto: No almacenar junto con las ácidos. No almacenar junto con agentes reductores.



8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCÓN PERSONAL



Componente con valores límites admisibles que deben controlarse en el puesto de trabajo; 7758-19-2 Clorito de Sodio:
TLV-TWA [ACGIH]: 0,1 ppm (como dióxido de cloro).
TLV-STEL [ACGIH]: 0,3 ppm (como dióxido de cloro).

Equipos de protección individual:
Úsese indumentaria protectora adecuada, en relación de la exposición y el peligro del lugar de trabajo.
Medidas generales de protección e higiene: Mantener alejado de alimentos, bebidas y alimentos para animales.
Quitarse de inmediato la ropa ensuciada o impregnada. Evitar el contacto con los ojos y la piel. No comer, beber, fumar o esnifar tabaco durante el tabaco.
Protección respiratoria: Durante el uso y la manipulación evitar la formación de vapores/aerosoles, si se forman accidentalmente, evítese la inhalación y úsese una máscara con filtro para vapores tóxicos.
Protección de manos: Guantes de protección. El material del guante deberá ser impermeable y resistente al producto / sustancia / preparado. Selección del material de los guantes en función de los tiempos de rotura, grado de permeabilidad y degradación.
Material de los guantes: Caucho nitrílico.
Tiempo de penetración del material de los guantes:
El tiempo de resistencia a la penetración exacto deberá ser pedido al fabricante de los guantes
Protección de ojos: Gafas de protección herméticas.
Protección del cuerpo: Úsese indumentaria protectora adecuada. Limitación y control de la exposición ambiental: Ventilación del lugar y aspiración local.

[redacted]

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Información general: .- Estado físico: Líquido.
Color: Amarillo.
Olor: Inodoro.
Cambio de estado:
Punto de ebullición: Se descompone a T>140 ºC. Productos de descomposición: cloruro y clorato. Puede liberar oxígeno. .
Tª de cristalización: -7 ºC (solución 25%) +3 ºC (solución 31%)
Punto de inflamación: No inflamable
Auto-inflamabilidad: No inflamable
Peligro de explosión: No determinado
Presión de vapor: No determinado
Densidad: 1215-1235 g/l (clorito de sodio solución 25%) 1275-1295 g/l (clorito de sodio solución 31%)
Solubilidad en; .- agua: Completamente mezclable .- disolventes orgánicos: Insoluble
Valor pH a 20 ºC: > 12
Coeficiente de reparto (n-octanol/agua): no determinado
Viscosidad; .- dinámica: 2.33 mPas (clorito de sodio solución 25%) 3.26 mPas (clorito de sodio solución 31%)
Concentración del disolvente; .- disolventes orgánicos: 0,0%

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Condiciones que deben evitarse: Estable a temperatura ambiente en condiciones normales de empleo y almacenamiento. Fuentes de calor y la concentración del producto. No dejar secar el producto.
Materias que deben evitarse: Ácidos. Agentes oxidantes fuertes. Fuertes agentes reductores.
Productos de descomposición peligrosos: Durante un incendio se pueden producir oxígeno, humos ácidos y de Na2O. Reacciones peligrosas: Reacciona con oxidantes fuertes.



11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda: Valores LD/lc50 (dosis letal/dosis letal = 50%) relevantes para la clasificación: 7758-19-2 clorito de sodio
Oral – LD50: 300 mg/kg (cobaya) 300 mg/kg (ratón) 350 mg/kg (rata) .- Efecto estimulante primario.
En la piel: Irritante en el ojo: Produce irritaciones fuertes con el riesgo de perjudicar seriamente los ojos. (Pruebas realizadas con conejos).

Sistema respiratorio: En caso de formación de vapores/aerosoles se puede verificar: riesgos de fuerte irritación en el aparato respiratorio y riesgos de metahemoglobinemia. Estos riesgos se han verificado durante las pruebas realizadas en animales.
Sensibilización: No se conoce ningún efecto sensibilizante.
Toxicidad subaguda hasta crónica:
Nivel sin efectos tóxicos observables (NOAEL) = No determinado.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Comportamiento en sistemas ecológicos:
Componentes: El clorito de sodio es estable en agua a pH neutrales y alcalinos. A pH ácido se forma dióxido de cloro.
Efectos ecotóxicos: .- Toxicidad acuática: 7758-19-2
Clorito de sodio; EC50/48h 0,026 mg/l (Daphnia magna) IC50/96h 1 MG/L (Selenastrum capricornutum) LC50/96h (dinámico) > 500 mg/l (Brachydanio rerio)

Observación: Sewage Activated Sludge: no determinado. Indicaciones medioambientales adicionales: Emplear según las buenas precauciones de trabajo, evitando de verter el producto en el medio ambiente.

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN

Producto: Recoger, si es posible. Trabajar según todos los reglamentos locales y nacionales.
Recomendación: Diluir abundantemente con agua y mandar a una planta de tratamiento químico-biológico homologada. No debe desecharse con la basura doméstica. No debe llegar al alcantarillado. Embalajes sin limpiar: Producto de limpieza recomendado: Lavar abundantemente con agua.
Observaciones: El empleador debe asegurarse que no sean en vigor otras disposiciones locales, provinciales, estatales y federales.



14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

Transporte terrestre ADR/RID y GGVS/GGVE (internacional/nacional): .- Clase ADR/RID-GGVS/GGVE: 8
Materias corrosivas .- Número Kemler: 80 .- Número UN: 1908 –
Grupo de embalaje: II –
Label: 8 .- Denominación de la carga: UN 1908, CHLORITE SOLUTION, 8, II
Transporte/datos adicionales: .- Clase IMDG: 8 .- Número UN: 1908 - Label: 8+ Marine Pollutant
Grupo de embalaje: II .- Número EMS: F-A, S-B .- Contaminante marino: (P) .- Nombre técnico correcto: UN 1908, CHLORITE SOLUTION, 8, II Transporte aéreo ICAO-TI e IATA-DGR: .- Clase ICAO/IATA: 8 .- Número UN/ID: 1908 - Label: 8 .- Grupo de embalaje: II - Istr. De embalaje: 813-809-Y809 - ERG Code: 8L
Nombre técnico correcto: UN 1908, CHLORITE SOLUTION, 8, II

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Distintivo según las directrices de la CEE: El producto está catalogado y etiquetado según las directrices de la CEE/Reglamento sobre sustancias peligrosas. .- Letra indicadora y denominación de la peligrosidad del producto: - Xn Nocivo - N Peligroso para el Medio Ambiente. .- Componentes peligrosos a indicar en el etiquetaje: Clorito de sodio.- Frases R: - R 22: Nocivo por ingestión. - R 32: En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos. - R 41: Riesgo de lesiones oculares graves. - R 50: Muy tóxico para los organismos acuáticos. .- Frases S: - S 14: Consérvese lejos de los productos oxidantes y ácidos. - S 17: Manténgase lejos de materias combustibles. - S 26: En caso de contacto con los ojos, lávese inmediatamente y abundantemente con agua y acúdase a un médico. - S 36/37/39: Úsese indumentaria y guantes adecuados y protección para ojos y cara.

16. OTRAS INFORMACIONES

La información arriba mencionada se considera exacta y verdadera y representa la mejor información disponible actualmente por el fabricante y el proveedor, sin embargo, **PRODUCTOS QUIMICOS SYDNEY 2000, S.A. DE C.V.** no la garantiza explícita o implícitamente y no asume ninguna responsabilidad que provenga del uso o de los resultados obtenidos con el producto. Los usuarios potenciales deberán hacer sus propias investigaciones para determinar la conveniencia de la información recibida para sus proyectos particulares. De ninguna manera la empresa será obligada para cualesquiera demandas, pérdidas o daño de terceros o por los beneficios perdidos o los daños que pudieran presentarse independientemente de la forma en que se presenten no importando que la Compañía haya sido avisada de tales daños posibles anticipadamente.





HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA MATERIALES PELIGROSOS



CLORO



ETIQUETAS DE RIESGOS PRIMARIOS DEL CLORO *FECHA DE ELAB: MAY 98* *FECHA DE REV: ENERO 2010* *ETIQUETAS DE RIESGOS SECUNDARIOS DEL CLORO*

I. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA

Mexichem.

[redacted]

II. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA

NOMBRE QUIMICO: CLORO	**NOMBRE COMERCIAL: CLORO LIQUIDO**	SINONIMOS: Ninguno
FÓRMULA QUIMICA: Cl	FÓRMULA MOLECULAR: Cl_2	FÓRMULA DESARROLLADA: Cl-Cl
GRUPO QUÍMICO: VIIA, GASES HALOGENOS	PESO MOLECULAR: 70.906 gr/mol	IDENTIFICACIÓN: UN 1017, CAS 7782-50-5, EINEC 231-959-5, RTECS FO2100000

III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES RIESGOSOS

NOMBRE DEL COMPONENTE	% PESO	No. ONU	No. CAS	CPT mg/m³	CCT mg/m³	P mg/m³	IPVS mg/m³	GRADO DE RIESGO S	I	R	ESP	E.P.P.
Cloro	99.5	1017	7782-50-5	3	9	9	30	4	0	0	oxi	SCBA, Traje Encapsulado

IV. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

1. ESTADO FISICO	Gas / líquido	13. CAPACIDAD CALORIFICA	0.473 KJ / Kg °C
2. COLOR	Amarillo verdoso / ámbar	14. DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1)	2.482 (0° C, 1 atm)
3. OLOR (olor umbral 0.31 ppm en aire)	Picante, irritante, sofocante	15. DENSIDAD RELATIVA (agua = 1)	1.468 (0° C)
4. TEMPERATURA DE EBULLICION	-34.05 ° C a 1 atm	16. DENSIDAD DEL GAS SECO	3.209 gr / cc (0° C, 1 atm)
5. TEMPERATURA DE FUSION	-101.00° C a 1 atm	17. DENSIDAD DEL LIQUIDO	1.468 gr / cc (0° C, 1 atm)
6. TEMPERATURA DE INFLAMACION	El cloro es un material no inflamable en el aire pero mantiene la combustión. Forma mezclas explosivas con el hidrógeno y otros gases inflamables	18. RELACION GAS / LIQUIDO	463.8 litros (0° C, 1 atm)
7. TEMPERATURA DE AUTOIGNICION		19. COEFICIENTE DE EXPANSION	21.9 %
8. L.S. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD		20. SOLUBILIDAD EN AGUA	7.1 gr / l (20° C, 1 atm)
9. L.I. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD		21. PRESION DE VAPOR	6.62 atm (25° C)
10. CALOR DE COMBUSTION		22. % DE VOLATILIDAD (Por Volumen)	100 %
11. CALOR DE VAPORIZACION	68.8 cal/gr (-34.05° C, 1 atm)	23. VEL. DE EVAPORACION (butilacetato=1)	No Determinado
12. CALOR DE FUSION	22.8 cal/gr	24. TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION	No Aplica

V. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN

A. MEDIO DE EXTINCION: CO_2: **X** NIEBLA DE AGUA: ESPUMA: **X** PQS: **X** OTRO (especificar): Ninguno

B. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL: Los bomberos deben usar equipos de respiración autónomos (SCBA) y traje encapsulado de nylon recubierto con butilo, tyvek o materiales con resistencia química al cloro.

C. PROCEDIMIENTO Y PRECAUCIONES ESPECIALES EN EL COMBATE DE INCENDIOS: Aísle de 100 a 200 metros para recipientes de 68 Kg de cloro y de 800 metros en todas direcciones si un carro tanque o plataforma con contenedores se ve involucrada en un incendio. Aléjese si las válvulas de seguridad abren o si se presentan ruidos, deformaciones o decoloración en los recipientes. Evalúe los riesgos y haga su plan de ataque. Muchos metales arden en presencia del cloro (ejemplo el acero a 252° C (485° F). Retire los recipientes del fuego si es posible o enfriarlos con agua siempre y cuando no exista fuga de cloro. Use sólo niebla de agua para evitar la dispersión rápida del cloro en el aire.

D. CONDICIONES QUE CONDUCEN A OTRO RIESGO ESPECIAL: Nunca usar agua cuando un recipiente ya sea cilindro, contenedor o carrotanque este fugando cloro. En este caso utilice el equipo de control de fugas específico para cada recipiente de acuerdo a su entrenamiento recibido. Puede usar agua solo para control del fuego alrededor de recipientes con cloro.

E. PRODUCTOS DE LA COMBUSTION TOXICOS O NOCIVOS PARA LA SALUD: Ninguno, el cloro no se descompone; puede reaccionar con los gases de combustión de las sustancias químicas involucradas en un incendio, el cloro es un oxidante muy fuerte.

VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

A. SUSTANCIA: ESTABLE: INESTABLE: **X** EXTREMADAMENTE INESTABLE:

B. CONDICIONES A EVITAR: No almacene ni transporte cloro con sustancias incompatibles. El cloro seco es muy reactivo con metales como titanio, estaño y otros sobre todo si están en polvo y calientes. Almacene los cilindros y contenedores en lugar fresco, ventilado y bajo techo, libre de humedad y alejados de fuentes de calor. Recuerde que el cloro es altamente reactivo y más en presencia de humedad (agua)

C. INCOMPATIBILIDAD (sustancias a evitar): Reacciona violentamente generando calor, fuego o explosión con las siguientes sustancias químicas: Turpentino, éter, amoniaco gas, hidrocarburos, hidrógeno, metales en polvo y calientes, polidimetisiloxano, propileno, polipropileno, etileno, acetileno, óxido de etileno, etileno, grasas minerales, ácido sulfámico, $As_2(CH_3)_4$, UC_2, acetaldheído, alcoholes, sales de alquil-isotiourea, alquil-fosfinos, Al, Sb, As, AsS_2, AsH_3, Ba_3P_2, C_6H_6, Bi, B, BPI_2, B_2S_3, latón, BrF_5, Ca, CaC_2+KOH, $Ca(ClO_2)_2$, Ca_3N_2, Ca_3P_2, C, CS_2, Cs, $CsHC_2$, Co_2O, Cs_3N, C+$Cr(ClO)_2$, Cu, CuH_2, CuC_2, dialquilfosfinos, diborano, dibutilftalato, $Zn(C_2H_5)_2$, C_2H_6, etilenimina, $C_2H_5PH_2$, F_2, Ge, glicerol, $(NH_2)_2$, H_2O+KOH, I_2, hidroxilamina, Fe, FeC_2, Li, Li_2C_2, Li_6C_2, Mg, Mg_2P_3, Mn, Mn_3P_2, HgO, HgS, Hg, Hg_3P_2, CH_4, Nb, NI_3, OF_2, H_2SiO, OF_2+Cu, PH_3, P, $P(SNC)_3$, P_2O_3, PCB´s, K, KHC_2, KH, Ru, $RuHC_2$, Si, SiH_2, Ag_2O, Na, $NaHC_2$, Na_2C_2, SnF_2, SbH_3, Sr_3P, Te, Th, Sn, WO_2, U, V, Zn, ZrC_2.

D. PRODUCTOS PELIGROSOS DE LA DESCOMPOSICION: El cloro es un elemento químico, no se descompone

POLIMERIZACION ESPONTANEA: PUEDE OCURRIR: **NO**

CONDICIONES A EVITAR: No almacene cloro con sustancias incompatibles

VII. RIESGOS A LA SALUD (TOXICIDAD)

VII.1 Efectos a la Salud por Exposición Aguda

Límite de Exposición	ppm	mg/m^3	Tipo de organismos que se sometieron a la exposición del agente químico
LMPE-PPT ó TLV	1	3	Exposición promedio ponderada en 8 horas de trabajo para humanos sin efectos adversos a la salud
LMPE-CT ó PICO	3	9	Exposición única a corto tiempo (15 min) en 8 horas de trabajo para humanos, sin efectos adversos
LMPE-P ó PICO	3	9	Exposición única e instantánea que no se debe rebasar para humanos en sus 8 horas de trabajo
IPVS ó IDLH: CT_{Baja} ó TC_{LO}	10	30	Concentración tóxica baja por inhalación reportada para humanos en una hora de exposición, valor no bien establecido, algunas bibliografías reportan 20 y hasta 25 ppm.
IPVS ó IDLH: DT_{Baja} ó TD_{LO}			
$LC_{LO\ INNL}$	430	1,247	Concentración letal baja por inhalación reportada para humanos en 30 minutos de exposición
LD_{LO}			
$LC_{50\ INHL}$	293	849	Concentración letal por inhalación reportada para el 50% de las ratas en una hora de exposición
LD_{50}			

Rutas Potenciales de Ingreso al Organismo

A. INHALACIÓN: **Es la vía principal de exposición**. El cloro es un irritante de las vías respiratorias muy agresivo ya que forma ácido clorhídrico y ácido hipocloroso en presencia de humedad de las mucosas. Concentraciones en el aire de 0.014 a 0.097 ppm causa cosquilleo en la nariz y garganta, de 0.1 a 0.3 ppm causa comezón y sequedad de nariz y garganta, de 0.35 a 0.72 ppm causa quemadura de la conjuntiva y dolor después de 15 min., arriba de 1.0 ppm causa irritación ocular y respiratoria con tos, respiración corta y dolor de cabeza, de 1 a 3 ppm causa irritación de las membranas mucosas medias. Con 10 ppm se puede causar severa irritación del tracto respiratorio alto y los ojos. Con 15 ppm se puede causar tos muy intensa. Con 30 ppm causa dolor de pecho intenso, disnea, tos muy intensa y vómito, con 46 a 60 ppm causa neumonía química y edema pulmonar, con 430 ppm es fatal después de 30 min., con 1,000 ppm es letal (paro respiratorio y la muerte) en pocos segundos. Si alguien sobrevive a una exposición aguda a cloro, usualmente se recupera sin secuelas.

B. INGESTIÓN: A la temperatura y presión ambiente el cloro es un gas. La ingestión de cloro líquido es poco probable, pero si llegara a ocurrir puede causar quemaduras severas en la boca, esófago y estómago, pudiendo ocurrir náuseas, dolor y vómito.

C. OJOS (contacto): El contacto con el cloro líquido puede ocasionar quemaduras químicas severas. El contacto con cloro gas puede ocasionar irritación, enrojecimiento, fuerte lagrimeo o quemaduras.

D. PIEL (contacto y absorción): El contacto con el cloro líquido puede ocasionar quemaduras químicas severas y ampollas. El contacto con cloro gas puede ocasionar irritación, depilación o quemaduras.

VII.2 Efectos a la Salud por Exposición Crónica

SUSTANCIA CONSIDERADA COMO: CANCERIGENA: **NO** TERATOGENICA: **NO** MUTAGENICA: **NO** OTRO: **Tóxica, Irritante Corrosiva**
POR LA DEPENDENCIA U ORGANISMO: STPS (NOM-010-STPS-1999): **X** OSHA: **X** NIOSH: **X** ACGIH: **X** OTRO: **EPA**

VII.3 Información Complementaria

La exposición prolongada a concentraciones bajas de cloro puede agravar problemas de asma, enfisema, bronquitis crónica, tuberculosis, baja en la capacidad pulmonar, daño crónico a la garganta, corrosión de dientes y senos nasales así como dermatitis crónica. No clasificado como cancerígeno humano (A4) ya que los datos son insuficientes para clasificar al cloro en términos de su carcinogenicidad en humanos y animales. El límite de exposición al cloro establecido por OSHA (PEL), ACGIH (TLV), NIOSH (REL) y DFG (MAK) es de 0.5 ppm ó 1.5 mg/m^3. La $LC_{50\ inhl}$ en ratas es de 293 ppm y 137 ppm en ratones en 1 hora. La LC_{LO} para puercos de guinea es de 330 ppm en 7 horas, 660 ppm para conejos y gatos en 4 horas. Los órganos blanco para toxicidad aguda y crónica en humanos es tracto respiratorio y sangre y en animales es sistema inmunológico, sangre, sistema cardiovascular y tracto respiratorio. No se han observado efectos adversos en humanos ingiriendo agua con cloro a concentraciones de 50 a 90 ppm (1.4 a 2.6 mg/kg/día). La EPA establece para una dosis experimental en humanos de 14.4 mg/kg/día una RfD de 0.1 mg/kg/día.

VII.4 Emergencias y Primeros Auxilios

A. INHALACIÓN: Retire a la víctima del área contaminada. Si ha cesado la respiración suministrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministre oxígeno húmedo. Mantenga a la víctima abrigada y en reposo. Consulte a un médico de inmediato.

B. INGESTIÓN: Si la persona esta consciente dé a beber agua fría de 228.6 ml (8 onzas) para adultos y 114.3 (4 onzas) para niños. **No induzca el vómito**, pero si éste ocurre lave y dé a beber más agua. Mantenga a la víctima en reposo y caliente. Consulte a un médico de inmediato.

C. OJOS (contacto): Lávese con abundante agua corriente al menos durante 30 minutos ocasionalmente girando el globo ocular y abriendo y cerrando los párpados con el objeto de lavar perfectamente toda la superficie del ojo. Consulte a un médico de inmediato.

D. PIEL (contacto y absorción): Retire la ropa contaminada bajo la regadera, lávese con abundante agua al menos durante 30 minutos. No use aceites, cremas o líquidos neutralizantes. Consulte un médico de inmediato.

E. OTROS RIESGOS A LA SALUD: La toxicidad del cloro es aguda no crónica. Sustancia altamente corrosiva para las mucosas.

F. ANTÍDOTO (dosis en caso de existir): NO se conoce antídoto.

G. INFORMACIÓN PARA ATENCIÓN MEDICA PRIMARIA: Evaluaciones médicas deben ser hechas al personal a partir de cuando presentan signos o síntomas de irritación de piel, ojos o tracto respiratorio alto. Cada emergencia médica es única dependiendo del grado de exposición al cloro, pero algunos tratamientos médicos exitosos fueron los siguientes: Mantenga a la víctima en reposo y abrigada. Suministre oxígeno húmedo a una presión inferior a 4 cm de columna de agua o 10 a 15 litros por minuto. Considere el suministro de sedantes en caso de ansiedad y falta de reposo así como el uso de corticoesteroides en aerosol, beta adrenérgicos y broncodilatadores para broncoespasmos, expectorantes y antibióticos para el edema y bronconeumonía. Vigile de cerca el desarrollo de edema y bronconeumonía después de una exposición severa al cloro.

VIII.- PROTECCIÓN PERSONAL EN CASO DE EMERGENCIAS

A. PROTECCION RESPIRATORIA: De 1 a 10 ppm usar respirador con cartuchos para gases y vapores ácidos (cubre nariz y boca), de 11 a 25 ppm usar respirador con careta facial con cartucho tipo canister (cubre cara, nariz, boca y ojos), de 26 ppm o más usar un equipo de respiración autónomo de aire comprimido con regulador de presión a demanda (SCBA). Para derrames de cloro líquido use además de lo anterior, equipo encapsulado Nivel A tipo "Responder". De preferencia use equipo autorizado por normas oficiales mexicanas o la NIOSH / OSHA.

B. PROTECCION PARA LA PIEL: Utilice guantes recubiertos de clorobutilo o neopreno durante las operaciones diarias. Traje encapsulado Nivel A, tipo "Responder" para derrames de cloro líquido.

C. PROTECCION PARA LOS OJOS: Utilice gogles o careta durante las operaciones de conexión y desconexión de tuberías o al operar válvulas.

D. HIGIENE: Evite el contacto con la piel o los ojos así como respirar los vapores. No comer, beber o fumar en las áreas de trabajo. Lavarse las manos antes de comer, beber o ir al baño.

E. VENTILACION: La necesaria para mantener la concentración de cloro en el ambiente menor a 1.0 ppm. Sistema de ventilación directo al exterior e independiente colocado en las partes bajas de los edificios (recuerde que el cloro es 2.5 veces más pesado que el aire).

F. OTRAS MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCION: Para determinar el nivel de exposición de los trabajadores debe efectuarse un monitoreo regular y periódico de acuerdo a la norma NOM-010-STPS-1999 y método de análisis 24 de la misma norma o método NIOSH 6011. Se recomienda realizar las siguientes pruebas médicas a los trabajadores expuestos: rayos X de pecho, aire expirado, y pruebas de funcionalidad pulmonar.

IX.- INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

A. Mantenga y conserve siempre la calma. Identifique de inmediato que recipiente esta fugando cloro y por dónde. Evalúe la magnitud del problema.

B. Para derrames de cloro líquido o gas utilice un traje protector de una sola pieza Nivel A (encapsulado) fabricado en nylon recubierto con butilo o Tychem 10000 así como un equipo de respiración autónomo de aire con presión a demanda (SCBA).

C. Evacue las personas cercanas y ponga su señalización de emergencia. Si hay la intervención de bomberos, protección civil, policía de tránsito o caminos u otro organismo gubernamental, explíqueles los riesgos del cloro para que tomen las medidas de protección pertinentes.

D. Reporte el accidente a su patrón, distribuidor, línea de transporte, destinatario o fabricante. Use cualquier medio de comunicación.

E. Trate de controlar el derrame proveniente del contenedor: cierre válvulas, tapone orificios, reacomode el contenedor, trasvase el recipiente, etc. Procure que la fuga de cloro sea en forma de gas, para lo cual gire el cilindro o contenedor. Coloque el equipo de emergencias para control de fugas de acuerdo al tipo de recipiente de que se trate: cilindros, contenedores o carro tanque. Estos equipos son los conocidos como **KIT A, B o C** respectivamente.

F. Si la fuga se presenta en unidades de transporte permanezca en movimiento de ser posible hasta llegar a un lugar seguro, alejado de zonas habitacionales, escuelas, hospitales, comercios, etc. Trate de corregir la fuga pero si ésta persiste, el cloro se dispersará en la atmósfera sin causar daños mayores.

G. Use niebla de agua sobre los vapores de cloro para minimizar su rápida dispersión en la atmósfera, no la aplique directamente sobre el cloro líquido o el punto de fuga en el recipiente debido a que la emisión se hará más grande.

X.- INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

A. PRECAUCIONES PARA TRANSPORTE: Use solo unidades autorizadas para el transporte de materiales peligrosos que cumplan con la regulación de la SCT y demás autoridades federales así como con las sugerencias hechas por el fabricante. En el caso de emergencia en transportación consulte la Hoja de Emergencia en Transportación (HET) y la Guía Norteamericana de Respuesta en Caso de Emergencia No. 124, llame al **SETIQ** día y noche al Tel. (01) 800 00-214-00, en el D.F. al 01 (55) 5559-1588, **CENACOM** (01) 800 00-413-00 y en el D.F. al 01 (55) 5550 1552, 5550 1496.

B. CLASIFICACIÓN SCT ó DOT:

Descripción: Cloro, Gas Licuado a Presión y Temperatura.

Clasificación: Gas Tóxico, Venenoso ó Cloro (Opcional), Clase 2, División 3

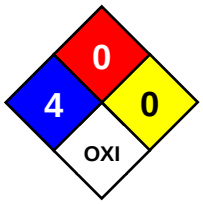
C. ETIQUETA DEL ENVASE ó EMBALAJE



D. ROMBO DE IDENTIFICACIÓN EN TRANSPORTE: **UN 1017**



E. ROMBO PARA EL ALMACENAMIENTO



XI.- INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGIA

A. AIRE: No hay suficiente evidencia del impacto ambiental del cloro como tal en el aire (atmósfera), no así de los derivados clorados como los freones que destruyen la capa de ozono, etc.

B. AGUA: El cloro se hidroliza rápidamente en el agua formando ácido hipocloroso y ácido clorhídrico. El cloro libre (Cl_2, HClO y ClO^-) reacciona rápidamente con compuestos orgánicos presentes sobre todo en aguas residuales. Esta reacción produce cloruros, compuestos orgánicos oxidados tales como cloraminas, trihalometanos, oxígeno, nitrógeno, cloratos, bromatos y bromo-orgánicos. Concentraciones de hasta 0.05 – 0.15 mg/litro provocan cambios significantes en la composición de especies del fitoplacton marino.

C. AGUA PARA BEBER: El cloro gas o sales de Hipoclorito añadido al agua potable destruye todo microorganismo en 20 minutos a concentraciones de 0.03 a 0.06 mg/litro a rangos de pH de 7.0 a 8.5 y temperaturas de 4 a 20° C. Las redes de suministro de agua potable aplican cloro a concentraciones de 1 a 29.7 mg/litro para mantener niveles de cloro residual de 0.2 a 6 mg/litro, sin que se haya observado efectos adversos en la salud humana. El agua para beber se vuelve de mal sabor a concentraciones de cloro arriba de 25 ppm.

D. SUELO: El cloro reacciona con todos los componentes químicos del suelo formando cloruros que dependiendo de su solubilidad, son fácilmente lavados con agua. Un derrame de cloro líquido pudiera congelar temporalmente la zona de suelo afectado.

E. FLORA Y FAUNA: El cloro es altamente tóxico para los seres vivos (plantas y animales), sobre todo para los de medio acuático, (peces y microorganismos). La TLm en pasto es de 0.22 mg/litro en 96 horas y en fitoplacton de 0.14 mg/litro en 24 horas. La toxicidad aguda en plantas se manifiesta por amarillamiento y defoliación. No existe potencialidad de factores de bioacumulación o bioconcentración.

F. Al controlar una emisión de cloro posiblemente sea necesario desgasar o despresurizar los recipientes, por lo que el cloro deberá ser burbujeado a una solución de hidróxido de sodio, carbonato de sodio o hidróxido de calcio (cal). No aplique estos materiales en forma directa sobre un derrame de cloro líquido ya que la reacción se vuelve muy violenta y exotérmica.

G. Los residuos de la absorción del cloro no neutralizados clasifíquelos de acuerdo al análisis **CRETIB.**

H. Su manejo y disposición final debe ser acorde a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Reglamento de la L.G.E.E.P.A en Materia de Residuos Peligrosos, las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en este rubro, y demás ordenamientos técnicos legales federales, estatales o municipales aplicables.

XII.- PRECAUCIONES ESPECIALES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

A. Evite las emisiones de cloro en todo momento. En caso que se requiera evacuar un recipiente, se recomienda instalar un sistema de absorción.

B. Use el equipo de protección personal recomendado y tenga disponible regadera y lavaojos de emergencia en el área de almacenamiento.

C. El área de almacenamiento debe estar bajo techo, bien ventilada (ventilas al nivel de piso), libre de humedad y alejada de fuentes de calor.

D. Coloque la señalización de riesgo de acuerdo a la normatividad aplicable tales como: etiquetas, rombos o señalamientos de advertencia.

E. No estibar los contenedores (encimarlos), asegurar los cilindros en canastillas o jaulas, colocar los capuchones protectores de las válvulas, etc.

F. Inspeccione periódicamente los recipientes para detectar daños y prevenir fugas. Detecte fugas usando una solución de amoniaco, si existe fuga de cloro, se formará en el ambiente una niebla blanca de cloruro de amonio.

G. Las tuberías y equipos para el manejo de cloro deben limpiarse de materia orgánica, polvo, humedad, grasas minerales, etc. antes de usarse.

H. Las tuberías de cloro líquido deben de disponer de cámaras de expansión debido a su alto coeficiente de expansión.

I. Evite almacenar otros productos químicos incompatibles junto al cloro ya que pudieran reaccionar violentamente.

XIII.- INFORMACIÓN ADICIONAL

Marco Regulatorio: El cloro esta regulado por las siguientes dependencias: SCT, SEMARNAT (PPA), STPS, SSA, DOT, EPA (SARA III / EPCRA 302, 313, CAA 112 HAP, CERCLA 42 RQ , TRI, FIFRA, TSCA, SDWA / NPDWR, CWA), OSHA, NIOSH.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA MATERIALES PELIGROSOS

HIDRÓXIDO DE SODIO

ETIQUETAS DE RIESGOS PRIMARIOS DE LA SOSA *FECHA DE ELAB: MAY 98* *FECHA DE REV: ENERO 2010*

I. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA

Mexichem.

[redacted]

II. IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA QUIMICA PELIGROSA

NOMBRE QUIMICO: **HIDROXIDO DE SODIO**	**NOMBRE COMERCIAL:** **SOSA CAUSTICA**	SINONIMOS: Sosa Grado Industrial, Lejía, Lejía Cáustica, Hidrato de Sodio, Sosa, Pennvidral,
FORMULA QUIMICA: NaOH	FORMULA MOLECULAR: NaOH	FORMULA DESARROLLADA: NaOH
GRUPO QUIMICO: Base Fuerte	PESO MOLECULAR: 39.9971 gr / mol	IDENTIFICACION: UN 1824, CAS 1310-73-2, EINEC 215-185-5, RTECS WB4900000

III. IDENTIFICACION DE COMPONENTES PELIGROSOS

NOMBRE DEL COMPONENTE	% PESO	No. ONU	No. CAS	CPT mg/m^3	CCT mg/m^3	P mg/m^3	IPVS mg/m^3	GRADO DE RIESGO S	I	R	ESP	E.P.P.
Hidróxido de Sodio	48.5	1824	1310-73-2	-	-	2	10	3	0	1	ALC	Traje completo de hule

IV. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

1. ESTADO FISICO	Líquido Viscoso	13. CAPACIDAD CALORÍFICA	No Relevante
2. COLOR	Blanquecino	14. DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1)	No Aplica
3. OLOR	Sin olor	15. DENSIDAD RELATIVA (agua = 1)	1.530 gr/cc (15.6° C y 50% peso)
4. TEMPERATURA DE EBULLICIÓN	145° C (al 50% peso)	16. DENSIDAD DEL GAS SECO	No Aplica
5. TEMPERATURA DE CRIZTALIZACIÓN	12° C (al 50% peso)	17. DENSIDAD DEL LIQUIDO	1.530 gr/cc (15.6° C y 50% peso)
6. TEMPERATURA DE INFLAMACIÓN	No Aplica	18. RELACION GAS / LIQUIDO	No Aplica
7. TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN	No Aplica	19. COEFICIENTE DE EXPANSION	No Aplica
8. L.S. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD	No Aplica	20. SOLUBILIDAD EN AGUA	100% Soluble
9. L.I. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD	No Aplica	21. PRESION DE VAPOR	6.3 mmHg (40° C, 50% peso)
10. CALOR DE COMBUSTIÓN	No Aplica	22. % DE VOLATILIDAD	No Aplica
11. CALOR DE VAPORIZACIÓN	No Aplica	23. VEL. DE EVAPORACION (butilacetato=1)	No Aplica
12. CALOR DE FUSION	No Relevante	24. TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION	No Aplica

V. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION

A. MEDIO DE EXTINCION: CO_2: **X** NIEBLA DE AGUA: **X** ESPUMA: **X** PQS: **X** OTRO: No usar agentes extintores halogenados

B. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL: Use ropa de hule (traje completo, botas, guantes y mandil), careta, gogles y casco de seguridad.

C. PROCEDIMIENTO Y PRECAUCIONES ESPECIALES EN EL COMBATE DE INCENDIOS: Aísle de 25 a 50 metros para derrames pequeños y de 800 metros en todas direcciones si un carrotanque o pipa se ve involucrada en un incendio. Aléjese si se presentan ruidos, deformaciones o decoloración en los recipientes. Evalúe los riesgos y haga su plan de ataque. Enfriar los recipientes y tanques de almacenamiento con niebla de agua. No aplique el agua directamente o al interior de los recipientes. La sosa cáustica o hidróxido de sodio en cualquiera de sus presentaciones comerciales, es un material no combustible, no inflamable y no explosivo. Usar agua en un incendio donde se involucre la sosa cáustica, pudiera generar calor por la dilución de la sosa y que en un momento dado pudiera agravar las condiciones del incendio.

D. CONDICIONES QUE CONDUCEN A OTRO RIESGO ESPECIAL: Evite el contacto directo con la piel, ingestión o inhalación. Es un material altamente corrosivo para cualquier tejido orgánico vivo. Evite fugas o derrames o formación de nieblas en el medio ambiente de trabajo.

E. PRODUCTOS DE LA COMBUSTION TOXICOS O NOCIVOS PARA LA SALUD: Ninguno

VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

A. SUSTANCIA: ESTABLE: **X** INESTABLE: EXTREMADAMENTE INESTABLE:

B. CONDICIONES A EVITAR: No almacene ni transporte sosa cáustica al 48.5% peso de concentración con las siguientes sustancias incompatibles, evite el uso de agua ya que al diluirse la sosa se generan grandes cantidades de calor.

C. INCOMPATIBILIDAD (Sustancias a Evitar): Reacciona violentamente con hidrocarburos clorados, acetileno, acroleína, aluminio, amoniaco, trifluoruro de cloro, ácido acético, acetaldheído, anhídrido acético, acrilonitrilo, alcohol alílico, cloruro alílico, clorhidrina, hidroquinona, anhídrido maleico, pentóxido de fósforo, cloronitrotoluenos, ácido clorosulfónico, 1,2-dicloroetileno, etileno, fósforo, ácido sulfúrico, alcohol metílico con tetraclorobenceno, alcohol metílico con triclorometano, tetrahidrofuranos, tricloroetileno, agua, cianuros, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico, ácido nítrico, nitrometano, nitroetano, nitroparafinas, nitropropano, pentanol, oleum, zinc, plomo, estaño.

D. PRODUCTOS PELIGROSOS DE LA DESCOMPOSICION: Ninguno

POLIMERIZACION ESPONTANEA: PUEDE OCURRIR: **No**
CONDICIONES A EVITAR: No almacene sosa cáustica con sustancias incompatibles

VII. RIESGOS A LA SALUD (TOXICIDAD)

VII.1 Efectos a la Salud por Exposición Aguda

Límite de Exposición	ppm	mg/m^3	Tipo de Organismos que se Sometieron a la Exposición del Agente Químico
LMPE ó TLV: CPT o´ TWA	-	-	Exposición promedio ponderada en 8 horas de trabajo para humanos sin efectos adversos a la salud
LMPE ó TLV: CCT o´ STEL	-	-	Exposición única a corto tiempo (15 min) en 8 horas de trabajo para humanos, sin efectos adversos
LMPE ó TLV: P o´ C	-	2	Exposición única e instantánea que no se debe rebasar para humanos en sus 8 horas de trabajo
IPVS ó IDLH: CT_{Baja} ó TC_{LO}		10	Concentración tóxica baja por inhalación reportada para humanos en una hora de exposición
IPVS ó IDLH: DT_{Baja} ó TD_{LO}			
LC_{LO}			
$LD_{LO\ oral}$	500 mg / Kg		Dosis letal mas baja reportada en ratas o conejos
LC_{50}			
LD_{50}			

Rutas Potenciales de Ingreso al Organismo

A. INHALACION: La inhalación de nieblas de sosa de 2 a 8 mg/m^3 puede causar ligeras irritaciones en las vías respiratorias. Concentraciones superiores pueden causar quemaduras más severas del tracto respiratorio (edema), resuello muy ruidoso, daños a pulmones como edema y neumonía química, falla respiratoria.

B. INGESTION: Los niveles de efectos tóxicos pueden ser desde irritación hasta severas quemaduras de labios, boca, lengua, garganta, esófago y estómago después de pocos minutos de haber tragado la sosa, respiración corta y agitada, piel fría, salivación profusa, dolor abdominal, náuseas y vómito con sangre. Una aparente recuperación puede detenerse por la perforación del esófago o perforación gástrica desarrollando mediastinitis, peritonitis, fiebre intensa y acidosis metabólica. La muerte puede ocurrir por shock, asfixia por edema glótico o infección por neumonía

C. OJOS (contacto): Principal riesgo de exposición. Los niveles de efectos tóxicos pueden ser desde irritación, severas quemaduras de cornea, conjuntiva y tejido episcleral, quemosis, fotofobia o visión limitada a la percepción de la luz, desintegración y desprendimiento del epitelio de la conjuntiva y de la cornea, edema corneal, ulceración y opacidad, isquemia limbal, adhesión de los párpados con el globo ocular, sobrecrecimiento de cornea por vascularización de membranas y opacidad corneal permanente. Daños de las estructuras intraoculares (retina) y perforación del globo ocular es raro que ocurran.

D. PIEL (contacto y absorción): Mayor riesgo de exposición. Los niveles de efectos tóxicos pueden ser desde irritación y dolor, dermatitis irritante primaria, múltiples quemaduras con pérdida temporal de cabello, deterioro del material queratinoso, edema intracelular, quemaduras profundas y corrosión del tejido y ulceraciones profundas (destrucción de piel y tejidos). Exposiciones a nieblas o polvos cáusticos pueden causar múltiples ulceraciones o quemaduras pequeñas y pérdida temporal de cabello.

VII.2 Efectos a la Salud por Exposición Crónica

SUSTANCIA CONSIDERADA COMO: CANCERIGENA: **No** TERATOGENICA: **No** MUTAGENICA: **No** OTRO: **Irritante Corrosiva**

POR LA DEPENDENCIA U ORGANISMO: STPS (NOM-010-STPS-1999): **X** OSHA: **X** NIOSH: **X** ACGIH: **X** OTRO: **EPA**

VII.3 Información Complementaria

El contacto repetido con esta sustancia y a bajas concentraciones puede causar dermatitis crónica y ulceraciones de los pasajes nasales. No se conocen otros efectos a largo plazo sobre los organismos vivos. El límite de exposición a nieblas de sosa cáustica por OSHA (PEL), ACGIH (TLV), NIOSH (REL) y DFG (MAK) es de 2 mg/ m^3. Los órganos blanco de la sosa cáustica son principalmente la piel, ojos y sistema respiratorio. La LD_{50} intraperitoneal en ratones es de 40 mg/kg/día. En términos de la dosis total los cáusticos alcalinos han matado humanos adultos que los han ingerido en cantidades menores de 10 gramos.

VII.4 Emergencias y Primeros Auxilios

A. INHALACION: Mueva a la víctima a un lugar con aire fresco. Puede suministrar oxígeno húmedo con borboteador. Si la respiración ha cesado administre respiración artificial. Consulte a un médico de inmediato.

B. INGESTION: Sí la persona está consciente de a beber agua fría, leche o leche de magnesia en cantidades de 228.6 ml (8 onzas) para adultos y 114.3 (4 onzas) para niños con el objeto de diluir y neutralizar la sosa. **No induzca el vómito.** Canalice a la víctima para lavados gástricos. Obtenga atención médica de inmediato.

C. OJOS (contacto): Lave los ojos con abundante agua corrediza ocasionalmente girando el globo ocular y abriendo y cerrando los párpados con el objeto de lavar perfectamente toda la superficie del ojo. Haga el lavado al menos durante 30 minutos. Consulte a un médico de inmediato.

D. PIEL (contacto y absorción): Retire la ropa contaminada inmediatamente y lave la piel con abundante agua corrediza mínimo durante 30 minutos de preferencia bajo una regadera de emergencia. Puede lavarse posteriormente con una solución diluida de ácido bórico o vinagre. Obtenga atención médica de inmediato.

E. OTROS RIESGOS A LA SALUD: Sustancia con pH alcalino, fuertemente corrosivo a todos los tejidos por contacto, inhalación o ingestión provocando quemaduras de segundo y tercer grado en pocos segundos.

F. ANTIDOTO (dosis en caso de existir): No determinado

G. INFORMACION PARA ATENCION MEDICA PRIMARIA: Evaluaciones médicas deben ser hechas al personal a partir de cuando presentan signos o síntomas de irritación de piel, ojos o tracto respiratorio alto. Cada emergencia médica es única dependiendo del grado de exposición a la sosa cáustica, pero algunos tratamientos médicos exitosos fueron los siguientes:

a) De inmediato deberán aplicarse los primeros auxilios recomendados con anterioridad.

b) Para ingestión de sosa cáustica con quemaduras graves, practique un estudio completo de sangre. Considere la inserción de un tubo orogástrico o nasogástrico, pequeño y flexible para la succión del contenido gástrico. Evalúe quemaduras por medio de una endoscopía o laparotomía. Si hay signos y síntomas de perforación y sangrado realice pruebas de funcionalidad renal, PT, INR, PTT y tipo sanguíneo. Si lo considera administre corticoesteroides, paracetamol y antibióticos. Secuelas de la ingestión de sosa cáustica pueden ser fístulas traqueoesofagales y aortoesofagales, estricturas de boca, esófago y estómago así como carcinoma esofagal.

c) Para quemaduras en ojos si el daño es menor aplique soluciones oftálmicas tópicas, antibióticos o analgésicos sistémicos. Si hay quemaduras graves considere retirar diariamente los despojos del tejido necrosado y aplicación de atropina local, antibióticos, esteroides, ACTH sistémico, vitaminas, antiácidos, enzimas proteolíticas , acetazolamida, timolol, ácido ascórbico al 2%, citratos, EDTA, cisteina, NAC, penicilamina, tetraciclina, hidrocloruro de proparacaina para irrigación, lentes de contacto suaves, evitando la opacidad corneal y logrando la visión en el ojo.

d) Para inhalación de aerosoles o polvos con sosa cáustica suministre oxígeno húmedo y conecte a la víctima a un monitor de estrés respiratorio. Si hay tos o dificultad para respirar, evalúe el desarrollo de hypoxia, bronquitis, neumonía o edema y siga suministrando oxígeno húmedo por intubación endotraqueal. Si se desarrollan broncoespamos administre beta adrenérgicos.

VIII.- PROTECCIÓN PERSONAL EN CASO DE EMERGENCIAS

A. PROTECCION RESPIRATORIA: De 2 a 20 mg / m^3 usar respirador con cartuchos para nieblas de sosa (cubre nariz y boca) con un filtro para partículas de alta eficiencia. De 21 a 200 mg / m^3 usar mascarilla tipo barbilla (respirador que cubre cara, nariz, boca y ojos) y equipo autónomo con suministro de aire a presión. Mas de 200 mg / m^3 usar equipo de respiración autónoma con aire a presión y traje encapsulado. El equipo de respiración debe estar aprobado de preferencia por normas oficiales mexicanas o la NIOSH.

B. PROTECCION PARA LA PIEL: Use traje completo, botas y guantes de neopreno, PVC, hule natural, nitrilo, SBR.

C. PROTECCION PARA LOS OJOS: Use gogles y careta facial contra salpicaduras.

D. HIGIENE: Evite el contacto con la piel y evite respirar neblinas. No coma, no beba, no fume en el área donde se maneja la sosa. Lávese las manos antes de comer, beber o usar el retrete. Lave con agua la ropa o equipo de protección contaminado antes de ser usado nuevamente.

E. VENTILACION: La necesaria para mantener la concentración en el aire debajo de 2 mg/m^3. Ventilación directa al exterior e independiente.

F. OTRAS MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCION: Regaderas de emergencia y lavaojos deben estar cerca de los lugares donde se maneja la sosa. Efectúe monitoreos de sosa en el medio ambiente laboral con regularidad para proteger la salud del trabajador de acuerdo a la norma: NOM-010-STPS-1999 y método de análisis 40 de la misma norma. También se puede usar el método NIOSH 7401. Se recomienda hacer las siguientes pruebas médicas al personal potencialmente expuesto a sosa cáustica: rayos X de pulmones y pruebas de funcionalidad pulmonar.

IX.- INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

A. Restrinja el acceso al área afectada. Use el equipo de protección recomendado

B. Trate de controlar el derrame proveniente del contenedor: cierre válvulas, tapone orificios, reacomode el contenedor, trasvase el recipiente, etc.

C. Los derrames al suelo deberán ser contenidos por diques de material inerte: arena, tierra, vermiculita, poliuretano espumado o concreto espumado u otro dispositivo apropiado. Evite que el derrame llegue a fuentes de abastecimiento de agua o al alcantarillado. Use niebla de agua para el control de vapores o aerosoles de sosa cáustica en el aire.

D. Recoja el material derramado en recipientes apropiados.

E. Una vez recogido el derrame y sobre el área afectada:

a) Espolvoree bicarbonato de sodio y lave con abundante agua ó

b) Lave cuidadosamente con soluciones muy diluidas de ácido clorhídrico.

X.- INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

A. PRECAUCIONES PARA TRANSPORTE: Use solo unidades autorizadas para el transporte de materiales peligrosos que cumplan con la regulación de la SCT y demás autoridades federales así como con las sugerencias hechas por el fabricante. En el caso de emergencia en transportación consulte la Hoja de Emergencia en Transportación (HET) y la Guía Norteamericana de Respuesta en Caso de Emergencia No. 154, llame al **SETIQ** día y noche al Tel. (01) 800 00-214-00, en el D.F. al 01 (55) 5559-1588, **CENACOM** (01) 800 00-413-00 y en el D.F. al 01 (55) 5550 1552, 5550 1496.

B. CLASIFICACION SCT ó DOT:

Denominación: Sosa Cáustica en solución

Clasificación: Clase 8, Sustancia Corrosiva

C. ETIQUETA DEL ENVASE ó EMBALAJE



D. ROMBO DE IDENTIFICACION EN TRANSPORTE: **UN 1824**



E. ROMBO PARA EL ALMACENAMIENTO



XI.- ECOLOGIA Y DISPOSICION DE DESECHOS

A. AIRE: No hay suficiente evidencia del impacto ambiental de la sosa en el aire (atmósfera). El CO_2 atmosférico tiende a carbonatarla.

B. AGUA: La sosa cáustica forma hidróxidos con las sales del agua, muchos de ellos precipitables. Incrementa la conductividad eléctrica del agua.

C. AGUA PARA BEBER: La sosa cáustica es usada para el lavado de recipientes para envasar alimentos ya que destruye todo microorganismo patógeno.

D. SUELO: La sosa reacciona con los componentes químicos del suelo formando hidróxidos que dependiendo de su solubilidad, son fácilmente lavados con agua. Un derrame de sosa cáustica pudiera quemar temporalmente la zona de suelo afectado.

E. FLORA Y FAUNA: La sosa cáustica es peligrosa para el medio ambiente, especialmente para organismos de medio acuático (peces y microorganismos). La ecotoxicidad como LC_{100} en *Cyprinus carpio* es de 180 ppm / 24 Hrs a 25° y el TLm en pez mosquito es de 125 ppm / 96 Hrs en agua fresca. No existe potencialidad de factores de bioacumulación o bioconcentración.

F. Al controlar una fuga de sosa y usar materiales absorbentes posiblemente se generen residuos peligrosos de acuerdo al análisis **CRETIB.**

G. Su manejo y disposición final debe ser acorde a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Reglamento de la L.G.E.E.P.A en Materia de Residuos Peligrosos, las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a este rubro y demás ordenamientos técnicos legales federales, estatales o municipales aplicables.

XII.- PRECAUCIONES ESPECIALES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

A. Use el equipo de protección personal recomendado y tenga disponible regadera y lavaojos de emergencia en el área de almacenamiento.

B. Almacene en contenedores cerrados de acero al carbón si la temperatura es al ambiente. Nunca use recipientes de aluminio.

C. Coloque la señalización de riesgo de acuerdo a la normatividad aplicable tales como: etiquetas, rombos o señalamientos de advertencia.

D. El lugar de almacenamiento debe estar ventilado y separado de las áreas de trabajo y mucho tránsito.

E. Inspeccione periódicamente los recipientes para detectar daños y prevenir fugas.

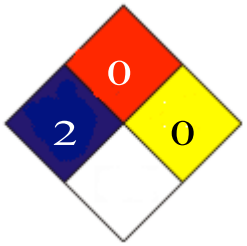
F. Es recomendable que los tanques de almacenamiento tengan diques o dispositivos de control de derrames.

G. Evite almacenar otros productos químicos incompatibles junto a la sosa ya que pudieran reaccionar violentamente.

H. Evite derrames y la formación de neblinas durante las maniobras de carga y descarga en sus almacenes.

XIII.- INFORMACION ADICIONAL

Marco Regulatorio: La sosa esta regulado por las siguientes dependencias: SCT, SEMARNAT (PPA), STPS, SSA, DOT, EPA (SARA III ó EPCRA 302, CERCLA 42 , TSCA, SDWA ó NPDWR, CWA 311), FDA, OSHA, NIOSH.



Pictograma NFPA

1.IDENTIFICACION DEL MATERIAL Y DE LA COMPAÑIA

Nombre Químico:	Sulfato De Aluminio
Sinónimos:	Alumbre, Torta de Alumbre, Salmuera de Alumbre, Alumbre de perla
Formula:	Al2 (SO4)3.14H2O
Familia Química:	Sales Inorgánicas
Registro CAS:	10043-01-1
Numero UN:	N.R
[redacted]	[redacted]
Teléfono de Emergencia:	5467000 – Funza

2.COMPOSICION E INFORMACION SOBRE INGREDIENTES

COMPONENTES	
Ingrediente	Sulfato Aluminio
CAS	10043-01-1
%	98 – 100
Peligroso	Si

3.IDENTIFICACION DE PELIGROS

Inhalación:	El Polvo puede causar carraspera, tos, irritación de la nariz y la garganta.
Ingestión:	Nauseas, Vomito.
Contacto con la Piel:	Irritación.
Contacto Ocular:	Irritación con posibles heridas permanentes.

4.PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación:	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxigeno. Mantener la persona abrigada en reposo. Buscar atención medica.
Ingestión:	Lavar la boca con agua. Si esta consciente, suministrar abundante agua. No inducir al vomito, si este se presenta inclinar la victima hacia adelante.
Contacto con la Piel:	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar Atención medica.
Contacto Ocular:	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los parpados para asegurar la remoción del químico.

5.MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Peligros de Incendio y/o explosión: No inflamable ni combustible.
Productos de la combustión: Puede desprender gases tóxicos de óxidos de azufre a temperaturas superiores a 760 ºC.
Precauciones: Eliminar toda fuente de calor que lo lleve a la combustión. No inhalar los gases producidos.
Procedimientos en caso de incendio y/o Explosión: Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Estar a favor del viento. Usar equipo de protección personal.
Agentes Extintores del Fuego: Usar el agente de extinción adecuado según el tipo de incendio del alrededor.

6.MEDIDAS PARA EL CONTROL DE DERRAMES Y FUGAS

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. Eliminar toda fuente de ignición.

7.MANUPULACION Y ALMACENAMIENTO

Almacenamiento: Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición. Separado de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente y mantenerlos bien cerrados.
Manipulación: Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer donde esta el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto.

8.CONTROL A LA EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

Controles de Ingeniería:	Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los limites de exposición ocupacional o se mantenga lo mas baja posible. Considerar la posibilidad de encerrar el proceso. Garantizar el control de las condiciones del proceso. Suministrar aire de reemplazo continuamente para suplir el aire removido.
Equipos de Protección Personal	
Respiratoria:	Respirador con Filtro para polvo.
Cutánea:	Overol, guantes, botas.
Ojos y Cara:	Gafas de seguridad.
Otro Tipo de Protección requerida:	Equipo de respiración autónomo.

9.PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado Físico	Sólido Granulado
Apariencia y Olor	Blanco Sin Olor Característico
Concentracion como Al2 (SO4)3 * 14 H2O	100%
pH	3-4 en solución al 1% en agua
Temperatura de Descomposición	760 °C
Temperatura de auto ignición	No Aplicable
Punto de Inflamación	No Aplicable
Propiedades Explosivas	No Aplicable
Peligros de Fuego y Explosión	No Aplicable
Densidad de Vapor	No Detectable

10.REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

Estabilidad:	Estable en condiciones ordinarias de uso y almacenamiento.
Incompatibilidades:	Corrosivo en metales con presencia de agua
Condiciones a evitar:	Humedad e incompatibles.
Productos por descomposición peligrosa:	Se hidroliza para formar ácido sulfúrico diluido. Se pueden formar óxidos de azufre tóxico y corrosivo cuando se

	calienta hasta la descomposición.
Polimerización Peligrosa	No ocurrirá.

11.INFORMACION TOXICLOGICA

Anhydrous Material: LD50 oral en ratones: 6027 mg/kg; irritación ojos de conejos 10 mg/24H severa; Ha sido investigado como mutagénico, causante de efectos reproductivos.

18-Hydrate: LD50 oral en ratones: > 9 gm/kg; Ha sido investigado como mutagénico.

Lista de Cánceres

--Carcinógeno NTP---

Ingrediente	Conocido	Anticipado	Categoría IARC
Sulfato de Aluminio (10043-01-3)	No	No	Ninguno

12.INFORMACION ECOLOGICA

Nocivo para la vida acuática desde concentraciones bajas.
Tox. Peces = 240 ppm / 48h/pez

13.CONSIDERACIONES PARA DISPOSICION

Material peligroso de desecho. El sólido puede ser enterrado en un relleno especial para sustancias químicas.

14.INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

Clase Riesgo:	
Numero UN:	N.R.

15.INFORMACION REGULATORIA

Esta hoja ha estado preparada según los criterios del peligro de las regulaciones controladas de los productos (CPR) y la hoja contiene toda la información requerida por el CPR.

16.OTRA INFORMACION

Clasificación NFPA	
Salud:	2
Inflamabilidad:	0
Reactividad:	0

La Información y recomendaciones que aparecen en esta hoja de seguridad de materiales so a nuestro entender enteramente confiables. Los Consumidores y clientes deberán realizar su propia investigación y verificación sobre el uso seguro de este material

Este documento es propiedad exclusiva de FUJIAN SHAN S.A.

MANUAL DE CALIDAD

PROCESO: (CA) CALIDAD		REVISIÓN: SEPTIEMBRE 2023
ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:

[redacted]

ÍNDICE

1. Objetivo 3
1.1 Aprobación, revisiones y distribución del Manual del SGC 4
1.2 Normas de referencia 4
2. La organización 5
2.1 Antecedentes 5
2.2 Descripción del servicio 5
3. Términos y definiciones 6
4. Contexto de la organización 8
5. Liderazgo 13
6. Planificación 18
7. Apoyo 23
8. Operación 32
9. Evaluación del desempeño 49
10. Mejora 53
11. Control de los cambios del SGC 56

1. Objetivo

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV establece en el presente Manual del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015, las actividades para identificar sus objetivos y determinar los procesos y recursos requeridos para proporcionar calidad de manera consistente a sus clientes de acuerdo los requisitos de la Norma ISO 9001:2015. Las actividades que aquí se establecen son enunciativas, mas no limitativas, pues no sólo se limitan a lo publicado en el presente documento, sino las que también consideren la alta Dirección.

Se adopta la Norma ISO 9001:2015 cómo el estándar que establece los requisitos para su Sistema de Gestión de la Calidad que permita a la organización:

- Demostrar su habilidad para proveer consistentemente productos y servicios que cumplen los requisitos de sus clientes y los establecidos por las regulaciones legales y reglamentarias aplicables a sus procesos y servicios.
- Enfocarse a lograr la satisfacción de los usuarios a través de la efectiva aplicación del sistema, incluyendo los procesos para mejora continua del sistema y la administración de la calidad en conformidad a los requisitos del cliente y las regulaciones aplicables.

El sistema implementado tiene como base los principios de la gestión de la calidad descritos en la Norma ISO 9001:2015 que se aplican en la organización:

- **Enfoque al Cliente.** Cumplir con los requisitos del cliente y tratar de exceder con sus expectativas. Cada aspecto de la interacción del cliente proporciona una oportunidad de entender las necesidades actuales y futuras de los clientes y de otras partes interesadas, contribuye al éxito sostenido de la organización.
- **Liderazgo.** Cultura de trabajo; Los líderes en todos los niveles establecen la unidad de propósito y el rumbo de la organización, y crean condiciones en las que las personas se implican en el logro de los objetivos de la calidad de la organización. La creación de la unidad de propósito, dirección y gestión de las personas permite a la organización alinear sus estrategias, políticas, políticas y recursos para lograr los objetivos.
- **Compromiso de las personas.** Las personas competentes y comprometidas en toda la organización son esenciales para aumentar la capacidad de generar y proporcionar valor. La gestión eficaz y eficiente de la organización requiere respetar e involucrar activamente a todas las personas de todos los niveles. El reconocimiento, la capacitación y la mejora de la competencia facilitan el compromiso de las personas en el logro de los objetivos de la calidad de la organización.

- **Enfoque a procesos.** Se alcanzan los resultados coherentes y previsibles de manera más eficaz y eficiente cuando las actividades se entienden y gestionan como procesos interrelacionados, a través del mapeo de los procedimientos de trabajo con pensamiento en riesgo, identificando las entradas y las salidas, responsabilidades, riesgos y controles. El SGC está integrado por procesos y se entiende su interacción para producir los resultados, lo que permite a la organización optimizar el sistema y su desempeño.
- **Mejora.** La organización mantiene un enfoque continuo hacia la mejora, siendo esencial para mantener los niveles actuales de desempeño y reaccionar a los cambios en el contexto interno, externo y crear así nuevas oportunidades de mejora.
- **Toma de decisiones basada en la evidencia.** La toma de decisiones se basa en el análisis y la evaluación de los resultados, así como la información para producir los resultados deseados. El análisis de los hechos, evidencias y los datos conduce a una mayor objetividad y confianza en la toma de decisiones.
- **Gestión de las relaciones (partes interesadas).** La organización gestiona sus relaciones con las partes interesadas pertinentes. La organización identifica a las partes interesadas que influyen en el ejercicio de sus actividades y gestiona su relación para optimizar su impacto en el desempeño de la empresa.

1.1 Aprobación, revisiones y distribución del Manual del SGC

El presente manual es aprobado por la Dirección General.

El manual es revisado por el Jefe de Aseguramiento de la Calidad, por lo menos una vez al año, y en caso de modificaciones, los cambios se registran en el control de cambios al final del documento.

La distribución del manual se realiza electrónicamente por medio del SharePoint.

1.2 Normas de referencia

El presente manual tiene como referencia las siguientes normas:

a. ISO 9000:2015 Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario (NMX-CC-9000-IMNC-2015).

b. ISO 9001:2015 Sistema de gestión de la calidad – Requisitos (NMX-CC-9001-IMNC-2015).

c. ISO 9004:2018 Gestión para el éxito sostenido de una organización – Enfoque de gestión de la calidad (NMX-CC-9004-IMNC-2018).

2. La organización

2.1 Antecedentes

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV es una empresa mexicana con más de 40 años de experiencia en la realización de proyectos de infraestructura del sector agua y medio ambiente, con lo cual participamos en el desarrollo sustentable de México manteniendo un gran compromiso con el entorno ecológico.

Propósito:

Siendo líderes en el ramo de agua potable, saneamiento e infraestructura hidráulica, manteniendo nuestra visión de mejora continua y comprometidos con el desarrollo sustentable.

Misión:

Ofrecer servicios integrales de gestión, diseño, construcción, operación y mantenimiento de proyectos de agua potable, saneamiento, reúso e infraestructura, siendo la mejor opción para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, a través de la experiencia y alta especialidad de nuestro personal, garantizando el compromiso y la calidad en nuestros servicios.

Visión:

Ser una organización reconocida a nivel nacional como líder en la ejecución confiable de proyectos de infraestructura, agua potable y saneamiento. A través de personal capacitado, la investigación y el desarrollo de tecnología de vanguardia, para integrar soluciones que sean la mejor opción.

Valores institucionales:

- Experiencia.
- Eficiencia y puntualidad.
- Trabajo en Equipo.
- Orientación y servicio al cliente.
- Profesionalismo y Ética.
- Innovación y mejora continua.

2.2 Descripción del servicio

Agua Potable

- Plantas Potabilizadoras.
- Equipamiento de Pozos.

- Operación y Mantenimiento.

Reúso

- Sistemas de Filtración y Reúso de Agua Municipal e Industrial.

Servicios de Saneamiento

- Plantas de Tratamiento de Agua Residual.
- Operación y Mantenimiento.

Obra civil

- Urbanización y Edificación.
- Naves Industriales y Estructura.
- Vialidades y Estacionamientos.

Infraestructura Hidráulica

- Drenaje Pluvial.
- Canales Recreativos y Fuentes Ornamentales.
- Estaciones y Cárcamos de Bombeo.
- Líneas de Conducción.
- Colectores y Emisores.
- Tanques de Almacenamiento.

3. Términos y definiciones

- **ARP:** Análisis de Riesgo de Procesos.
- **Auditor interno:** Es aquel individuo que ejecuta cualquier actividad dentro de una auditoría, que cuenta con los conocimientos técnicos o académicos necesarios y aprobó su etapa de entrenamiento.
- **Auditor en entrenamiento:** Es aquel individuo aspirante para obtener la calificación de auditor, el cual acompaña y auxilia al grupo auditor durante todas las etapas de una auditoría y recibe la orientación y entrenamiento adecuado para tal fin, mediante la coordinación y dirección de un auditor líder.
- **Auditor líder:** Es aquel individuo calificado y certificado cuya experiencia y entrenamiento le permite organizar y dirigir una auditoría, evaluar deficiencias o desviaciones, así como detectar y orientar acciones correctivas. En el caso de auditorías efectuadas por un grupo de auditores, el auditor líder administra, supervisa y coordina a los miembros del grupo, además de ser responsable de la auditoría.

- **Auditoría de calidad:** Evaluación sistemática e independiente para determinar si las actividades del SGC y sus resultados cumplen con las disposiciones preestablecidas y si están implantadas eficazmente y son adecuadas para alcanzar los objetivos.
- **Auditoría externa:** Es aquella auditoría que es efectuada en **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV.**; por un grupo ajeno a la misma.
- **Auditoría interna:** Es aquella auditoría que es efectuada en **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV.**; por personal propio de la empresa.
- **Calidad:** Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades explícitas o implícitas preestablecidas.
- **Capacidad de proceso:** Habilidad de un proceso para satisfacer las especificaciones solicitadas por los clientes.
- **Copia controlada:** Reproducción del documento original, asignado a un tenedor, con un número de control consecutivo.
- **Control de calidad:** Conjunto de métodos y actividades de carácter operativo, que se utilizan para satisfacer el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos.
- **Documento original:** Es el documento de la más reciente edición que contiene las últimas modificaciones, localizado en INTEGRADOR y del cual se reproducen los documentos que serán las copias controladas distribuidas a los diferentes tenedores.
- **Documentos externos:** Son procedimientos o instructivos de otros sistemas como seguridad, mantenimiento y ambiental, además de metodologías establecidas, normas oficiales mexicanas que se deben tomar en cuenta o consultar al realizar alguna actividad señalada en procedimientos o manuales del SGC.
- **Especificación:** Requisito o exigencias que el producto o servicio debe cumplir.
- **Grupo Auditor:** Es el conjunto de individuos que se integran para realizar una auditoría del Sistema de Gestión de Calidad de un producto o servicio para determinar su conformidad.
- **Inspección:** Actividades tales como medir, examinar, probar y ensayar una o más características de insumos, procesos, productos y servicios y comparar los resultados con exigencias y requisitos especificados, para determinar su conformidad.
- **ISO 9001: 2015:** Requerimientos del Sistema de Gestión de Integral.
- **ISSASA: INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV.**
- **No Conformidad:** Es el incumplimiento con los requisitos especificados.
- **Oportunidad:** Es el cumplimiento en las acciones comprometidas con el cliente.

- **Plan de Calidad o de Control de Procesos:** Documento que establece los responsables, las prácticas administrativas u operativas, los procedimientos, los recursos y la secuencia de las actividades relevantes de calidad referentes a un producto, servicio o proyecto en particular.
- **Política de Calidad**: Conjunto de directrices y objetivos generales de la empresa relativos a la calidad y que son formalmente expresados, establecidos y aprobados por la alta dirección.
- **Procedimiento o Instrucción de Trabajo de Procesos:** Documento que establece los responsables, las prácticas administrativas u operativas, los procedimientos, los recursos y la secuencia de las actividades relevantes de calidad referentes a un producto, servicio o proyecto en particular.
- **Trazabilidad:** Capacidad de reencontrar y reconstruir la historia, la ampliación o la localización de un elemento o de una actividad, de elementos o actividades similares por medio de un registro de identificación.
- **Sistema de Gestión de la Calidad (SGC):** Estructura organizacional, conjunto de recursos, responsabilidades y procedimientos establecidos para asegurar que los insumos, productos, procesos o servicios cumplan satisfactoriamente con el fin a que están destinados.
- **Sistema:** Son el conjunto de actividades planeadas y sistemáticas con un objetivo en común.

4. Contexto de la organización

4.1 Comprensión de la organización y su contexto

La organización debe determinar las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito y su dirección estratégica, y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión de la calidad.

La organización debe realizar el seguimiento y la revisión de la información sobre sus cuestiones externas e internas.

Nota 1. Las cuestiones pueden incluir factores positivos y negativos o condiciones para su consideración.

Nota 2. La comprensión del contexto externo puede verse facilitado al considerar cuestiones que surgen de los entornos legal, tecnológico, competitivo, de mercado, cultural, social y económico, ya sea internacional, nacional, regional o local.

Nota 3. La comprensión del contexto interno puede verse facilitada al considerar cuestiones relativas a los valores, la cultura, los conocimientos y el desempeño de la organización.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La planeación estratégica considera la realización anual de un diagnóstico de las condiciones internas y externas que pueden afectar el desarrollo del negocio, por medio de las técnicas de análisis y diagnóstico que sean adecuadas. Cada año se revisan la misión y visión para asegurar su pertinencia y vigencia.

Los planes estratégicos se proyectan para trazar los objetivos, proyectos y líneas de acción a realizar. Estas actividades se realizan por la Dirección General con la participación de los líderes de las áreas.

La información documentada resultante de este proceso se mantiene y comparte por la Dirección General.

Procedimientos Documentados: **P-DI-01** Planeación Estratégica.

4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

Debido a su efecto o efecto potencial en la capacidad de la organización de proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, la organización debe determinar:

a) las partes interesadas que son pertinentes al sistema de gestión de la calidad;
b) los requisitos pertinentes de estas partes interesadas para el sistema de gestión de la calidad.

La organización debe realizar el seguimiento y la revisión de la información sobre estas partes interesadas y sus requisitos pertinentes.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización identifica a las partes interesadas relevantes relacionadas con sus procesos esenciales y determina los requisitos pertinentes que deben gestionarse para su satisfacción en el **F-DI-02 Contexto de la Organización**.

El seguimiento del cumplimiento de los requisitos de las partes interesadas se revisa en la revisión directiva del SGC.

Procedimientos Documentados: **P-DI-01** Planeación Estratégica.

4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad

La organización debe determinar los límites y la aplicabilidad del sistema de gestión de la calidad para establecer su alcance.

Cuando se determina este alcance, la organización debe considerar:

a) las cuestiones externas e internas indicadas en el apartado 4.1;
b) los requisitos de las partes interesadas pertinentes indicados en el apartado 4.2;
c) los productos y servicios de la organización.

La organización debe aplicar todos los requisitos de esta Norma Internacional si son aplicables en el alcance determinado de su sistema de gestión de la calidad.

El alcance del sistema de gestión de la calidad de la organización debe estar disponible y mantenerse como información documentada. El alcance debe establecer los tipos de productos y servicios cubiertos, y proporcionar la justificación para cualquier requisito de esta Norma Internacional que la organización determine que no es aplicable para el alcance de su sistema de gestión de la calidad.

La conformidad con esta Norma Internacional sólo se puede declarar si los requisitos determinados como no aplicables no afectan la capacidad o a la responsabilidad de la organización de asegurarse de la conformidad de sus productos y servicios y del aumento de la satisfacción del cliente.

- **Aplicación y desarrollo del requisito:**

El Sistema de Gestión de la Calidad está implementado de acuerdo con la norma ISO 9001:2015 y su alcance comprende principalmente los procesos clave de empresa, así como los procesos estratégicos y de soporte que interactúan con ellos. En base a esto, se determinan los requisitos aplicables de acuerdo con el **F-DI-02 Contexto de la Organización** (pestaña 4.3).

Las responsabilidades de las áreas involucradas en el Sistema de Gestión de la Calidad se establecen en el **F-DI-02 Contexto de la Organización** (pestaña 4.3).

El alcance del SGC certificado bajo la norma ISO 9001, los sitios a certificar y la aplicabilidad de ciertos requisitos se establecen a continuación:

Alcance del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015:

Comprende lo siguiente:

"Diseño e ingeniería, construcción, equipamiento, puesta en marcha, operación, mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales, plantas potabilizadoras y de cualquier tipo de obra correspondiente a infraestructura civil, electromecánica, hidráulica, saneamiento, pluvial o de agua potable".

El sitio considerado dentro del Sistema de Gestión de la Calidad es el siguiente:

Sitios revisados:	Ubicación:	Procesos relacionados:
Sitio 1 (Matriz):	Torreón 302, Colonia Mitras Centro, Monterrey, Nuevo León	1. Dirección 2. Administración 3. Calidad 4. Compras-Almacén 5. Control de obra 6. Ingeniería 7. Infraestructura y Mantenimiento 8. Recursos Humanos 9. Construcción 10. Estimaciones y cobranza 11. Presupuestos y cotizaciones 12. Ventas 13. Seguridad y Ambiente

REQUISITOS NO APLICABLES

8.5.1 F) ***la validación y revalidación periódica de la capacidad para alcanzar los resultados planificados de los procesos de producción y de prestación del servicio, cuando las salidas resultantes no puedan verificarse mediante actividades de seguimiento o medición posteriores,***

No es aplicable, ya que las salidas de los procesos (reportes semanales, formatos ejecutivos, presentaciones, reportes ejecutivos, entre otros) pueden verificarse de acuerdo con los requisitos establecidos con los procesos existentes.

Procedimientos Documentados: **P-DI-01** Planeación Estratégica.

4.4 Sistema de gestión de la calidad y sus procesos

4.4.1 La organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de la calidad, incluidos los procesos necesarios y sus interacciones, de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional.

La organización debe determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización, y debe:

a) determinar las entradas requeridas y las salidas esperadas de estos procesos;
b) determinar la secuencia e interacción de estos procesos;
c) determinar y aplicar los criterios y métodos (incluyendo el seguimiento, las mediciones y los indicadores del desempeño relacionados) necesarios para asegurarse de la operación eficaz y el control de estos procesos;
d) determinar los recursos necesarios para estos procesos y asegurarse de su disponibilidad;
e) asignar las responsabilidades y autoridades para estos procesos;
f) abordar los riesgos y oportunidades determinados de acuerdo con los requisitos del apartado 6.1;
g) evaluar estos procesos e implementar cualquier cambio necesario para asegurarse de que estos procesos logran los resultados previstos;
h) mejorar los procesos y el sistema de gestión de la calidad.

4.4.2 En la medida que sea necesario, la organización debe:

a) mantener información documentada para apoyar la operación de sus procesos;
b) conservar la información documentada para tener la confianza de que los procesos se realizan según lo planificado.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece una arquitectura de procesos que comprenden y describen sus actividades operativas, estratégicas y de soporte. Los procesos y sus interacciones están relacionados bajo esta arquitectura, la cual se establece en el **F-DI-02 Contexto de la Organización** (pestaña DP).

Cada proceso fue caracterizado en términos de sus entradas, salidas, salidas previstas, recursos necesarios (materiales, infraestructura, humanos, económicos) e indicadores del desempeño. Lo anterior puede apreciarse en las fichas de proceso. Éstos podrán dividirse de la siguiente manera:

- **Procesos Orientados a la Dirección Estratégica:** Son aquellos que sirven para la administración del Sistema de Gestión de Calidad.
- **Procesos Orientados al cliente (Operativos):** Son aquellos directamente ligados a los servicios que se prestan, por tanto, orientados al cliente y a sus requisitos desde la comprensión de las necesidades y expectativas del cliente hasta la prestación del servicio, siendo su objetivo final la satisfacción del cliente.
- **Procesos de Apoyo:** Son aquellos que sirven de soporte para llevar a cabo los procesos operativos y estratégicos, son claves y determinantes para conseguir los objetivos de la organización.

Las entradas, salidas, recursos necesarios, lineamientos de negocio, actividades de control, riesgos y la información documentada aplicable para su ejecución se establecen y describen en los procedimientos documentados y en el **F-DI-02 Contexto de la Organización** (pestaña Entradas-Salidas procesos).

Procedimientos Documentados: **P-DI-01** Planeación Estratégica. **P-CA-04** Gestión de Riesgos y Oportunidades

5. Liderazgo

5.1 Liderazgo y compromiso

5.1.1 Generalidades

La alta dirección debe mostrar el liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión de la calidad:

a) asumiendo la responsabilidad y obligación de rendir cuentas con relación a la eficacia del sistema de gestión de la calidad.
b) asegurándose de que se establezcan la política de la calidad y los objetivos de la calidad para el sistema de gestión de la calidad, y que éstos sean compatibles con el contexto y la dirección estratégica de la organización;
c) asegurándose de la integración de los requisitos del sistema de gestión de la calidad en los procesos de negocio de la organización;
d) promoviendo el uso de enfoque de procesos y el pensamiento basado en riesgos;
e) asegurándose de que los recursos necesarios para el sistema de gestión de la calidad estén disponibles;
f) comunicando la importancia de una gestión de la calidad eficaz y conforme con los requisitos del sistema de gestión de la calidad;
g) asegurándose de que el sistema de gestión de la calidad logre los resultados previstos;
h) comprometiendo, dirigiendo y apoyando a las personas, para contribuir a la eficacia del sistema de gestión de la calidad;

i) promoviendo la mejora;
j) apoyando otros roles pertinentes de la dirección, para demostrar su liderazgo en la forma en la que aplique a sus áreas de responsabilidad.

NOTA. En esta Norma Internacional se puede interpretar el término "negocio" en su sentido más amplio, es decir, referido a aquellas actividades que son esenciales para la existencia de la organización; tanto si la organización es pública, privada, con o sin fines de lucro.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La alta dirección establece, promueve y mantiene el liderazgo y compromiso respecto al SGC mediante las siguientes premisas:

1. **Responsabilidad.** Asegurando la capacidad de lograr los resultados deseados, suministrando los productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente, los requisitos legales aplicables y los requisitos de la norma a través de la determinación de las funciones y responsabilidades del personal.
2. **Unidad de propósito y dirección**. Estableciendo la dirección estratégica de la organización, definiendo políticas y objetivos compatibles con esta dirección estratégica y el contexto de la organización, asegurando la alineación del sistema con el camino trazado y los resultados deseados.
3. **Integrando el SGC** a los procesos de negocio de la organización y no ser tratado como algo separado.
4. **Proporcionando los recursos humanos y materiales** que permitan alcanzar los resultados planeados.
5. **Promoviendo un SGC eficaz** que alcanza los resultados deseados, mediante el enfoque en procesos, adopción del ciclo Planear, Hacer, Verificar y Actuar "PHVA" (para la mejora y el enfoque basado en riesgos.
6. **Fomentando el compromiso de las personas** mediante la dirección, capacitación y apoyo a las personas para que estas puedan contribuir para un SGC eficaz.

La aplicación de este requisito se realiza a lo largo de toda la norma, conforme a los requisitos relacionados.

El requisito **9.3 Revisión por la dirección**: establece los requisitos que se deben de cumplir para asegurar su conveniencia la adecuación y eficacia del SGC.

Procedimientos Documentados: **P-DI-01** Planeación Estratégica.

5.1.2 Enfoque al cliente

La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto al enfoque al cliente asegurándose de que:

a) se determina, se comprenden y se cumplen regularmente los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables;
b) se determinan y se consideran los riesgos y oportunidades que pueden afectar la conformidad de los productos y servicios y a la capacidad de aumentar la satisfacción del cliente;
c) se mantiene el enfoque en el aumento de la satisfacción del cliente.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La conformidad con este requisito, se observa a partir del alcance de los resultados deseados para el SGC, definidos en su política y objetivos de la calidad, a través de los resultados de la evaluación del desempeño **9.1 seguimiento, medición, análisis y evaluación y 9.2 Auditoría Interna** y la actuación de la alta dirección para orientar la organización hacía su alcance. **9.3 Revisión por la Dirección**, así como por la evidencia del cumplimento eficaz de los requisitos de la norma relativos al enfoque al cliente.

Procedimientos Documentados: **P-VE-01** Ventas.

5.2 Política

5.2.1 Establecimiento de la política de la calidad

La alta dirección debe establecer, implementar y mantener una política de la calidad que:

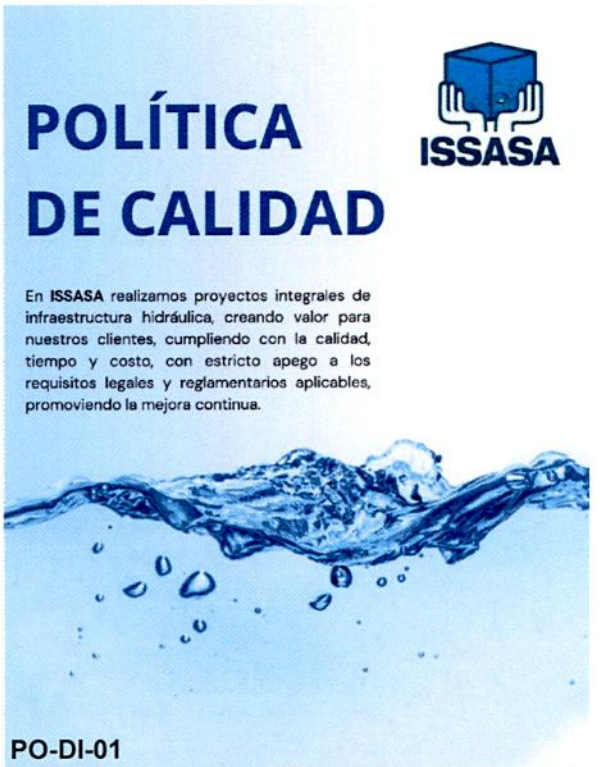
a) sea apropiada al propósito y contexto de la organización y apoye su dirección estratégica;
b) proporcione un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad;
c) incluya un compromiso de cumplir con los requisitos aplicables;
d) incluya un compromiso de mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La alta dirección determina y aprueba la política de la calidad, que incluye las orientaciones y los compromisos relativos a la calidad de los productos y servicios, a la satisfacción de los clientes y a la mejora, para que sean entendidos y aplicados en la organización.

Se establece la siguiente política de la calidad:

Política de la calidad



El compromiso de la organización con la calidad se transmite por medio de esta política objetiva y de fácil comprensión, por lo que constituye un instrumento ampliamente comunicado y entendido. La política de calidad se revisa por lo menos una vez al año en las revisiones directivas, debiendo actualizarse cuando sea necesario para mantenerse vigente y adecuada. Ver **F-DI-02 Contexto de la Organización** (pestaña Cambios Objetivos e Indicadores Calidad).

5.2.2 Comunicación de la política de la calidad

La política de la calidad debe:

a) estar disponible y mantenerse como información documentada;
b) comunicarse, entenderse y aplicarse dentro de la organización;
c) estar disponible para las partes interesadas pertinentes, según corresponda.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece los medios para que la política de calidad esté disponible para el personal involucrado en el SGC y para las partes interesadas pertinentes.

La política es comunicada por medios de comunicados en correo electrónico y mediante la plataforma oficial de gestión documental: SharePoint.

Se asegura su entendimiento mediante la capacitación del personal en los temas relacionados al SGC.

Procedimientos Documentados: **M-CA-01** Manual de Calidad.

5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

La alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades para los roles pertinentes se asignen, se comuniquen y se entiendan para toda la organización.

La alta dirección debe asignar la responsabilidad y autoridad para:

a) asegurarse de que el sistema de gestión de la calidad es conforme los requisitos de esta Norma Internacional.

b) asegurarse de que los procesos están generando y proporcionando las salidas previstas;

c) informar, en particular, a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión de la calidad y sobre las oportunidades de mejora (véase 10.1);

d) asegurarse de que se promueva el enfoque al cliente en toda la organización;

e) asegurarse de que la integridad del sistema de gestión de la calidad se mantiene cuando se planifican e implementan cambios en el sistema de gestión de la calidad.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización determina, documenta y comunica los roles, responsabilidades y autoridades del personal involucrado los diferentes procesos por medio de organigramas, matrices, procedimientos, descripción del perfil del puesto o los medios que la organización considere adecuados y eficaces.

El área de Recursos Humanos es responsable de documentar la descripción de puestos de acuerdo con las necesidades de la operación en base a las funciones, responsabilidades y autoridades de acuerdo con los grados organizacionales, además se establecen objetivos e indicadores para medir el desempeño de los puestos.

Los procedimientos documentados, indican las responsabilidades y autoridades del personal en cada proceso, además de poderse documentar en instrucciones de trabajo, actas o minutas de reuniones y demás documentos que sean aplicables.

El personal involucrado en los distintos procesos es informado y capacitado de acuerdo con esta información documentada para conocer su rol, responsabilidades y autoridades relacionadas con el SGC. En el ingreso de nuevas personas a la empresa, se informa al nuevo colaborador sobre sus funciones y atribuciones, asegurando su toma de conocimiento. Contrato laboral y **F-RH-16 Descripción de puestos** establece las funciones y responsabilidades del puesto.

La información documentada referente a estos roles, responsabilidades y autoridades que se encuentra en los manuales, políticas y procedimientos es revisada a intervalos programados de tiempo para asegurar su vigencia de acuerdo con el manual de emisión de documentos de procesos y, en su caso, se realizan las actualizaciones correspondientes de acuerdo con el procedimiento establecidos para el control de la Información documentada.

El desempeño de los procesos se comunica a la alta dirección mediante el análisis y evaluación de los resultados del monitoreo y medición de los procesos, de la eficacia del SGC, de las auditorías internas y el informe de desempeño del SGC para la revisión por la dirección.

En el caso de implementarse cambios en los procesos, se asegura la integridad del SGC por medio de la metodología de gestión de cambios (**ver 6.3 Planificación de los cambios**).

Procedimientos Documentados: **P-RH-02** Capacitación y Adiestramiento.

6. Planificación

6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades

6.1.1 Al planificar el sistema de gestión de la calidad, la organización debe considerar las cuestiones referidas en el apartado 4.1 y los requisitos referidos en el apartado 4.2 y determinar los riesgos y oportunidades que es necesario abordar con el fin de:

a) asegurar que el sistema de gestión de la calidad pueda lograr sus resultados previstos;
b) aumentar los efectos deseables;
c) prevenir o reducir efectos no deseados;
d) lograr la mejora.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La planificación determina los riesgos y oportunidades referentes a la organización y su contexto, así como a la comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.

La organización por medio de su planificación estratégica, la revisión de sus procesos, auditorías internas, revisiones directivas, acciones correctivas, acciones de mejora y la implementación de modelos para la gestión de riesgos y oportunidades, se asegura que:

a) el sistema de gestión de la calidad pueda lograr sus resultados previstos;
b) se aumentan los efectos deseables;
c) se previenen o reduce efectos no deseados;
d) se logra la mejora.

La gestión de riesgos y oportunidades se realiza mediante su identificación, análisis, determinación del grado de riesgo, determinación de acciones de mitigación y la evaluación de su efectividad.

Procedimientos Documentados: **P-CA-04** Gestión de Riesgos y Oportunidades.

6.1.2 La organización debe planificar:

a) las acciones para abordar estos riesgos y oportunidades;
b) la manera de:

1. integrar e implementar las acciones en sus procesos del sistema de gestión de la calidad (véase 4.4);
2. evaluar la eficacia de estas acciones.

Las acciones tomadas para abordar los riesgos y oportunidades deben ser proporcionales al impacto potencial en la conformidad de los productos y servicios.

NOTA 1. Las opciones para abordar los riesgos pueden incluir: evitar riesgos, asumir riesgos para perseguir una oportunidad, eliminar la fuente de riesgo, cambiar la probabilidad o las consecuencias, compartir el riesgo o mantener riesgos mediante decisiones informadas.

NOTA 2. Las oportunidades pueden conducir a la adopción de nuevas prácticas, lanzamiento de nuevos productos, apertura de nuevos mercados, acercamiento a nuevos clientes, establecimiento de asociaciones, utilización de nuevas tecnologías y otra oportunidades deseables y viables para abordar las necesidades de la organización o las de sus clientes.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La gestión de riesgos y oportunidades de los procesos que integran el SGC se realiza mediante su identificación, análisis, determinación del grado de riesgo, determinación de planes de acción y la evaluación de la efectividad de estas acciones. Las acciones para abordar los riesgos se incorporan a los procedimientos documentos para asegurar su implementación.

La gestión de las oportunidades tiene un tratamiento aparte, su análisis no se limita a eventos o circunstancias puntuales, sino que son resultado de distintas dinámicas donde el contexto externo tiene un gran peso. Se consideran oportunidades las siguientes:

- La adopción de nuevas prácticas operativas.
- Apertura de nuevos mercados.
- Acercamiento a nuevos clientes.
- Establecer nuevas alianzas.
- Utilización de nuevas tecnologías.
- Las deseables y viables para abordar las necesidades de la organización o las de sus clientes.

La discusión y el análisis de las oportunidades se realizan por las partes correspondientes. Las oportunidades pueden ser clasificadas de acuerdo con su probabilidad de éxito y beneficio potencial.

La organización establece iniciativas y programas para fomentar y gestionar las oportunidades en el contexto interno (por ejemplo, lecciones aprendidas).

Las fuentes de información que son entradas importantes para determinar los riesgos y oportunidades son a manera enunciativa y no limitativa, las siguientes:

- Auditorías internas: Las conclusiones de auditoría ayudan a determinar las acciones para tener un sistema de gestión conveniente, adecuado y eficaz.
- Medir la satisfacción del cliente: Cualquier mecanismo que tengamos para comunicarnos con el cliente y obtener su percepción u opinión sobre el producto o servicio.
- Medición y seguimiento de procesos: Lo que se hace para monitorear los procesos y asegurar de que cumplan sus objetivos (juntas mensuales de KPIs, Revisión por la Dirección.)
- Gestión de la mejora: acciones correctivas y de mejora.
- Revisión directiva del SGC: minuta con los resultados de la revisión.
- Reuniones estratégicas u operativas: minutas, actas, acuerdos, aplicación del FODA en los procesos de cobranza.
- Buzón de quejas y sugerencias: identificación de riesgos, sugerencias de mejoras.
- Clima Laboral: Resultados de encuestas a empleados.

La información obtenida por estas fuentes es analizada por las áreas respectivas para identificar los riesgos y oportunidades que afectan la operación, y derivar las acciones correspondientes de acuerdo con los procedimientos establecidos.

Los riesgos y oportunidades son clasificados de acuerdo con su impacto potencial en la conformidad de los productos y servicios, para que las acciones tomadas sean proporcionales a este impacto, con el propósito de emplear de la mejor manera los recursos de la organización.

Procedimientos Documentados: **P-CA-04** Gestión de Riesgos y Oportunidades

6.2 Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos

6.2.1 La organización debe establecer objetivos de la calidad para las funciones y niveles pertinentes y los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad.

Los objetivos de la calidad deben:

a) ser coherentes con la política de calidad.
b) ser medibles;
c) tener en cuenta los requisitos aplicables;
d) ser pertinentes para la conformidad de los productos y servicios y para el aumento de la satisfacción del cliente;
e) ser objeto de seguimiento;
f) comunicarse;
g) actualizarse, según corresponda.

La organización debe mantener información documentada sobre los objetivos de la calidad.

6.2.2 Al planificar cómo lograr sus objetivos de la calidad, la organización debe determinar:

a) qué se va a hacer;
b) qué recursos se requerirán;
c) quién será responsable;
d) cuándo se finalizará;
e) cómo se evaluarán los resultados.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

Los objetivos de la calidad son determinados en base a la política de la calidad y en relación con la dirección estratégica de la organización.

Los objetivos de la calidad son definidos y medidos a niveles, funciones y procesos relevantes de la organización que tienen impacto en la conformidad de los productos y servicios, en el cumplimiento de requisitos legales y en la satisfacción de los clientes y demás objetivos establecidos por la alta dirección.

Los objetivos de la calidad son monitoreados y medidos a intervalos regulares de tiempo por medio de indicadores pertinentes, y se mantiene un historial de estas mediciones para su análisis y evaluación. El seguimiento es adecuado al objeto de medición y es coherente con el plazo final para concretarlos y con las acciones planificadas, asegurando la posibilidad de acciones cuando son detectadas desviaciones de la meta propuesta. Los desempeños de los objetivos de la calidad son analizados y medidos en las revisiones directivas del SGC. Ver **F-DI-02 Contexto de la Organización** (pestaña Objetivos Calidad Medición).

Los objetivos de la calidad son comunicados a los responsables de los procesos involucrados en su cumplimiento de acuerdo con **F-DI-02 Contexto de la Organización** (pestaña Comunicación).

La pertinencia y vigencia de los objetivos de la calidad es considerada en la revisión directiva del SGC para asegurar su coherencia con el contexto de la organización, la conformidad de los productos y servicios, y la satisfacción de los clientes. Siempre que existan cambios del contexto de la organización, de las expectativas y necesidades de las partes interesadas o de los requisitos de los productos y servicios, los objetivos deben ser reevaluados y de ser necesario redefinidos para mantenerse actualizados.

La planificación de los objetivos de la calidad considera las acciones a realizar, los recursos requeridos, los responsables de su ejecución, los plazos para su implementación o realización y los indicadores de medición a emplear, tal como se establece en **F-DI-02 Contexto de la Organización** (pestaña Objetivos Calidad Medición).

6.3 Planificación de los cambios

Cuando la organización determine la necesidad de cambios en el sistema de gestión de la calidad, estos cambios se deben llevar a cabo de manera planificada (véase 4.4).

La organización debe considerar:

a) el propósito de los cambios y sus consecuencias potenciales;
b) la integridad del sistema de gestión de la calidad;
c) la disponibilidad de recursos;
d) la asignación o reasignación de responsabilidades y autoridades.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización determina la necesidad de cambios, mediante su ejecución de forma planificada para alcanzar los efectos deseados y controlar potenciales consecuencias. La necesidad de cambios, tales como los cambios organizativos, cambios de colaboradores, nuevos productos, introducción de nuevos equipos y procesos productivos o posibles asociaciones, deben ser planificados para asegurar la integridad del sistema de gestión y para prevenir el no cumplimiento de requisitos.

Los cambios pueden obedecer a diversos orígenes, tales como tratar riesgos, atender oportunidades, eliminar no conformidades, cambios en el propósito y dirección estratégica. Los cambios pueden estar dirigidos a mejorar el desempeño de los procesos o derivarse de la necesidad de reaccionar a circunstancias asegurando la integridad del sistema.

La organización gestiona de manera planificada los cambios requeridos, ya sean por la implementación de proyectos estratégicos o derivados por las necesidades de los usuarios del esquema operativo.

Procedimientos Documentados: **P-DI-01** Planeación Estratégica.

7. Apoyo

7.1.1 Generalidades

La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

La organización debe considerar:

a) las capacidades y limitaciones de los recursos internos existentes;
b) qué se necesita obtener de los proveedores externos.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización proporciona los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el SGC mediante un proceso de asignación de presupuestos para la operación; Los proyectos que sean aprobados por la Dirección General tienen asignado un presupuesto para su implementación.

El análisis y evaluación del desempeño de la operación y de los proyectos considera la necesidad de proporcionar recursos para lograr los objetivos planeados. La revisión directiva del SGC establece como salida la necesidad de estos recursos.

Las necesidades de recursos se establecen en los procedimientos documentados y planes de calidad.

Procedimientos Documentados: **P-DI-01** Planeación Estratégica.

7.1.2 Personas

La organización debe determinar y proporcionar las personas necesarias para la implementación eficaz de su sistema de gestión de la calidad y para la operación y control de sus procesos.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La Dirección General establece la estructura de la organización y los puestos requeridos para el desarrollo del negocio. La selección y contratación del personal requerido se gestiona por el área de Recursos Humanos.

Procedimientos Documentados: **P-RH-02** Capacitación y Adiestramiento Asignación.

7.1.3 Infraestructura

La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios.

NOTA. La infraestructura puede incluir:

a) edificios y servicios asociados;
b) equipos, incluyendo hardware y software;
c) recursos de transporte;
d) tecnologías de la información y la comunicación.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

El mantenimiento de infraestructura considera el estado y funcionamiento de las instalaciones físicas que soportan la operación de los procesos de la organización. El **F-MT-06Programa de mantenimiento de equipo de cómputo**, F-**MT-09 Programa de Mantenimiento Preventivo Vehículos**, **F-MT-14 Bitácora de kilometraje de vehículos** y **F-MT-20 Bitácora de Mantenimiento Infraestructura y Mobiliario** donde se muestra la identificación, programación y ejecución de los mantenimientos de cómputo, vehicular y mobiliarios.

Los procesos operativos se soportan principalmente en infraestructuras tecnológicas que se mantienen aptas para su funcionamiento y se establecen las acciones necesarias para garantizar la recuperación de la infraestructura y de la información tras fallas técnicas. En estos casos, se consideran también acciones asociadas a la seguridad de la información.

Todo el personal que se le asigne equipo de cómputo firma una **F-MT-04 Carta responsiva** donde se hace responsable del equipo de cómputo otorgado por la empresa.

Mantenimientos Correctivos: Cuando un usuario requiera o detecte un mantenimiento correctivo, este deberá realizar el registro: **F-MT-02 Solicitud de Mantenimiento de equipo de Cómputo** o **F-MT-11 Solicitud de Mantenimiento para vehículos** o **F-MT-16 Solicitud de Mantenimiento de Infraestructura y Mobiliario** según aplique. Y enviarlo al personal de Infraestructura y Mantenimiento.

Procedimientos Documentados: **P-MT-01** Infraestructura y Mantenimiento.

7.1.4 Ambiente para la operación de los procesos

La organización debe determinar, proporcionar y mantener el ambiente necesario para la operación de sus procesos y para lograr la conformidad de los productos y servicios.

NOTA. Un ambiente adecuado puede ser una combinación de factores humanos y físicos, tales como:

a) sociales (por ejemplo, no discriminatorio, ambiente tranquilo, libre de conflictos);

b) psicológicos (por ejemplo, reducción del estrés, prevención del síndrome de agotamiento, cuidado de las emociones);
c) físicos (por ejemplo, temperatura, calor, humedad, iluminación, circulación del aire, higiene, ruido).

Estos factores pueden diferir sustancialmente dependiendo de los productos y servicios suministrados.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece y mantiene las condiciones ambientales para la operación adecuada de los procesos y para la conformidad de los productos y servicios, incluyendo los requisitos legales aplicables, tales como las normas de seguridad y salud laboral.

La seguridad y protección del personal que labora en el sitio de los proyectos se asegura mediante el cumplimiento de las normas de seguridad aplicables y su capacitación. En cada proyecto se designa a un Encargado de Seguridad que tiene la responsabilidad del cumplimiento de estas disposiciones en materia de seguridad.

Se identifican los factores físicos ambientales que deben mantenerse y controlarse, tales como el mantenimiento de equipos (de acuerdo con lo establecido en el punto **7.1.3 Infraestructura**), iluminación del lugar, climatización, nivel de ruido, ergonomía y rutinas de higiene (Reportes de Seguridad).

Los factores psicológicos y sociales son atendidos por medio de las políticas generales de la empresa el reglamento interno, código de ética, así como en el cumplimiento de **NOM-035-STPS-Factores de riesgo psicosocial en el trabajo** y demás normas que sean aplicables. El ambiente laboral es evaluado mediante las encuestas de clima laboral.

Procedimientos Documentados: **M-CA-01** Manual de Calidad. **M-SA-02** Manual de Medio Ambiente. **P-SE-01** Seguridad y Ambiental.

7.1.5 Recursos de seguimiento y medición

7.1.5.1 Generalidades

La organización debe determinar y proporcionarlos recursos necesarios para asegurarse de la validez y fiabilidad de los resultados cuando se realice el seguimiento o la medición para verificar la conformidad de los productos y servicios con los requisitos.

La organización debe asegurarse de que los recursos proporcionados:

a) son apropiados para el tipo específico de actividades de seguimiento y medición realizadas;
b) se mantienen para asegurarse de la idoneidad continua para su propósito.

La organización debe conservar la información documentada apropiada como evidencia de que los recursos de seguimiento y medición son idóneos para su propósito.

7.1.5.2 Trazabilidad de las mediciones

Cuando la trazabilidad de las mediciones es un requisito, o es considerada por la organización como parte esencial para proporcionar confianza en la validez de los resultados de la medición, el equipo de medición debe:

a) calibrarse o verificarse, o ambas, a intervalos especificados, o antes de su utilización, contra patrones de medición trazables a patrones de medición internacionales o nacionales; cuando no existan tales patrones, debe conservarse como información documentada la base utilizada para la calibración o la verificación;
b) identificarse para determinar su estado;
c) protegerse contra ajustes, daño o deterioro que pudieran invalidar el estado de calibración y los posteriores resultados de la medición.

La organización debe determinar si la validez de los resultados de medición previos se ha visto afectada de manera adversa cuando el equipo de medición se considere no apto para su propósito previsto, y debe tomar las acciones adecuadas cuando sea necesario.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

Se considera recursos de seguimiento y medición al equipo de inspección y medición (EIM) empleado para hacer liberaciones en proceso o finales. Este equipo se somete a un programa de calibración y verificación, ya sea interna o externa. Estos equipos pueden ser vernieres, micrómetros (exteriores, interiores, de profundidad), brazo faro, pie de rey (vernier de alturas), gauges de rosca, inclinómetros. También se consideran para su control los bloques y barras patrón utilizados para la verificación de los equipos.

Los equipos de inspección y medición son identificados mediante una etiqueta que indique su número de control y su vigencia de calibración, y se controla mediante un registro documentado que se actualiza cada vez que sea necesario, como en los siguientes casos:

a) Adquisición de nuevo equipo de inspección y medición.
b) Baja de equipo de inspección y medición que ya no se utilice

Procedimientos Documentados: **P-OP-03** Operación y Mantenimiento Continuo.

7.1.6 Conocimientos de la organización

La organización debe determinar los conocimientos necesarios para la operación de sus procesos y para lograr la conformidad de los productos y servicios.

Estos conocimientos deben mantenerse y ponerse a disposición en la medida que sea necesario.

Cuando se abordan las necesidades y tendencias cambiantes, la organización debe considerar sus conocimientos actuales y determinar cómo adquirir o acceder a los conocimientos adicionales necesarios y a las actualizaciones requeridas.

NOTA 1. Los conocimientos de la organización son conocimientos específicos que la organización adquiere generalmente con la experiencia. Es información que se utiliza y se comparte para lograr los objetivos de la organización.

NOTA 2. Los conocimientos de la organización pueden basarse en:

a) fuentes internas (por ejemplo, propiedad intelectual); conocimientos adquiridos con la experiencia; lecciones aprendidas de los fracasos y de proyectos de éxito; capturar y compartir conocimientos y experiencia no documentados; los resultados de la mejora en los procesos, productos y servicios);
b) fuentes externas (por ejemplo, normas; academia; conferencias; recopilación de conocimientos provenientes de clientes o proveedores externos).

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización determina los conocimientos necesarios para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de sus productos y servicios. La gestión del conocimiento considera asegurar su pertinencia y disponibilidad, cuando resulta necesario y por quien lo necesita, mediante su documentación.

El conocimiento se documenta de acuerdo con la arquitectura de procesos establecida y se organiza en base a la documentación del SGC y del esquema operativo. La información de consulta derivada de esta arquitectura se presenta por medio de manuales, políticas, guías, diagramas de flujo, procedimientos y formatos.

Esta información está concentrada y disponible en las plataformas SharePoint o OneDrive (según aplique) que almacena, organiza, controla, mantiene y comparte esta documentación a los usuarios que tienen el permiso para su acceso.

El Jefe de Aseguramiento de la Calidad tiene la responsabilidad de gestionar la arquitectura de procesos, asegurando la vigencia, validez, protección y disponibilidad de la información documentada, de acuerdo con los procedimientos establecidos de control de documentos. La revisión de la documentación para su actualización es responsabilidad de las áreas emisoras.

La capacitación y entrenamiento del personal considera el uso de estos conocimientos documentados.

Cuando se abordan las necesidades y tendencias cambiantes, **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV**.; debe considerar sus conocimientos actuales y determinar cómo adquirir o acceder a los conocimientos adicionales necesarios y a las actualizaciones requeridas. Lo anterior puede ser definido en las Juntas de Mensuales de KPI´s, Juntas de Revisión por la Dirección o en la Detección de Necesidades de Capacitación (7.2 b).

Procedimientos Documentados: **P-CA-01** Control de Documentos y Registros.

7.2 Competencia

La organización debe:

a) determinar la competencia necesaria de las personas que realizan, bajo su control, un trabajo que afecta al desempeño y eficacia del sistema de gestión de la calidad;

b) asegurarse de que estas personas sean competentes, basándose en educación, formación o experiencia apropiadas;

c) cuando sea aplicable, tomar acciones para adquirir la competencia necesaria y evaluar la eficacia de las acciones tomadas;

d) conservar la información documentada apropiada como evidencia de la competencia.

NOTA. Las acciones aplicables pueden incluir, por ejemplo, la formación, la tutoría o la reasignación de las personas empleadas actualmente; o la contratación o subcontratación de personas competentes.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización determina las competencias requeridas del personal en el ámbito del SGC. Los requisitos de competencia son especificados en términos de educación, formación y experiencia que sean pertinentes al puesto. En los casos que el personal requiera reforzar su competencia, la organización establece acciones para proporcionar la competencia necesaria y evaluar la eficacia de estas acciones.

El área de Recursos Humanos en conjunto con el área de origen de cada puesto determina la competencia requerida del puesto en función de su nivel de responsabilidad en los procesos respectivos, y acorde a esto se elabora el **F-RH-16 Descripción de Puesto** donde se especifica el nivel de escolaridad, formación y los años de experiencia necesarios al puesto. Las descripciones de los puestos se revisan y actualizan cada vez que sea necesario de acuerdo con los requerimientos del proyecto y, en su caso, en requisitos específicos del cliente.

El área de Recursos Humanos gestiona el proceso de reclutamiento y selección que asegura la contratación de las personas adecuadas al perfil del puesto mediante una evaluación de las competencias de la persona a seleccionar y contratar.

El nivel de competencia del personal se determina por medio de una evaluación de ubicación de su dominio técnico y habilidades en los ámbitos de competencia requeridos. La **F-RH-14 Detección de Necesidades de Capacitación** está en función de las brechas existentes entre el nivel requerido y su grado de ubicación. En base a esto, se establece un Programa de Capacitación para reforzar y desarrollar las competencias del personal necesarias para el efectivo desarrollo de sus funciones. Una entrada de información importante para la evaluación del desempeño del personal son las evaluaciones de desempeño realizadas por los líderes de las áreas.

El programa de capacitación es gestionado por Recursos Humanos. Los cursos de capacitación son impartidos por capacitadores externos. El programa de capacitación es difundido, y se hace la invitación al personal para que lo pueda agendar. Los registros de capacitación son mantenidos por Recursos Humanos.

El personal de nuevo ingreso o que es promovido, recibe un curso de inducción al puesto.

Procedimientos Documentados: **P-RH-02** Capacitación y Adiestramiento.

7.3 Toma de conciencia

La organización debe asegurarse de que las personas que realizan el trabajo bajo el control de la organización tomen conciencia de:

a) la política de calidad;

b) los objetivos de la calidad pertinentes;

c) su contribución a la eficacia del sistema de gestión de la calidad, incluidos los beneficios de una mejora en el desempeño;

d) las implicaciones del incumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de la calidad.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización asegura que las personas bajo su control comprenden y son conscientes de su contribución para la eficacia del SGC y la mejora del desempeño.

Estas acciones están orientadas a que las personas deben tomar conciencia de la política de la calidad establecida, de los objetivos de la calidad relevantes para sus funciones, de su contribución para la eficacia del SGC, de los beneficios de la mejora del desempeño y, por último, de las implicaciones de las no conformidades con los requisitos del SGC.

Esta conciencia se adquiere mediante la capacitación de nuevo Ingreso, campañas y comunicados.

Procedimientos Documentados: **M-CA-01** Manual de Calidad.

7.4 Comunicación

La organización debe determinar las comunicaciones internas y externas pertinentes al sistema de gestión de la calidad, que incluyan:

a) qué comunicar;
b) cuándo comunicar;
c) a quién comunicar;
d) cómo comunicar;
e) quién comunica.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece los medios y canales para una comunicación interna y externa que sea eficaz para comunicar la información relativa a temas del sistema de gestión de la calidad de la organización, tales como:

- La importancia de una gestión de la calidad eficaz y conforme con los requisitos del sistema de gestión de la calidad (5.1.1 f).
- Política y objetivos de la calidad (5.2.2, 6.2.1 f).
- Cumplimiento de los objetivos de la calidad

- Problemas y acciones de mejora.

Los temas por comunicar, los emisores y receptores del mensaje, el medio y cuándo se comunica se establece en el **F-DI-02 Contexto de la Organización** (pestaña Comunicación).

Procedimientos Documentados: **M-CA-01** Manual de Calidad. **P-CA-06** Comunicación Interna.

7.5 Información documentada

7.5.1 Generalidades

El sistema de gestión de la calidad de la organización debe incluir:

a) la información documentada requerida por esta Norma Internacional;
b) la información documentada que la organización determina como necesaria para la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

NOTA. La extensión de la información documentada para un sistema de gestión de la calidad puede variar de una organización a otra, debido a:

- El tamaño de la organización y de su tipo de actividades, procesos, productos y servicios;

- La complejidad de los procesos y sus interacciones; y

- La competencia de las personas.

7.5.2 Creación y actualización

Al crear y actualizar la información documentada, la organización debe asegurarse de que lo siguiente sea apropiado:

a) la identificación y descripción (por ejemplo, título, fecha, autor o número de referencia);
b) el formato (por ejemplo, idioma, versión del software, gráficos) y los medios de soporte (por ejemplo, papel, electrónico);
c) la revisión y aprobación con respecto a la conveniencia y adecuación.

7.5.3 Control de la información documentada

7.5.3.1 La información documentada requerida por el sistema de gestión de la calidad y por esta Norma Internacional se debe controlar para asegurarse de que:

a) esté disponible y sea idónea para su uso, donde y cuando se necesite;
b) esté protegida adecuadamente (por ejemplo, contra pérdida de la confidencialidad, uso inadecuado o pérdida de integridad).

7.5.3.2 Para el control de la información documentada, la organización debe abordar las siguientes actividades, según corresponda:

a) distribución, acceso, recuperación y uso;
b) almacenamiento y preservación, incluida la preservación de la legibilidad;
c) control de cambios (por ejemplo, control de versión);

d) conservación y disposición.

La información documentada de origen externo, que la organización determina como necesaria para la planificación y operación del sistema de gestión de la calidad, se debe identificar, según sea apropiado, y controlar.

La información documentada conservada como evidencia de la conformidad debe protegerse contra modificaciones no intencionadas.

NOTA. El acceso puede implicar una decisión en relación con el permiso, solamente para consultar la información documentada, o al permiso y a la autoridad para consultar y modificar la información documentada.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización determina la información documentada que debe estar disponible en el SGC, la cual incluye la información requerida por la Norma **ISO 9001:2015** necesaria para la eficacia del sistema.

La información documentada relativa al SGC se organiza en base a la arquitectura de procesos establecida en el SGC y el esquema operativo. La información documentada está disponible para su consulta por medio de manuales, políticas, instructivos, procedimientos y registros. Esta información se identifica apropiadamente con el título del documento, código de referencia y el número de revisión. El Jefe de Aseguramiento de la Calidad tiene la responsabilidad de gestionar la arquitectura de procesos, asegurando la vigencia, validez, protección y disponibilidad de la información documentada, de acuerdo con los procedimientos establecidos.

Esta información está concentrada y disponible en la plataforma SharePoint que almacena, organiza, controla, mantiene y comparte esta documentación a los usuarios que tienen el permiso para su acceso. La información documentada para consulta es revisada y aprobada por los responsables respectivos que la emiten.

El control de la información documentada considera su protección respecto a su confidencialidad, pérdida (ejemplo: a través de copias de seguridad de la última versión), daños, alteraciones o cualquier evento o circunstancia que pueda afectar su integridad.

Control de registros

La información documentada que sea evidencia de actividades (registros) de origen interno como externo para el desarrollo de los procesos (por ejemplo, documentación de proveedores documentación de clientes, etc.,) es protegida de cualquier alteración no intencional o no controlada, por lo que se establecen las medidas necesarias para asegurar su preservación en condiciones adecuadas (archivo, historiales, conservación, almacenamiento, custodia) y manteniendo su legibilidad. Los líderes de cada proceso son los responsables de su resguardo y control.

Procedimientos Documentados: **P-CA-01** Control de Documentos y Registros.

8. Operación

8.1 Planificación y control operacional

La organización debe planificar, implementar y controlar los procesos (véase 4.4) necesarios para cumplir los requisitos para la provisión de productos y servicios, y para implementar las acciones determinadas en el capítulo 6, mediante:

a) la determinación de los requisitos para los productos y servicios;
b) el establecimiento de criterios para:
   1) los procesos;
   2) la aceptación de los productos y servicios;
c) la determinación de los recursos necesarios para lograr la conformidad con los requisitos de los productos y servicios;
d) la implementación del control de procesos de acuerdo con los criterios;
e) la determinación, el mantenimiento y la conservación de la información documentada en la extensión necesaria para:

   1) tener confianza en que los procesos se han llevado a cabo según lo planificado;
   2) demostrar la conformidad de los productos y servicios con sus requisitos.

La salida de esta planificación debe ser adecuada para las operaciones de la organización.

La organización debe controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acciones para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario.

La organización debe asegurarse de que los procesos contratados externamente son controlados (véase 8.4).

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización planifica, ejecuta y controla los procesos necesarios para la prestación de los productos y servicios, asegurando la conformidad con los requisitos. Se consideran las siguientes actividades de planificación y control:

- Se establecen, documentan y controlan los procesos necesarios a través de los tipos de documentos establecidos en la organización para cumplir los requisitos del servicio prestado, de acuerdo con lo dispuesto en ***4.4 Sistema de gestión de la calidad y sus procesos.***
- Se determina una metodología para la gestión del riesgo que asegura la implementación de las acciones determinadas para tratar los riesgos y oportunidades, así como lograr los objetivos del servicio integral de gerencia de proyectos.
- La implementación de medidas de control dentro de los procesos, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el esquema operativo y la normativa aplicable.

- Se determinan los recursos necesarios para obtener la conformidad de los productos y servicios.
- Se determinan los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el servicio resultante cumplen los requisitos.
- Cuando sea necesario se establecen planes de calidad para los procesos y/o procedimientos documentados donde se describen los elementos y puntos de control.
- Se dispone de un repositorio de documentos compartidos para el acceso a los documentos de trabajo y de consulta del SGC.

Los procesos contratados externamente son controlados de acuerdo con lo dispuesto en 8.4. Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente.

8.2 Requisitos para los productos y servicios

8.2.1 Comunicación con el cliente

La comunicación con los clientes debe incluir:

a) proporcionar información relativa a los productos y servicios;

b) tratar las consultas, los contratos o los pedidos, incluyendo los cambios;

c) obtener la retroalimentación de los clientes relativa a los productos y servicios, incluyendo las quejas de los clientes;

d) manipular o controlar la propiedad del cliente;

e) establecer los requisitos específicos para las acciones de contingencia, cuando sea pertinente.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

ISSASA proporciona a sus clientes y/o partes interesadas las características de sus servicios por medio de la página institucional, publicidad impresa y redes sociales. Por tal motivo se han establecido canales de comunicación con el cliente necesarios para la atención oportuna de sus necesidades. Se establecen los siguientes canales de comunicación:

[redacted]

[redacted]

Estos canales de comunicación sirven para atender consultas, contratos, modificaciones, retroalimentación del cliente incluyendo sus quejas y sugerencias. La organización asigna al área de comercialización la responsabilidad de atender estas necesidades de comunicación de sus clientes o clientes potenciales interesados en los servicios que presta **ISSASA**.

8.2.2 Determinación de los requisitos para los productos y servicios

Cuando se determinan los requisitos para los productos y servicios que se van a ofrecer a los clientes, la organización debe asegurarse de que:

a) Los requisitos para los productos y servicios se definen, incluyendo:

   1) Cualquier requisito legal y reglamentario aplicable;

   2) Aquellos considerados necesarios por la organización;

b) La organización puede cumplir con las declaraciones acerca de los productos y servicios que ofrece.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

Se consideran los requisitos legales y reglamentarios emitidos por las autoridades regulatorias que apliquen para el servicio proporcionado por **ISSASA**, incluyendo aquellos provenientes de contratos que obliguen el cumplimiento de acuerdos que tengan impacto en el servicio prestado.

8.2.3 Revisión de los requisitos para los productos y servicios

8.2.3.1 La organización debe asegurarse que tiene la capacidad de cumplir los requisitos para los productos y servicios que se van a ofrecer a los clientes. La organización debe llevar a cabo una revisión antes de comprometerse a suministrar productos y servicios a un cliente, para incluir:

a) los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y las posteriores a la misma;

b) los requisitos no establecidos por el cliente, pero necesarios para el uso especificado o previsto, cuando sea conocido;

c) los requisitos especificados por la organización;

d) los requisitos legales y reglamentarios aplicables a los productos y servicios;

e) las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente.

La organización debe asegurarse de que se resuelven las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente.

La organización debe confirmar los requisitos del cliente antes de la aceptación, cuando el cliente no proporcione una declaración documentada de los requisitos.

8.2.3.2 La organización debe conservar la información documentada, cuando sea aplicable:

a) sobre los resultados de la revisión;

b) sobre cualquier otro requisito nuevo para los productos y servicios.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

ISSASA se asegura de tener la capacidad de cumplir con los requisitos contractuales y legales para prestar sus servicios, además de tener la capacidad técnica para ejecutar el servicio de administración de proyectos de acuerdo con los requisitos especificados por los clientes y por la propia organización. Además, se consideran los requisitos establecidos por la normatividad y las autoridades que sean aplicables al servicio proporcionado, tales como la legislación en materia de seguridad y salud laboral.

La revisión de los requisitos del cliente se realiza por etapas, donde al inicio se establece el contacto con el cliente y se agenda una cita para presentar y explicar los, ya sea presencial, vía telefónica o por videoconferencia. Una vez que el cliente requiera una propuesta de servicio, se llena el documento **F-VE-03 Registro de Entrada**, se presenta al cliente la propuesta de servicio que establece la propuesta técnica y económica del proyecto, de acuerdo con las necesidades del cliente. La parte técnica la desarrolla el área de Ingeniería y la económica Presupuestos y Cotizaciones, quien valida la propuesta para su aprobación es Dirección General. La propuesta es enviada digitalmente por el área de Ventas al cliente, y se anexa una **AV-VE-02 Presentación Comercial** y **AV-VE-01 Curriculum Empresarial** si el cliente o las bases del concurso lo requieren.

En caso de aprobarse la propuesta por el cliente, se elabora un contrato de servicio.

8.2.4 Cambios en los requisitos para los productos y servicios

La organización debe asegurarse de que, cuando se cambien los requisitos para los productos y/o servicios, la información documentada pertinente sea modificada, y de que las personas pertinentes sean conscientes de los requisitos modificados.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

En caso de requerirse cambios a la propuesta de servicio original (por ejemplo, en el caso que después del diagnóstico se identifique otras necesidades), se gestionan de acuerdo con los procedimientos establecidos y son aprobados por la Dirección General y el cliente.

Procedimientos Documentados: **P-IN-01** Ingeniería.

8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios

8.3.1 Generalidades

La organización debe establecer, implementar y mantener un proceso de diseño y desarrollo que sea adecuado para asegurarse de la posterior provisión de productos y servicios.

8.3.2 Planificación del diseño y desarrollo

Al determinar las etapas y controles para el diseño y desarrollo, la organización debe considerar:

a) la naturaleza, duración y complejidad de las actividades de diseño y desarrollo;
b) las etapas del proceso requeridas, incluyendo las revisiones del diseño y desarrollo aplicables;
c) las actividades requeridas de verificación y validación del diseño y desarrollo;
d) las responsabilidades y autoridades involucradas en el proceso de diseño y desarrollo;
e) las necesidades de recursos internos y externos para el diseño y desarrollo de los productos y servicios;
f) la necesidad de controlar las interfaces entre las personas que participan activamente en el proceso de diseño y desarrollo;
g) la necesidad de la participación activa de los clientes y usuarios en el proceso de diseño y desarrollo;
h) los requisitos para la posterior provisión de productos y servicios;
i) el nivel de control del proceso de diseño y desarrollo esperado por los clientes y otras partes interesadas pertinentes;
j) j) la información documentada necesaria para demostrar que se han cumplido los requisitos del diseño y desarrollo.

8.3.3 Entradas para el diseño y desarrollo

La organización debe determinar los requisitos esenciales para los tipos específicos de productos y servicios a diseñar y desarrollar. La organización debe considerar:

a) los requisitos funcionales y de desempeño;
b) la información proveniente de actividades previas de diseño y desarrollo similares;
c) los requisitos legales y reglamentarios;
d) normas o códigos de prácticas que la organización se ha comprometido a implementar;
e) las consecuencias potenciales de fallar debido a la naturaleza de los productos y servicios.

Las entradas deben ser adecuadas para los fines del diseño y desarrollo, estar completas y sin ambigüedades.

Las entradas del diseño y desarrollo contradictorias deben resolverse.

La organización debe conservar la información documentada sobre las entradas del diseño y desarrollo.

8.3.4 Controles del diseño y desarrollo

La organización debe aplicar controles al proceso de diseño y desarrollo para asegurarse de que:

a) se definen los resultados a lograr;
b) se realizan las revisiones para evaluar la capacidad de los resultados del diseño y desarrollo para cumplir los requisitos;
c) se realizan actividades de verificación para asegurarse de que las salidas del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de las entradas;
d) se realizan actividades de validación para asegurarse de que los productos y servicios resultantes satisfacen los requisitos para su aplicación especificada o uso previsto;
e) se toma cualquier acción necesaria sobre los problemas determinados durante las revisiones, o las actividades de verificación y validación;
f) se conserva la información documentada de estas actividades.

NOTA Las revisiones, la verificación y la validación del diseño y desarrollo tienen propósitos distintos. Pueden realizarse de forma separada o en cualquier combinación, según sea idóneo para los productos y servicios de la organización.

8.3.5 Salidas del diseño y desarrollo

La organización debe asegurarse de que las salidas del diseño y desarrollo:

a) cumplen los requisitos de las entradas;
b) son adecuadas para los procesos posteriores para la provisión de productos y servicios;
c) incluyen o hacen referencia a los requisitos de seguimiento y medición, cuando sea apropiado, y a los criterios de aceptación;
d) especifican las características de los productos y servicios que son esenciales para su propósito previsto y su provisión segura y correcta.

La organización debe conservar información documentada sobre las salidas del diseño y desarrollo.

8.3.6 Cambios del diseño y desarrollo

La organización debe identificar, revisar y controlar los cambios hechos durante el diseño y desarrollo de los productos y servicios, o posteriormente en la medida necesaria para asegurarse de que no haya un impacto adverso en la conformidad con los requisitos.

La organización debe conservar la información documentada sobre:

a) los cambios del diseño y desarrollo;
b) los resultados de las revisiones;
c) la autorización de los cambios;
d) d) las acciones tomadas para prevenir los impactos adversos

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

Planificación del diseño y desarrollo

ISSASA establece las etapas para la planificación y desarrollo de los proyectos hidráulicos durante la fase de ingeniería, determinando las fechas de inicio, finalización y responsables involucrados quienes conocen su rol en el diseño. En esta fase se define la manera de revisar, verificar y validar cada etapa.

La planificación del diseño y desarrollo se realiza por medio de un plan de trabajo.

Elementos de entrada para el diseño y desarrollo

Se consideran principalmente como elementos de entrada los siguientes:

- Requisitos y especificaciones establecidas por cliente.
- Requisitos legales y normativos.
- Requisitos establecidos por la organización.

El cliente establece las necesidades que el proyecto debe tener. Cuando la organización diseña un proyecto sin tener necesidades explícitas del cliente, realiza investigaciones para detectar qué necesita el proyecto requerido por el cliente. Así también, se consideran las normas que se deben cumplir en el diseño del proyecto.

ISSASA considera el cumplimiento de los requisitos legales y normativos que aplican de acuerdo con la naturaleza y necesidades del proyecto, tales como estudios de impacto ambiental, legislación en materia ambiental y de seguridad.

ISSASA toma en cuenta la experiencia adquirida en proyectos similares anteriores, tales como memorias y planos de diseños anteriores que sean útiles para el nuevo diseño.

Controles del diseño y desarrollo

El proyecto se desarrolla conforme al plan de trabajo establecido conforme a las etapas definidas, en los plazos establecidos, con el responsable identificado.

Durante esta etapa se aplican los siguientes controles:

- Revisión. La revisión determina la conveniencia, adecuación o eficacia del diseño para lograr los objetivos establecidos; aplica cuando se hace una reunión para asegurarse del cumplimiento del plan de desarrollo de un producto o confirmar el nivel de avance del proyecto.
- Verificación. La verificación comprueba mediante la aportación de evidencia objetiva que se han cumplido los requisitos especificados. Aquí se toman como referencia las características de la calidad del producto o servicio (que se pueden definir como entradas) y se realizan ensayos para verificar su conformidad, como la aplicación de pruebas de resistencia y calidad a los productos empleados.

- Validación. La validación confirma que se han cumplido los requisitos para el uso o aplicación prevista. Aquí no se consideran las variables, lo importante es determinar si el producto o servicio sirve para cumplir su propósito y funcionalidad. Para probarlo, por ejemplo, se solicita el apoyo de un cliente para que compruebe que el diseño asegura los beneficios esperados en la medida que sea viable. En el caso donde la validación no es viable del todo, por ejemplo, tal como los proyectos de ingeniería para el sector la construcción, ya que la obra aún no existe y es solo una proyección o una maqueta.

ISSASA, dependiendo del diseño y desarrollo del proyecto y sus características, decidirá en qué momento debe aplicar la revisión, verificación y validación. En algunos casos, se podría excluir la aplicación de alguno de ellos por considerarse no aplicable según la naturaleza del producto o servicio que se esté desarrollando.

Salidas del diseño y desarrollo

Las salidas del diseño y desarrollo se conforman de los planos finales, las necesidades de equipo y materiales requeridos para el desarrollo del proyecto.

Cambios del diseño y desarrollo

Los cambios en el diseño se realizan con consentimiento del cliente y se aplica el procedimiento establecido para la gestión de cambios. Todos los cambios se registran de manera documentada.

Procedimientos Documentados: **P-IN-01** Ingeniería.

8.4 Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente

8.4.1 Generalidades

La organización debe asegurarse que los procesos, productos y servicios suministrados externamente son conformes con los requisitos.

La organización debe determinar los controles a aplicar a los procesos, productos y servicios suministrados externamente cuando:

a) los productos y servicios de proveedores externos están destinados a incorporarse dentro de los propios productos y servicios de la organización;
b) los productos y servicios son proporcionados directamente a los clientes por proveedores externos en nombre de la organización;
c) un proceso, o una parte del proceso, es proporcionado por un proveedor externo como resultado de una decisión de la organización.

La organización debe determinar y aplicar criterios para la evaluación, selección, el seguimiento del desempeño y la reevaluación de los proveedores externos, basándose en su capacidad para proporcionar procesos o productos y servicios de acuerdo con los requisitos.

La organización debe conservar la información documentada de estas actividades y de cualquier acción necesaria que surja de las evaluaciones.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

Es la responsabilidad de **ISSASA** es la de asegurar que los bienes y servicios suministrados por proveedores externos para el desarrollo de los proyectos de construcción cumplen con los requisitos de calidad requeridos, y que son entregados en tiempo y forma de acuerdo con los procedimientos establecidos. En este sentido, se establece un procedimiento para la evaluación y selección de proveedores, que indica las actividades para la evaluación inicial, selección y reevaluación de proveedores, basándose en su capacidad para suministrar bienes y servicios de acuerdo con las especificaciones requeridas y a su impacto directo en la realización del proyecto.

La selección de proveedores considera en primera instancia el cumplimiento de los requisitos administrativos. Los proveedores estratégicos evaluados y seleccionados se incluyen en el padrón de proveedores.

El Jefe de Compras mantiene los registros de los resultados de las evaluaciones y reevaluaciones de los proveedores de estos bienes y servicios.

Para los servicios de contratación de maquinaria o mano de obra, se ejecutarán por el área de Control de Obra, la respuesta a los proveedores de estos servicios también estará sujeta a evaluación y bajo verificación de cumplimiento al servicio.

Procedimientos Documentados: **P-CO-01** Compras Generales. **P-CO-02** Control de Almacén. **P-CO-03** Compras Especiales. **P-OB-01** Control de Subcontratistas. **P-OB-02** Control Presupuestal.

8.4.2 Tipo y alcance del control

La organización debe asegurarse de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente no afectan de manera adversa a la capacidad de la organización de entregar productos y servicios conformes de manera coherente a sus clientes.

La organización debe:

a) asegurarse de que los procesos suministrados externamente permanecen dentro del control de su sistema de gestión de la calidad;

b) definir los controles que pretende aplicar a un proveedor externo y los que pretende aplicar a las salidas resultantes;

c) tener en consideración:

1. el impacto potencial de los procesos, productos y servicios suministrados externamente en la capacidad de la organización de cumplir regularmente los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables;
2. la eficacia de los controles aplicados por el proveedor externo;

d) determinar la verificación, u otras actividades necesarias para asegurarse de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente cumplen los requisitos.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

Se establecen los controles a aplicar a los proveedores externos para asegurar que suministran productos y servicios que cumplen con los requisitos de aceptación que fueron pactados de acuerdo con el proyecto en marcha.

Se asegura que los procesos, productos y/o servicios contratados permanecen bajo control de la organización mediante revisiones y evaluaciones que verifiquen el cumplimiento de los requisitos establecidos.

Los controles establecidos utilizan el enfoque basado en riesgos y se determina los impactos potenciales de los procesos, productos y/o servicios suministrados externamente en su capacidad de cumplir los requisitos de la organización y los legales que apliquen. Además, se consideran y evalúan los controles ya aplicados por el proveedor.

Se determinan las actividades de verificación y otras actividades necesarias para asegurar que los procesos, productos y servicios suministrados externamente cumplen los requisitos, tales como realizar inspecciones de recibo de los productos y de aceptación del servicio recibido mediante la revisión y aprobación del responsable directo.

En el caso que el proveedor no cumpla con los requisitos de los procesos, productos o servicios, se rechazan y se solicitan acciones correctivas, e inclusive se puede proceder a sanciones, penalizaciones o terminaciones del contrato.

8.4.3 Información para los proveedores externos

La organización debe asegurarse de la adecuación de los requisitos antes de su comunicación al proveedor externo.

La organización debe comunicar a los proveedores externos sus requisitos para:

a) los procesos, productos y servicios a proporcionar;

b) la aprobación de:

1. productos y servicios;

2. métodos, procesos y equipos;

3. la liberación de productos y servicios;

c) la competencia, incluyendo cualquier calificación requerida de las personas;

d) interacciones del proveedor externo con la organización;

e) el control y seguimiento del desempeño del proveedor externo a aplicar por parte de la organización;

f) las actividades de verificación o validación que la organización, o su cliente, pretende llevar a cabo en las instalaciones del proveedor externo.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

Se determinan los requisitos que deben cumplir los productos y servicios a adquirir a proveedores externos mediante órdenes de compra. Una vez aprobada la orden de compra, el área de abastecimiento del cliente gestiona la orden de compra, que se hace llegar al proveedor.

En el caso de la contratación de servicios especializados o cuando sea conveniente, se elaboran contratos comerciales para la adquisición de bienes y/o servicios que establezcan los requisitos y condiciones que el proveedor debe cumplir.

Procedimientos Documentados: **P-CO-01** Compras Generales. **P-CO-03** Compras Especiales. **P-OB-01** Control de Subcontratistas. **P-OB-02** Control presupuestal. **P-CT-01** Planeación.

8.5 Producción y provisión del servicio

8.5.1 Control de la producción y de la provisión del servicio

La organización debe implementar la producción y provisión del servicio bajo condiciones controladas.

Las condiciones controladas deben incluir, cuando sea aplicable:

a) la disponibilidad de información documentada que defina:

1. las características de los productos a producir, los servicios a prestar, o las actividades a desempeñar;

2. Los resultados a alcanzar;

b) la disponibilidad y el uso de los recursos de seguimiento y medición adecuados;

c) la implementación de actividades de seguimiento y medición en las etapas apropiadas para verificar que se cumplen los criterios para el control de los procesos o sus salidas, y los criterios de aceptación para los productos y servicios;

d) el uso de la infraestructura y el entorno adecuados para la operación de los procesos;

e) la designación de personas competentes, incluyendo cualquier calificación requerida;

f) **NO APLICA**: **ISSASA** no realiza procesos especiales. El desempeño y resultados de la Construcción puede verificarse en cualquier etapa.

g) la implementación de acciones para prevenir los errores humanos;

h) la implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece y mantiene controles que aseguran las condiciones controladas para la realización de sus productos y servicios. Estos controles son los siguientes:

- Disponibilidad de manuales de procedimientos que establecen las responsabilidades, actividades y controles que aseguran el adecuado desarrollo de los procesos para obtener los productos planeados.
- Se establecen los registros que se necesitan retener, en la medida de lo necesario para asegurar que los procesos son conducidos de acuerdo con las disposiciones planificadas y para demostrar la conformidad del servicio prestado.
- Disponibilidad de la información sobre las características del producto o servicio a entregar o desarrollar por medio de plataformas digitales.
- Se establecen las políticas a seguir y las responsabilidades de los distintos puestos involucrados en los procesos de gerencia de proyectos.

- Se implementan puntos de control y se establecen los criterios de aceptación, de acuerdo con los procedimientos documentados en el esquema operativo.
- Se mantienen evidencias de que los procesos y sus salidas son aptos para cumplir los criterios de aceptación definidos y conformes con los requisitos identificados, incluyendo, si es aplicable, la demostración del cumplimento legal.
- Se provee y mantiene la infraestructura y el ambiente apropiados para la operación de los procesos.
- Se designan puestos de supervisión para asegurar el correcto desempeño de los procesos.
- Se determinan y aplican acciones para minimizar los riesgos en los procesos.

8.5.2 Identificación y trazabilidad

La organización debe utilizar los medios apropiados para identificar salidas, cuando sea necesario, para asegurar la conformidad de los productos y servicios.

La organización debe identificar el estado de las salidas con respecto a los requisitos de seguimiento y medición a través de la producción y prestación del servicio.

La organización debe controlar la identificación única de las salidas cuando la trazabilidad sea un requisito, y debe conservar la información documentada necesaria para permitir la trazabilidad.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece los medios apropiados para identificar cada proyecto, conocer su estado y asegurar su conformidad con los requisitos establecidos.

8.5.3 Propiedad perteneciente a los clientes o proveedores externos

La organización debe cuidar la propiedad perteneciente a los clientes o a proveedores externos mientras esté bajo el control de la organización o esté siendo utilizada por la misma.

La organización debe identificar, verificar, proteger y salvaguardar la propiedad de los clientes o de los proveedores externos suministrada para su utilización o incorporación dentro de los producto y servicios.

Cuando la propiedad de un cliente o de un proveedor externo se pierda, deteriore o de algún modo se considere inadecuada para su uso, la organización debe informar de esto al cliente o proveedor externo y conservar la información documentada sobre lo ocurrido.

NOTA. La propiedad de un cliente o de un proveedor externo puede incluir materiales, componentes, herramientas y equipos, instalaciones, propiedad intelectual y datos personales.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece y mantiene los medios para proteger la propiedad perteneciente a sus clientes o proveedores externos mientras esté bajo control de la organización o sea utilizada por la misma.

Se considera propiedad perteneciente a los clientes o proveedores los datos personales y la información que sea entregada de forma física, electrónica o en cualquier formato entregado o generado por el cliente, ya sea para contratar un servicio o realizar algún trámite, así como la información generada durante todas las etapas de la administración del proyecto, desde su procesamiento inicial y a lo largo de todas las actividades hasta la entrega del proyecto.

Se establecen políticas y procedimientos adecuados para identificar, verificar, proteger y salvaguardar la propiedad del cliente o del proveedor externo, acorde con *8.5.4 Preservación*. La preservación de la información incluye los medios electrónicos y físicos adecuados para mantener su integridad, tales como respaldo a la base de datos y el control del archivo con los proyectos del cliente. Estas políticas consideran el cumplimiento de las disposiciones oficiales, tal como el aviso de privacidad (Ver **PO-RH-01 Código de Ética y Conducta Empresarial**).

Cuando la propiedad de un cliente o de un proveedor externo se pierda, deteriore o de algún otro modo se considere inadecuada para su uso, **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV** informa de esto al Cliente o Proveedor externo por medio de un e-mail / comunicado, conservando la información documentada sobre lo ocurrido, y se negocia según la naturaleza del caso.

8.5.4 Preservación

La organización debe preservar las salidas durante la producción y prestación del servicio, en la medida necesaria para asegurarse la conformidad con los requisitos.

NOTA. La preservación puede incluir la identificación, la manipulación, el control de la contaminación, el embalaje, el almacenamiento, la transmisión de información o el transporte, y la protección.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece los recursos, políticas y procedimientos para asegurar que las salidas resultantes de los procesos de administración de proyectos son preservadas y se asegura su integridad. Las salidas de estos procesos son información que es contenida por medios digitales y físicos en menor medida.

La información contenida en medios digitales es mantenida en la nube informática, y se asegura que toda la información de los proyectos sea subida a la nube informática como un medio de resguardo y transmisión seguro de la información.

La información mantenida por medios impresos es preservada con medidas que aseguran su integridad, el control de los documentos consultados y evitar extravíos, actualización de expedientes y las condiciones ambientales que prevengan su daño o pérdida.

8.5.5 Actividades posteriores a la entrega

La organización debe cumplir los requisitos para las actividades posteriores a la entrega asociadas con los productos y servicios.

Al determinar el alcance de las actividades posteriores a la entrega que se requieren, la organización debe considerar:

a) los requisitos legales y reglamentarios;

b) las consecuencias potenciales no deseadas asociadas a sus productos y servicios;

c) la naturaleza, el uso y la vida útil prevista de sus productos y servicios;

d) los requisitos del cliente;

a) e) la retroalimentación del cliente.

NOTA. Las actividades posteriores a la entrega pueden incluir acciones cubiertas por las condiciones de la garantía, obligaciones contractuales como servicios de mantenimiento, y servicios suplementarios como el reciclaje o la disposición final.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

Se implementan controles para las actividades posteriores a la entrega del proyecto, tales como la atención de las garantías aplicables o proveer información del proyecto terminado por posibles consultas del cliente.

8.5.6 Control de los cambios

La organización debe revisar y controlar los cambios para la producción o la prestación del servicio, en la extensión necesaria para asegurarse de la continuidad en la conformidad con los requisitos.

La organización debe conservar información documentada que describa los resultados de la revisión de los cambios, las personas que autorizan el cambio y de cualquier acción necesaria que surja de la revisión.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización gestiona los cambios que afectan el desarrollo del proyecto, asegurando su identificación, revisión y que son realizados de modo controlado, manteniendo información documentada sobre los mismos.

La gestión de los cambios considera lo siguiente:

- Revisar el impacto de los cambios,
- Determinar las acciones para implementar el cambio sin incumplir con los requisitos de los productos y servicios.
- Asegurar que la autoridad para la aceptación de estos cambios está determinada y en alineación con el resto de las funciones, responsabilidades y autoridades en la organización.
- Mantener la información documentada de estos cambios, ya sea digitalmente o por medios impresos.

Los procedimientos establecen las actividades, responsabilidades y autoridades para ejecutar los cambios, ya sean solicitud del cliente o necesidad del proyecto.

Procedimientos Documentados: **P-CT-01** Planeación. **P-CT-02** Inicio de Obra. **P-CT-03** Construcción. **P-OB-02** Control presupuestal. **P-EC-01** Elaboración de Estimaciones y Cobranza. **P-AD-01** Procedimiento de Pagos. **P-AD-02** Procedimientos de Facturación.

8.6 Liberación de los productos y servicios

La organización debe implementar las disposiciones planificadas, en las etapas adecuadas, para verificar que se cumplen los requisitos de los productos y servicios.

La liberación de los productos y servicios al cliente no debe llevarse a cabo hasta que se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas, a menos que sea aprobado de otra manera por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable, por el cliente.

La organización debe conservar información documentada sobre la liberación de los productos y servicios. La información documentada debe incluir:

a) evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación;

b) trazabilidad a las personas que autorizan la liberación.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización implementa procedimientos para verificar en las etapas adecuadas del proceso que se cumplen los requisitos de los productos y servicios a entregar, y se mantiene información documentada como evidencia de cumplimiento.

Los procedimientos documentados indican las responsabilidades, autoridades y los puntos de monitoreo y control para la liberación de las etapas del proyecto, en apego a los requisitos de conformidad establecidos, incluyendo, si es aplicable, el cumplimento de los requisitos legales. Las salidas de estas actividades de aceptación se documentan en los correspondientes registros y se suben a las plataformas digitales.

Procedimientos Documentados: **P-CT-04** Cierre. **P-OP-01** Pruebas. **P-OP-02** Operación y Mantenimiento Transitorio. **P-OP-03** Operación y Mantenimiento Continuo.

8.7 Control de las salidas no conformes

8.7.1 La organización debe asegurarse de que las salidas que no sean conformes con los requisitos se identifican y se controlan para prevenir su uso o entrega no intencionada.

La organización debe tomar las acciones adecuadas basándose en la naturaleza de la no conformidad y en su efecto sobre la conformidad de los productos y servicios. Esto se debe aplicar también a los productos y servicios no conformes detectados después de la entrega de los productos, durante o después de la provisión de los servicios.

La organización debe tratar las salidas no conformes de una o más de las siguientes maneras:

a) corrección;

b) separación, contención, devolución o suspensión de provisión de productos y servicios;

c) información al cliente;

d) obtención de autorización para su aceptación bajo concesión.

Debe verificarse la conformidad con los requisitos cuando se corrigen las salidas no conformes.

8.7.2 La organización debe conservar información documentada que:

a) describa la no conformidad;

b) describa las acciones tomadas;

c) describa todas las concesiones obtenidas;

d) identifique la autoridad que decide la acción con respecto a la no conformidad.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización determina y aplica los medios para tratar las salidas no conformes acorde a la naturaleza de las no conformidades y al impacto que pueden tener en el servicio prestado, impidiendo su entrega o uso no deseado.

Los medios principales para detectar las salidas no conformes son los siguientes:

- Monitoreo directo por los gerentes o coordinadores.
- Monitoreo operativo.
- Auditorías internas.
- Quejas del cliente.

Las salidas no conformes que pueden detectarse son las siguientes:

- Incumplimiento de los objetivos e Indicadores de la calidad.
- Incumplir los procedimientos y/o controles del proceso.

- Incumplimiento de los lineamientos o normas emitidas por las autoridades competentes (por ejemplo, seguridad y salud laboral).

El monitoreo de la operación por medio del PVAC consiste en verificar el cumplimiento del esquema operativo y de la debida integración de los registros de cada proyecto. Los resultados de este monitoreo pueden resultar en hallazgos o no conformidades que deben ser atendidas por los responsables respectivos.

Las quejas de los clientes son atendidas y son evaluadas para determinar si proceden como no conformidades para aplicar las acciones correspondientes.

Cuando aplica la corrección como medio de tratamiento de salidas no conformes, se verifica de nuevo esas salidas para verificar que se hayan corregido.

Se mantiene información documentada que describe la no conformidad detectada, la acción tomada y la persona que autorizó la acción tomada.

Procedimientos Documentados: **P-CT-04** Cierre. **P-OP-01** Pruebas. **P-OP-02** Operación y Mantenimiento Transitorio. **P-OP-03** Operación y Mantenimiento Continuo.

9. Evaluación del desempeño

9.1.1 Generalidades

La organización debe determinar:

a) qué necesita seguimiento y medición;

b) los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación necesarios para asegurar los resultados válidos;

c) cuándo se deben llevar a cabo el seguimiento y la medición;

d) cuándo se deben analizar y evaluar los resultados del seguimiento y la medición.

La organización debe evaluar el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

La organización debe conservar la información documentada apropiada como evidencia de los resultados.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación adecuados para obtener información valida sobre el desempeño del sistema de gestión de la calidad y la satisfacción del cliente.

Se mantiene evidencia e información documentada que demuestra la capacidad de la organización para lograr los resultados planificados.

9.1.2 Satisfacción del cliente

La organización debe realizar el seguimiento de las percepciones de los clientes del grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas.

La organización debe determinar los métodos para obtener, realizar el seguimiento y revisar esta información.

NOTA. Los ejemplos de seguimiento de las percepciones del cliente pueden incluir las encuestas al cliente, la retroalimentación del cliente sobre los productos y servicios entregados, las reuniones con los clientes, el análisis de las cuotas de mercado, las felicitaciones, las garantías utilizadas y los informes de agentes comerciales.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización considera el seguimiento de las percepciones de los clientes del grado de cumplimiento de sus necesidades y expectativas. La organización establece el *Customer journey* con el propósito de conocer el nivel de satisfacción en las distintas etapas del proyecto:

- Inicio del proyecto.
- Mitad del proyecto.
- Cierre del proyecto.

Los reportes y resumen ejecutivo de las entrevistas se presentan exclusivamente a la Dirección General y a la Dirección de Operaciones, para su feedback y la toma de acciones necesarias según sea el caso.

Las sugerencias, quejas e inconformidades del cliente son atendidas por personal de Ventas que las documenta en una minuta y las canaliza a la Dirección General y a la Dirección de Operaciones.

Procedimientos Documentados: **P-VE-01** Ventas.

9.1.3 Análisis y evaluación

La organización debe analizar y evaluar los datos y la información apropiados que surgen por el seguimiento y la medición.

Los resultados del análisis deben utilizarse para evaluar:

a) la conformidad de los productos y servicios;

b) el grado de satisfacción del cliente;

c) el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad;

d) si lo planificado se ha implementado de forma eficaz;

e) la eficacia de las acciones tomadas para abordar los riesgos y oportunidades;

f) el desempeño de proveedores externos;

g) la necesidad de mejoras en el sistema de gestión de la calidad.

NOTA. Los métodos para analizar los datos pueden incluir técnicas estadísticas.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

ISSASA analiza y evalúa los datos y la información apropiados que surjan del seguimiento y medición de los procesos que es pertinente al SGC.

Procedimientos Documentados: **P-DI-01** Planeación Estratégica.

9.2 Auditoría interna

9.2.1 La organización debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para proporcionar información acerca de si el sistema de gestión de la calidad:

a) es conforme con:

1. los requisitos propios de la organización para su sistema de gestión de la calidad;

2. los requisitos de esta Norma Internacional;

b) se implementa y mantiene eficazmente.

9.2.2 La organización debe:

a) planificar, establecer, implementar y mantener uno o varios programas de auditoría que incluyan la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y la elaboración de informes, que deben tener en consideración la importancia de los procesos involucrados, los cambios que afectan a la organización y los resultados de las auditorías previas;

b) definir los criterios de la auditoría y el alcance para cada auditoría;

c) seleccionar los auditores y llevar a cabo auditorías para asegurarse de la objetividad y la imparcialidad del proceso de auditoría;

d) asegurarse de que los resultados de las auditorías se informen de manera pertinente;

e) realizar las correcciones y tomar las acciones correctivas adecuadas sin demora injustificada;

f) conservar información documentada como evidencia de la implementación del programa de auditoría y de los resultados de las auditorías.

NOTA. Véase la Norma ISO 19011 a modo de orientación.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización realiza auditorías internas de calidad a intervalos planificados para proporcionar información acerca del desempeño del SGC, asegurando que se ha implementado y mantenido en conformidad con los requisitos de la **Norma ISO 9001:2015**.

La organización mantiene información documentada de los resultados de las auditorías internas.

Procedimientos Documentados: **P-CA-03** Auditorías Internas – Externas.

9.3 Revisión por la dirección

9.3.1 Generalidades

La alta dirección debe revisar el sistema de gestión de la calidad de la organización a intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuación, eficacia y alineación continuas con la dirección estratégica de la organización.

9.3.2 Entradas de la revisión por la dirección

La revisión por la dirección debe planificarse y llevarse a cabo incluyendo consideraciones sobre:

a) el estado de las acciones de las revisiones por la dirección previas;

b) los cambios en las cuestiones externas e internas que sean pertinentes al sistema de gestión de la calidad;

c) la información sobre el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad, incluidas las tendencias relativas a:

1. la satisfacción del cliente y la retroalimentación de las partes interesadas pertinentes;
2. el grado en que se han logrado los objetivos de la calidad;
3. el desempeño de los procesos y conformidad de los productos y servicios;
4. las no conformidades y acciones correctivas;
5. los resultados de seguimiento y medición;
6. los resultados de las auditorías;
7. el desempeño de los proveedores externos;

d) la adecuación de los recursos;

e) la eficacia de las acciones tomadas para abordar los riesgos y las oportunidades (véase 6.1);

f) las oportunidades de mejora.

9.3.3 Salidas de la revisión por la dirección

Las salidas de la revisión por la dirección deben incluir las decisiones y acciones relacionadas con:

a) las oportunidades de mejora;

b) cualquier necesidad de cambio en el sistema de gestión de la calidad;

c) las necesidades de recursos.

La organización debe conservar información documentada como evidencia de los resultados de las revisiones por la dirección.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La alta dirección revisa el SGC a intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuación, eficacia y alineación continuas con la dirección estratégica de la organización (4.1). La revisión directiva evalúa el desempeño del sistema en base a los resultados de los objetivos, metas e indicadores relevantes que han sido determinados para los diferentes procesos y por la información de entrada requerida por Norma ISO 9001:2015.

La organización mantiene información documentada de los resultados de las revisiones directivas, tales como las salidas que incluyen decisiones y acciones relativas a oportunidades de mejora, necesidades de cambio en el SGC y necesidades de recursos.

Procedimientos Documentados: **P-DI-01** Planeación Estratégica.

10. Mejora

10.1 Generalidades

La organización debe determinar y seleccionar las oportunidades de mejora e implementar cualquier acción necesaria para cumplir con los requisitos del cliente y aumentar la satisfacción del cliente.

Éstas deben incluir:

a) mejorar los productos y servicios para cumplir con los requisitos, así como considerar las necesidades y expectativas futuras;

b) corregir, prevenir o reducir los efectos no deseados;

c) mejorar el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

NOTA. Los ejemplos de mejora pueden incluir corrección, acción correctiva, mejora continua, cambio abrupto, innovación y reorganización.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización determina y selecciona las oportunidades de mejora e implementa las acciones necesarias para cumplir con los requisitos del cliente y aumentar su grado satisfacción.

Las fuentes de información que son entradas importantes para seleccionar las oportunidades de mejora y determinar las acciones a implementar, pueden ser las siguientes:

- Auditorías internas.
- Encuestas de satisfacción del cliente.
- Medición y seguimiento de procesos.
- Gestión de la mejora continua.
- Resultados de la Revisión por la Dirección.
- Reuniones estratégicas u operativas.
- Recorrido de riesgos y controles.
- Buzón de quejas y sugerencias.
- Resultados de encuestas del clima laboral.

La organización mantiene información documentada de los resultados de los puntos antes mencionados.

Procedimientos Documentados: **P-CA-0** Gestión de Mejora Continua.

10.2 No conformidad y acción correctiva

10.2.1 Cuando ocurra una no conformidad, incluida cualquiera originada por quejas, la organización debe:

a) reaccionar ante la no conformidad y, cuando sea aplicable:

1. tomar acciones para controlarla y corregirla;

2. hacer frente a las consecuencias;

b) evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad, con el fin de que no vuelva a ocurrir ni ocurra en otra parte, mediante:

1. la revisión y análisis de la no conformidad;

2. la determinación de las causas de la no conformidad;

3. la determinación de si existen no conformidades similares, o que potencialmente puedan ocurrir;

c) implementar cualquier acción necesaria;

d) revisar la eficacia de cualquier acción correctiva tomada;

e) si fuera necesario, actualizar los riesgos y oportunidades determinados durante la planificación; y

f) si fuera necesario, hacer cambios al sistema de gestión de la calidad.

Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

10.2.2 La organización debe conservar información documentada como evidencia de:

a) naturaleza de las no conformidades y cualquier acción tomada posteriormente;

b) los resultados de cualquier acción correctiva.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece los medios para identificar y atender las salidas no conformes surgidas en los procesos que signifiquen el incumplimiento de algún requisito. Las salidas no conformidades pueden tener origen en quejas de clientes, ser detectadas en el control de los procesos, productos o servicios (8.6 Liberación de los productos y servicios) y en las auditorías internas o externas.

Se establecen medidas para controlar y corregir las no conformidades encontradas para su contención, y se evalúa la necesidad de implementar acciones correctivas para eliminar las causas del problema y prevenir su repetición en cualquier parte del SGC. Las acciones correctivas son apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

Se revisa la eficacia de cualquier acción correctiva tomada y en caso necesario se actualizan los riesgos y oportunidades determinados durante la planificación. La organización puede modificar su SGC como consecuencia de la aplicación de las acciones correctivas.

Las quejas recibidas de los clientes son atendidas y evaluadas por el área de atención a clientes, que determina si proceden como no conformidades por incumplir algún requisito de la organización o de la legislación aplicable a las actividades de la organización. En caso de que estas quejas procedan como no conformidades, se establecen las acciones correctivas correspondientes y se registran.

La organización mantiene información documentada de los resultados de las no conformidades, sus respectivas acciones correctivas y sus resultados.

Procedimientos Documentados: **P-CA-02** Acciones Correctivas.

10.3 Mejora continua

La organización debe mejorar continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia del sistema de gestión de la calidad.

La organización debe considerar los resultados de los análisis y la evaluación, y las salidas de la revisión por la dirección, para determinar si hay necesidades u oportunidades que deben considerarse como parte de la mejora continua.

- **Aplicación y desarrollo del requisito**

La organización establece los mecanismos para la mejora continua de la conveniencia, adecuación y eficacia del SGC, con el propósito de mejorar su desempeño de forma medible.

Se evalúan y determinan las acciones de mejoras por medio de proyectos estratégico o mejoras de los procesos operativos para incrementar su eficacia por medio de la innovación de sistemas y tecnologías.

Las iniciativas de proyectos estratégicos de mejora son gestionadas por el Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

La organización mantiene información documentada de las mejoras aprobadas.

Procedimientos Documentados: **P-CA-05** Gestión de Mejora Continua.

11. Control de los cambios del SGC

Resguardo	Ubicación		Tiempo de retención	Rev.	Descripción Cambio	Fecha Actual
Electrónico	Electrónico (Documento)	Físico (Registro)				
Archivo Gral. Calidad OneDrive	SharePoint	NA	1 año	0	Alta	21-sep-23

[redacted]

[redacted]

MANUAL DE SEGURIDAD

PROCESO: (SA) SEGURIDAD Y AMBIENTAL		REVISIÓN: SEPTIEMBRE 2023
ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:

[redacted]

ÍNDICE

1. Objetivo....4
2. Aprobación, revisiones y distribución del Manual....4
3. Normas de referencia....4
4. Términos y definiciones....5
5. Desarrollo....6
5.1 Introducción....6
5.2 Política de Seguridad y Medio Ambiente....6
5.3 Captación, selección e incorporación de personal....7
5.4 Indicadores de seguridad, salud y medio ambiente Indicadores....8
5.5 Elaboración de método operativo de trabajo (MOT)....8
5.6 Análisis previo de riesgos (APR)....9
5.7 Permiso de trabajo de alto riesgo (AR)....9
5.8 Verificación de seguridad, medio ambiente e higiene....9
5.9 Elementos de protección personal por especialidad....10
5.10 Señalización de obra....10
5.11 Información de incidentes y condiciones inseguras....11
5.12 Revisión de equipos....11
5.13 Prevención de incendio....11
5.14 Análisis de accidentes e incidentes....12
5.15 Registro de información y elaboración de estadísticas de accidentes de trabajo....13
5.16 Normas para subcontratistas....13
5.17 Segregación de basura....13
6. Riesgos de Trabajos en Obra....14
6.1 Descripción de tareas y riesgos emergentes....14
6.2 Descripción del riesgo y medidas de control....16
7. Procedimientos Específicos....18
7.1 Equipos soldadura y corte....18
7.2 Cortadoras eléctricas portátiles....20
7.3 Martillo neumático....21
7.4 Herramientas de mano....23

7.5 Utilización de escaleras de mano de una hoja.....24
7.6 Andamios.....27
7.7 Señalización de obra.....29
7.8 Revisión periódica de equipos, máquinas y herramientas eléctrica.....31
7.9 Elementos de protección personal por especialidad.....32
7.10 Trabajos en espacios confinados.....32
7.11 Productos químicos.....34
7.12 Evacuación de accidentados y enfermos graves.....36
8. Conclusiones.....36
9. Control de los cambios del SGC.....36

1. Objetivo

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV establece en el presente Manual el objetivo principal la eliminación o neutralización de los riesgos relacionados con nuestras operaciones que pudieran resultar en accidentes personales, enfermedades ocupacionales o daños a la propiedad.

El plan pretende el cumplimiento de la **PO-SA-01 Política de Seguridad y Medio Ambiente** de todo lo que manifiesta la doctrina y el compromiso Gerencial hacia la Seguridad Personal de todos los Integrantes de la empresa, como concepto básico establecerá que: "La responsabilidad del cumplimiento de este Programa corresponderá a todos los integrantes de la empresa".

Este Manual es aplicable a todo personal que labora en la empresa, así como los contratistas y proveedores que presten servicio a **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV.**

2. Aprobación, revisiones y distribución del Manual

El presente manual es aprobado por el Directos General.

El manual es revisado por el Gerente Administrativo.

La distribución del manual se realiza electrónicamente por medio del SharePoint, el cual lo realiza el Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

3. Normas de referencia

El presente manual tiene como referencia las siguientes normas:

I. NOM-002-STPS-2010 Prevención, protección y combate de incendios
II. NOM-004-STPS-1999 Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria.
III. NOM-009-STPS-2012 Trabajos en altura.
IV. NOM-022-STPS-2015 Electricidad estática.
V. NOM-027-STPS-2008 Soldadura y corte.
VI. NOM-029-STPS-2011 Mantenimiento de instalaciones eléctricas.
VII. NOM-033-STPS-2015 Trabajos en espacios confinados.
VIII. NOM-011-STPS-2001 Ruido.
IX. NOM-015-STPS-2001 Condiciones térmicas elevadas o abatidas.

X. NOM-024-STPS-2001 Vibraciones.

XI. NOM-025-STPS-2008 iluminación.

XII. NOM-017-STPS-2008 Equipo de Protección personal.

XIII. NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad.

XIV. NOM-031-STPS-2011 construcción.

4. Términos y definiciones

- **Trabajador:** persona que realiza trabajo o actividades relacionadas con el trabajo que están bajo el control de la organización.
- **Lugar de trabajo:** lugar bajo el control de la organización donde una persona necesita estar o ir por razones de trabajo
- **Sistema de gestión:** conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivo
- **Política:** intenciones y dirección de una organización, como las expresa formalmente su alta dirección.
- **Objetivo de la seguridad y salud en el trabajo:** objetivo establecido por la organización para lograr resultados específicos coherentes con la política de la SST.
- **Peligro:** fuente con un potencial para causar lesiones y deterioro de la salud
- **Riesgo:** efecto de la incertidumbre.
- **Riesgo para la seguridad y salud en el trabajo:** combinación de la probabilidad de que ocurran eventos o exposiciones peligrosos relacionados con el trabajo y la severidad de la lesión y deterioro de la salud que pueden causar los eventos o exposiciones
- **Proceso:** conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan, que transforma las entradas en salidas.
- **Incidente:** suceso que surge del trabajo o en el transcurso del trabajo que podría tener o tiene como resultado lesiones y deterioro de la salud.
- **Acción correctiva:** acción para eliminar la causa de una no conformidad o un incidente y prevenir que vuelva a ocurrir
- **(APR):** Análisis previo de riesgos

5. Desarrollo

5.1 Introducción

El plan de prevención de accidentes comenzará con un compromiso Gerencial hacia la seguridad personal y el medio ambiente.

La Gerencia de la empresa y la de la obra estará comprometida con:

- Detectar las condiciones inseguras en orden de prevenir accidentes.
- Perdidas de los recursos de la empresa y sus bienes físicos.

Para cumplir con estos objetivos se promoverá la **PO-SA-01 Política de Seguridad y Medio Ambiente** entre los empleados para concientizarlos que la seguridad es primero.

Principales objetivos en la ejecución del proyecto:

Durante la ejecución de los proyectos a realizar se buscará:

- Utilizar sistemas y métodos seguros que posibiliten la eliminación o neutralización de la mayor cantidad de riesgos posibles.
- Capacitar a todo el personal del proyecto sobre seguridad, salud y medio ambiente.
- Dotar al personal con todos los elementos de protección individual que permitan controlar y prevenir accidentes laborales.
- Velar por la preservación del medio ambiente y de las condiciones ecológicas del lugar y de región.
- Difundir de forma constante la **PO-SA-01 Política de Seguridad y Medio Ambiente** a todos los empleados de recién ingreso, exhortándolos a su cabal cumplimiento.
- Implementar Indicadores de Seguridad para medir la aplicación de los objetivos.
- Participar en Auditorias del Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional que programen las empresas a las que se trabaja

5.2 Política de Seguridad y Medio Ambiente

"En **ISSASA** nos comprometemos con el cuidado del medio ambiente, minimizando el consumo de recursos naturales y con la seguridad de sus trabajadores, cumpliendo con normas aplicables, gestionando la capacitación del personal, así como la mejora continua en los procedimientos para la detección de riesgos y prevención de accidentes."

Fundamentos:

De esta política surge que:

- Todos los accidentes pueden ser prevenidos y deben ser evitables.
- Las causas que generan los accidentes deben ser eliminadas o controladas desde la raíz.
- La prevención de accidentes de trabajo es una obligación de todo el personal de la empresa.

- La prevención de riesgo de trabajo (seguridad) junto con la calidad, los costos y el servicio constituyen una sola prioridad unificada.

Aplicación de la Política de Seguridad:

Será un deber de todos los integrantes de **ISSASA** velar por el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas para lograr el bienestar y desarrollo de cada uno y de quienes forman parte de la comunidad de trabajo. Para la concreción de tal fin se reafirmarán como responsabilidades:

- Aplicar las normas de seguridad operativas vigentes.
- Participar en programas relacionados con la prevención de accidentes y protección del medio ambiente.

Aplicación de la Política de Medio Ambiente

ISSASA, como empresa al servicio de sus clientes y de toda la comunidad, está comprometida con la protección ambiental y tendrá como metas fundamentales las siguientes:

- Salvaguardar los recursos naturales, previniendo los impactos ambientales negativos y/o minimizándolos.
- Promover la cultura de protección del medio ambiente a la comunidad de la cual forma parte.
- Cumplir todas las leyes, regulaciones y normas referidas a la protección ambiental y otros requerimientos que la sociedad suscriba.
- Asignar los recursos necesarios y suficientes para cumplir con las medidas enunciadas

5.3 Captación, selección e incorporación de personal

Etapas que cumplir para la incorporación de mano de obra.

- Captación inicial del personal.
- Examen médico preocupacional.

Capacitación inicial del personal:

Curso de inducción en seguridad, procedimientos de obra y descripción de actividades del puesto.

Alcance: Todo personal ingrese a laborar a los proyectos de la empresa.

Recursos que utilizar: Material didáctico - videos.

Técnica utilizada: Instrucción programada con evaluación escrita.

Capacitación del personal

Durante la permanencia del personal en la empresa, se deberán efectuar distintas actividades de capacitación sistematizadas y programadas, tendientes a incorporar y profundizar las actitudes y comportamientos seguros del individuo.

Esta actividad favorecerá la conducta preventiva que el personal debe asumir en su labor cotidiana.

5.4 Indicadores de seguridad, salud y medio ambiente Indicadores

- No. Accidentes de trabajo.
- No. Daños a la propiedad.
- % Cumplimiento de matrices IPER y aspectos e impactos ambientales.
- % Cumplimiento el programa de capacitación.
- No. De personal de nuevo ingreso.
- No. Horas hombre trabajadas.
- Kg de basura común generada.
- Kg de basura contaminada generada.

Objetivos

- Observar tendencias, anomalías y desviaciones para disponer las correcciones que eviten accidentes.
- Aplicación de medidas para evitar la repetición de estos.
- Concreción de resultados y control de avance de las correcciones previstas.
- Acotar y neutralizar condiciones y actitudes inseguras.

5.5 Elaboración de método operativo de trabajo (MOT)

Previo inicio de una obra y de toda tarea relevante durante su ejecución, se elaborará por escrito un **F-SE-20 Método operativo de trabajo** que permita analizar y planificar las distintas etapas del trabajo a realizar, en caso de que exista una obra similar anterior, se podrán utilizar los procedimientos vigentes.

La información básica que suministrará este documento será:

- Descripción detallada de la tarea.
- Metodología de trabajo.
- Herramientas y equipos mayores involucrados.
- Análisis de riesgos.
- Medidas de seguridad consideradas.
- Elementos de protección personal.

Participarán en la elaboración de esta herramienta de prevención:

- Superintendente de la obra.
- Residentes.
- Responsables de Seguridad e Higiene.

- Unidades de consulta externa. (en caso de ser requerida)

Elaborado y aprobado el procedimiento, se dará a conocer al personal involucrado en la ejecución de la tarea, asegurándose la comprensión de este.

5.6 Análisis previo de riesgos (APR)

Previo al inicio de tareas el personal elaborará el **F-SE-02 Análisis Previo de Riesgos**, tendiente a identificar, evaluar y establecer métodos de control de los riesgos asociados a cada paso de la tarea.

Es una técnica fácil de aplicar y práctica, utilizada para realizar una tarea específica previamente planificada.

Será elaborada por integrantes del grupo de trabajo toda vez que se inicie una nueva actividad o bien cuando las características de la tarea hayan cambiado lo suficiente (riesgos adicionales) para que se deban tomar nuevas medidas de control.

La elaboración de los **APR** será validada por el Servicio de Seguridad e Higiene.

5.7 Permiso de trabajo de alto riesgo (AR)

Previo al inicio de tareas el personal elaborará el **F-SE-03 Permiso de trabajo de alto riesgo**, tendiente a identificar, evaluar y establecer métodos de control de los riesgos asociados a cada paso de la tarea.

Es una técnica fácil de aplicar y práctica, utilizada para realizar una tarea específica previamente planificada.

Será elaborada por integrantes del grupo de trabajo toda vez que se inicie una nueva actividad clasificada como de alto riesgo: corte y soldadura, bloqueo y etiquetado, espacios confinados, trabajos en alturas y trabajos con grúa.

La elaboración de los **AR** sustituirá a los **APR** para este tipo de actividades y serán validadas por el departamento de seguridad industrial.

5.8 Verificación de seguridad, medio ambiente e higiene

A efectos de controlar y monitorear los trabajos, se realizarán inspecciones permanentes en los distintos frentes de trabajo mediante el formato **F-SE-04 Verificación de Seguridad e Higiene**.

De esta manera, se buscará detectar desvíos, condiciones y acciones inseguras que alteren el buen desarrollo de la salud o bienestar de los trabajadores.

Las inspecciones serán efectuadas por personal de Seguridad Industrial.

El resultado de las inspecciones será notificado a los responsables de las tareas o lugares de trabajo verificados.

El departamento de Seguridad Industrial registrará los resultados de las inspecciones en la tabla **F-SE-15 Seguimiento de hallazgos de seguridad** con el objeto de mejorar las condiciones de trabajo y evitar algún accidente o daño hacia los trabajadores.

5.9 Elementos de protección personal por especialidad

Cada una de las especialidades que participen en la ejecución del proyecto contará la dotación de elementos de protección personal a utilizar de acuerdo con los trabajos a realizar.

El detalle de especialidades con los correspondientes elementos de protección personal asignado, se encuentran establecidos en **F-SE-09 Matriz de EPP por actividad**.

Especificaciones técnicas de elementos de protección personal y herramientas:

La adquisición y provisión de los elementos de protección personal y herramientas de seguridad se efectuará de acuerdo con las especificaciones técnicas elaboradas por las normas oficiales mexicanas.

Los elementos de protección personal utilizados durante la ejecución del proyecto responderán a las normas de calidad que aseguren la protección adecuada de la persona.

La provisión de los elementos de protección básicos será documentada mediante nombre y firma, manteniéndose actualizados los cambios por deterioro o por haber cumplido su vida útil. Es condición de compra que todos los elementos de protección personal no especificados deberán ser autorizados por el departamento de seguridad industrial.

5.10 Señalización de obra

Toda el área comprometida de obra responderá a una adecuada señalización para lo cual se mantendrá y adecuará permanentemente el siguiente esquema.

Señalización institucional

Comprenderá la señalización mediante paneles de señalización en almacenes de obra, estacionamientos, servicio médico si existe en obra, áreas destinadas a accesos, etc.

Señalización preventiva

Indicará trabajos en altura, áreas restringidas, cargas suspendidas, equipos operando, equipos e instalaciones, pasarelas cortadas, etc.

Señalización actitudinal

Estarán orientados a mantener permanentemente vigente los mensajes preventivos y de concientización para el personal. Ej. Utilización de elementos de protección personal, mantenimiento del orden y la limpieza, política de seguridad, etc.

Señalización de elementos para emergencias

Indicarán la ubicación de extinguidores de incendio, botiquines de primeros auxilios, puntos de reunión, etc.

Otros elementos de señalización

- Cintas plásticas indicadoras de peligro.
- Conos en causadores y de protección.
- Vallas o mallas de protección.

5.11 Información de incidentes y condiciones inseguras

Con el objeto de lograr que todos los integrantes del proyecto se concienticen con las tareas de prevención, se deberá informar la ocurrencia de incidentes o la detección de condiciones inseguras observadas en obra.

La incorporación en esta actividad de toda la línea operativa permite conocer antes de la ocurrencia de un accidente en qué lugar de la obra y bajo qué circunstancias se encuentra un riesgo o situación fuera de control.

El registro y posterior proceso de la información recogida posibilitará la realización de un trabajo preventivo de importantes y positivos resultados.

5.12 Revisión de equipos

Todos los equipos, propios o rentados (pulidores, taladros, bailarinas, sierra de disco, motobombas, etc.) serán controlados para que no presenten riesgos en su utilización.

Tendrán una revisión visual inicial previa a la incorporación en obra y revisiones periódicas (**F-SE-11 Inspección de equipo menor**).

La responsabilidad sobre el resguardo de los equipos estará a cargo del almacén.

Las inspecciones y revisiones periódicas serán debidamente documentadas por el departamento de seguridad industrial.

5.13 Prevención de incendio

En distintos lugares previamente determinados se ubicarán lugares específicos con elementos para prevenir los principios de incendio que se pudieran generar.

Los lugares previstos serán de fácil acceso y convenientemente señalizados favoreciendo de esta manera la visualización de estos.

Elementos previstos

Extinguidores de incendio P.Q.S. y de CO_2

Control e inspección.

Los extinguidores de incendio contarán con una ficha individual que suministrará la siguiente información:

- Tipo de extintor.
- Capacidad.
- No. de cilindro.
- Lugar de ubicación.
- Fecha de inspección.
- Fecha de prueba hidráulica.

5.14 Análisis de accidentes e incidentes

Accidentes con o sin pérdida de días: Todos los accidentes con o sin pérdida de días serán analizados de acuerdo a la normativa actualmente vigente.

Accidentes sin pérdida de días

Serán considerados accidentes sin pérdida de días aquellos que luego de haber ocurrido el accidente y de recibir el tratamiento médico, continúa con su tarea, o bien se retira de la obra y reinicia sus actividades el día siguiente.

Accidentes con pérdida de días

Serán considerados con pérdida de días aquellos que luego de haber ocurrido el accidente y de recibir el tratamiento médico, se retira sin poder reiniciar tareas los días siguientes.

Incidentes

Serán considerados como incidentes aquellos acontecimientos que no hayan generado lesiones a las personas o pérdidas materiales.

Tendrán el mismo tratamiento que los accidentes de trabajo, generándose ante cualquier incidente la necesidad de investigación, análisis, causa-raíz que los generaron y las acciones correctivas a realizar para evitar su reiteración.

Responsabilidad en la información

En todos los casos será responsabilidad del Superintendente de proyecto y residente a cargo de los trabajos el de informar los acontecimientos producidos a los encargados de seguridad del proyecto y al coordinador de seguridad.

De igual manera todo integrante del proyecto deberá informar, de haber tomado conocimiento, de todo incidente, accidente o condición insegura que se hubiera generado.

Divulgación

Los accidentes o incidentes de relevancia serán divulgados en los lugares de trabajo mediante una plática de lo acontecido, las causas que dieron origen al mismo y las medidas correctivas

5.15 Registro de información y elaboración de estadísticas de accidentes de trabajo

Se analizará y registrará la mayor cantidad de información, tendiente a lograr los siguientes resultados:

- Elaboración de estadísticas de accidentes de trabajo.
- Análisis de causas y medidas correctivas

El departamento de seguridad Industrial deberá elaborar el informe interno, analizando e investigando el incidente o accidente. Las conclusiones de la investigación y el análisis de este, será elevado a la Dirección de la empresa.

5.16 Normas para subcontratistas

Previo inicio de las tareas de LAS OBRAS, el personal operativo de la empresa subcontratada y su representante en seguridad industrial participarán del curso de Inducción cuyo contenido es el siguiente:

- Política de seguridad.
- Objetivos.
- Reglamento aplicable.
- Que es un accidente.
- Que es seguridad industrial.
- Actos y condiciones inseguros.
- Equipo de Protección Personal (EPP).
- Reglas generales.
- Prohibiciones.
- Uso de EPP.
- Trabajos en alturas.
- Maniobras y operación de maquinaria pesada.
- Trabajos en espacios confinados.
- Trabajos de excavación.
- Trabajos de soldadura y oxicorte.
- Manejo de materiales peligrosos.
- Contratistas.
- Cuadro de sanciones.
- Llenado de formatos / lectura de matriz IPER.

Posteriormente a la impartición del curso de inducción, se aplica una evaluación de la misma.

5.17 Segregación de basura

Para la segregación de la basura se debe seguir lo descrito en la ayuda visual **AV-SE-01 Segregación de Residuos**.

6. Riesgos de Trabajos en Obra.

6.1 Descripción de tareas y riesgos emergentes

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS	RIESGOS EMERGENTES
Movimiento y manipulación de materiales	Caídas de elementos, materiales y equipos mal estibados o transportados. Fallas o roturas en los equipos de elevación. Roturas de flejes, grilletes, sogas.
Corte soldadura Oxiacetileno	Proyección de partículas, metal fundido, exposición, incendio, radiaciones ultravioletas, infrarrojas; caída de cilindros de gases comprimidos rotura de manómetros reguladores, mangueras, retroceso de llamas, emanaciones de humos, etc.
Soldadura Eléctrica	Proyección de partículas metal fundido, incendio, riesgo eléctrico, radiaciones ultravioletas, infrarrojas, emanaciones de humos de soldaduras, gases
Tareas con herramientas eléctricas de mano (taladros, pulidoras, discos de corte, rotomartillos)	Proyección de partículas, riesgo eléctrico, daños de miembros, ropa. Rotura de disco abrasivo, de corte, desprendimiento de virutas calientes, caídas o desprendimiento de piezas, ruido
Tareas con herramientas manuales	Herramientas en malas condiciones de funcionamiento, utilización de herramientas inadecuadas, no utilización de los elementos de protección personal.
Operación con Pistolas Rompedoras y Compresor	Proyección de partículas, rotura de cinceles, riesgo por rotura mangueras, ruido.
Operación con máquinas y herramientas	Proyección de partículas, riesgo de miembros y/o ropa atrapados, desprendimiento de objetos pesados de piezas, rotura de mangueras, ruido.
Operaciones con puente grúa, grúa pluma, malacates, cables de acero, eslingas, cadenas, sogas, gatos hidráulicos	Riesgos operacionales por equipo en malas condiciones de funcionamiento, materiales mal estibados, maniobras mal efectuadas, cargas mal suspendidas, riesgos de ser prensado, aplastamiento, caída de altura, caída de objetos.
Trabajos en altura. Utilización de góndolas, balsas plataformas suspendidas, grúas	Superposición de tareas, cargas suspendidas, movimientos de estructuras, bultos, interferencias por simultaneidad de movimientos con grúas.
Construcción y trabajos sobre andamios, Armado de andamios	Caída de altura, caída de elementos a niveles inferiores, Superposición de tareas, mala fijación, cargas suspendidas

Transporte – Estibas	Cargas mal suspendidas, peligro de ser prensado, golpes, ruidos, riesgos por movimientos de grúas, patines, montacargas, camiones, tractores, etc.
Operación con Cortadora de tuberías y Dobladoras de tuberías, roscadoras	Proyección de partículas, contacto con materiales cortantes, ruidos, riesgo eléctrico, Rotura de mangueras, operaciones inadecuadas
Instalación de equipos eléctricos, incendio en cables	Riesgo eléctrico, proyección de partículas, metal fundido, explosión, incendio, quemaduras por arco eléctrico, esfuerzos musculares
Ingreso a áreas eléctricas restringidas, sótanos, túneles de cables, salas de tableros, patios de maniobras de media y alta tensión, lugares para la ubicación de transformadores	Riesgo eléctrico, proyección de partículas, metal fundido, explosión, incendio, vapores de solventes tóxicos, quemaduras, espacios confinados, falta iluminación, ventilación, riesgo de electrocución.
Mantenimiento y reparación de equipos eléctricos, Conexión y desconexión de equipos e instalaciones	Riesgo eléctrico, proyección de partículas, metal fundido, explosión, incendio, quemaduras por arco eléctrico, vapores de solventes tóxicos.
Nivelación perfilada, excavaciones, zanjeados de terreno, movimiento de suelos.	Equipos en mal estado, fallas de maniobras, roturas por interferencias con instalaciones enterradas, colisión por tránsito vehicular, derrumbes por terrenos poco consolidados, choques, vuelcos.
Construcciones y estructuras de mampostería, bajo y sobre terreno natural	Caída de materiales, derrumbes, proyección de partículas, interferencias con instalaciones enterradas o entubadas, fluidos, polvo en suspensión.
Operaciones con cables de acero, grilletes, grúas, polipastos	Rotura de cables, poleas, grilletes, ganchos, bandas, golpes, caída de elementos punzantes
Construcciones de estructuras metálica, montaje de la misma elevación de material pesado, movimientos en obra , transporte	Falla de grúas, rotura de cables, mal estibamiento de elementos estructurales, prensamientos, mala sujeción de elementos
Maniobras y montaje de bultos, estructuras, equipos e instalaciones de pequeños, mediano y grandes pesos y dimensiones	Riesgos operacionales por equipos en malas condiciones de funcionamiento, maniobras mal realizadas, malas señalizaciones, Cargas suspendidas, terrenos inestables irregulares, vuelco, ruido, colisión con grúas, máquinas y vehículos, instalaciones y equipos, riesgo de ser prensado.
Operaciones y maniobras en proximidad de instalaciones eléctricas	Riesgo eléctrico, explosión, incendio. Quemaduras por arco eléctrico, Colisión con instalaciones / equipos energizados
Pintura de estructuras, cañerías, equipos piezas	Partículas de pintura y solventes en suspensión, ruido, recipientes sometidos a presión interna, incendio, exposición, salpicaduras con solventes, pinturas, inhalación de sustancias tóxicas

Utilización de solventes y diluyentes	Contacto con sustancias agresivas, aspiración de vapores, ingestión, incendio, explosión, empleo de sustancias / materiales químicos con envases sin rotulación.
Depósito de pinturas, solventes y diluyentes	Incendio, explosión, envases / recipientes sin rotulación
Preparación de mezclas / concretos de forma manual y con máquina revolvedora o camión mezclador	Contacto con elementos irritantes, agresivos, salpicaduras. Riesgo eléctrico, ser prensado, apretamiento, golpes, esfuerzos musculares, ruido.
Trabajos bajo nivel, excavaciones apuntalamientos	Derrumbes, desmoronamiento, hundimiento, ser prensado, muerte, aplastamientos, caída de materiales, equipos, personas, interferencia con instalaciones enterradas
Colisión por tránsito vehicular y / o de equipos pesados, Caídas de cargas, roturas de equipos.	Traumatismos graves, amputaciones, lesiones incapacitantes, muerte.
Ensayos no destructivos, gammagrafía	Exposición a radiaciones ionizantes, caída y pérdida de la fuente radioactiva, interferencia con personal en áreas operativas.

6.2 Descripción del riesgo y medidas de control

Caída de elementos / materiales mal transportados / mal estibados.	Capacitación, Coordinación, Revisión de los equipos a utilizar, Elaboración análisis previos de riesgo, Auditorias.
Proyección de partículas, metal fundido, radiaciones ultravioletas - infrarrojas	Capacitación, anteojos, protectores faciales, filtros inactínicos, pantallas protectoras, elaboración de APR, auditorias.
Caída de cilindros de gases comprimidos	Capacitación, carros porta cilindros, elaboración de APR, protección de válvulas, auditorias.
Riesgo de explosión y/o incendio	Permisos de trabajo, elaboración de APR, monitoreo con instrumental adecuado de mezcla explosiva, capacitación sobre uso de extintores de incendio, EPP, Auditorias.
Riesgo eléctrico	Capacitación, realización de APR, utilización de herramientas eléctricas portátiles, manuales de doble aislación, Auditorias.
Roturas de disco abrasivo	Capacitación, revisión de equipos, resguardo de equipos, resguardo de máquinas, elaboración de APR, EPP.
Riesgos operacionales por equipos en malas condiciones de funcionamiento, maniobras mal efectuadas, herramientas	Capacitación, revisión de equipos, Inspecciones, elaboración de APR, Auditorias

en malas condiciones de uso / inadecuadas	
Caída de altura	Capacitación, procedimientos de trabajo, elaboración de APR, cinturones de seguridad, recuperadores de caída, cables guarda vidas con retenida, personal instruido y capacitado para el uso de plataformas elevadoras, mecánicas, EPP, auditorias
Caída de elementos a niveles inferiores, Supervisión de tareas	Colocación de vallas en áreas comprometidas, coordinación de tareas, elaboración de APR, capacitación, auditorias.
No utilización de elementos de protección personal	Capacitación y control de elementos de protección personal, auditorias, Inspecciones
Tránsito de puentes grúas, cargas suspendidas	Señalización y vallados del área comprometida, elaboración procedimientos de trabajo APR, EPP, Auditorias
Ruido, polvo en suspensión, carga térmica	Capacitación, EPP, (protectores auditivos, equipos apropiados, equipos con aporte de aire, protección respiratoria, capacitación, elaboración APR, auditoria.
Tránsito Vehicular	Permisos de trabajo, coordinación de tareas, señalización y vallados del área comprometida, consignación del área, chalecos refractivos utilización de EPP, auditorias.
Contacto con solventes industriales salpicaduras	EPP (lentes, protectores faciales, máscaras buco nasal con filtro de carbón, delantales, botas de PVC, guantes de PVC, capacitación, rotulación de envases, MSDS, Auditorio.
Movimientos intempestivos, accidentales de motores, instalaciones hidráulicas, neumáticas, etc.	Capacitación, permisos / normativas de trabajo, consignación de equipos e instalaciones, señalización, delimitación de áreas restringidas, elaboración de APR
Interferencias con instalaciones enterradas	Capacitación, permisos de trabajo, consignación del área, utilización de EPP
Contacto con elementos cortantes, punzantes, agresivos	Elaboración APR, utilización EPP (guantes de cuero, calzado de seguridad, etc.) Capacitación
Aprisionamiento, atrapamientos por maquinas herramientas	Elaboración APR, capacitación, resguardos / protecciones de poleas, engranajes, guardas) señalización.
Esfuerzos musculares	Capacitación para levantar, trasladar y almacenar materiales, utilización de elementos y equipos de elevación.
Retrocesos de llama en equipos de oxicortes, daño de mangueras	Capacitación, válvulas de seguridad antirretroceso por variación de fluido, EPP.

7. Procedimientos Específicos

Los procedimientos específicos en el presente Manual de Seguridad serán completados durante los trabajos en el proyecto.

7.1 Equipos soldadura y corte

Objetivo

Establecer un procedimiento para el armado y encendido el equipo de soldadura y corte.

Alcance

Todos los equipos de soldadura y corte que manejen gas y oxígeno.

Responsabilidad

- Del operario: Tomar conocimiento del procedimiento y cumplir con las condiciones allí contenidas.
- Del supervisor y encargado de la cuadrilla de trabajo: Asegurar el cumplimiento de este procedimiento e instruir al personal sobre su contenido.
- Del departamento de seguridad industrial: Efectuar controles periódicos sobre la aplicación del presente procedimiento.
- Del almacén: Control y entrega para su utilización de todos los equipos en buen estado de uso y conservación.

Procedimiento de armado de equipo.

Tareas previas:

I. Revisión en inspección de los componentes: cilindros de gases, válvulas, manómetros, mangueras, abrazaderas, carros porta cilindros, sistema de fijación de tubos, soplete y mango cortador, válvula arrastra llamas en línea con la tubería, válvulas de seguridad, reguladores, protección de manómetros.
II. Todos los componentes del equipo oxicorte deberán cumplir con las normas de fabricación y calidad correspondiente, de acuerdo con las especificaciones de las normas oficiales mexicanas.

Armado del equipo:

I. Colocar los tubos en el carro con la correspondiente cubierta de protección, amarrados de forma tal que evite que los mismos puedan caerse asegurando los mismos con el sistema de fijación de tubos.
II. La rosca de la válvula y los acoples estarán libres de grasas y no deben presentar deterioro en los filetes de esta.
III. Ajustar con llaves adecuadas los reguladores a los tubos, verificando ausencia de pérdidas mediante la utilización de agua jabonosa.

IV. Adosar las mangueras a los reguladores por medio de abrazaderas (nunca utilizar alambres). Las mangueras serán del color especificado por el fabricante.
V. Las válvulas de seguridad se colocarán roscadas a los reguladores y serán del tipo de corte por variación de flujo.
VI. Las válvulas arrestan llamas se colocarán roscadas al mango cortador.

Procedimiento para el encendido del equipo:

I. Previo inicio de las tareas elaborar diariamente el APR.
II. Verificar previamente la zona de trabajo eliminando la ausencia de elementos combustibles que pudieran generar un principio de incendio o explosión.
III. Ubicándose sobre uno de los costados de los reguladores, proceder a la apertura lenta de la válvula del tubo de oxígeno, permitiendo la entrada del gas a la cámara alta del regulador.
IV. De igual manera se procederá para la apertura del tubo de acetileno
V. Posteriormente y posicionado sobre un costado de los reguladores, se efectuará la apertura lenta del regulador de oxígeno, seleccionando la presión de trabajo.
VI. De igual manera proceder con el regulador de acetileno.
VII. Abrir la válvula reguladora del oxígeno en el soplete y luego la del acetileno, encender la mezcla mediante la utilización de un chispero.
NO UTILIZAR ENCENDEDORES, FOSFOROS, ARCO DE SOLDADURA ELECTRICA O PARTICULAS O MATERIALES INCANDESCENTES.
VIII. Para proceder al apagado del soplete, se cierra la válvula del acetileno y posteriormente la del oxígeno, descomprimiendo mangueras, reguladores.

Análisis de riesgo:

- Caída de tubos de gases comprimidos.
- Estallido de manómetros.
- Incendio / explosión.
- Retrocesos de llama.
  Estallido de mangueras.
- Radiaciones infrarrojas.
- Proyecciones de partículas incandescentes y material fundido.

Medidas preventivas:

- Solicitar ayuda para el movimiento y ubicación de los tubos de gases.
- Fijación segura de los tubos en el almacenaje, transporte y ubicación en el carro porta cilindros.
- Mantener colocadas las cubiertas protectoras.
- No golpear los tubos ni hacerlos rodar.
- Ubicar el equipo evitando zonas calientes, corrosivas y efectuando un APR de las condiciones del lugar. (Se contará con el permiso de trabajos, análisis previo de riesgo y toda otra documentación indicada en los mismos.)

- Operar las válvulas y reguladores ubicándose sobre un costado, NUNCA LO HAGA DE FRENTE.
- Disponer de extinguidores (1 extintor PQS de 9 kg por cada equipo de oxicorte).
- Verificar el buen funcionamiento de las válvulas de seguridad y de todos los componentes del equipo.
- Analizar y vallar las áreas comprometidas, no superponiendo tareas con otros sectores.
- Mantener orden y limpieza en todo momento.
- Utilizar todos los elementos de protección personal específicos para la tarea

7.2 Cortadoras eléctricas portátiles

Objetivo

Establecer un procedimiento para el uso de las cortadoras portátiles.

Alcance

Todas las tareas en que deban utilizar cortadoras.

Responsabilidades

- Del operario: Tomar conocimiento del procedimiento y cumplir con las indicaciones allí contenidas.
- Supervisor y Encargado de la cuadrilla de trabajo: Asegurar el cumplimiento de este procedimiento.
- Del departamento de seguridad industrial: Efectuar controles periódicos sobre la aplicación del presente procedimiento.
- Del almacén: Control y entrega para su utilización de las cortadoras en perfecto estado de uso y conservación.

Procedimiento de uso:

I. Previo al inicio de las tareas elaborar diariamente el APR.
II. Controlar el estado de la cortadora, cable, ficha, protector de disco, empuñadura, carcaza. Controlar la revisión eléctrica del equipo.
III. Alimentar la cortadora desde un tablero normalizado.
IV. Verificar que el voltaje coincida con el indicado en la máquina.
V. Seleccionar el disco adecuado a cada operación. Verificar que la velocidad máxima (RPM.) aprobada para la piedra coincida con la máquina. Controlar el estado del disco, existencia de fisuras, rajaduras, etc.
VI. Para la colocación y cambio de disco utilizar siempre la llave adecuada, no utilizar punto y martillo y verificando que la máquina no esté conectada a la fuente de energía.
VII. Asegurarse que el interruptor de la máquina esté en posición desconectado antes de enchufar la amoladora.
VIII. Fijar en forma segura la pieza a trabajar.

IX. Verificar que no se encuentre otro personal con riesgo de recibir la proyección de chispazo partículas, de ser necesario colocar pantalla protectora.
X. Mantener los ángulos correctos de trabajo durante la operación (15° a 45° para cortes inclinados y 90° para cortar).
XI. Tomar conocimiento del contenido del permiso / ordenativo de trabajo, análisis previo de riesgo, habilitación y consignación (en éstos últimos casos de ser necesarios).
XII. Verificar ausencia de material combustible.

Análisis de riesgo

- Rotura y salida de piedra.
- Corte dedos, manos.
- Riesgos de incendio - explosión.
- Proyección de partículas.
- Riesgo de incendio.
- Riesgo eléctrico.
- Ruido.

Medidas preventivas

- Recurrir a la colocación de dispositivos protectores en la máquina, al correcto manejo y al adecuado uso de la misma.
- Utilizar los elementos de protección personal. (E.P.P.)
- Controlar que no existan elementos combustibles que no puedan entrar en combustión al hacer contacto con las chispas. Identificar cual es el extinguidor más cercano a el área de trabajo.
- Alimentar eléctricamente la máquina a través de tableros con protección de interruptores termo magnético.
- Realizar la inspección eléctrica de los equipos.
- Tomar conocimiento de los contenidos del APR.
- Colocar pantalla protectora para contener la proyección de partículas en caso de que sea necesaria.
- Disponer de extinguidor de incendio adecuado.

7.3 Martillo neumático

Objetivo

Establecer un procedimiento que permita operar el martillo neumático en forma segura.

Alcance

A todo el personal que opere con martillo neumático.

Responsabilidades

- Del operador del martillo neumático: Tomar conocimiento del procedimiento y cumplir con las indicaciones allí contenidas.
- Supervisor y Encargado de la cuadrilla de trabajo: Asegurar el cumplimiento de este procedimiento.
- Del departamento de seguridad industrial: Efectuar controles periódicos sobre la aplicación del presente procedimiento.
- Del almacén: Control y entrega para su utilización de todos los martillos neumáticos en buen estado de uso y conservación.

Procedimiento de uso:

I. Previo al inicio de las tareas elaborar diariamente el APR
II. Preparativos previos y uso del martillo neumático.
III. Efectuar una revisión e inspección minuciosa de todos los elementos componentes del equipo. Ej. Mangueras, acoples, abrazaderas, empuñaduras, lubricador, filtros, etc.
IV. Solicitar los APR para su llenado y permisos de trabajos de alto riesgo en caso de aplicar
V. Movilizar el martillo cuidando siempre de no accionar accidentalmente el mismo.
VI. Mantener apartada la punta del martillo la distancia necesaria con respecto a los pies, antes de accionar el mismo.
VII. Ante la presencia no prevista de instalaciones enterradas, suspender la tarea y avisar al residente.
VIII. Cuando se requiera trabajar con martillo en posición horizontal, se requerirá la ayuda de un compañero a efectos de posibilitar de una manera segura la fijación del equipo.
IX. Cuando se deba trabajar en altura, se deberá construir plataformas de trabajo sólidamente construidas, con barandas perimetrales, tablones firmemente atados y con accesos cómodos y seguros.

Análisis de riesgo:

- Riesgo de incendios y/ o explosión.
- Riesgo de electrocución.
- Proyección de partículas y ruido.
- Peligre de derrumbes, desmoronamientos, aplastamiento.
- Esfuerzos.
- Interferencias con instalaciones enterradas.5.7. Roturas de mangueras.
- Uso de martillo en instalaciones o lugares equivocados.

Medidas preventivas:

- Disponer y leer toda la documentación exigible para la realización del trabajo.
- Coordinar con el residente la alimentación para el martillo neumático.
- Verificar y revisar todos los componentes del equipo.

- Utilizar mangueras, acoples, abrazaderas en perfecto estado y en relación a la presión de trabajo a la que estarán sometidos.
- Señalizar y colocar vallas en las áreas de trabajo.
- Utilizar todos los elementos de protección personal.
- Proteger las mangueras y otros elementos depositados sobre el suelo.

Elementos de protección personal:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protección auditiva.
- Lentes.
- Guantes de cuero.
- Protección respiratoria (a considerar).
- Chaleco con reflejantes.

7.4 Herramientas de mano

Objetivo

Establecer un procedimiento de operación con las herramientas de mano.

Alcance

Todas las tareas en que se utilicen herramientas de mano.

Responsabilidades

- Del operario: Tomar conocimiento del procedimiento y cumplir con las indicaciones allí contenidas.
- Supervisor y Encargado de la cuadrilla de trabajo: Instruir al personal en el uso y cuidado de las herramientas. Asegurar el cumplimiento de este procedimiento.
- Del departamento de seguridad industrial: Efectuar controles periódicos sobre la aplicación del presente procedimiento.
- Del almacén: Control y entrega para su visualización de todas las herramientas de mano que se encuentren en buen estado de uso y conservación.

Procedimiento de uso:

I. Seleccionar la herramienta adecuada para el trabajo a ejecutar.
II. Verificar previo inicio de tareas el estado y condiciones de la herramienta a utilizar. De no estar en condiciones o generar dudas al respecto no iniciar tareas e informar al supervisor.
III. No use herramientas en malas condiciones. Exija la entrega de las herramientas en buen estado.

IV. En caso de rotura o deterioro durante su utilización repárelas si es que está a su alcance poder hacerlo, de lo contrario reemplácela en la bodega de obra, informando del deterioro de la misma, de modo tal que la herramienta no vuelva a salir a la obra sin antes repararla.

V. Las herramientas deben transportarse en cajas, bolsas específicas, cartucheras apropiadas, etc.

VI. No se deberá alterar o modificar el diseño de fabricación, ante cualquier inquietud o dudas respecto a las características, funcionamiento, diseño, se analizará a través del supervisor.

Análisis de riesgo:

- Empleo de herramientas inadecuadas.
- Empleo de herramientas defectuosas.
- Transporte de herramientas en lugares inadecuados.
- No utilización de elementos de protección personal.
- Proyección de partículas.

Medidas preventivas:

- Capacitación sobre el uso correcto de herramientas.
- Revisión previa del estado de las herramientas.
- Utilización de los elementos de protección personal.
- Utilización de cajas portaherramientas o elementos similares.
- Señalizar y almacenar en forma separada las herramientas que se encuentren para reparación o destinadas a fuera de servicio.

Elementos de protección personal:

- Casco de seguridad con barbiquejo.
- Calzado de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Guantes de cuero (según corresponda).

7.5 Utilización de escaleras de mano de una hoja

Objetivo

Establecer un procedimiento para la Utilización de Escaleras de mano de una hoja.

Alcance

Todas las tareas en que sea necesario el uso de Escaleras de mano.

Responsabilidades

- Del operario: Tomar conocimiento del procedimiento y cumplir con las indicaciones allí contenidas.

- Del supervisor/encargado de cuadrilla: Determinar el uso de la escalera de mano, instruir sobre el funcionamiento, utilización, revisión y cuidado del mismo. De ser necesario solicitar a almacén o departamento de seguridad industrial. Apoyo en la actividad de capacitación.
- Del departamento de seguridad industrial: Brindar a la supervisión el apoyo necesario si así fuera solicitado, controlar mediante auditorías el uso correcto del equipo.
- Encargado del almacén: Verificar el estado del equipo y asegurarse que el mismo se encuentre en condiciones de uso. Solicitar si fuera necesario los controles a almacén o departamento de seguridad industrial.

Procedimiento de uso:

Generalidades

Todas las escaleras rectas o extensibles deberán contar en su base con **zapatas antideslizantes** o tener anclaje suficientemente seguro al suelo de manera tal de evitar desplazamiento.

Las escaleras deberán ubicarse de forma tal de superar al menos 90 cm., el punto de apoyo superior; para facilitar el desplazamiento de los trabajadores.

Las escaleras deben ser amarradas en su punto superior con cuerda o cable adecuado para evitar su desplazamiento desde la estructura donde está apoyada. Mientras un trabajador la amarra, otro deberá sujetarla desde abajo.

No se permitirá que dos o más personas trabajen desde la misma escalera.

No se permitirá almacenar materiales y/o equipos encima de escaleras.

La forma de apoyar la escalera será de forma tal que la proporción entre la separación de apoyo en la base, y la distancia entre la base al punto de apoyo será 1:4.

La escalera sólo puede ser usada si está en buenas condiciones, es el usuario el responsable de realizarle una inspección visual previa a su uso, y alertar de los defectos que pudiera tener; para lo cual debe recibir capacitación sobre el tema.

Mensualmente se deberá realizar una inspección de las escaleras por personal competente, para descartar cualquier defecto. Terminada la inspección la escalera se deberá etiquetar o marcar con cinta de color del código del mes para certificar que esta inspección se ha realizado.

Se verificará especialmente que;

- No tenga abolladuras, curvaturas, grietas, remaches faltantes, trabas desconectadas, estén corroídas, etc.
- Está prohibido pintar las escaleras de madera.
- Falta de zapata.

Tipo de escaleras

Escaleras Extensibles: No deben tener una longitud superior a los 36 pies (11.0 metros) en su máxima extensión, deberá contar con zapatas antideslizantes.

Escaleras de mano: No deben tener una longitud superior a 12 pies (3.64 metros), deberá contar con zapatas.

Para realizar trabajos eléctricos como: centro de control de motores, subestaciones, etc., se utilizarán escaleras construidas con material no conductor.

Toda escalera de mano de una hoja usada como medio de circulación debe sobrepasar en un metro el lugar más alto al que se deba ascender o prolongarse por uno de sus largueros hasta la altura indicada para que sirva de pasamanos a la llegada.

Los espacios entre los peldaños deben ser iguales y de 0,30 cm. Como máximo.

Los largueros de las escaleras serán de una sola pieza.

Los peldaños deben ser bien ensamblados.

No se debe pintar salvo con recubrimiento transparente.

Toda escalera fija que se eleve a una altura superior de 6 más debe estar provista de uno o varios rellanos intermedios dispuestos de tal manera que la distancia entre los rellanos consecutivos no exceda de 3 más.

Los rellanos deben ser de construcción y estabilidad adecuadas y poseer barandas adecuadas a 1 m.; por encima del piso.

Los peldaños de las escaleras deben mantenerse limpios, para evitar que se tornen resbaladizos y tendrán elementos que eviten el desplazamiento accidental.

Toda escalera antes de su uso debe ser inspeccionada, aquellas que presentan defectos deben ser retiradas.

Las escaleras deben apoyar sobre un plano firme y nivelado.

Toda escalera debe estar fija, de forma que no desplacen sus puntos de apoyo inferiores o superiores.

Si no fuera posible inmovilizar la escalera en su parte superior se la debe fijar correctamente por la base. Cuando se apoyen los postes o columnas se emplearán abrazaderas de sujeción.

Las escaleras se usarán solamente para ascenso y descenso desde y hacia los puestos de trabajo, quedando totalmente prohibido el uso de las mismas como puntas de apoyo para realizar trabajos.

7.6 Andamios

Objetivo

Establecer un procedimiento para Construcción y utilización de Andamios.

Alcance

Todas las tareas en que sea necesario el uso de Andamios.

Responsabilidades

- Del operario: Tomar conocimiento del procedimiento y cumplir con las indicaciones allí contenidas.
- Del supervisor/encargado de cuadrilla: Determinar el uso de los Andamios, instruir sobre el funcionamiento, utilización, revisión y cuidado del mismo. De ser necesario solicitar a departamento de seguridad industrial apoyo en la actividad de capacitación.
- Del departamento de seguridad industrial.: Brindar a la supervisión el apoyo necesario si así fuera solicitado, controlar mediante auditorías el uso correcto del andamio.
- Encargado del almacén: Verificar el estado de los componentes y asegurarse que los mismos se encuentren en condiciones de uso. Solicitar si fuera necesario los controles a departamento de seguridad industrial.

Procedimiento de uso:

Generalidades

Los andamios deben montarse y desmontarse cuidadosamente por personal calificado. Deben ser sólidos, resistentes y presentar todas las garantías necesarias para impedir las caídas de personas, materiales y herramientas, y con capacidad suficiente para soportar una carga equivalente a cuatro (4) veces la carga máxima que se pretende usar.

No se usarán objetos inestables (como bloques de hormigón) para soportar los andamios o tablones.

Es responsabilidad de la supervisión a cargo del trabajo, vigilar que los andamios se realicen de acuerdo al estándar establecido.

La inhabilitación será dada por el encargado de seguridad cuando:

I. Cuando el andamio esté siendo construido.
II. Cuando el andamio está incompleto.
III. Cuando el uso del andamio pueda originar un accidente.

La habilitación será dada por el Encargado de seguridad, solo cuando el andamio está listo para su uso, sin riesgo de originar accidente.

Es responsabilidad del Supervisor y usuarios el inspeccionar diariamente el andamio sobre el que trabajarán antes de usarlo.

Armado y desarmado de andamios:

Todos los tablones serán metálicos o de madera, los tablones estarán libres de partiduras, astillados o cualquier otro defecto que disminuya la resistencia estructural.

Todos los andamios deben estar nivelados y aplomados sobre una base firme. Cuando el armado es sobre tierra o material semejante, sus apoyos deben poseer placas de acero o madera de dimensiones acordes a la altura del andamio y la carga a soportar.

Está prohibido el uso de escaleras portátiles para acceder a los andamios, el acceso a la plataforma del andamio será por una escalera que forme parte de la misma estructura, cómoda y segura, evitando caminar sobre los travesaños de los mismos, los escalones deben estar igualmente distanciados.

En el lugar donde se arma la plataforma no deben quedar espacios libres y se colocaran tablones para facilitar su armado.

Siempre que el espacio lo permita, la plataforma debe ser de no menos de dos tablones. Para impedir posibles caídas de material de trabajo, que estén sobre la plataforma, se colocará en ambos bordes longitudinales de esta en forma de canal de no menos de 10 cm. de altura un tablón de canto u otro elemento asegurado a los paños verticales de la estructura. A su vez el personal que trabaje sobre los mismos deberá depositar herramientas y otros elementos en cajas y no quedar suelto en el piso de la plataforma.

Los tablones en la plataforma deben estar unidos entre sí, no debiendo existir desniveles entre ellos y asegurados a los dos extremos de la estructura que lo soporta.

Todos los andamios deben tener pasamanos o crucetas de protección, deben tener la capacidad de soportar el peso.

La separación entre la plataforma del andamio y la fachada de la construcción debe ser lo menos posible (menos de 20 cm.) en caso de que no se pueda respetar esta distancia se deberá colocar baranda del lado de la fachada.

Está estrictamente prohibido, trepar y/o trabajar parado sobre los pasamanos, las crucetas, la baranda intermedia, o fuera de la plataforma.

Todos los tablones del andamio serán colocados lo más junto posible, con una separación no mayor a 2". Los tablones tendrán topes en ambos extremos o irán amarrados con alambre apropiado equivalente para prevenir desplazamientos longitudinales y movimientos o desplazamiento lateral. Cada tablón sobrepasará su soporte en no menos de 6" ni más de 12" (15-30 cm.).

Al trabajar en un andamio situado cerca de las líneas o equipos de energía eléctrica los trabajadores deben asegurarse de que ninguna parte del andamio o de sus cuerpos puedan entrar en contacto con esas líneas o equipos de energía eléctrica.

No está permitida la unión del extremo de un tablón con el extremo de otro, salvo que en la zona de la unión exista un travesaño.

Los travesaños del andamio no pueden estar espaciados en más de 2 metros.

Los andamios deben ser amarrados a estructuras estables cuando tengan una altura mayor que tres veces la dimensión más corta de su base.

A efecto de prevenir movimientos, todo andamio debe estar asegurado a estructuras fijas en intervalos horizontales no superior a 10 metros.

7.7 Señalización de obra

Objetivo

Normalizar la señalización de la obra con el objeto de informar, educar, persuadir y prevenir accidentes/incidentes de trabajo.

Alcance

Instalaciones propias tales como: obradores, oficinas, comedores, vestuarios, etc. Todas las tareas que se realicen en la obra.

Tipos y elementos de señalización

- Carteles de pared.
- Carteles autoadhesivos.
- Calcas de identificación, autorización, habilitación adosados al caso.
- Balizas destiladoras y fijas (Aéreas de trabajo y señalización de plumas en grúas).
- Cintas plásticas con rayas roja y blanca, indicadoras de peligro.
- Conos reflectivos encauzadores.
- Cercas o vallas.
- Alarmas acústicas y sonoras en equipos pesados.
- Megáfonos.
- Carteleras.

Clasificación según su contenido:

Señalización institucional: Comprenderá la señalización de almacenes, estacionamientos, servicio médico, áreas destinadas a accesos, etc.

Señalización preventiva y de riesgo: Indicarán trabajos en altura, demoliciones, áreas restringidas, cargas suspendidas, equipos operando, equipos e instalaciones energizadas, pasarelas cortadas, etc.

Señalización para lograr cambios de hábitos y obtener actitudes seguras: Estarán orientados a mantener permanentemente vigente los mensajes preventivos y de concientización para el personal. Ej.: utilización de elementos de protección personal, mantenimiento del orden y la limpieza, política de seguridad, objetivos alcanzados, etc.

Señalización de elementos para emergencias: Indicarán la ubicación de extinguidores de incendios, camillas para traslado de accidentes, etc.

Divulgación de actividades relevantes:

Indicarán las actividades relevantes a desarrollar diariamente. Ej.: voladuras, maniobras especiales, prueba de equipos, etc.

Leyendas

I. Carteles de prohibición y peligro

- Leyenda (ejemplos):
- Peligro, cargas suspendidas.
- Peligro, cargas explosivas.
- Peligro, inflamable.
- Peligro, equipo energizado.
- Peligro, demolición con cargas explosivas.
- Peligro, no fumar.
- Peligro, alta tensión.
- Prohibido estacionar.
- Peligro, equipo en prueba.
- Peligro, área restringida.
- Peligre, radiaciones.
- Peligro, trabajos en altura.

II. Carteles de atención y precaución

- Leyenda (ejemplos):
- Atención, personal trabajando en altura.
- Atención, grúa pluma operando.
- Precaución, circule a paso de hombre. Equipos operando.
- Atención, entrada y salida de equipos y personal.

III. Carteles institucionales

- Leyenda (ejemplos):
- Sanitarios.
- Área de comedor.
- Sistemas.
- Bodega herramientas.

- Servicio médico.
- Depósito de gases comprimidos.
- Reservado ambulancia.
- Elementos para emergencias.

IV. Carteles de concientización

- Leyenda (ejemplos):
- La seguridad es responsabilidad de todos.
- Mantengamos el orden y la limpieza.
- Mantengamos las áreas de circulación libre de obstáculos.
- Utilicemos permanentemente los elementos de protección personal.
- Asumamos actitudes seguras en todas circunstancias

7.8 Revisión periódica de equipos, máquinas y herramientas eléctrica

Objetivo

Garantizar a los usuarios de herramientas eléctricas el control y revisión periódica de los equipos a efectos de eliminar condiciones inseguras.

Alcance

Todos los equipos y herramientas eléctricas utilizables en el Proyecto.

Responsabilidades

- De los operarios: Control de los equipos, máquinas y herramientas previa utilización. Solicitar a mantenimiento a través de la supervisión, la revisión de las mismas.
- Del encargado del grupo: Asegurar y controlar el cumplimento de este procedimiento.
- Del almacén: Realizar registro de herramientas y equipos a cargo del personal de la obra, efectuar seguimientos de los mismos y mantener actualizada dicha información, remitiéndola a Mantenimiento eléctrico.
- Del taller de maquinaria: Solicitar mensualmente la revisión de los equipos fijos del taller.
- Del departamento de seguridad industrial: Administrar la adecuada utilización de este procedimiento y efectuar controles periódicos sobre su aplicación.

Procedimientos generales

I. Toda herramienta/equipo deberá ser revisada en forma semanal.
II. La periodicidad de dicha revisión dependerá de las exigencias en obra a la que esté sometido el equipo/herramienta.
III. Las herramientas manuales serán llevadas por los almacenistas a mantenimiento eléctrico para su revisión.

IV. Para el control de tableros eléctricos de distribución, instalaciones transitorias de Iluminación, electrosoldaduras, etc. que se encuentren en obra, el personal de mantenimiento eléctrico procederá de la siguiente manera:
   - Tomar conocimiento del procedimiento de trabajo vigente para la ejecución de dichas tareas.
   - Presentarse al supervisor/encargado usuario del equipo/máquina, quien le informará sobra los riesgos particulares del área, permiso u ordinativo de trabajo vigente, APR, medidas de control de riesgos.
   - Realizar, en base al punto anterior, el análisis de riesgo previo al inicio de los trabajos.

V. Efectuada la revisión, el mantenimiento eléctrico registrará dicha actividad en ficha individual.

VI. Se identificarán los equipos y herramientas revisadas con un adhesivo que indicará la fecha, el responsable de la revisión y el mes, de acuerdo con el color.

7.9 Elementos de protección personal por especialidad

Objetivo

Ordenar y determinar los elementos de protección personal necesarios, de acuerdo a las especialidades de la obra.

Alcance

Todo el personal; que desarrolla tareas en la obra.

Responsabilidades

- Del almacén: Suministrar al personal los elementos de protección personal especificados en el presente procedimiento. Administrar la entrega y recepción de los elementos en paquetes individuales.
- Del departamento de seguridad Industrial: Asegurar el cumplimiento en la utilización de los elementos de protección personal.
- De los operarios: Cumplir con la utilización de todos los elementos de protección personal provistos y especificados, solicitar el cambio por deterioro u otra particularidad que altere el seguro uso de este.

Procedimiento:

Se detalla a continuación elementos de protección personal a utilizar en la obra, según la especialidad de acuerdo con formato **F-SE-09 Matriz de EPP**.

7.10 Trabajos en espacios confinados

Objetivo

Establecer el procedimiento para ingresar y trabajar dentro de espacios considerados confinados.

Alcance

Todas las áreas que impliquen el ingreso y trabajos en espacios confinados.

Definiciones

- Espacio confinado: Cualquier espacio o área con un limitado medio de escape o egreso, el cual puede acumular contaminantes tóxicos, perjudiciales para la salud, inflamables, explosivos o tener una atmósfera con deficiencia de oxígeno.
  Los espacios confinados incluyen ductos de ventilación, alcantarillas, túneles, cañerías y espacios abiertos que tengan más de 1 o 2 metros de profundidad, tales como hoyos, tubos, contenedores, bóvedas y fosos de bombas.

Responsabilidades

- Del operario: Tomar conocimiento del presente procedimiento y cumplir con las condiciones allí contenidas.
- Del supervisor/encargado de cuadrilla: Asegurar el cumplimiento de este procedimiento e instruir al personal sobre su contenido, participar y solicitar autorización al personal del Departamento de seguridad industrial.
- Del departamento de seguridad industrial.: Autorizar el procedimiento elaborado por el ejecutante de los trabajos, auditar y controlar el cumplimiento de lo establecido en el mismo.

Procedimiento

Antes de iniciar los trabajos se debe solicitar el F-SE-03 **Permiso para Trabajo de Alto Riesgo** y **F-SE-02 Análisis Previo de Riesgos**.

Elementos de protección a utilizar.

Solicitar la participación y la autorización de Departamento de seguridad industrial.

Elaboración diaria del **F-SE-02 Análisis Previo de Riesgos**, considerando todo cambio de situación que obligará a la reelaboración del **F-SE-02 Análisis Previo de Riesgos** con sus nuevas medidas de seguridad a adoptar.

Tareas previas al ingreso al espacio considerado confinado:

I. Solicitar a Seguridad industrial, la realización de todos los controles y monitoreos relacionados con la atmósfera interior de la instalación definida como espacio confinado, documentando y registrando las mismas en el permiso de trabajo o en las habilitaciones diarias.
II. Revisar los elementos de acceso y egreso para la tarea.
III. Revisar todos los elementos previstos para las emergencias.
IV. Asegurarse que todo el personal haya comprendido y pueda realizar la tarea asignada y especificada en el procedimiento de trabajo, haya comprendido el nivel de riesgos y las medidas de seguridad que se adoptarán.
V. Revisar y asegurar el buen estado y funcionamiento de todos los elementos de protección personal.

VI. Revisar y asegurar el buen funcionamiento del instrumental a utilizar en el control y monitoreo durante las tareas, verificar la vigencia de la calibración.

Tareas dentro del espacio confinado:

I. Mantener el control y monitoreo de la situación asegurando la no modificación de lo establecido en el procedimiento específico y lo acordado en el permiso/ordinativo de trabajo y habilitaciones diarias.

7.11 Productos químicos

Objetivo

Establecer el procedimiento que permita controlar la adquisición y usos de productos químicos que puedan ser perjudiciales para la salud de los trabajadores o para el medio ambiente.

Alcance

Todos los elementos que produzcan contaminación con gases, vapores, humos, nieblas, polvos, fibras, aerosoles o emanaciones que puedan ser perjudiciales para el hombre y el medio ambiente. Ej.: solventes, desengrasantes, pinturas.

Responsabilidades

- Solicitante/usuario del producto: Tomar conciencia del presente procedimiento y cumplir con las condiciones allí contenidas.
- De servicios de compras: Tomar conocimiento del presente procedimiento y cumplir con las condiciones allí contenidas. Solicitar al proveedor, la ficha de seguridad del producto químico requerido.
- Del departamento de seguridad industrial: Efectuar controles periódicos sobre la aplicación del presente procedimiento, administrar el registro y documentación en el legajo técnico.
- Del residente de proyecto: Asegurar el cumplimiento de este procedimiento e instruir al personal sobra su contenido.
- Del operario: Tomar conocimiento del presente procedimiento y cumplir las condiciones allí contenidas.
- Del proveedor: Suministrar con cada producto químico la correspondiente ficha técnica de seguridad, de acuerdo con lo establecido en el punto.
- Del almacén: Verificar que el producto recibido sea provisto por el proveedor al presente depósito y almacenamiento.

Procedimiento de uso:

Registro y documentación:

Todos los productos o sustancias químicas que sean necesarios utilizar en obra estarán documentados en un legajo técnico que administrará el Departamento de seguridad industrial de cada obra.

Cada uno de los productos deberá contar con una ficha de seguridad cuya información básica será la siguiente:

I. Nombre comercial del producto.
II. Composición química.
III. Propiedades físico - químicas.
IV. Concentraciones máximas permisibles (CMP - Mg/m3).
V. Identificación de riesgos - toxicología.
VI. Elementos de protección personal.
VII. Procedimiento en caso de derrame.
VIII. Depósito, almacenamiento y transporte.
IX. Precaución especial.
X. Primeros auxilios.

Adquisición de productos químicos nuevos:

De generarse una necesidad en obra que requiera la compra de un nuevo producto, previa a su adquisición, se deberá solicitar al proveedor/fabricante la ficha de seguridad con los datos indicados en el punto.

Cumplido lo establecido en el punto anterior se informará a Departamento de seguridad industrial Sobre las características del producto y la aplicación/utilización que tendrá en la obra.

Acordada su compra y utilización, el departamento de seguridad industrial incorporará toda la información en el legajo técnico correspondiente.

Utilización de los productos

El personal asignado para la realización de las tareas deberá estar instruido y entrenado acerca de la naturaleza de los peligros involucrados, medidas preventivas que se deben adoptar, equipos de protección personal que se deben utilizar, equipos y medidas adoptadas para las emergencias.

El personal asignado no deberá presentar problemas médicos incompatibles para la realización de tareas con productos de las características contenidas en el presente procedimiento.

7.12 Evacuación de accidentados y enfermos graves

Objetivo

Establecer las pautas para efectuar la evacuación de emergencia de accidentados o enfermos graves.

Alcance

Todo el ámbito de la obra y todo el personal afectado a las obras de construcción y montaje de planta.

Responsabilidades

- Del Jefe de la obra: Asegurar el cumplimiento de este procedimiento
- Del departamento de seguridad industrial: Administrar la adecuada aplicación de este procedimiento e instruir convenientemente a los responsables de la ejecución del mismo.
- Todo el personal de la obra: Cumplir con las instrucciones de este procedimiento.

Procedimiento:

Accidentes menores o leves

Los accidentes menores o leves se trasladarán mediante un vehículo de obra

(camioneta/automóvil), al Servicio médico de la obra de prestaciones del IMSS.

Accidentes o enfermos graves

Se solicitará la concurrencia del Servicio médico de obra con ambulancia, derivándolo al centro de atención médica autorizado del IMSS.

8. Conclusiones

Este manual fue elaborado con el fin de satisfacer las necesidades en temas de seguridad y medio ambiente conforme a las normas oficiales aplicables y los cumplimientos de nuestros clientes. Entendiendo que un manual es efectivo y se consigue con el apoyo y el acoplamiento del factor humano y esto con la necesidad de crear un ambiente de trabajo seguro y estable en todos nuestros proyectos.

9. Control de los cambios del SGC.

Resguardo	Ubicación		Tiempo de retención	Rev.	Descripción Cambio	Fecha Actual
Electrónico	Electrónico (Documento)	Físico (Registro)				
Archivo Gral. Calidad OneDrive	SharePoint	NA	1 año	0	Alta	22-sep-23

[redacted]

[redacted]

MANUAL DE MEDIO AMBIENTE

PROCESO: (SA) SEGURIDAD Y AMBIENTAL		REVISIÓN: SEPTIEMBRE 2023
ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
[redacted]		

ÍNDICE

1. Objetivo....3
2. Aprobación, revisiones y distribución del Manual del SGC....3
3. Normas de referencia....3
4. Términos y definiciones....4
5. Desarrollo....5
5.1 Introducción....5
5.2 Registro y autorizaciones....6
5.3 Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental....6
5.4 Plan de Manejo de Residuos....7
5.5 Gestión de residuos....7
5.6 Manejo de suelo....10
5.7 Protección de flora y fauna....11
5.8 Vegetación forestal....12
5.9 Corredor biológico....13
5.10 Barreras de contención....13
5.11 Manejo de fauna....13
5.12 Control de emisiones a la atmósfera y ruido....14
5.13 Control de partículas suspendidas durante traslados....14
5.14 Control de partículas suspendidas en el sitio de proyecto....15
5.15 Quema de material....16
5.16 Control de ruido....16
5.17 Gestión del agua....16
5.18 Protección a cuerpos de agua....17
5.19 Desvío de un cauce....17
5.20 Uso eficiente....17
5.21 Protección al drenaje público y al subsuelo....18
6. Control de los cambios del SGC....18

1. Objetivo

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV establece en el presente Manual su objetivo que es describir los procesos que interactúan en el sistema de gestión ambiental con la planificación, construcción, operación y mantenimiento, así como abandono de sitio para lograr los resultados previstos con el cumplimiento de la Política Ambiental y la normatividad ambiental establecidos por las leyes ambientales de México.

Este Manual es aplicable a todo personal que labora en la empresa, así como los contratistas y proveedores que presten servicio a **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV.**

2. Aprobación, revisiones y distribución del Manual

El presente manual es aprobado por el Directos General.

El manual es revisado por el Gerente Administrativo.

La distribución del manual se realiza electrónicamente por medio del SharePoint, el cual lo realiza el Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

3. Normas de referencia

El presente manual tiene como referencia las siguientes normas:

I. **NOM-001-SEMARNAT**-vigente. - Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales

II. **NOM-002-SEMARNAT**-vigente. - Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal

III. **NOM-041-SEMARNAT**-vigente. - Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

IV. **NOM-043-SEMARNAT**-vigente. - Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

V. **NOM-044-SEMARNAT**-vigente.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para

unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores

VI. **NOM-045-SEMARNAT**-vigente. - Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan Diesel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

VII. **NOM-050-SEMARNAT**-vigente. - Niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible

VIII. **NOM-052-SEMARNAT**-vigente. - Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

IX. **NOM-053-SEMARNAT**-vigente. - Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

X. **NOM-054-SEMARNAT**-vigente. - Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL/93 (Antes NOMCRP-001-ECOL/1993).

XI. **NOM-059-SEMARNAT**-vigente. - 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.

XII. **NOM-081-SEMARNAT**-vigente. - Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

XIII. **NOM-113-SEMARNAT**-vigente. - Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.

XIV. **NOM-138- SEMARNAT/SS**-vigente. - Límites Máximos Permisibles de Hidrocarburos en Suelos y las Especificaciones para su Caracterización y Remediación

4. Términos y definiciones

- **ARP:** Análisis de Riesgo de Procesos.
- **Despalme:** Material resultante de la acción de retirar la capa edáfica o tierra fértil de la superficie de un terreno, mismo que es regularmente considerado como el horizonte superficial "A", con contenido de materia orgánica y se encuentra en espesores máximos de 0.60 metros.

- **EIA**: Evaluación de Impacto Ambiental
- **MIA**: Manifestación de Impacto Ambiental.
- **PMVA**: Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental.
- **SEMARNAT**: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- **SEMADET**: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Jalisco.
- **RSU:** Residuo solido urbano.
- **EROSION**: Proceso en que se va perdiendo la capa superficial del suelo, que proporciona a las plantas la mayoría de los nutrientes y el agua que necesitan.

5. Desarrollo

5.1 Introducción

La implementación de políticas y programas de medio ambiente dentro de la empresa **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV** es parte fundamental para planeación, construcción y finalización de sus trabajos.

Los proyectos constructivos pueden producir afectaciones o impactos negativos en el entorno inmediato. Asimismo, la suma o acumulación de ellos puede llegar a tener un alcance mucho más amplio, pudiendo incluso generar efectos sinérgicos e influir en otros espacios y tiempos. Por lo anterior resulta primordial establecer e informar acerca de los lineamientos ambientales aplicables a su etapa constructiva, con el fin de prevenir, minimizar, mitigar y/o compensar sus impactos sobre el ambiente.

El objetivo del presente Manual de medio ambiente en la Construcción es brindar información clara y concisa a todos los clientes de **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES SA DE CV.**

Los lineamientos que se establecen en este Manual se basan en lo dispuesto en la normatividad ambiental mexicana vigente.

Es importante señalar que si bien en el presente Manual se presentan medidas ambientales recomendadas de forma general para proyectos constructivos, existen proyectos en los que se requerirá de la implementación de medidas adicionales, específicas en espacio, tiempo y características, que dependerán y emanarán, entre otros, de los estudios y procedimientos de

evaluación en materia de impacto ambiental que se realicen para cada caso en particular, así como de los dictámenes que a su efecto emitan las autoridades competentes.

5.2 Registro y autorizaciones

Para la ejecución de un proyecto de construcción, público o privado, es necesario cumplir con ciertos requisitos para así obtener los permisos correspondientes.

En este apartado se mencionan algunos de los permisos básicos que requieren para poder iniciar con las actividades planeadas.

Dictamen de impacto ambiental. Previo al inicio de cualquier etapa constructiva del proyecto, el promovente deberá contar con el dictamen en materia de impacto ambiental, emitido por la autoridad competente en materia de evaluación de impacto ambiental (ver Figura 1), según el tipo de proyecto de que se trata y con base en lo dispuesto en la normatividad ambiental vigente.

FEDERAL	•Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
ESTATAL	•Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET)
MUNICIPAL	•Dirección de Medio Ambiente o Ecología del Ayuntamiento Constitucional correspondiente.

Figura 1

5.3 Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental

El dictamen de impacto ambiental indicará si el proyecto deberá contar con un Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental (PMVA), para dar seguimiento a la implementación de las medidas de mitigación y de lo dispuesto en el dictamen mismo.

En caso de requerirse, el PMVA deberá ser ejecutado por un residente y/o supervisor ambiental de tiempo completo y que cuente con la experiencia y autoridad necesaria para instruir a la empresa constructora en la implementación de las medidas ambientales requeridas, así como supervisar:

1. Que las actividades se realicen como fueron manifestadas
2. Que se dé un manejo adecuado de los residuos generados, y
3. Que se lleve un control de evidencias sobre los avances que tengan lugar mediante fotografías, registros, bitácoras y documentación que sustente la implementación y ejecución de las medidas propuestas.

De igual manera, el supervisor ambiental contará con una bitácora de eventos no programados, en el cual se registrará la fecha, lugar, incidente, medida correctiva implementada para su control y mitigación, y propuesta para evitar que vuelva a presentarse un evento del mismo tipo y

observaciones; esta bitácora deberá llenarse correcta y detalladamente para prevenir la incidencia de eventos no programados. Dependiendo del tipo de proyecto, los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de los términos del dictamen de impacto ambiental serán ejecutados por la PROFEPA y/o la dependencia municipal correspondiente.

Informe Técnico. De igual forma, el dictamen de impacto ambiental indicará si el promovente deberá presentar informes técnicos, donde la periodicidad será establecida por la autoridad competente, a efecto de evidenciar el cumplimiento de las medidas de mitigación y de lo dispuesto en el dictamen. Los informes deben contener por lo menos la siguiente información:

- Datos del proyecto (nombre, ubicación, superficie, datos de autorización, calendario de entregas).
- Datos del promovente (nombre, datos de contacto, cargo, representante legal).
- Responsable de la elaboración del informe técnico (nombre, datos de contacto, datos de los participantes en la elaboración).
- Complimiento de medidas de mitigación.
- Cumplimiento de condicionante.

NOTA: El plan de manejo ambienta aplica para las siguientes fases: Preparación del sitio, Construcción, Operación, Mantenimiento y Abandono de sitio.

5.4 Plan de Manejo de Residuos

Para proyectos en los cuales se prevea la generación de más de 10 toneladas de residuos de manejo especial (Generador Tipo A), será de carácter obligatorio presentar ante la SEMADET un Plan de Manejo de Residuos, con el fin de prevenir la generación, incentivar la revalorización, facilitar el reciclaje y disminuir costos de manejo de residuos. Si se prevé la generación de menos de 10 toneladas (Generador Tipo B o C), será necesario presentar ante SEMADET un documento que describa las estrategias a seguir para una adecuada gestión de residuos durante todas las etapas constructivas del proyecto.

5.5 Gestión de residuos

Durante la ejecución de un proyecto constructivo pueden generarse diferentes tipos de residuos, que van desde residuos peligrosos y escombros, hasta envolturas de los productos alimenticios que consumen los trabajadores.

Los tres tipos de residuos principales en una obra son: residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos y residuos de manejo especial. Éstos últimos están compuestos principalmente por residuos de la construcción.

- **Residuos sólidos urbanos (RSU).**

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son aquellos que en proyectos constructivos se generan principalmente por los trabajadores y poseen las características de los residuos domésticos. Los RSU están regulados por la NAE-SEMADES-007/2008, que establece los criterios y

especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y valorización de los residuos en el Estado de Jalisco.

- **Separación de RSU.**

Establecer contenedores de residuos sólidos urbanos en sitios estratégicos de la obra para mantener el área libre de residuos. Etiquetar los contenedores con las leyendas adecuadas para su separación primaria: orgánicos, inorgánicos y sanitarios:



Para la clasificación de residuos, se enlista a continuación, el tipo de residuos de acuerdo la separación primaria:

Residuos Orgánicos
- ⇒ Restos de comida
- ⇒ Cáscaras de frutas, verduras y hortalizas
- ⇒ Cascarón de huevo
- ⇒ Pelo
- ⇒ Restos de café y té
- ⇒ Filtros de café y té
- ⇒ Pan
- ⇒ Tortillas
- ⇒ Bagazo de frutas
- ⇒ Productos lácteos
- ⇒ Servilletas
- ⇒ Residuos de jardín: pasto, ramas
- ⇒ Tierra, polvo
- ⇒ Ceniza y aserrín
- ⇒ Huesos y productos cárnicos

Residuos Inorgánicos
- ⇒ Papel
- ⇒ Periódico
- ⇒ Cartón
- ⇒ Plásticos
- ⇒ Vidrio
- ⇒ Metales
- ⇒ Textiles
- ⇒ Maderas procesadas
- ⇒ Envases de multicapas
- ⇒ Bolsas de frituras
- ⇒ Utensilios de cocina
- ⇒ Cerámica
- ⇒ Juguetes
- ⇒ Calzado
- ⇒ Cuero
- ⇒ Radiografías
- ⇒ CD´s y cartuchos para impresora y copiadora

Residuos sanitarios
- ⇒ Papel sanitario
- ⇒ Pañales desechables
- ⇒ Toallas sanitarias
- ⇒ Material de curación
- ⇒ Pañuelos desechables
- ⇒ Rastrillos y cartuchos de rasurar
- ⇒ Preservativos
- ⇒ Excretas de animales
- ⇒ Colillas de cigarro
- ⇒ Fibras para aseo
- ⇒ **Residuos peligrosos domésticos**, entre ellos: Jeringas y agujas desechables, medicamentos caducos, entre otros **(Ver punto 5.4. Tabla 9)**

- **Almacenamiento de RSU**

Asignar y habilitar un lugar de acondicionado para el almacenamiento de RSU desde la planeación del proyecto. Almacenar los residuos separados, etiquetados y señalizados, en espacios donde se limite su dispersión. Es importante mencionar que, si se establecen lineamientos para la separación secundaria de residuos como metales, plásticos, madera y otros, estos pueden ser vendidos o recolectados de forma gratuita dado su alto potencial de reciclaje. Para la delimitación de áreas

para los diferentes residuos, pueden emplearse materiales como mallas fluorescentes, contenedores y/o recipientes, en los cuales se señalen el tipo de residuos que serán almacenados temporalmente con potencial de ser valorizados como:

METALES	Aluminio	Latas de refrescos, cerveza, jugos, té
	Cobre	Cables de instalaciones eléctricas, tubos, llaves de tuberías
	Fierros varios y chatarra	Cazuelas, cacerolas, ganchos, estructuras metálicas, llaves, herramienta, alambres, alfileres, grapas, mallas, cadenas, corcholatas
	Latón o lámina	Latas de alimentos y bebidas (elotes, champiñones, chiles jalapeños, salsas, jugos, atún, verduras, sopa, sardina), suplementos alimenticios.
PLASTICOS	Polietileno de tereftalato	PET
	Polietileno de alta densidad	PEAD
	Policloruro de Vinilo	PVC
	Polietileno de baja densidad	PEBD
	Polipropileno	PP
VIDRIO	Vidrio Transparente	Envases vacíos de mermelada, mayonesa, café, alimento para bebés, refrescos, cerveza, vinos. Vasos, platos, cristalería, bases para lámparas, vidrios planos, cubiertas para mesas, ventanas
	Vidrio de color: verde, ámbar, azul, rojo	Envases vacíos de cervezas, botellas de vino, alimentos, aceites y bebidas. Vasos, platos, cristalería, bases para lámparas, vidrios planos, cubiertas para mesas

- **Residuos peligrosos (RP)**

Los residuos peligrosos (RP) son aquellos que cuentan con características Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Inflamables, Tóxicas y Biológico-infecciosas (CRETIB), por lo que en los proyectos constructivos resulta importante su identificación y correcto manejo. Para ello es indispensable consultar la norma NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

- **Separación de RP**

Dentro de una obra de construcción se generan principal, pero no limitativamente, los siguientes RP, clasificados en 4 principales tipos:

Pinturas	Pinturas, hidrofugantes, barnices, solventes y pegamentos (incluye sobrantes, envases vacíos y herramientas impregnadas con estas sustancias).
	Productos de decapado de pinturas.
	Pinturas a base de plomo.
Electrónicos y eléctricos	Lámparas fluorescentes.
	Focos incandescentes.
	Equipos de aire acondicionado, por sus materiales aislantes y refrigerantes.
Químicos	Detergentes básicos o ácidos de limpieza de fachadas.
	Restos de adhesivos (cola, resinas, etc.).
	Aceites.
Elementos de construcción	Madera tratada con conservantes (incluye recortes y restos del producto).
	Productos que contienen asbestos.
	Suelos contaminados con hidrocarburos.
	Tuberías de plomo.
	Materiales a prueba de humedad.
	Asfalto.
	Residuos que puedan quedar después de un incendio.

NOTA: Este procedimiento aplica para las fases de (Preparación del sitio, Construcción, Operación, Mantto. Y abandono de sitio.

5.6 Manejo de suelo

A continuación, se enuncian algunas de las medidas ambientales consideradas como buenas prácticas para el manejo de suelo en un proyecto constructivo, mismas que tienen la finalidad de conservar uno de los recursos no renovables que típicamente se impactan en una obra.

- **Despalme**

Para la protección del suelo, se deberá extraer y almacenar temporalmente el material conocido como despalme o parte superficial del suelo, mismo que cuenta con un color obscuro en general y contiene restos de materiales vegetales en descomposición. Su espesor varía entre 20 cm y 100 cm. Se debe proteger el material almacenado mediante el uso de lonas o en un lugar cerrado para evitar su dispersión y contaminación, cuando se contemple su uso y aprovechamiento para el proyecto paisajístico de la obra. Cuando se contemple el aprovechamiento del material de despalme fuera de los límites del proyecto, los vehículos que transporten el material deberán cubrirlo en su totalidad con una lona de manera que se evite la dispersión del material durante su trayecto al sitio donde será aprovechado.

Deberá comprobarse la correcta disposición del material en donde se pretenda realizar su aprovechamiento; esto incluye evidencia fotográfica de su disposición, manifiesto o comprobante de la disposición y/o carta de la persona física o moral que recibe el material para su aprovechamiento, indicando volumen, fecha y lugar donde fue empleado.

NOTA: Este procedimiento aplica para la fase de Preparación de terreno.

- **Control de erosión**

Tomar precauciones para el control de escorrentías y la erosión del suelo durante las actividades de construcción, ya sea por medio de barreras perimetrales y/o canaletas que cuenten con superficie impermeable y eviten el arrastre de material. De ser necesario, deberán realizarse obras de conservación de suelos, como presas filtrantes sobre escorrentías, bordos de material muerto acomodado a curva de nivel para captación de sedimentos, u otras obras que garanticen que no se generará un proceso erosivo que provoque la pérdida y el arrastre del suelo.

- **Caminos de acceso**

Contar con caminos de acceso lo suficientemente amplios para facilitar la maniobra de vehículos y maquinaria, procurando la menor afectación posible sobre el paisaje, lo cual deberá estar descrito en su estudio de impacto ambiental. Asegurar el mantenimiento oportuno de los caminos de terracería que sean utilizados para el acceso al sitio. Asimismo, en los casos necesarios, llevar a cabo la aplicación de riegos para el humedecimiento de dichos caminos, con el fin de evitar la degradación de los caminos, asegurar las condiciones de uso a terceros y evitar la emisión de partículas a la atmósfera. El riego para la humidificación del suelo deberá ser por lo menos dos veces al día, el primero riego tendrá lugar antes de iniciar actividades, incluyendo el traslado de vehículos y/o maquinarias, el segundo riego será 5 cinco horas después de haber realizado el primer riego.

Si el proyecto contempla el trabajo y ejecución de actividades durante la noche, deberá realizarse un tercer riego aproximadamente a las 23 horas del día, estos riegos se llevarán a cabo cuando no sea temporada de lluvias. Durante la temporada de lluvias, los riegos se realizarán sólo cuando sea necesario y se presente escases de lluvia durante el día y/o la semana.

Impacto: Fugas o derrames de combustible

Medida de mitigación: Se deberá mantener en buen estado funcional y operacional la maquinaria y equipos a utilizar, mediante un adecuado mantenimiento durante las diversas etapas del proyecto. El mantenimiento deberá llevarse a cabo en los talleres autorizados directamente en la ciudad de La Paz; no se permitirá que se realice mantenimiento dentro del predio salvo el indispensable para trasladar la maquinaria hacia esos sitios. Esto con la finalidad de evitar la contaminación al suelo natural.

NOTA: Este procedimiento aplica para las fases de: Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.

5.7 Protección de flora y fauna

Muchos de los proyectos constructivos que se llevan a cabo en el interior del Estado requieren de la intervención de recursos naturales, mismos que deberán ser manejados conforme a los términos establecidos en el dictamen de impacto ambiental. Sin embargo, en el presente apartado se

mencionan algunas de las medidas más comunes para la intervención de los elementos naturales presentes en obra.

5.8 Vegetación forestal

Se deberá delimitar claramente el área dentro del proyecto donde se realizará el retiro de material vegetal, como pastizales, arbustos, vegetación secundaria, etc., ya sea acordonando el área y/o marcando con cal sobre el suelo, pudiéndose apoyar también con elementos visuales (estacas, postes, mojoneras, banderines, etc.) para indicar los límites de la zona a desmontar. Cuando se trate del derribo o retiro de individuos arbóreos, estos deberán ser marcados con cinta plástica en el tronco que permita su visualización e identificación de manera clara para ser derribados. Deberá asignarse un área dentro de los límites del proyecto para la acumulación y manejo de los residuos vegetales, permitiendo su descomposición; tal actividad deberá tener las características y operación de un compostaje para el adecuado manejo de estos residuos.

Cualquier proyecto constructivo que contemple la remoción de vegetación forestal debe contar con la autorización previa en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) emitida por la SEMARNAT, o el permiso que la SEMARNAT determine, conforme a los lineamientos establecidos en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento.

Está **prohibido** el derribo, poda y/o disposición final de la vegetación forestal sin una autorización que regule el adecuado manejo. El derribo de individuos arbóreos será progresivo, conforme al avance de las actividades del proyecto, evitando derribar en su totalidad los individuos arbóreos contemplados para el proyecto cuando por el alcance de las actividades a realizar no resulte necesario su derribo. Los individuos arbóreos serán marcados con cinta plástica para su previa identificación. Está **prohibido** realizar actividades de poda y/o corte de los individuos arbóreos fuera de los límites del proyecto.

Cuando se contemple la conservación de individuos arbóreos dentro del proyecto, no deberán ser afectados en su sistema radicular; esto incluye su exposición a la intemperie, reducción y/o corte de dicho sistema. Cuando resulte meramente necesario para la ejecución de alguna actividad y/o fase del proyecto la reducción del sistema radicular de un individuo arbóreo, se deberá construir alrededor de éste un cajete, pudiendo aprovechar rocas para su construcción, y el empleo de material vegetal para la cubierta del sistema radicular; y cuando las condiciones lo ameriten, se aplicará enraizado para impulsar el crecimiento radicular del individuo arbóreo; a su vez, deberá realizarse la poda del follaje y ramaje al diámetro del sistema radicular, permitiendo al individuo arbóreo contar con la capacidad para abastecer y suministrar los nutrientes necesarios para su adecuado crecimiento.

NOTA: Este procedimiento aplica para las fases de: Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.

5.9 Corredor biológico

Durante la planeación del proyecto, se deberá analizar y definir la posible presencia de corredores biológicos establecidos en la zona, y en su caso, diseñar e implementar medidas encaminadas a no fragmentarlos o interrumpirlos; como por ejemplo, mediante el establecimiento de pasos de fauna. La caracterización de corredores biológicos, la interacción e influencia que ejercerá el proyecto sobre ellos, y las medidas de prevención y mitigación a ejecutar, deben quedar establecidas desde su estudio de impacto ambiental.

5.10 Barreras de contención

En caso de ser necesario se deberán establecer barreras de contención, considerando un área de amortiguamiento para la obra dependiendo de su magnitud.

5.11 Manejo de fauna

Durante las etapas constructivas del proyecto, deberá contar con personal especializado en el manejo para el rescate y reubicación de la fauna que se encuentre en el sitio y áreas circundantes, a zonas en las que se garanticen su preservación. Asimismo, se deberá implementar un programa de monitoreo de dicha actividad con el fin de evaluar su eficacia. El derribo paulatino de especies arbóreas conforme al avance de las fases o actividades del proyecto permitirá la movilización de la fauna para su reubicación, por lo que se debe evitar realizarlo de manera invasiva y espontánea, previniendo un daño mayor para la fauna. Deberán seguirse las técnicas de captura que mejor se adapten al entorno para el rescate, como recolección de nidos, aplicación de trampas y/o capturas manuales, aplicando técnicas apropiadas para cada tipo de especie rescatada. Deberán delimitarse las áreas de trabajo autorizadas para el personal que labora en el proyecto, así como los espacios y áreas para que los vehículos y maquinarias puedan maniobrar y/o pernoctar, quedando estrictamente prohibido invadir zonas por fuera de los límites del área destinada al proyecto.

Deberá realizarse la instalación de señalamientos y alertas alusivos a la presencia de fauna silvestre, y prohibido el paso, colocándolos en los linderos del proyecto.











Deberán impartirse al personal que labora dentro del proyecto pláticas para la sensibilización y establecimiento de protocolos para la protección de la fauna que vive alrededor de los límites del proyecto y que eventualmente podría entrar al mismo, qué hacer y a quién acudir para el manejo adecuado de las especies que pudieran encontrarse dentro de los límites del proyecto, y la influencia de su trabajo hacia la fauna alrededor.

5.12 Control de emisiones a la atmósfera y ruido

Durante la ejecución de una obra, se producen afectaciones a la atmósfera por medio de la liberación de partículas y de generación de ruido. Estos dos agentes de contaminación pueden ser controlables y prevenirse mediante la implementación de las siguientes recomendaciones.

Afinación de maquinaria y verificación de vehículos.

Mantener debidamente afinada la maquinaria de construcción, atendiendo lo dispuesto en las normas oficiales mexicanas de regulación de emisiones a la atmósfera

- **NOM-041-SEMARNAT-2015**
- **NOM-045-SEMARNAT-2017**

Afinar y verificar los vehículos conforme a lo dispuesto en el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria "Control de Emisiones" y contar con los certificados y hologramas de verificación correspondientes.

Deberá de verificarse las condiciones físicas de los depósitos donde se almacenan combustibles, aceites, y/o líquidos que son empleados para el funcionamiento de maquinarias y/o vehículos, asegurando se encuentren en buenas condiciones para tal actividad; dicha revisión se hará por lo menos una vez al mes.

5.13 Control de partículas suspendidas durante traslados

Atender las siguientes indicaciones para evitar la dispersión de partículas suspendidas (polvos) durante el transporte de material de construcción o escombro:

1. Evitar que el material supere el volumen de capacidad máxima de la caja del vehículo de transporte (excedente o copete).
2. Evitar el derrame de material durante su transporte entre sitios. En caso de que el material se encuentre húmedo por cualquier circunstancia, el vehículo de transporte deberá contar

con mecanismos para evitar el derrame de lodos durante su traslado, tales como sellos temporales de poliuretano, neopreno o similares.

3. Humedecer y asear el interior de la caja de los vehículos de transporte una vez que hayan finalizado su recorrido y descargado el material que transportaba, con el fin de evitar la emisión de partículas a la atmósfera o el derrame de residuos durante recorridos posteriores. El lavado de los vehículos y/o maquinarias deberá realizarse sobre una losa de concreto y/o en una superficie impermeable que cuente con sistemas o funciones que permita la canalización, conducción, control y contención de las aguas residuales procedentes del lavado de vehículos. Para tal efecto, la losa deberá contar con canales en su periferia y estos deberán desaguar en un recipiente que permita la contención del volumen empleado para el lavado de maquinaria y/o vehículo. La losa de concreto deberá contener, además, un dique de baja altura en sus periferias, que evite el desbordamiento de las aguas residuales cuando así pueda presentarse.
4. Garantizar la cobertura total de la carga de los vehículos de transporte por medio de lonas, costales húmedos u otros mecanismos y/o dispositivos con el fin de evitar la emisión de partículas a la atmósfera en el trayecto que recorran.



5.14 Control de partículas suspendidas en el sitio de proyecto

Se deberán atender las siguientes indicaciones para evitar la dispersión de partículas suspendidas (polvos) en el sitio del proyecto:

1. Establecer barreras físicas como redes o árboles alrededor del sitio, así como mantener húmedas las superficies de rodamiento mediante riegos, con el fin de evitar el levantamiento excesivo de polvos.
2. Implementar las medidas técnicas necesarias para evitar o disminuir al máximo la emisión de partículas a la atmósfera en el sitio del proyecto, incluyendo las áreas de rodamiento vehicular interiores y exteriores, tales como recubrimientos y humidificación homogénea que evite la formación de encharcamientos.

NOTA: Este procedimiento aplica para las fases de: Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.

5.15 Quema de material

Queda prohibida cualquier actividad relacionada con la quema o incineración de materiales y/o residuos en cualquiera de sus estados, sólidos, líquidos o gaseosos. Solo se permitirá el uso y quema de combustibles o hidrocarburos necesarios para el desarrollo de actividades dentro del proyecto.

5.16 Control de ruido

Realizar un análisis de la generación de ruido en el sitio de proyecto y su área de influencia, y asegurarse de encontrarse dentro de los límites máximos permisibles. Para tal efecto consultar y apegarse a lo establecido en los Reglamentos del Ayuntamiento correspondiente.

Los niveles máximos permisibles de emisión de ruido serán de 68 dB cuando el proyecto se encuentre dentro de una ciudad o asentamiento humano. Cuando se ejecuten las etapas de un proyecto fuera de los límites de una ciudad o asentamiento humano, el máximo permisible será de 65 dB. La medición de la emisión de ruido proveniente de fuentes fijas y/o fuentes móviles, el equipo empleado para dicha medición constara:

1. Un sonómetro de precisión.
2. Un calibrador piezoeléctrico o pistó fono específico al sonómetro empleado.
3. Un impresor gráfico de papel o un registrador de cinta magnética.

El análisis de generación de ruido por fuentes móviles deberá realizarse por un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación A.C.

Se recomienda establecer horarios determinados para llevar a cabo las actividades constructivas, los cuales se sugieren sean entre 8:00 y 18:00 horas, así como informar a la población que se pueda ver directamente afectada. Si se requiere la operación de maquinaria en horarios nocturnos, informar a la población circundante acerca de los periodos de operación y la intensidad del ruido que se generará. Para mitigar el ruido generado durante la operación de la obra, pueden aplicarse pantallas acústicas, sean naturales o artificiales, que limitan la propagación del ruido. Asegurar que los vehículos y maquinaria utilizada cuenten con silenciadores y estén libres de accesorios extras que puedan generar ruido (bocinas, mofles en mal estado, etc.).

5.17 Gestión del agua

El uso de agua dentro de una obra de construcción es indispensable, y al recordar que es un recurso sumamente valioso, se debe asegurar su protección y buena gestión. El uso racional y responsable de agua para ejecutar las actividades que comprende el proyecto será responsabilidad del promovente, así como realizar los estudios, análisis y/o acciones para conocer las propiedades y características del área del proyecto donde se encuentra, como lo es la profundidad a la cual se

encuentran los mantos acuíferos o espejos de agua subterráneos, la(s) distancia(s) más cercana(s) a el(los) río(s), cauce(s), escurrimiento(s) perenne(s) e intermitente(s) a su proyecto.

5.18 Protección a cuerpos de agua

Si se encuentra un cuerpo de agua natural en el sitio del proyecto, mantener limpio tanto el cuerpo de agua en sí, como sus alrededores; esto es, libre de residuos, escombro, material de construcción, etc. Asimismo, evitar cualquier tipo de actividad cerca del mismo. Señalizar en diferentes puntos a lo largo y ancho del cuerpo de agua su presencia, para su previa identificación y ubicación. A su vez, queda prohibido el uso de cuerpos de agua para lavado y/o aseo de cualquier objeto, material, persona, maquinaria, equipo y/o vehículo. Queda **prohibido** verter, tirar, arrojar cualquier material, residuo o sustancia liquida y/o sólida al cuerpo de agua.





Se recomienda consultar a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para solicitar recomendaciones y buenas prácticas sobre la prevención de la contaminación de los cuerpos de agua, a fin de implementar o ejecutar medidas y acciones que garanticen que no habrá afectaciones a cuerpos de agua próximos al área del proyecto, dentro de un radio de 500 metros.

5.19 Desvío de un cauce

En caso de ser necesario desviar o redireccionar temporalmente algún cauce superficial, ya sea por las mismas obras constructivas del proyecto o para prevenir su contaminación, se deberá solicitar y obtener la autorización correspondiente a la CONAGUA. Finalizadas las actividades de construcción, se debe restablecer el escenario natural del cauce y cumplir con lo dispuesto por dicha autoridad. Las maniobras para el desvío del cauce, así como las correspondientes medidas preventivas y de mitigación que se aplicarán, deben estar consideradas desde el estudio de impacto ambiental.

5.20 Uso eficiente

Para un uso eficiente del recurso, en las actividades y procesos constructivos que no requieran el uso de agua potable se deberá utilizar agua tratada que cumpla con los criterios establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997. Asimismo, se deberá prevenir la contaminación de agua potable y reducir su consumo fomentando la recirculación y reutilización. Se recomienda el reúso de agua para el lavado de equipos, maquinarias y herramientas; y cuando sea posible y la calidad del agua lo permita, su uso para la preparación de concreto utilizado en la construcción.

Se instalarán sanitarios portátiles para evitar la defecación al aire libre de los trabajadores y con ello evitar la contaminación del agua por coliformes fecales, los cuales pueden ocasionar enfermedades a la población en general.

5.21 Protección al drenaje público y al subsuelo

El agua residual de las obras de construcción contiene sustancias y sólidos suspendidos que pueden resultar perjudiciales para la infraestructura de drenaje. Por lo anterior se recomienda recolectar las aguas dependiendo el uso que se le dio y las sustancias que contenga. Para evitar problemas de obstrucción del drenaje municipal, implementar trampas que eviten el arrastre de material sólido. En caso de existir coladeras y bocas de tormenta cercanas al sitio del proyecto, protegerlas para evitar ser obstruidas y limpiarlas periódicamente. No podrá emplearse el agua residual para el riego de caminos, áreas verdes y/o superficies de suelo desnudo; es importante su adecuado y correcto manejo para evitar la contaminación de aguas subterráneas, así como del suelo y subsuelo.

6. Control de los cambios del SGC.

Resguardo	Ubicación		Tiempo de retención	Rev.	Descripción Cambio	Fecha Actual
Electrónico	Electrónico (Documento)	Físico (Registro)				
Archivo Gral. Calidad OneDrive	SharePoint	NA	1 año	0	Alta	22-sep-23

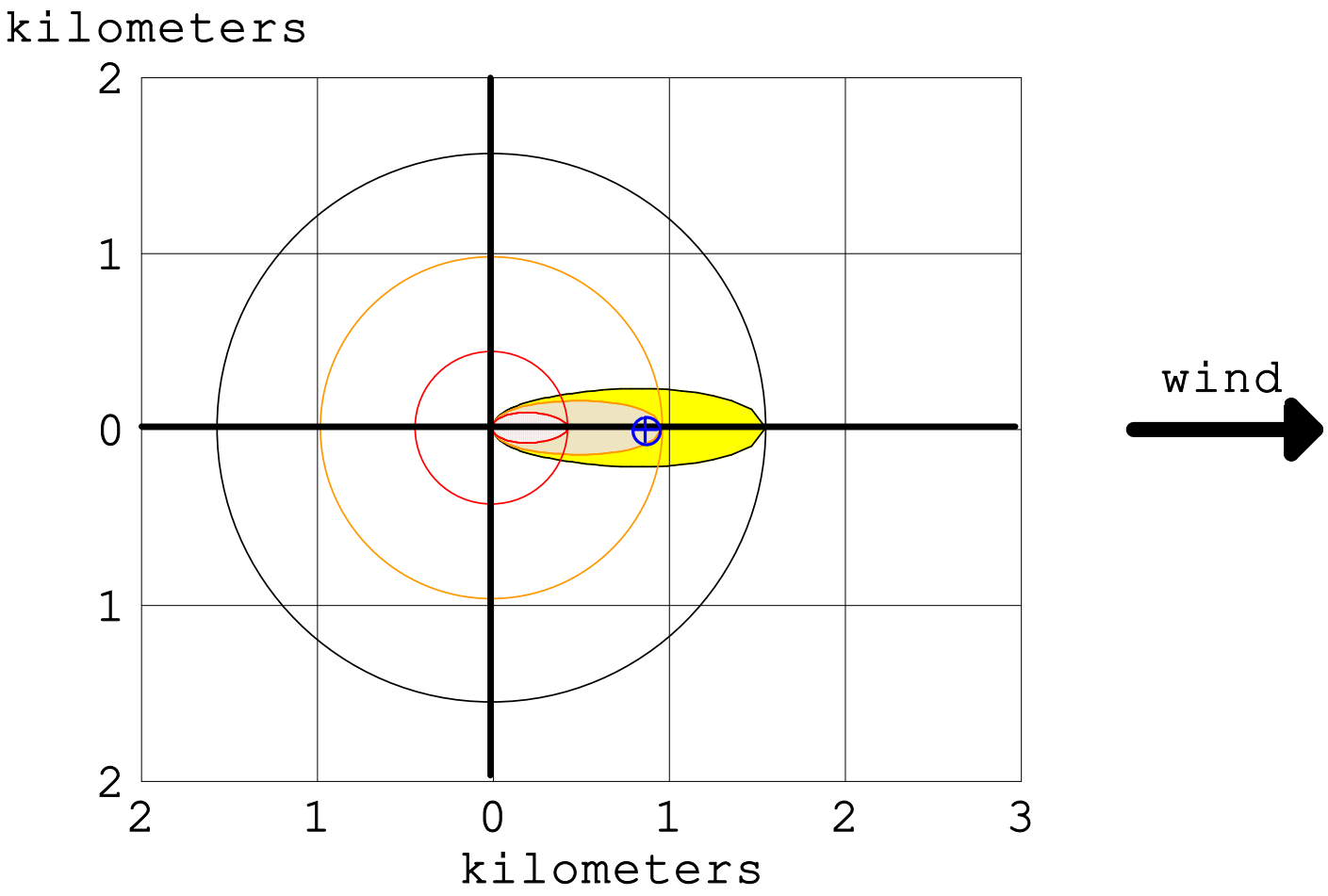
[redacted]

Time: December 22, 2023 1414 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: CHLORINE

Wind: 1.15 meters/second from W at 10 meters

THREAT ZONE:
Model Run: Heavy Gas
Red : 432 meters --- (20 ppm = AEGL-3 [60 min])
Orange: 969 meters --- (2 ppm = AEGL-2 [60 min])
Yellow: 1.6 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1 [60 min])

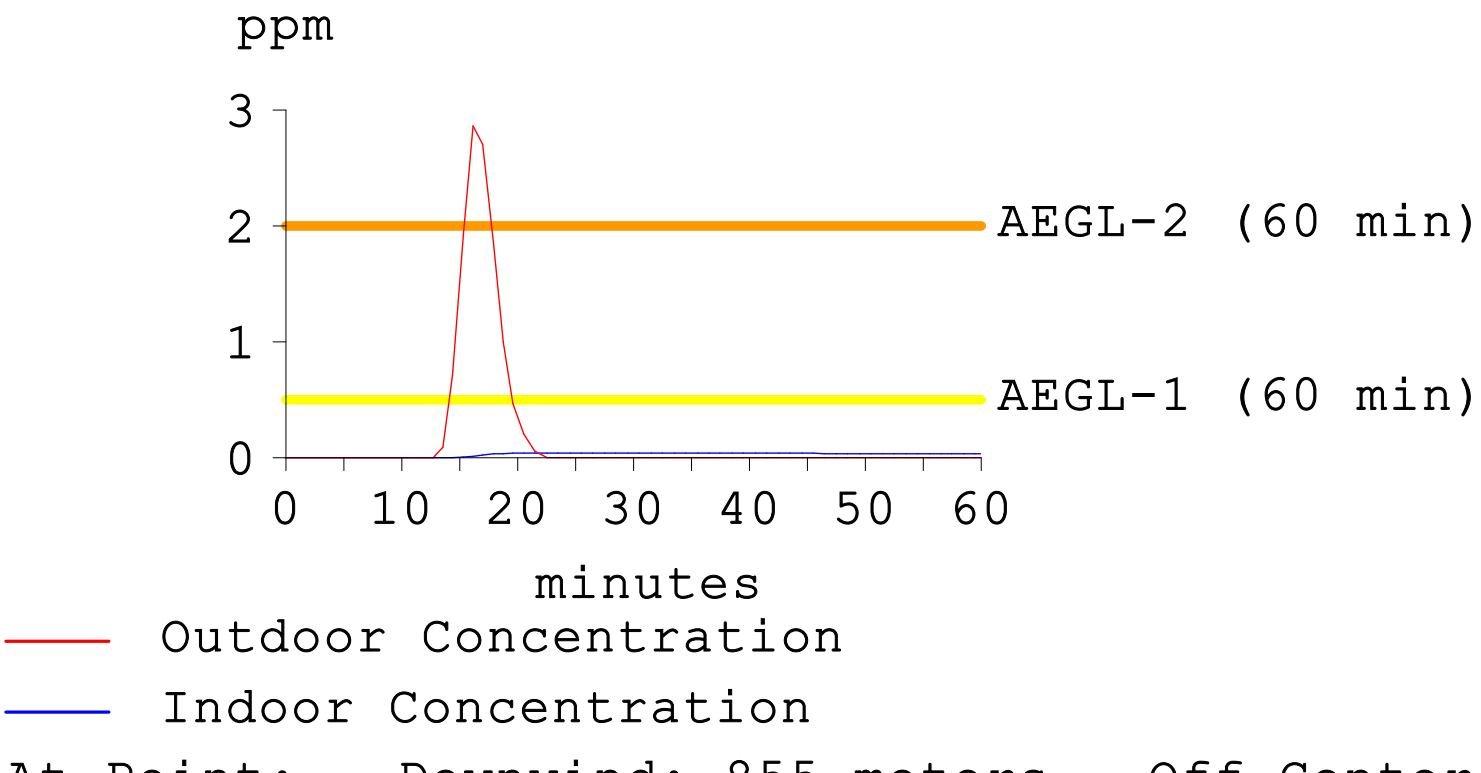


Time: December 22, 2023 1414 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: CHLORINE

Building Air Exchanges Per Hour: 0.24 (unsheltered single storied)

THREAT AT POINT:
Model Run: Heavy Gas
Concentration Estimates at the point:
Downwind: 855 meters Off Centerline: 0 meters
Max Concentration:
Outdoor: 2.84 ppm
Indoor: 0.0401 ppm



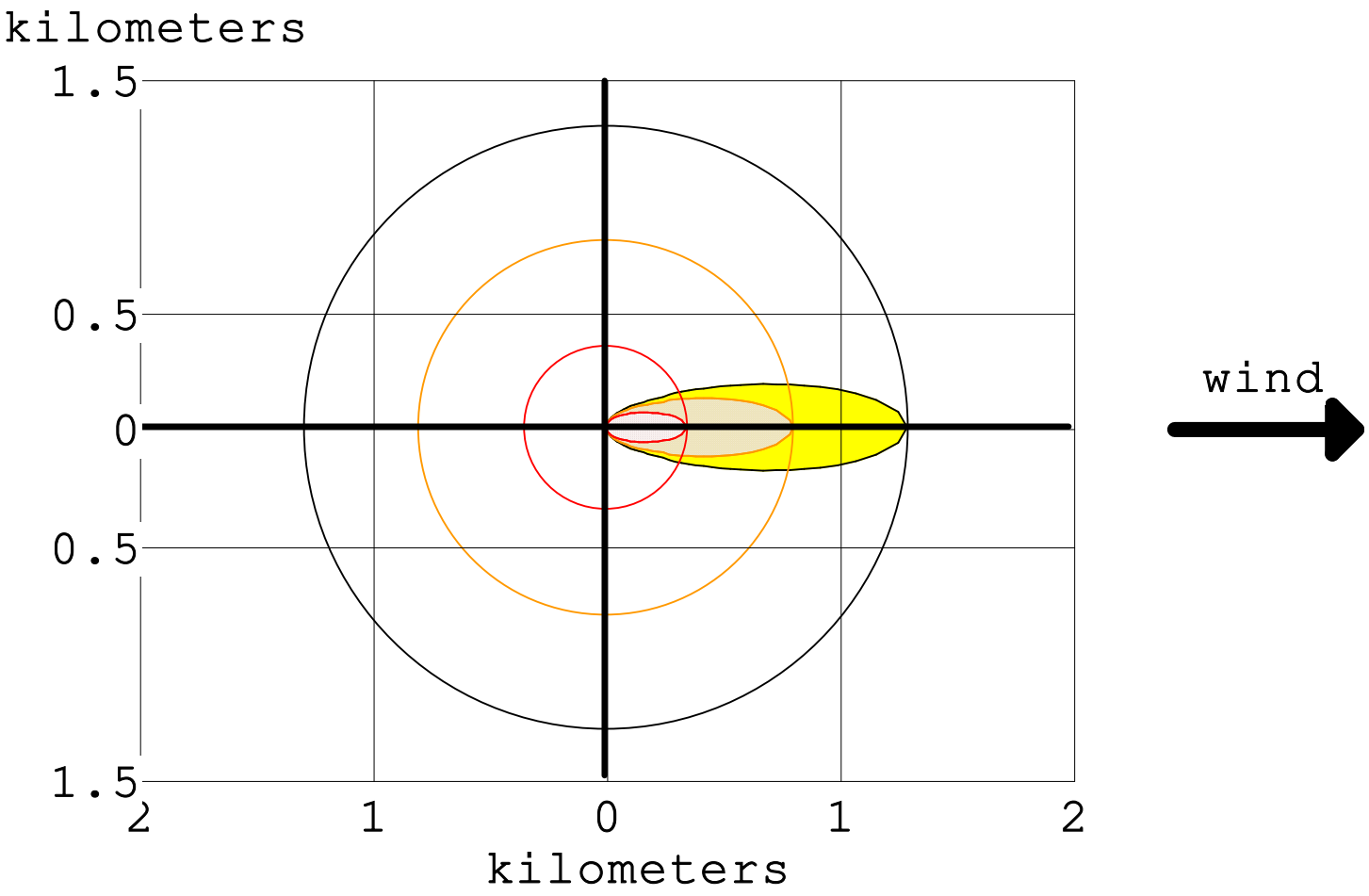
```
SITE DATA:
  Location: TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL, MEXICO
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.24 (unsheltered single storied)
  Time: December 22, 2023  1414 hours ST (using computer's clock)

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: -38.3° 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: 1.15 meters/second from W at 10 meters
  Ground Roughness: open country         Cloud Cover: 5 tenths
  Air Temperature: 18.3° C               Stability Class: B
  No Inversion Height                    Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
  Non-flammable chemical is escaping from tank
  Tank Diameter: 0.76 meters             Tank Length: 1.88 meters
  Tank Volume: 853 liters
  Tank contains gas only                 Internal Temperature: 18.3° C
  Chemical Mass in Tank: 16.4 kilograms
  Internal Press: 6 atmospheres
  Circular Opening Diameter: 2 inches
  Release Duration: 1 minute
  Max Average Sustained Release Rate: 232 grams/sec
     (averaged over a minute or more)
  Total Amount Released: 13.9 kilograms

THREAT ZONE:
  Model Run: Heavy Gas
  Red    : 432 meters --- (20 ppm = AEGL-3 [60 min])
  Orange: 969 meters --- (2 ppm = AEGL-2 [60 min])
  Yellow: 1.6 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1 [60 min])

THREAT AT POINT:
  Concentration Estimates at the point:
  Downwind: 855 meters                   Off Centerline: 0 meters
  Max Concentration:
     Outdoor: 2.84 ppm
     Indoor:  0.0401 ppm
```

Time: December 22, 2023 1414 hours ST (using computer's clock)

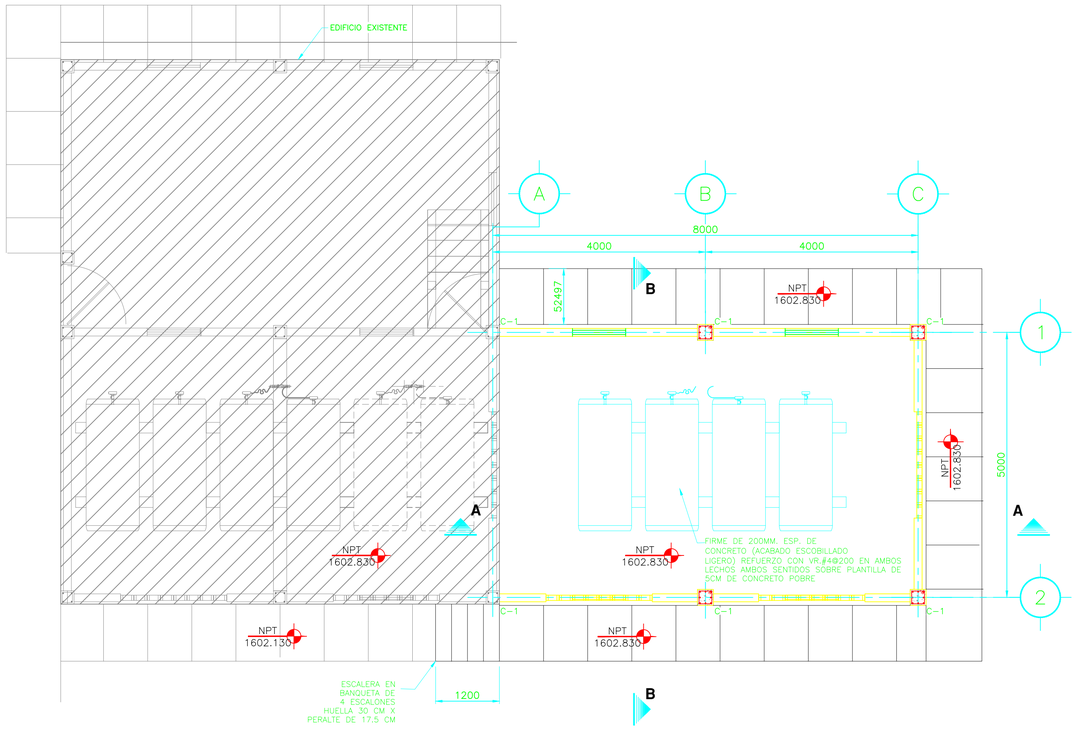
Chemical Name: CHLORINE

Wind: 1.15 meters/second from W at 10 meters

THREAT ZONE:
Model Run: Heavy Gas
Red : 349 meters --- (20 ppm = AEGL-3 [60 min])
Orange: 804 meters --- (2 ppm = AEGL-2 [60 min])
Yellow: 1.3 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1 [60 min])

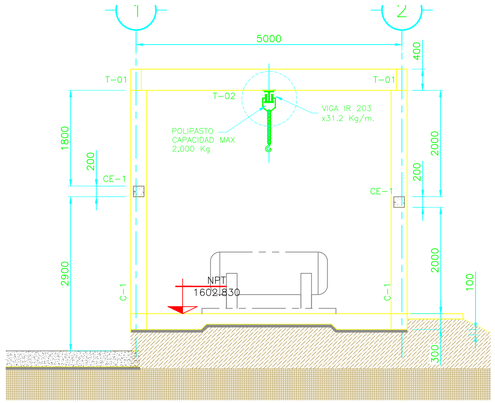


```
SITE DATA:
  Location: TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL, MEXICO
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.24 (unsheltered single storied)
  Time: December 22, 2023  1414 hours ST (using computer's clock)

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: -38.3° 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: 1.15 meters/second from W at 10 meters
  Ground Roughness: open country           Cloud Cover: 5 tenths
  Air Temperature: 18.3° C                 Stability Class: B
  No Inversion Height                      Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
  Non-flammable chemical is escaping from tank
  Tank Diameter: 0.76 meters               Tank Length: 1.88 meters
  Tank Volume: 853 liters
  Tank contains gas only                   Internal Temperature: 18.3° C
  Chemical Mass in Tank: 10.3 kilograms
  Internal Press: 3.87 atmospheres
  Circular Opening Diameter: 2 inches
  Release Duration: 1 minute
  Max Average Sustained Release Rate: 129 grams/sec
     (averaged over a minute or more)
  Total Amount Released: 7.75 kilograms

THREAT ZONE:
  Model Run: Heavy Gas
  Red   : 349 meters --- (20 ppm = AEGL-3 [60 min])
  Orange: 804 meters --- (2 ppm = AEGL-2 [60 min])
  Yellow: 1.3 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1 [60 min])
```



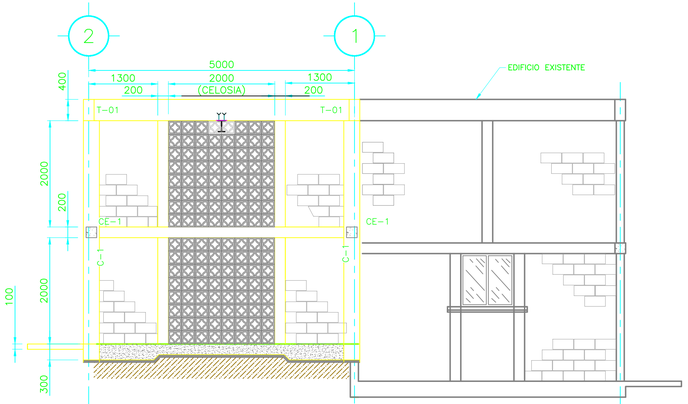
PLANTA SISTEMA APLICACION DE CLORO

ESC. 1:50



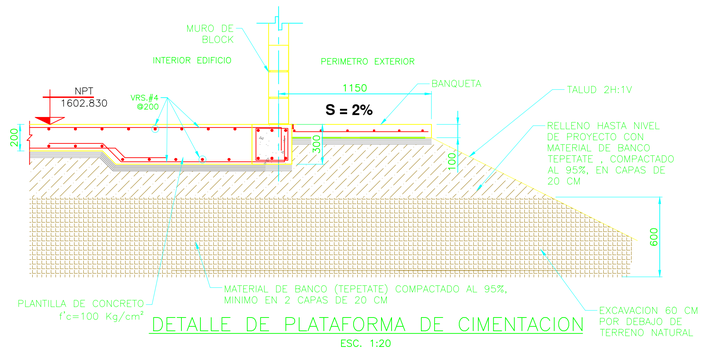
ELEVACION EJE "A"

ESC. 1:50



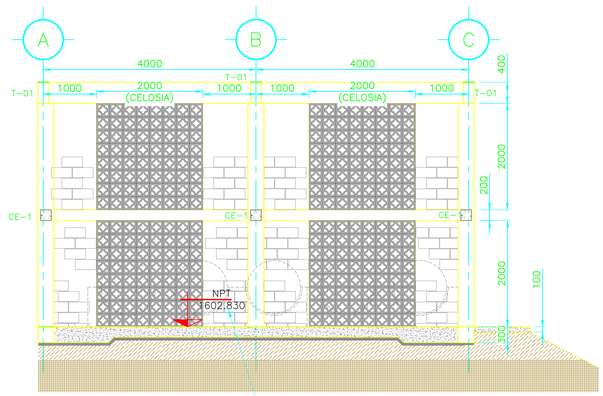
ELEVACION EJE "C"

ESC. 1:50



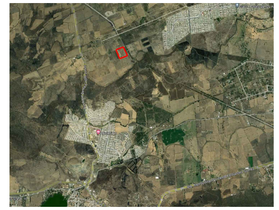
DETALLE DE PLATAFORMA DE CIMENTACION

ESC. 1:20



ELEVACION EJE "2"

ESC. 1:50



NOMENCLATURA:

- ACERO DE REFUERZO
- MURO DE CONCRETO
- LINEAS DE DESNIVEL
- PLANTILLA DE CONCRETO f'c 100kg/cm2
- MATERIAL DE BANCO TEPETATE MEZCLADO CON CEMENTO AL 2%

DATOS DE PROYECTO

NOTAS

1.– ACOTACIONES EN MILIMETROS. NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
2.– CALIDAD DE MATERIALES:
a) CONCRETO PREMEZCLADO PARA TANQUES: F'C = 350 Kg/cm2, FABRICADO CON CEMENTO PORTLAND TIPO CPO–30 RS (RESISTENTE A SULFATOS), RELACIÓN AGUA–CMENTO DE 0.42, TAMAÑO DE AGREGADO MÁXIMO 19 mm, REVENIMIENTO 14 +/–2 cm.
b) PLANTILLA PARA DESPLANTE DE CIMENTACIÓN DE CONCRETO SIMPLE F'C = 100 Kg/cm2, DE 5 cm DE ESPESOR.
c) ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 kg/cm² ASTM A–615, GRADO 60.
3.– TODAS LAS VARILLAS TERMINADAS EN ESCUADRA, EN SUS EXTREMOS (¬) SE ANCLARAN EN LOS ELEMENTOS NORMALES Y SE LES DARA LA LONGITUD MOSTRADA EN LA "TABLA DE VARILLAS".
4.– EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO DE REFUERZO SERÁ DE 5 CM EN LOS MUROS Y LOSAS DEL TANQUE.
5.– ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN (DETALLES DE ACERO DE REFUERZO ENCLAJES, EMBEBIDOS, ETC.) DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO ACI–318 (EDICIÓN VIGENTE).
6.– EL CONTRATISTA DE LA OBRA CIVIL DEBERÁ VERIFICAR EN SITIO TODAS LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS, Y DE EXISTIR DIFERENCIAS CONTRA LO INDICADO EN ESTOS PLANOS, DEBERÁ REPORTARLO A LA SUPERVISIÓN DE OBRA.
7.– VER DETALLES DE LAS JUNTAS DE CONTROL Y/O CONSTRUCCIÓN EN ESTE MISMO PLANO.
8.– EN TODO LIMITE DE COLADOS, FORZOSAMENTE SE DEBERÁ CONSIDERAR UNA JUNTA DE CONTRUCCIÓN, LA CUAL SE DEBERÁ REALIZAR DE ACUERDO A LOS DETALLES "6" O "7" DEL PP5A–S59 CLARIFICADOR,FLOCULADOR Y FILTROS 2 – CIMENTACION

LA INFORMACION TECNICA CONTENIDA EN ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES, S. A. DE C. V., LA CUAL ES ENTREGADA CON CARACTER CONFIDENCIAL, POR LO QUE NO DEBERA SER COPIADA, REPRODUCIDA O PUBLICADA SIN LA AUTORIZACION PREVIA Y POR ESCRITO DE ISSASA.

PLANTA POTABILIZADORA PP5 AMPLIACION

[redacted]

PP5A-D10

DATOS DE LA EMPRESA	CONTRATO No. CEA-AMP-EST-LP-049-25	SELLO DE CEA	RESPONSABLES SUPERVISIÓN EXTERNA	SELLO SUPERVISION
INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES, S.A DE C.V.	ELABORÓ		Aprobó	
Dibujó: Fecha: NOVIEMBRE-2025	[redacted]		JEFE DE SUPERVISIÓN	
Calculó: Fecha: NOVIEMBRE-2025				
Revisó: Fecha: NOVIEMBRE-2025				
Aprobó: Fecha: NOVIEMBRE-2025				

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO	TITULO

REVISIONES

No.	TITULO	REVISIÓN CRUZADA							
		GEO.	GEOM.	HIDRAU.	TOPO.	MECAN.	ELECT.	INST.	EST.

ESCALA GRÁF

0

S/E S C A L A

TANQUES PARA CLORO DE 1 TONELADA

CHLORINE TON CONTAINER



DIMENSIONES GENERALES

Capacidad 731 litros
Longitud total de 188 cm (A)
Diámetro exterior de 76.2 cm (B)
Espesor del cuerpo 11.1 mm. (material A 285 C)
Espesor de la cabeza 15.24 mm. (mínimo después del formado)
Tipo de cabezas: semielípticas 2:1 (material A 285 C)
Tara: 660 kg

GENERAL SPECIFICATIONS

Capacity 193 WG
81-5" total lenght (A)
30" outside diameter (B)
0.4375" shell thickness (material A 285 C)
0.600" head thickness (minimum after forming)
30" elliptical heads 2:1 (material A 285 C)
Weight 1455 punds

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Diseñados y fabricados de acuerdo a la especificación ARCOSA S-66071 y D.O.T. SP 11808.

ESPECIFICACIONES

Presión mínima de reventamiento a 87.88 kg/cm2 (86.18 Bar).
Prueba neumática con válvulas colocadas a 7 kg/cm2.
Radiografiado 100% en cabezas y cuerpo (longitudinal y circunferencial).
Tratamiento térmico acorde a AAR apéndice W.
Prueba de expansión volumétrica a 35.16 k/cm2 (34.47 Bar a cada cilindro) no más de 10%.

ACCESORIOS

3/4" 2 Válvulas DOT 49 CFR de 19 mm. NGT 1214X1-B1.
3/4" 6 fusibles de seguridad DOT 49 CFR de 19 mm. 14 NGT-CL-1.
Material del cuerpo A 285 C.
Material de los cuellos A 285 C.
Material de los coples A 105.
Material de la tubería interior A 106 B.
Soporte para kit "B".
Cubreválvulas de acero al carbón.

ACABADO

Interior limpio.
Preparación de superficie mediante limpieza con chorro abrasivo cercano a metal blanco de acuerdo con el estándar SSPC-SP10.
Protegido con un recubrimiento tipo poliuretano de alto desempeño en color aluminio.

*** Información sujeta a cambios**

GENERAL SPECIFICATIONS

Designed and manufactured in accordance with S-66071 ARCOSA specification and D.O.T. SP 11808.

SPECIFICATIONS

Minimum required bursting pressure at 1250 PSI.
Pneumatic test with installed valves at 100 PSI.
Radiographed (longitudinal and circunference seams) full X-ray.

Postweld heat treated according with AAR appendix W.
Volumetric expansion test at 500 PSI (each cylinder) no more than 10%.

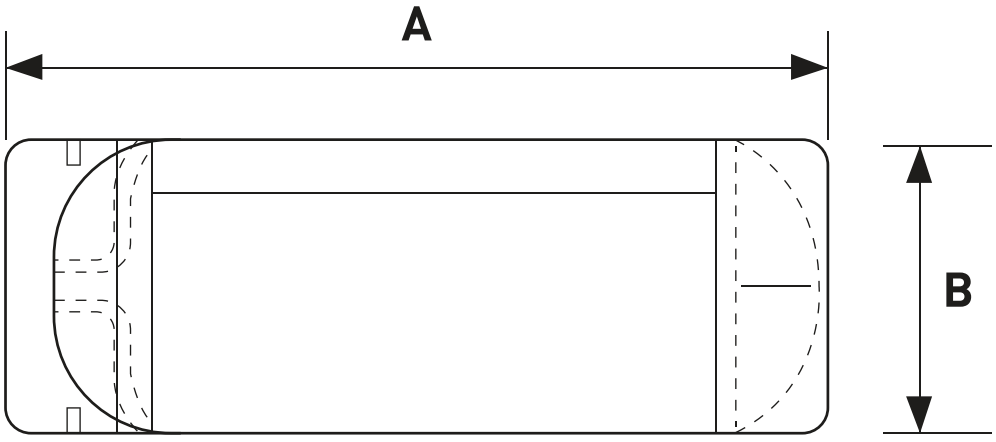
FITTINGS

3/4" two valves DOT 49 CFR.
3/4 six fuses plugs DOT 49 CFR 14 NGT-CL 1.
Shell material A 285 C.
Support rings material A 285 C.
Couplings material A 105.
Internal pipe material A 106 B.
"B" kit support.
Carbon steel protective bonnet.

FINISH

Inside cleaned.
Surface preparation through abrasive blasting until near white metal in accordance with standard SSPC-SP10.
Protected with a polyurethane high performance coating in aluminum color.

*** Information subjet to changes**



ANEXO FOTOGRAFICO



Fotografía 1. Acceso principal.



Fotografía 2. Edificio administrativo



Fotografía 3. Cuarto de retro-lavado de filtros.



Fotografía 4. Sistema de aplicación de cloro



Fotografía 5. . Área de contacto cloro.



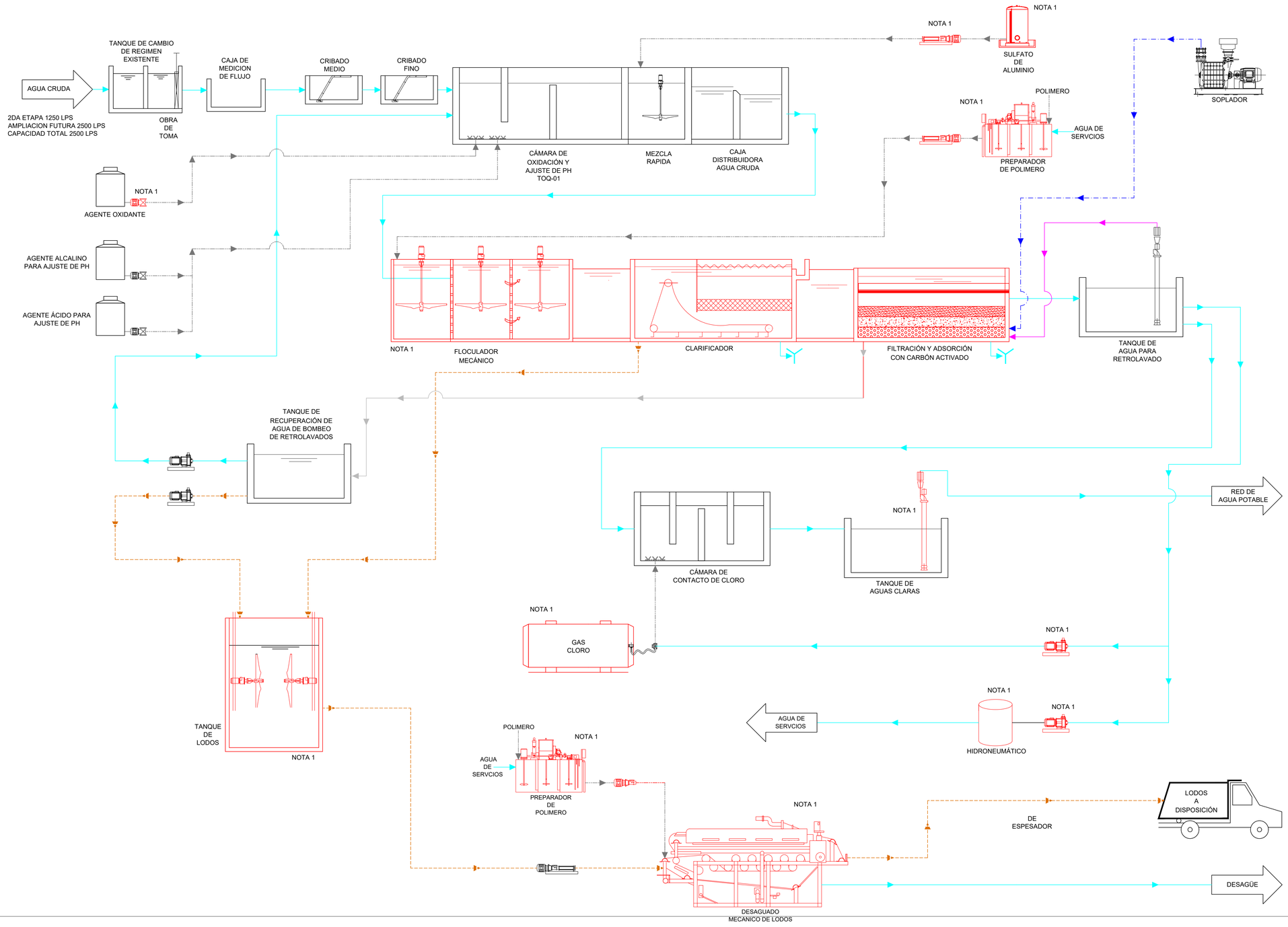
Fotografía 6. Unidad de floculación mecánica



Fotografía 7. Tanque de captación de lodos.

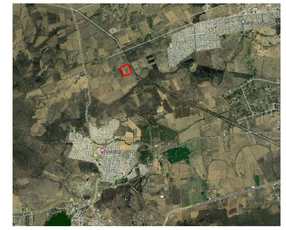


Figura 1. Imagen satelital del predio, zona de ampliación



UBICACIÓN

TLAMOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO



SIMBOLOGÍA

- LÍNEA DE AGUA
- LÍNEA DE LODOS
- LÍNEA QUÍMICOS
- LÍNEA AGUA PARA RETROLAVADO
- LÍNEA AIRE
- LÍNEA RECUPERACIÓN DE RETROLAVADO

DATOS DE PROYECTO

PLANTA POTABILIZADORA PP5
UBICADA EN TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

PRIMER ETAPA:	500 LPS
SEGUNDA ETAPA:	1250 LPS
TERCERA ETAPA:	2500 LPS

NOMENCLATURA:

NOTAS GENERALES:

NOTA 1: AMPLIACIÓN NECESARIA PARA AMPLIACION DE 1250 LPS

PRIMERA ETAPA (EXISTENTE)

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE JALISCO
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO Y OPERACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

PROYECTO DE
PLANTA POTABILIZADORA PP5

CONTENIDO DEL PLANO:
DIAGRAMA DE FLUJO PP5_AMP 1250 lps

APROBÓ:

FECHA:	CLAVE:	REVISION:
MAYO - 2025	PP5A-P01	A

DATOS DE LA EMPRESA

Dibujó:	Fecha:	MAYO - 2025
Calculó:	Fecha:	MAYO - 2025
Revisó:	Fecha:	MAYO - 2025
Aprobó:	Fecha:	MAYO - 2025

CONTRATO No.

ELABORÓ

REPRESENTANTE LEGAL

SELLO DE CEA

RESPONSABLES SUPERVISIÓN EXTERNA

Aprobó

SUPERINTENDENTE DE SUPERVISION EXTERNA

SELLO SUPERVISION

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO	TITULO

REVISIONES

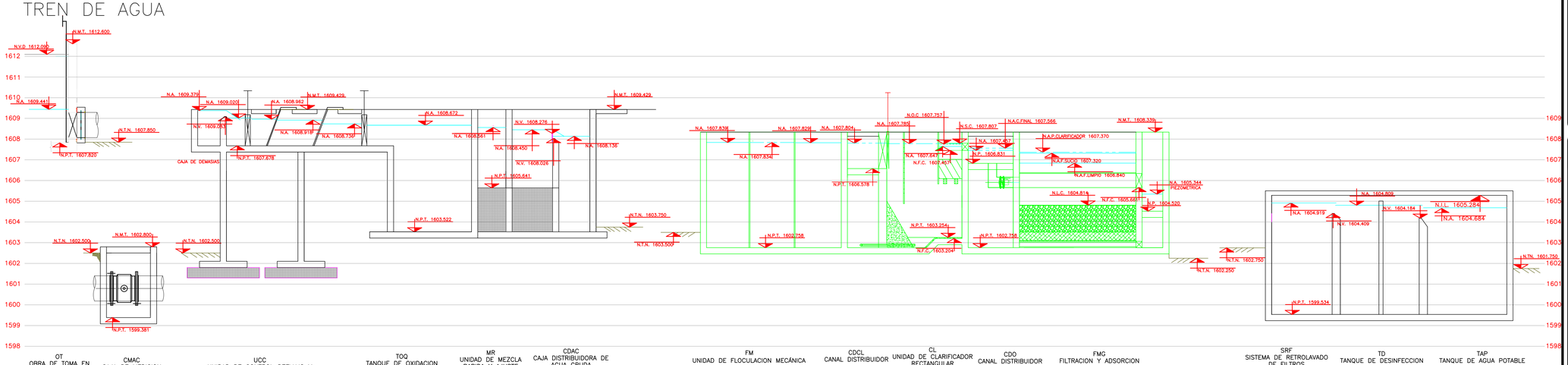
No.	TITULO	REVISIÓN CRUZADA							
		GEO.	GEOM.	HIDRAU.	TOPO.	MECÁN.	ELECT.	INST.	EST.

ESCALA GRÁFICA DE PLANTA

0

S/E S C A L A

TREN DE AGUA



OT
OBRA DE TOMA EN TANQUE DE CAMBIO DE REGIMEN EXISTENTE

CMAC
CAJA DE MEDICION DE AGUA CURDA

UCC
UNIDAD DE CONTROL DEFLUJO Y CRIBADO

TOQ
TANQUE DE OXIDACION QUIMICA

MR
UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA Y AJUSTE DE PH

CDAC
CAJA DISTRIBUIDORA DE AGUA CRUDA

FM
UNIDAD DE FLOCULACION MECÁNICA

NOTA 3

CDCL
CANAL DISTRIBUIDOR

NOTA 3

CL
UNIDAD DE CLARIFICADOR RECTANGULAR

NOTA 3

CDO
CANAL DISTRIBUIDOR

NOTA 3

FMG
FILTRACION Y ADSORCION

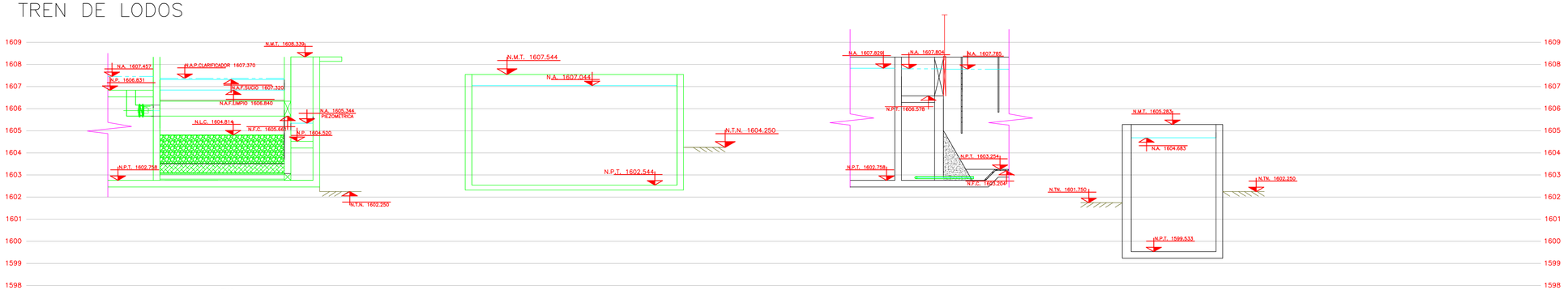
NOTA 3

SRF
SISTEMA DE RETROLAVADO DE FILTROS

TD
TANQUE DE DESINFECCION

TAP
TANQUE DE AGUA POTABLE

TREN DE LODOS



FMG
FILTRACION Y ADSORCION

NOTA 3

TL
TANQUE DE CAPTACION DE LODOS

NOTA 3

PRCL
PURGA DEL CLARIFICADOR

TRAR
TANQUE DE RECUPERACIÓN RETROLAVADO

UBICACIÓN

TLAMOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO



SIMBOLOGÍA

NOMENCLATURA:

NOMENCLATURA	
NA	NIVEL DE AGUA
NPT	NIVEL DE PISO TERMINADO
NAD	NIVEL DE AGUA DE DEMASIAS
NMT	NIVEL DE MURO TERMINADO
NTN	NIVEL DE TERRENO NATURAL
NV	NIVEL DE VERTEDOR
NFC	NIVEL DE FONDO DEL CANAL
NIL	NIVEL INFERIOR DE LOSA
NSL	NIVEL SUPERIOR DE LOSA
NSC	NIVEL SUPERIOR DE CANAL
NOC	NIVEL ORIFICIOS DE CANALES
NAP	NIVEL DE AGUA PROVENIENTE
NAF	NIVEL DE AGUA FILTRO
NP	NIVEL DE PISO
NLC	NIVEL DE LECHO CARBON
NVD	NIVEL DE VERTEDOR DE DEMASIAS

DATOS DE PROYECTO

PLANTA POTABILIZADORA PP5
UBICADA EN TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

PRIMER ETAPA: 500 LPS
SEGUNDA ETAPA 1250 LPS
TOTAL DE LA PLANTA 2500 LPS

NOTAS GENERALES:

1. ACOTACIONES EN MILIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.
3. AMPLIACIÓN DE EQUIPOS.

INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN ETAPA DE AMPLIACIÓN

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE JALISCO
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO Y OPERACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

PROYECTO DE
PLANTA POTABILIZADORA PP5

CONTENIDO DEL PLANO:
PERFIL HIDRAULICO

APROBÓ:

[redacted]

FECHA: MAYO - 2025
CLAVE: PP5A-P02
REVISION: A

DATOS DE LA EMPRESA

Dibujó: _____ Fecha: MAYO - 2025
Calculó: _____ Fecha: MAYO - 2025
Revisó: _____ Fecha: MAYO - 2025
Aprobó: _____ Fecha: MAYO - 2025

CONTRATO No.

ELABORÓ

REPRESENTANTE LEGAL

SELLO DE CEA

RESPONSABLES SUPERVISIÓN EXTERNA

Aprobó

SUPERINTENDENTE DE SUPERVISIÓN EXTERNA

SELLO SUPERVISION

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO	TITULO

REVISIONES

No.	TITULO	REVISIÓN CRUZADA							
		GEO.	GEOM.	HIDRAU.	TOPO.	MECÁN.	ELECT.	INST.	EST.

ESCALA GRÁFICA DE PLANTA

0

S/E S C A L A

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS
PLANTA DE BOMBEO No. 5
FRACCIONAMIENTO LOS AGAVES
MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO



RECOMENDACIONES GEOTÉCTNICAS

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE PLANTA DE BOMBEO NÚMERO 5 (PP5.
CONTENIDO POR CAPITULOS:

I.- ANTECEDENTES
II.- EXPLORACION DEL SUBSUELO
III.- TRABAJOS DE LABORATORIO
IV.- CONDICIONES ESTRATIGRÁFICAS
V.- CONSIDERCIONES GENERALES
VI.- RECOMENDACIONES DE CIMENTACION
VII.- RELLENOS
VIII.- INDICE DE PERMEABILIDAD
IX.- SUPERVISION
X.- CROQUIS DE UBICACIÓN DEL SONDEO

SAN PEDRO TLAQUEPAQUE, JALISCO 23 DE SEPTIEMBRE DE 2025

[redacted]

At`n. Ing. Ricardo Maldonado
Gerente de Ingeniería
Presente.

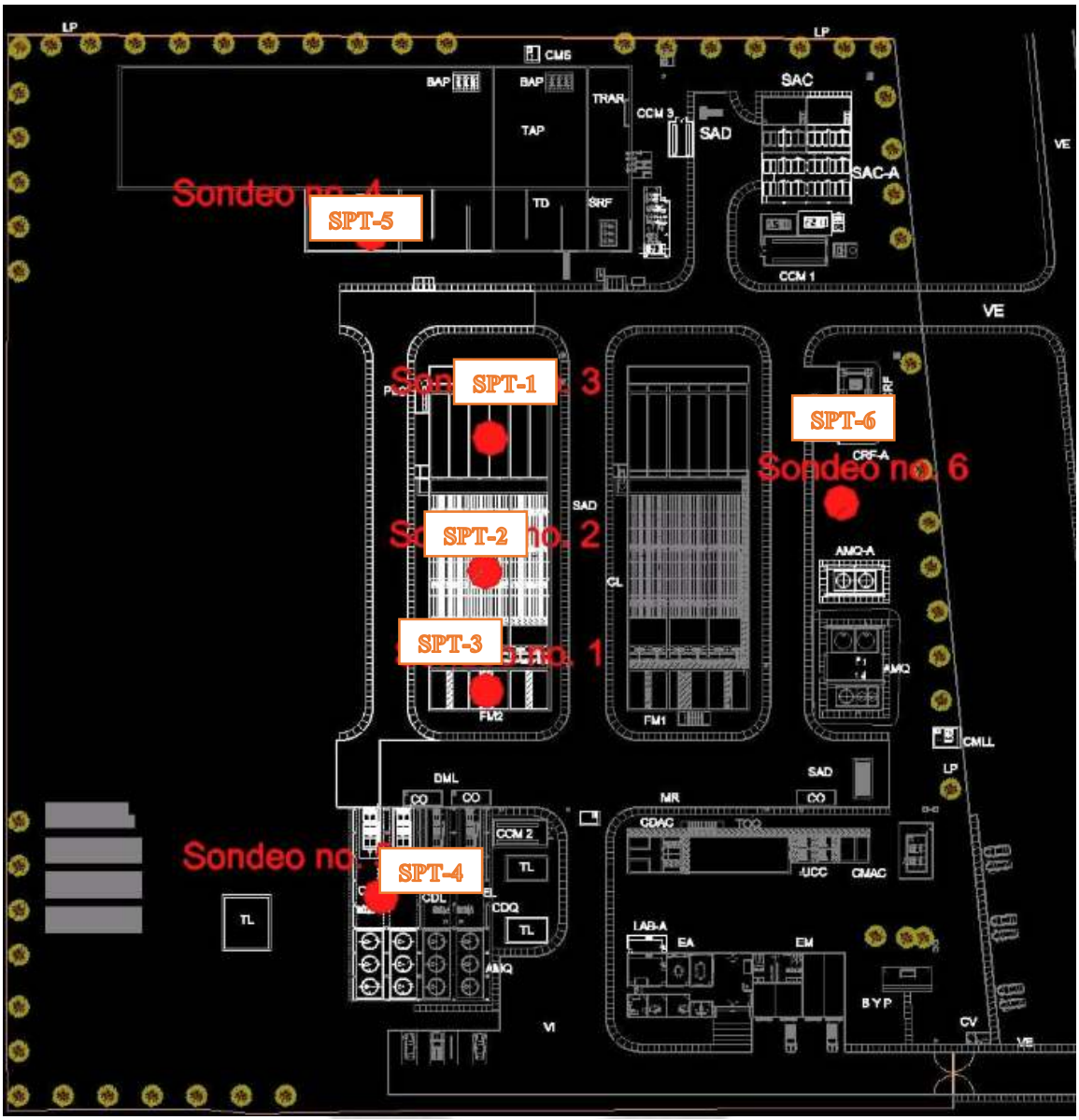
A continuación, presento a usted el informe de los trabajos de Mecánica de Suelos efectuados La Planta DE Bombeo No. 5 la cual se encuentra dentro del Fraccionamiento Los Agaves en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

1.- <u>ANTECEDENTES</u>

Se proyecta realizar la ampliación de la Planta de bombeo, en el área del predio donde se realizó el estudio. Este cuenta con un área aproximada de m.² no definida en el croquis (Se anexa croquis con la ubicación de la prueba).

[redacted]

[redacted]



Descripción Geográfica

Situación

El municipio de Tlajomulco se localiza en la porción media de la región centro del estado, en las coordenadas 20º 28’ de latitud norte y 103º 27` de longitud oeste, a una altura de 1,575 metros sobre el nivel del mar.

Delimitación

Limita al norte con los municipios de Zapopan, Tlaquepaque y El Salto, al sur con Jocotepec y Chapala, al este con Juanacatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos y al oeste con Acatlán de Juárez y Tala.

Municipio	
Tlajomulco de Zúñiga	144 Km^2
Zapopan	893 Km^2
Tlaquepaque	271 Km^2
Tonalá	120 Km^2

Uso del Suelo

La mayor parte del suelo tiene un uso de cultivo y la tenencia de la tierra, en su mayoría, corresponde a la propiedad privada.

El área de estudios se encuentra ubicada en la zona de riesgo medio se acuerdo a las cartas de la

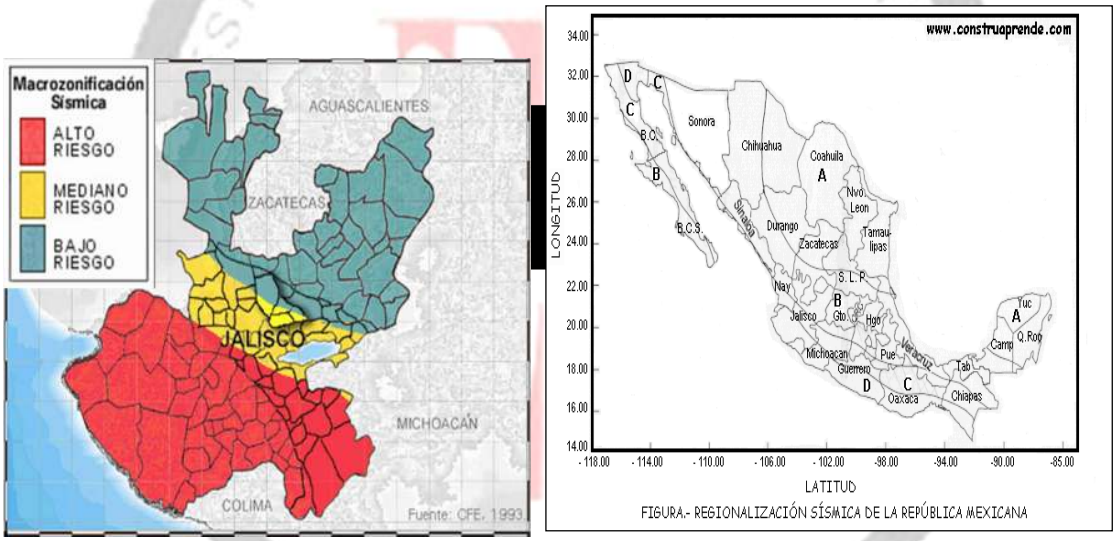


FIGURA.- REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA

COEFICIENTE SÍSMICO

Tipo de construcción	Valor del coeficiente sísmico en localidades cuyo grado sísmico es:				
	VI	VII	VIII	IX	X
Construcciones entramadas sobre:					
a) Terrenos compactos (rocas, graveras y arenosas gruesos, arcillosos, duros, etc.)	0	0,03	0,05	0,07	0,10
b) Terrenos semicompactos (arenosos, finos, arcillosos, semiduros, etc.)	**0**	**0,04**	**0,08**	**0,10**	**0,15**
c) Terrenos blandos (arcillosos blandos y fluidos, etc.) y construcciones sobre pilotes.	0,01	0,05	0,10	0,15	0,20
Torres, depósitos elevados, casos análogos.	0,01	0,05	0,10	0,15	0,20
Construcciones con muros de fábrica, no entramados.	0,01	0,05	0,10	0,15	0,20
Ornamentos aislados y elementos en ménsula vertical u horizontal.	0,02	0,10	0,20	0,30	0,50

Coeficiente sísmico

El coeficiente sísmico, c, es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la edificación por efecto del sismo, V_o, entre el peso de la edificación sobre dicho nivel, W_o.

Con este fin se tomará como base de la estructura el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos. Para calcular el peso total se tendrán en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan, según las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

El coeficiente sísmico para las edificaciones clasificadas como del grupo B en el artículo 139 del Reglamento se tomará igual a 0.16 en la zona I, 0.32 en la II**,** 0.40 en las zonas III_a y III_c, 0.45 en la III_b y 0.30 en la III_d (ver tabla 3.1), a menos que se emplee el método simplificado de análisis, en cuyo caso se aplicarán los coeficientes que fija el Capítulo 7 (tabla 7.1). Para las estructuras del grupo A se incrementará el coeficiente sísmico en 50

1.- <u>ANTECEDENTES</u>

El estudio se realizó con la finalidad de [redacted] factibilidad del predio para posteriormente realizar la construcción de oficinas y muro p[redacted]r en el área del predio antes mencionado. (Se anexa croquis con la ubicación de las pruebas.)

Al efectuar el estudio del subsuelo, se pretende asegurar de que los suelos que componen el terreno de desplante de la cimentación no correspondan a rellenos mal acomodados, de suelos heterogéneos, de los cuales no se puede predecir el comportamiento mecánico de los mismos.

Para llevar a cabo dicha acción, fue necesario verificar las condiciones y propiedades del subsuelo del sitio elegido.

El estudio del subsuelo tiene como objetivo principal, el proporcionar los elementos necesarios al nivel de anteproyecto, para el óptimo diseño de la cimentación de las estructuras y proporcionar las recomendaciones necesarias para el tratamiento al terreno de sustentación.

Se realizó una exploración preliminar superficial del subsuelo proporcionándose la estratigrafía, clasificación de los suelos componentes de las capas del terreno natural, la capacidad de carga y recomendaciones de la cimentación.

A continuación, se describen las principales características de la zona, los trabajos llevados a cabo, condiciones estratigráficas del subsuelo, las propiedades físicas y del comportamiento mecánico obtenidas.

II.- <u>EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO</u>

Para determinar la naturaleza y condiciones estratigráficas del subsuelo se realizaron 6 Sondeos de Penetración con barreta rotaria hidráulica apoyados para la excavación con un tubo sacabocados y

denominados: SPT-1, SPT-2, SPT-3, SPT-4, SPT-5 y SPT-6 se excavó a una profundidad máxima de 3.70 m. se suspendió la perforación u muestreo debida a la presencia de material tipo 3 el cual tiene una dureza que no permite la perforación con este tipo de equipo. Sin embargo, consideramos que no es necesaria la perforación a mayor profundidad, ya que se tiene alta resistencia en este estrato.

La ubicación de las pruebas se proyectó con la finalidad de cubrir el área del predio destinada a ser la zona de futura construcción.

Para la ejecución de los sondeos se aplicó la técnica de penetración estándar, la cual utiliza la herramienta conocida como penetrómetro estándar, que al tiempo que recupera las muestras, permite medir la resistencia del suelo a la penetración estándar, que se define como el numero de golpes que se deben aplicar a un martinete de 64 Kg, de peso con caída libre de 76.2 cm, para alcanzar una penetración de 30 cm. en el suelo. (**Prueba ASTM-D 1587).** En la hoja de información de resultados se muestran los valores de estas pruebas.

Las muestras obtenidas de los sondeos se llevaron al Laboratorio para hacerles las pruebas correspondientes donde inicialmente se clasificaron visual y manualmente para programar la ejecución de los ensayes índice que proporcionan su clasificación en atención al sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), como son: [redacted]nido de agua, los limites de consistencia.

III.- TRABAJO DE LABORATORIO

Consistió en la ejecución de pruebas de clasificación a los diferentes estratos de los diferentes materiales detectados en los sondeos se les efectuaron pruebas de Limites de plasticidad (Clasificación SUCS Prueba **ASTM-D 2487**) y estratigrafía. Los resultados se muestran en la HOJA DE INFORMACIÓN DE RESULTADOS.

IV.- <u>CONDICIONES ESTRATIGRAFICAS</u>

En base los trabajos de exploración, muestreo y a la información obtenida en el campo y en el laboratorio, es posible definir lo siguiente: En el predio estudiado se observa una topografía regular, a ras del suelo representativo del lugar. Y de acuerdo con las exploraciones realizadas, en el predio de interés predominan los siguientes estratos procedentes de material del tipo limoso y arcilloso, cabe señalar que el nivel de los sondeos y sus profundidades son tomados del terreno actual.

Sondeo Nº 1 (SPT-1).- Estratigrafía

Profundidad en M.	Descripcion del Material	Clasificación SUCS	Limite Liquido	Limite Plastico	Índice Plastico	Contraccion Lineal	Angulo de Friccion
1,00 a 1,30	LIMO ARCILLOSO CEMENTADO	MH	55.2%	42.1%	13.1%	5.8%	20°
1,30 a 2.00	ARENA LIMOSA CON JAL	SM	36.1%	33.3%	2.8%	1.1%	30°
2,00 a 3,00	LIMO ARCILLOSO	SM	76.5%	61.9%	14.6%	5.4%	25°
3,00 a Lim.	LIMO ARENOSO CEMENTADO C	MH					

La siguiente figura aporta resultados de Estratigrafía, Pesos volumétricos, Contenidos de Humedad del terreno natural Valores de Resistencia del suelo a cada metro de profundidad, Clasificación SUCS de los materiales y datos complementarios.

HOJA DE INFORMACION DE RESULTADOS

San Pedro tlaquepaque Jalisco a 20 de septiembre de 2025

PROYECTO: Ampliacion de la Planta de Bombeo
UBICACION: Fraccionamiento Agaves
Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco

PROFUNDIDAD M.	ESTRATIGRAFIA	SONDEO # 1 CLASIFICACIÓN VISUAL ESTRATIGRAFIA DEL SUELO	Limite Liquido	Limite Plastico	Indice Plastico	Contraccion Lineal	Simbolo Simbolo	CLASIFICACIÓN S.U.C.S
0	INICIO							
0.25								LIMOS ARENOSOS INODRGANICOS DE
0.5								ALTA PLASTICIDAD
0.75		LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEPETETE)	55		13.1%	5.8%	MH	RESITENCIA EN ESTADO SECO: ALTA
1								TENACIDAD: ALTA
1.25								DILATANCIA: LENTA
1.5								
1.75		ARENA LIMOSA CON JAL	36		2.8%	1.1%	SM	LIMOS JALOSOS INORGANICOS DE
2								BAJA PLASTICIDAD
2.25								RESITENCIA EN ESTADO SECO: BAJA
2.5		LIMO ARCILLOSO	76.5%	61.9%	14.6%	14.0%	MH	TENACIDAD: LIGERA
2.75								DILATANCIA: RAPIDA
3								
3.25								
3.5		LIMO ARENOSO CEMENTADO CON						
3.75		POSIBILIDAD DE ROCA EMPACADA EN						
4		ARCILLA						
4.25								
4.5								
4.75								
5								

PROF. EN M.	PRUEBA DE PENETRACION	PVH Kg/M3	% CONT. DE HUM.	PVS Kg/M3	(N) Golpes	Resist. Tn/m²	OBSERVACIONES
1	LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEP	1522	26.5	1203	20	14	AL INICIO SE TIENE BUENA RESITENCIA YA QUE
1.5	ARENA LIMOSA CON JAL	1730	25	1384	12	9.6	SE LOCALIZAUN ESTRATO SUPERFICIAL DE
2	LIMO ARCILLOSO	1715	40.8	1218	10	8	TEPETATE. ALTAMENTE CEMENTADO. Después
3	LIMO ARENOSO CEMENTADO CON	1906	26.5	1507	30	24	DE ESTE, BAJA RESSITENCIA Y MEJORA HASTA LOS
							3 M, DE PROFUNDIDAD.
N.P	NAF	No se detecto Nivel de Aguas Freáticas en la excavacion que se efectuó.					

SONDEO SPT-1



INICIANDO PERFORACION PARA PRUEBAS DE PENETRACION ESTANDAR



APLICANDO CARGA DE PENETRACION ESTANDAR



MUESTRA DE SUELO EN EL TUBO DOBLE CAÑA OBTENIDA DE UINA DE LAS MUESTRAS

Sondeo Nº 2 (SPT-2).- Estratigrafía

Profundidad en M.	Descripcion del Material	Clasificación SUCS	Limite Liquido	Limite Plastico	Índice Plastico	Contraccion Lineal	Angulo de Friccion
0,00 a 0,80	LIMO ARCILLOSO CEMENTADO	MH	55.2%	42.1%	13.1%	5.8%	20°
0,80 a 1.70	ARENA LIMOSA CON JAL	SM	36.1%	33.3%	2.8%	1.1%	30°
1,70 a 3,00	LIMO ARCILLOSO GRIS	MH					
3,00 a Lim.	POSIBILIDAD DE ROCA EMPACA	MH					

La siguiente figura aporta resultados de Estratigrafía, Pesos volumétricos, Contenidos de Humedad del terreno natural Valores de Resistencia del suelo a cada metro de profundidad, Clasificación SUCS de los materiales y datos complementarios.

HOJA DE INFORMACION DE RESULTADOS

San Pedro tlaquepaque Jalisco a 20 de septiembre de 2025

PROFUNDIDAD M.	ESTRATIGRAFIA	SONDEO # 2						
		PROYECTO: Ampliacion de la Planta de Bombeo						
		[redacted]ION: Fraccionamiento Agaves						
		[redacted]pio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco						
M.		CLASIFICACIÓN VISUAL	Li[redacted]		Indice	Contraccion	Simbolo	CLASIFICACIÓN
0	INICIO	ESTRATIGRAFIA DEL SUELO	L[redacted]		Plastico	Lineal	Simbolo	S.U.C.S
0.25								LIMOS ARENOSOS INODRGANICOS DE
0.5								ALTA PLASTICIDAD
0.75		LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEPETETE)	55.[redacted]		13.1%	5.8%	MH	RESITENCIA EN ESTADO SECO: ALTA
1								TENACIDAD: ALTA
1.25								DILATANCIA: LENTA
1.5		ARENA LIMOSA CON JAL	36.1%	33.3%	2.8%	1.1%	SM	
1.75								LIMOS JALOSOS INORGANICOS DE
2								BAJA PLASTICIDAD
2.25								RESITENCIA EN ESTADO SECO: BAJA
2.5		LIMO ARCILLOSO GRIS	76.5%	61.9%	14.6%	14.0%	MH	TENACIDAD: LIGERA
2.75								DILATANCIA: RAPIDA
3								
3.25								
3.5		LIMO ARENOSO CEMENTADO CON						
3.75		POSIBILIDAD DE ROCA EMPACADA EN						
4		ARCILLA						
4.25								
4.5								
4.75								
5								

PROF. EN M.	PRUEBA DE PENETRACION		PVH Kg/M3	% CONT. DE HUM.	PVS Kg/M3	(N) Golpes	Resist. Tn/m²	OBSERVACIONES
1		ARENA LIMOSA CON JAL	1725	31.5	1312	15	9	AL INICIO SE TIENE BUENA RESITENCIA YA QUE
1.5			1515	36.9	1107	10	8	SE LOCALIZAUN ESTRATO SUPERFICIAL DE
2		LIMO ARCILLOSO GRIS	1711	35.1	1266	10	8	TEPETATE. ALTAMENTE CEMENTADO. Después
3		LIMO ARENOSO CEMENTADO CON	1730	53.8	1125	26	20	DE ESTE, BAJA RESSITENCIA Y MEJORA HASTA LOS
3.5			1712	46.8	1166	30	24	3 M, DE PROFUNDIDAD.
N.P	NAF	No se detecto Nivel de Aguas Freáticas en la excavacion que se efectuó.						

SONDEO SPT-2



INICIANDO PERFORACION PARA PRUEBAS DE PENETRACION ESTANDAR



APLICANDO CARGA DE PENETRACION ESTANDAR



MUESTRA DE SUELO EN EL TUBO DOBLE CAÑA OBTENIDA DE UINA DE LAS MUESTRAS

Sondeo Nº 3 (SPT-3).- Estratigrafía

Profundidad en M.	Descripcion del Material	Clasificación SUCS	Limite Liquido	Limite Plastico	Índice Plastico	Contraccion Lineal	Angulo de Friccion
0,00 a 1,30	LIMO ARCILLOSO CEMENTADO	MH	55.2%	42.1%	13.1%	5.8%	20°
1,30 a 1.80	ARENA LIMOSA CON JAL	SM	36.1%	33.3%	2.8%	1.1%	30°
1,80 a 3,00	LIMO ARCILLOSO GRIS	MH					
3,00 a Lim.	POSIBILIDAD DE ROCA EMPACA	MH					

La siguiente figura aporta resultados de Estratigrafía, Pesos volumtricos, Contenidos de Humedad del terreno natural Valores de Resistencia del suelo a cada metro de profundidad, Clasificación SUCS de los materiales y datos complementarios.

HOJA DE INFORMACION DE RESULTADOS

San Pedro tlaquepaque Jalisco a 20 de septiembre de 2025

PROFUNDIDAD M.	ESTRATIGRAFIA	SONDEO # 3						
		PROYECTO: Ampliacion de la Planta de Bombeo						
		[redacted]ION: Fraccionamiento Agaves						
		[redacted]pio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco						
M.		**CLASIFICACIÓN VISUAL**	**Li[redacted]**		**Indice**	**Contraccion**	**Simbolo**	**CLASIFICACIÓN**
0	**INICIO**	**ESTRATIGRAFIA DEL SUELO**	**L[redacted]**		**Plastico**	**Lineal**	**Simbolo**	**S.U.C.S**
0.25								LIMOS ARENOSOS INODRGANICOS DE
0.5								ALTA PLASTICIDAD
0.75		LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEPETETE)	55.[redacted]		13.1%	5.8%	MH	RESITENCIA EN ESTADO SECO: ALTA
1								TENACIDAD: ALTA
1.25								DILATANCIA: LENTA
1.5		ARENA LIMOSA CON JAL						
1.75								LIMOS JALOSOS INORGANICOS DE
2								BAJA PLASTICIDAD
2.25		LIMO ARCILLOSO GRIS	36.1%	33.3%	2.8%	1.1%	SM	RESITENCIA EN ESTADO SECO: BAJA
2.5								TENACIDAD: LIGERA
2.75								DILATANCIA: RAPIDA
3			76.5%	61.9%	14.6%	14.0%	MH	
3.25								
3.5		LIMO ARENOSO CEMENTADO CON						
3.75		POSIBILIDAD DE ROCA EMPACADA EN						
4		ARCILLA						
4.25								
4.5								
4.75								
5								

PROF. EN M.	PRUEBA DE PENETRACION		PVH Kg/M3	% CONT. DE HUM.	PVS Kg/M3	(N) Golpes	Resist. Tn/m²	OBSERVACIONES
1		LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEP	1408	25	1126	17	11	
1.5			1694	35.1	1254	8	6.4	
2		ARENA LIMOSA CON JAL	1590	31.5	1209	10	8	
3		LIMO ARENOSO CEMENTADO CON	1687	30.8	1290	15	12	
3.5			1744	31.5	1326	30	24	
N.P	NAF	No se detecto Nivel de Aguas Freáticas en la excavacion que se efectuó.						

[redacted]

SONDEO SPT-3



INICIANDO PERFORACION PARA PRUEBAS DE PENETRACION ESTANDAR



APLICANDO CARGA DE PENETRACION ESTANDAR



MUESTRA DE SUELO EN EL TUBO DOBLE CAÑA OBTENIDA DE UINA DE LAS MUESTRAS

Sondeo Nº 4 (SPT-4).- Estratigrafía

Profundidad en M.	Descripcion del Material	Clasificación SUCS	Limite Liquido	Limite Plastico	Índice Plastico	Contraccion Lineal	Angulo de Friccion
0,00 a 1,80	LIMO ARCILLOSO CEMENTADO	MH	55.2%	42.1%	13.1%	5.8%	20°
1,80 a 2.50	ARENA LIMOSA CON JAL	SM	36.1%	33.3%	2.8%	1.1%	30°
2,50 a 3,00	LIMO ARCILLOSO GRIS	MH					
3,00 a Lim.	POSIBILIDAD DE ROCA EMPACA	MH					

La siguiente figura aporta resultados de Estratigrafía, Pesos volumtricos, Contenidos de Humedad del terreno natural Valores de Resistencia del suelo a cada metro de profundidad, Clasificación SUCS de los materiales y datos complementarios.

HOJA DE INFORMACION DE RESULTADOS

San Pedro tlaquepaque Jalisco a 20 de septiembre de 2025

PROFUNDIDAD M.	ESTRATIGRAFIA	SONDEO # 4 / CLASIFICACIÓN VISUAL ESTRATIGRAFÍA DEL SUELO	Lim Liq		Indice Plastico	Contraccion Lineal	Simbolo	CLASIFICACIÓN S.U.C.S
		PROYECTO: Ampliacion de la Planta de Bombeo						
		UBICACION: Fraccionamiento Agaves						
		Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco						
0	INICIO							
0.25								LIMOS ARENOSOS INODRGANICOS DE
0.5								ALTA PLASTICIDAD
0.75		LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEPETETE)	[redacted]		13.1%	5.8%	MH	RESITENCIA EN ESTADO SECO: ALTA
1								TENACIDAD: ALTA
1.25								DILATANCIA: LENTA
1.5								
1.75								LIMOS JALOSOS INORGANICOS DE
2								BAJA PLASTICIDAD
2.25		ARENA LIMOSA CON JAL	36.1%	33.3%	2.8%	1.1%	SM	RESITENCIA EN ESTADO SECO: BAJA
2.5								TENACIDAD: LIGERA
2.75		LIMO ARCILLOSO GRIS						DILATANCIA: RAPIDA
3			76.5%	61.9%	14.6%	14.0%	MH	
3.25								
3.5		LIMO ARENOSO CEMENTADO CON						
3.75		POSIBILIDAD DE ROCA EMPACADA EN						
4		ARCILLA						
4.25								
4.5								
4.75								
5								

PROF. EN M.	PRUEBA DE PENETRACION	PVH Kg/M3	% CONT. DE HUM.	PVS Kg/M3	(N) Golpes	Resist. Tn/m²	OBSERVACIONES
1	LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEP	1611	35.1	1192	17	11	
1.5		1699	25	1359	20	16	
2	ARENA LIMOSA CON JAL	1704	28.2	1329	10	8	
3	LIMO ARENOSO CEMENTADO CON	1886	29.5	1456	30	24	

N.P **NAF** **No se detecto Nivel de Aguas Freáticas en la excavacion que se efectuó.**

[redacted]

SONDEO SPT-4



INICIANDO PERFORACION PARA PRUEBAS DE PENETRACION ESTANDAR



APLICANDO CARGA DE PENETRACION ESTANDAR



MUESTRA DE SUELO EN EL TUBO DOBLE CAÑA OBTENIDA DE UINA DE LAS MUESTRAS

Sondeo Nº 5 (SPT-5).- Estratigrafía

Profundidad en M.	Descripcion del Material	Clasificación SUCS	Limite Liquido	Limite Plastico	Índice Plastico	Contraccion Lineal	Angulo de Friccion
0,00 a 1,80	LIMO ARCILLOSO CEMENTADO	MH	55.2%	42.1%	13.1%	5.8%	20°
1,80 a 2.50	LIMO ARCILLOS CON CASCAJO	SM	36.1%	33.3%	2.8%	1.1%	30°
2,50 a 3,00	LIMO ARCILLOSO GRIS	MH					
3,00 a Lim.	POSIBILIDAD DE ROCA EMPACA	MH					

La siguiente figura aporta resultados de Estratigrafía, Pesos volumtricos, Contenidos de Humedad del terreno natural Valores de Resistencia del suelo a cada metro de profundidad, Clasificación SUCS de los materiales y datos complementarios.

HOJA DE INFORMACION DE RESULTADOS

San Pedro tlaquepaque Jalisco a 20 de septiembre de 2025

PROFUNDIDAD M.	ESTRATIGRAFIA	SONDEO # 5 / CLASIFICACIÓN VISUAL ESTRATIGRAFÍA DEL SUELO	Lim[redacted] Liq[redacted]		Indice Plastico	Contraccion Lineal	Simbolo Simbolo	CLASIFICACIÓN S.U.C.S
0	INICIO							
0.25								
0.5								
0.75		LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEPETETE)	[redacted]		13.1%	5.8%	MH	LIMOS ARENOSOS INODRGANICOS DE
1								ALTA PLASTICIDAD
1.25								RESITENCIA EN ESTADO SECO: ALTA
1.5								TENACIDAD: ALTA
1.75		LIMO ARCILLOS CON CASCAJO						DILATANCIA: LENTA
2								
2.25								
2.5								
2.75		LIMO ARCILLOSO GRIS						
3			76.5%	61.9%	14.6%	14.0%	MH	
3.25								
3.5		LIMO ARENOSO CEMENTADO CON						
3.75		POSIBILIDAD DE ROCA EMPACADA EN						
4		ARCILLA						
4.25								
4.5								
4.75								
5								

PROF. EN M.	PRUEBA DE PENETRACION	PVH Kg/M3	% CONT. DE HUM.	PVS Kg/M3	(N) Golpes	Resist. Tn/m²	OBSERVACIONES
1	LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEP	1585	20.4	1316	18	12	
1.5		1644	23.6	1330	25	19	
2		1621	31.5	1233	25	19	
3	LIMO ARENOSO CEMENTADO CON	1722	31.5	1310	30	24	
N.P	NAF	No se detecto Nivel de Aguas Freáticas en la excavacion que se efectuó.					

SONDEO SPT-5



INICIANDO PERFORACION PARA PRUEBAS DE PENETRACION ESTANDAR



APLICANDO CARGA DE PENETRACION ESTANDAR



MUESTRA DE SUELO EN EL TUBO DOBLE CAÑA OBTENIDA DE UINA DE LAS MUESTRAS

Sondeo Nº 6 (SPT-6).- Estratigrafía

Profundidad en M.	Descripcion del Material	Clasificación SUCS	Limite Liquido	Limite Plastico	Índice Plastico	Contraccion Lineal	Angulo de Friccion
0,00 a 1,20	LIMO ARCILLOSO CEMENTADO	MH	55.2%	42.1%	13.1%	5.8%	20°
1,20 a 2.50	LIMO ARCILLOS CON CASCAJO	SM	36.1%	33.3%	2.8%	1.1%	30°
2,50 a 3,00	LIMO ARCILLOSO GRIS	MH					
3,00 a Lim.	POSIBILIDAD DE ROCA EMPACA	MH					

La siguiente figura aporta resultados de Estratigrafía, Pesos volumtricos, Contenidos de Humedad del terreno natural Valores de Resistencia del suelo a cada metro de profundidad, Clasificación SUCS de los materiales y datos complementarios.

HOJA DE INFORMACION DE RESULTADOS

San Pedro tlaquepaque Jalisco a 20 de septiembre de 2025

PROFUNDIDAD M.	ESTRATIGRAFIA	SONDEO # 6							
			PROYECTO: Ampliacion de la Planta de Bombeo						
			[redacted]ION: Fraccionamiento Agaves						
			[redacted]pio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco						
M.		CLASIFICACIÓN VISUAL	Li[redacted]		Indice	Contraccion	Simbolo	CLASIFICACIÓN	
0	INICIO	ESTRATIGRAFIA DEL SUELO	L[redacted]		Plastico	Lineal	Simbolo	S.U.C.S	
0.25			[redacted]						
0.5									
0.75		LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEPETETE)	55.		13.1%	5.8%	MH	LIMOS ARENOSOS INODRGANICOS DE	
1								ALTA PLASTICIDAD	
1.25								RESITENCIA EN ESTADO SECO: ALTA	
1.5								TENACIDAD: ALTA	
1.75		LIMO ARCILLOS CON CASCAJO						DILATANCIA: LENTA	
2									
2.25									
2.5									
2.75		LIMO ARCILLOSO GRIS							
3			76.5%	61.9%	14.6%	14.0%	MH		
3.25									
3.5		LIMO ARENOSO CEMENTADO CON							
3.75		POSIBILIDAD DE ROCA EMPACADA EN							
4		ARCILLA							
4.25									
4.5									
4.75									
5									

PROF. EN M.	PRUEBA DE PENETRACION		PVH Kg/M3	% CONT. DE HUM.	PVS Kg/M3	(N) Golpes	Resist. Tn/m²	OBSERVACIONES
1		LIMO ARCILLOSO CEMENTADO (TEP	1600	33.3	1200	20	14	
1.5		LIMO ARCILLOS CON CASCAJO	1655	30.5	1268	25	19	
2			1608	31.5	1223	30	24	
3		LIMO ARENOSO CEMENTADO CON	1687	36.8	1233	30	24	
N.P	NAF	No se detecto Nivel de Aguas Freáticas en la excavacion que se efectuó.						

[redacted]

SONDEO SPT-6



INICIANDO PERFORACION PARA PRUEBAS DE PENETRACION ESTANDAR



APLICANDO CARGA DE PENETRACION ESTANDAR



MUESTRA DE SUELO EN EL TUBO DOBLE CAÑA OBTENIDA DE UINA DE LAS MUESTRAS

PRUEBAS EJECUTADAS

Todas las muestras alteradas de suelo rescatadas de los estratos que mostró el sondeo fueron examinadas y clasificadas en el laboratorio. Las pruebas que se llevaron a cabo ayudaron a definir las propiedades índice y mecánicas del subsuelo.

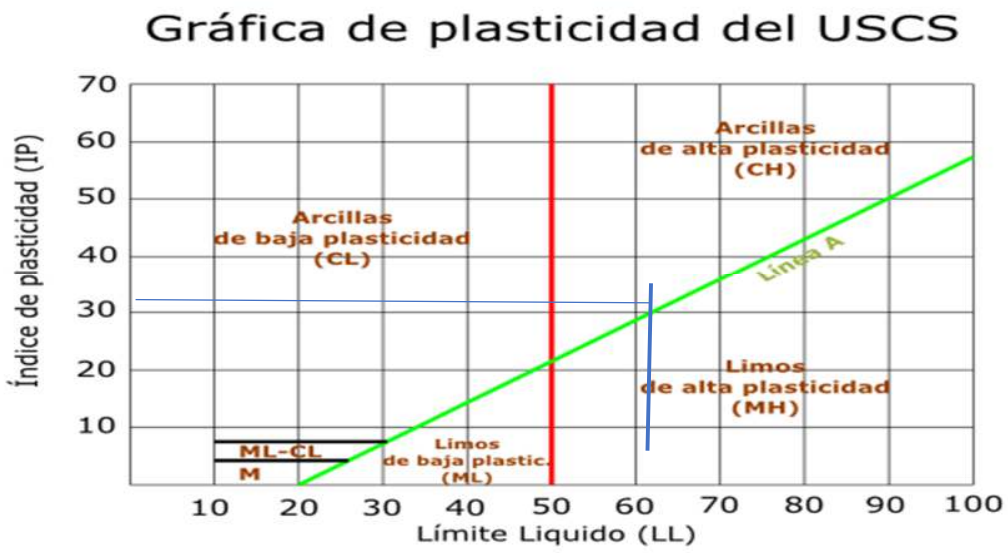
Las propiedades físicas y mecánicas obtenidas en el laboratorio pueden resumirse con los ensayes de laboratorio que a continuación se indican:

Pruebas Índice y de Clasificación

Clasificación visual y al tacto, en húmedo y en seco.
Contenido natural de agua.
Límites de consistencia.
Análisis granulométrico mediante mallas.
Pesos Volumétrico Natural.
Contenido de finos.
Peso específico del Suelo Estado Natural.
Clasificación SUCS.

Estas pruebas índices se efectuaron para p[redacted]icar a los suelos encontrados de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de S[redacted]CS) y obtener información para los distintos estratos encontrados en el sondeo y justificar la ampliación de los parámetros de resistencia y deformación.

La clasificación se hizo según lo estipulado en la carta de plasticidad anexa.



Clasifique el suelo como limo inorgánico (M), si al dibujar el punto wL versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor que 4, a menos que se sospeche que hay materia orgánica presente en cantidades suficientes como para influir en las propiedades del suelo (suelo de color oscuro y olor orgánico cuando está húmedo y tibio), en cuyo caso se debe efectuar un segundo límite líquido con la muestra

de ensaye secada al horno a una temperatura de 110 ± 5°C durante 24 horas. Se clasifica como limo o arcilla orgánicos (O), si el límite líquido después del secado al horno, es menor que 75% del límite líquido de la muestra original determinado antes del secado.

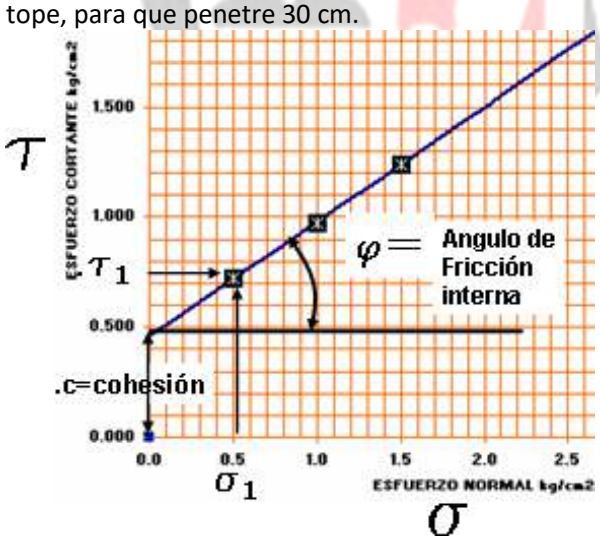
Clasifique el suelo como limo inorgánico de baja plasticidad (ML), o como limo o limo arcilla orgánicos de baja plasticidad (OL), si el límite líquido es menor que 50 y al dibujar wL versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor a 4.

Clasifique el suelo como limo inorgánico de media a alta plasticidad (MH), o como una arcilla u limo arcilla orgánico de media a alta plasticidad (OH), sí el wL. Es mayor que 50 y el punto dibujado de wL versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor a 4.

EL ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT, Standar penetration test).-

Es ejecutado “in situ”, se requiere para este ensayo, de trípode, motor, polea, martillo, cuerda, cañas guía y partida.

Consiste en determinar el número de golpes (N), que se requieren para que una barra vertical (llamada caña), penetre una longitud de un [redacted]), dentro del suelo, por medio de un golpe de martillo de 140 libras de peso, levantad[redacted] desde una altura de 76 cm.
Con el valor de N se puede determinar, la [redacted] compresión, el módulo de elasticidad, el coeficiente de balasto, el coeficiente de vari[redacted]umétrica y la capacidad portante Hay que hacerle algunas correcciones, que hacen variar ligeramente el valor de N. Al valor nuevo se le llama N corregido.
La capacidad neta admisible del suelo, se obtiene a partir del número de golpes N.
Fig. (7). Detalles del equipo de penetración estándar. El martillo golpea a la caña, a través de un tope, para que penetre 30 cm.





VALORES DE CARGA ADMISIBLE EN ARCILLAS. -

Descripción	N del SPT	q adm, zapata cuadrada (kg/cm^2)	q adm, zapata contínua (kg/cm^2)
Muy blanda	Menos de 2	Menos de 0.30	Menos de 0.22
Blanda	2 a 4	0.30 a 0.60	0.22 a 0.45
Mediana	4 a 8	0.60 a 1.20	0.45 a 0.90
Compacta	8 a 15	1.20 a 2.40	0.90 a 1.80
Muy compacta	15 a 30	2.40 a 4.80	1.80 a 3.60
Dura	Más de 30	Más de 4.80	Más de 3.60

Clasificación de suelos. - Para clasificar se necesitan los ensayos de límite líquido (LL), límite plástico (LP) y análisis granulométrico. Se usa [redacted]ma unificado de clasificación de suelos SUCS, y el Sistema de la AASHTO. Esto sirve para [redacted] perfil estratigráfico. Para clasificar el suelo hay que usar la Carta de Plasticidad. Ver F[redacted]

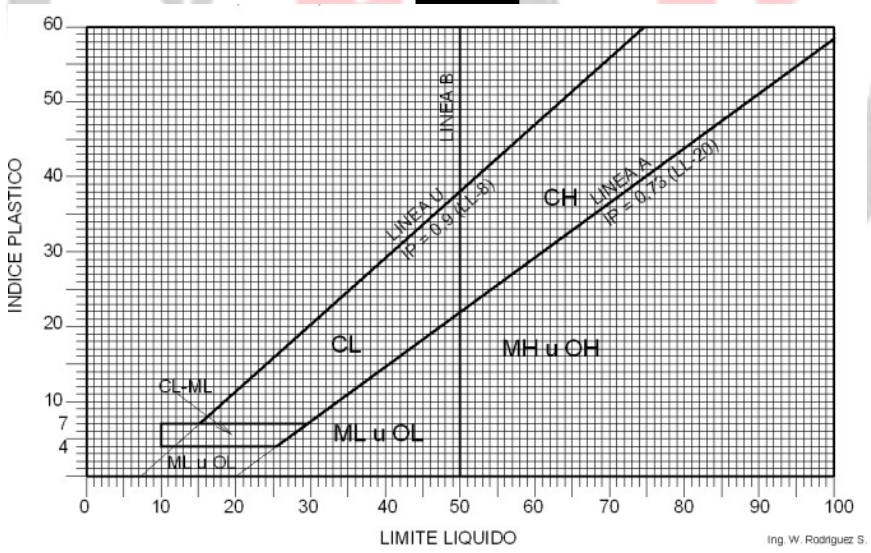


Fig. (3). Carta de Plasticidad, que sirve para clasificar el suelo.

Nivel freático. - Es importante, para efectuar la evaluación sobre el posible efecto de licuación de las arenas ante efecto sísmico, o su variación por riego de terrenos aledaños o por lluvia o inundación, que hace reaccionar las arcillas expansivas. Si es que se va a construir un sótano y el nivel freático afecta la edificación, usar platea y muros de contención, construir debajo o alrededor un sistema de drenaje, además colocar water- stop en la unión platea-muro de contención, usar aditivos impermeabilizantes en el concreto. Ver Fig. (4).

Cohesión, c (kg/cm^2)	ARCILLAS f=0 (m)	ARENAS c=0 (m)	ARENAS CON FINOS f,c ≠ 0 (m)
0.05	0.5	0	1.1
0.10	1.1	0	2.2
0.20	2.2	0	4.3
0.30	3.3	0	6.5
0.40	4.4	0	8.7

Expansibilidad del suelo. - Para esto hay que realizar el ensayo de Expansión libre o el ensayo de Presión de expansión, para determinar la fuerza expansiva. Los investigadores **Holtz y Gibbs** en su libro "Propiedades de ingeniería de las arcillas expansivas", clasifica el Potencial de expansión según el valor del Índice plástico

Grado de Expansión	índice de plasticidad, IP (%)	Límite de Contracción (%)	Probable expansión (%)
Muy alto Alto Medio Bajo	> 35 25 a 41 15 a [redacted] < 18	<11 7-12 10-16 >15	>30 20-30 10-20 <10

Estos valores hay que dividirlos entre [redacted]r de seguridad.

Capacidad Portante (q_{adm}).-Comúnmente se utiliza la teoría de Terzaghi, que requiere del ensayo de corte directo. Sin embargo, también puede usarse el equipo **de Penetración Estándar (SPT).** A pesar de que sus valores parecen de poca variación, por ejemplo, de 0.5 a 1.0 kg/cm^2, sus valores definen en gran medida el tipo de cimentación a usar, y el número de pisos de la edificación, porque cada piso adicional representa carga adicional.

V.- CONSIDERACIONES GENERALES

Unidades

En los estudios para el diseño de cimentaciones, se usará un sistema de unidades coherente, de preferencia el Sistema Internacional (SI). Sin embargo, en este último caso, respetando la práctica común en mecánica de suelos en el lugar, será aceptable usar como unidad de fuerza la tonelada métrica, que se considerará equivalente a 10 kN. (Considerar 1.0 Kg/cm^2)

Investigación de las colindancias

Deberán investigarse el tipo y las condiciones de cimentación de las construcciones colindantes en materia de estabilidad, hundimientos, emersiones, agrietamientos del suelo y desplomes, y tomarse en cuenta en el diseño y construcción de la cimentación en proyecto.
Así mismo, se investigarán la localización y las características de las obras subterráneas cercanas, existentes o proyectadas, pertenecientes a la red de transporte colectivo, de drenaje y de otros servicios públicos, con objeto de verificar que la construcción no cause daños a tales instalaciones ni sea afectada por ellas.

La capacidad de carga de los suelos de cimentación se calculará por métodos analíticos o empíricos suficientemente apoyados en evidencias experimentales locales o se determinará con pruebas de carga. La capacidad de carga de la base de cualquier cimentación se calculará a partir de la resistencia media del suelo a lo largo de la superficie potencial de falla correspondiente al mecanismo más crítico. En el cálculo se tomará en cuenta la interacción entre las diferentes partes de la cimentación y entre ésta y las cimentaciones vecinas.

Cuando en el subsuelo del sitio o en su vecindad existan rellenos sueltos, galerías, grietas u otras oquedades, éstos deberán tratarse apropiadamente o bien considerarse en el análisis de estabilidad de la cimentación.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE EXCAVACIONES

En el diseño de las excavaciones se considerarán los siguientes estados límite:

a) De falla: colapso de los taludes o de las paredes de la excavación o del sistema de ademado de las mismas, falla de los cimientos de las construcciones adyacentes y falla de fondo de la excavación por corte o por subpresión en estratos subyacentes, y colapso del techo de cavernas o galerías.

b) De servicio: movimientos verticales y ho[redacted]nmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en los alrededores. Los [redacted]esperados de tales movimientos deberán ser suficientemente reducidos para no causar daños a las construcciones e instalaciones adyacentes ni a los servicios públicos. Además, la recuperación por recarga no deberá ocasionar movimientos totales o diferenciales intolerables para las estructuras que se desplanten en el sitio.

Estados límite

Para fines de aplicación de estas Normas, se alcanza un estado límite de comportamiento en una construcción cuando se presenta una combinación de fuerzas, desplazamientos, niveles de fatiga, o varios de ellos, que determina el inicio o la ocurrencia de un modo de comportamiento inaceptable de dicha construcción.

De acuerdo con tales estados límite se clasifican en dos grupos: estados límite de falla y estados límite de servicio. Los primeros se refieren a modos de comportamiento que ponen en peligro la estabilidad de la construcción o de una parte de ella, o su capacidad para resistir nuevas aplicaciones de carga. Los segundos incluyen la ocurrencia de daños económicos o la presentación de condiciones que impiden el desarrollo adecuado de las funciones para las que se haya proyectado la construcción.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Como parte del estudio de mecánica de suelos, deberá definirse un procedimiento constructivo de las cimentaciones, excavaciones y muros de contención que asegure el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la integridad de los elementos de cimentación y la seguridad durante y después de la construcción.

Cualquier cambio significativo que se pretenda introducir en el procedimiento de construcción especificado en el estudio geotécnico deberá analizarse con base en la información contenida en dicho estudio o en un estudio complementario si éste resulta necesario.

CIMENTACIONES SOBRE RELLENOS CONTROLADOS

En ningún caso será aceptable cimentar sobre rellenos naturales o artificiales que no hayan sido colocados en condiciones controladas o estabilizados.

Será aceptable cimentar sobre terraplenes de suelos no orgánicos compactados, siempre que estos hayan sido construidos por capas de espesor no mayor de 30 cm, con control del contenido de agua y del peso volumétrico seco en las condiciones marcadas por el estudio de mecánica de suelos.

La construcción de terraplenes con suelos estabilizados con cemento u otro cementante deberá basarse en pruebas mecánicas y de intemperización realizadas en el laboratorio.

Estas pruebas deberán permitir definir los porcentajes de cementante requeridos así como las condiciones de colocación y compactación. Las características de los materiales colocados en la obra deberán ser verificadas por muestreo y/o pru[redacted]campo en el sitio. Las propiedades del material estabilizado deberán ser suficientes pa[redacted]zar la estabilidad del terraplén y de las cimentaciones que descansen sobre él a co[redacted]o plazo, aun bajo el efecto de infiltraciones de agua y de otros agentes de intemperización.

Al cimentar sobre rellenos controlados, deberán revisarse los estados límites de servicio y de falla de la cimentación del terraplén, del terraplén mismo y de la propia cimentación.

VI.- RECOMENDACIONES DE CIMENTACION

En los resultados obtenidos de las pruebas de penetración y de acuerdo con la estratigrafía del suelo, se aprecia que el suelo este constituido por lomos arcillosos de baja resistencia irregular desde el inicio de las pruebas hasta los 3 m, de profundidad en donde se tienen resistencias confiables como se puede ver en los resultados de las pruebas de penetración estándar aplicadas.

Por tanto, se recomienda que para tener un desplante de cimentación confiable se deberá excavar en cada una de las zapatas de cimentación hasta la profundidad de donde se localice este estrato. Resistente.

No tenemos información del tipo de construcción de la obra, sugerimos que se tome como buena resistencia a la profundidad de 3 m,

Se calculará la cimentación con una Resistencia de 12 Tn/m^2. Dado que este tipo de suelos es estable se recomienda no exceder este valor.

En caso de que haya necesidad de hacer nivelaciones del terreno se hará con rellenos compactados utilizando para su elaboración Suelo-Cemento, con una proporción igual a: 50 Kg de cemento por 1 m^3 de material producto de la excavación de las cepas de cimentación y de banco considerando que es de buena calidad.

Este relleno se hará en capas de 20 cm. de espesor compacto al 90 % de su PVS Proctor. O ASSHTO. Se recomienda consultar un especialista en este sentido para que determine las dimensiones del muro en cuanto la base de desplante, así como el ancho del mismo.

Se entiende que lo recomendado en este informe son solo sugerencias de cimentación y que el encargado de definir el diseño final será en estructurista, basado en los resultados de los trabajos de Mecánica de Suelos.

Se presenta una Tabla con valores de Modulo de Reacción del Suelo para efectos de cálculo:

Esta en una tabla con diferentes valores del módulo de reacción del Suelo (conocido también como Coeficiente de Balasto o Modulo de Winkler) en función de la resistencia admisible del terreno en cuestión.
Los valores de esta tabla son para una superficie de apoyo (Área) Estos valores son los que hay que darles al SAFE (no requieren ninguna Modificación).
Estos Valores de la constante elástica del terreno están dados en Kg/Cm^3 y la Resistencia del suelo debe ser en Kg/Cm^2.
Esta tabla se extrajo de la Tesis de maestría [redacted]ión Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler", Universidad Politécnica de Catalu[redacted]ona- España. 1993 (Autor Nelson Morrison).

Modulo de Reacción del Suelo
Datos para SAFE

Esf Adm (Kg/Cm^2)	Winkler (Kg/Cm^3)	Esf Adm (Kg/Cm^2)	Winkler (Kg/Cm^3)	Esf Adm (Kg/Cm^2)	Winkler (Kg/Cm^3)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

VII.- RELLENOS.

En caso de hacer rellenos para nivelaciones o para mejorar la capacidad de carga del suelo se procederá como sigue:

Para hacer el relleno de mejoramiento del suelo se recomienda utilizar material de banco de buena calidad.

El relleno para mejorar la resistencia del suelo o para nivelación, se hará de acuerdo a lo indicado en el párrafo correspondiente. Según las normas de calidad en los materiales para rellenos establecen que:

Los suelos arenosos requieren del 6 al 8 por ciento, en volumen de cemento, si se nota que el suelo tiende a ser arcillosa se incrementará el volumen de cemento para que tengan una estabilización adecuada. Las características mínimas que debe satisfacer un suelo para que su estabilización sea razonablemente económica son:

- Limite Liquido menor de 50 %
- Índice Plástico menor de 25 %
- El Material que pase la Malla # 200 [redacted] menor del 50 %
- Contracción Lineal 2 % max.
- Valor Relativo de Soporte 80 % míni[redacted]
- Grado de Compactación Mínima 90 %

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS HECHAS A LOS MATERIALES

Descripcion del Material	Clasificación SUCS	Limite Liquido	Limite Plastico	Índice Plastico	Contraccion Lineal	Angulo de Friccion
LIMO ARCILLOSO CEMENTADO	MH	**55.2%**	**42.1%**	**13.1%**	**5.8%**	20°
LIMO ARCILLOS CON CASCAJO	SM	36.1%	33.3%	2.8%	1.1%	30°

Material que pasa la Malla #200 12 %

Como se puede ver el material producto de la excavación se encuentra en condiciones aceptables para usarse como relleno en caso de ser necesario.

Para que este tenga un mayor grado de estabilidad se recomienda agregar un cementante para aglutinar las partículas del suelo.

Para hacer el mejoramiento del suelo se le adicionará un cementante, se puede usar calhidra o cemento Pórtland. De preferencia cemento, utilizando una proporción de: 50 Kg por cada M3 de material.

La mezcla se homogenizará y se colocará en capas de 25 cm. de espesor compactado, colocando las capas necesarias para llegar al nivel de desplante deseado.

Al hacer la mezcla se deberá cuidar que el contenido de humedad se acerque mucho a la humedad óptima determinada en laboratorio.

La mezcla deberá homogenizarse cuidadosamente antes de colocarse para la aplicación del proceso de compactado. Se compactará al 90 % de su Peso Volumétricos Seco máximo ASSHTO STD.
Cada capa se compactará siguiendo el mismo procedimiento.

VIII.- INDICE DE PERMEABILIDAD

En caso de excavar pozos de absorción se entiende que los materiales localizados en el terreno corresponden a suelos con un **índice de permeabilidad de: $1*10^{-3}$ a $1*10^{-5}$** cm./ seg. y corresponde a materiales limo arenosos poco permeables.

Se considera la permeabilidad también como velocidad de infiltración de agua en el suelo, en base a los siguientes parámetros. De acuerdo con el tipo de materiales que en este caso corresponde a materiales de permeabilidad moderada lenta (0.5 – 2.0) cm./hora.

Infiltración cm/hora	Interpretación
< 0.1	Muy lenta
0.1 - 0.5	Lenta
0.5 -2.0	Moderada lenta
2.0 - 6.3	Moderada
6.3 - 12.7	Moderada rápida
12.7 - 25.4	Rápida
> 25.4	Muy rápida

Estas son solamente recomendaciones el cálculo final lo ejecutará un especialista en la materia. Aplicando los criterios de acuerdo con lo recomendado en este reporte.

IX. SUPERVISION

Durante los trabajos de terracería y excavaciones, se deberán efectuar visitas de supervisión a la obra para definir los procedimientos de construcción materiales de banco sí se usan y desplante de las bases. Se recomienda que en el proceso de construcción se lleve control de calidad mediante pruebas de laboratorio.

Estas recomendaciones se hacen en base a los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en los sondeos efectuados en el terreno. Consideramos que puede haber variación en los resultados emitidos en este reporte por lo que nos ponemos a sus órdenes para cualquier aclaración al respecto.

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco a 26 de septiembre de 2024

[redacted]

[redacted]

MEMORIA DESCRIPTIVA DE PROCESO DE LA PLANTA POTABILIZADORA

La Ampliación de la Planta Potabilizadora Número 5 (PP5) cuenta con un afluente de agua superficial que proviene de dos fuentes: La primera tiene un flujo de 750 lps que provienen de la Presa Calera cuya calidad de agua se indica en la Notificación 1 del Acta de Junta de Aclaraciones de la Licitación; Y la segunda tiene un flujo de 500 lps que provienen de Chapala, cuya calidad de agua se indica en el Anexo AT-CA-AC-PP5 de los Términos de Referencia del Apéndice 2 de las Bases de Licitación. Ambas corrientes se juntarán a la entrada del proceso en el Tanque de Oxidación, por lo que la Calidad de Agua Cruda corresponde a la mezcla de ambas fuentes.

Se contempla la conducción a la planta a través de un ducto en el límite de propiedad de la PP5 para recibir el flujo de 750 lps hasta la entrada del Tanque de Oxidación, con un medidor de flujo del agua de influente con capacidad para este caudal.

Los procesos unitarios de potabilización se diseñaron bajo dos condiciones de cargas contaminantes para su dimensionamiento, la primera por período de estiaje y la segunda por periodo de lluvias.

La carga contaminante de diseño por período considerada es la resultante de considerar el valor del caudal promedio de diseño, multiplicado por las concentraciones estacionales de diseño del período que corresponde.

Así mismo, para satisfacer la demanda correspondiente en el sistema de dosificación de reactivos, equipos de proceso del tren de agua, tren de Lodos o, y retro lavado de filtros, se consideró la carga contaminante máxima diaria, asumiendo que las concentraciones de diseño se sostienen por un período continuo de 24 horas.

Los trenes de tratamiento convencional se utilizan típicamente para aguas superficiales con valores de turbidez mayor a 20 NTU y color alto (> 20 unidades de color), un proceso de tratamiento convencional consiste en: coagulación, floculación, sedimentación, filtración en medio granular y desinfección.

Los contaminantes encontrados en el agua cruda, el color, turbidez, coliformes y aluminio pueden ser removidos en un tren de tratamiento convencional. Para remover metales (hierro y en su caso manganeso) se va a utilizar un tratamiento de oxidación, para reducir el amoniaco se va a utilizar cloro y para la remoción de fluoruros se va a utilizar sulfato de aluminio.

La planta potabilizadora PP5, actualmente tiene una capacidad para tratar 500 l/s, donde algunas de las estructuras existentes cuentan con capacidad hidráulica de hasta 1250 l/s, como es el caso del Tanque de Oxidación Existente, el cual dará servicio también al flujo de la Ampliación o 2da etapa de construcción de la PP5.

El flujo contemplado en la 2da etapa de construcción de la planta potabilizadora es de 750 l/s.

En la **Tabla 1-1** se presenta el listado de unidades de proceso y las edificaciones requeridas para la Ampliación de la PP5, así como de las unidades existentes que formaran parte del proceso de tratamiento de la Ampliación.

UNIDADES	
OT	OBRA DE TOMA (EXISTENTE)
CMAC	CAJA MEDICIÓN AGUA CRUDA
UCC	UNIDAD DE CONTROL DE FLUJO Y CRIBADO (EXISTENTE)
TOQ	TANQUE DE OXIDACIÓN QUÍMICA (EXISTENTE)
MR	UNIDAD DE MEZCLA RÁPIDA Y AJUSTE DE PH (EXISTENTE)
CDAC	CAJA DISTRIBUIDORA DE AGUA CRUDA (EXISTENTE)
FM	UNIDAD DE FLOCULACIÓN MECÁNICA
CL	UNIDAD DE CLARIFICACIÓN RECTANGULAR
TOIO3	TANQUE DE OZONACIÓN INTERMEDIA
FMG	FILTRACIÓN Y ADSORCIÓN
SRF	SISTEMA DE RETROLAVADO DE FILTROS (EXISTENTE)
TD	TANQUE DE DESINFECCIÓN
TAP	TANQUE DE AGUA POTABLE (EXISTENTE)
TRAR	TANQUE DE RECUPERACIÓN RETROLAVADO (EXISTENTE)
BAP	BOMBEO DE AGUA POTABLE
CRF	CASETA DE RETROLAVADO DE FILTROS
SAC	SISTEMA DE APLICACIÓN DE CLORO
AMQ	ALMACEN DE PRODUCTOS QUÍMICOS
CDQ	CASETA DE DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS (EXISTENTE)
VI	VIALIDAD INTERNA
TL	TANQUE DE CAPTACIÓN DE LODOS
CCM	CASETA CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
CSPE	CASETA DE SUBESTACIÓN Y PLANTA DE EMERGENCIA
LAB	LABORATORIO QUÍMICO
SAD	SALIDA DE DEMASIAS
DML	EQUIPO MECÁNICO DE DESAGUADO DE LODO
EL	UNIDAD DE ESPESADO DE LODOS
CDL	CASETA DE DESAGUADO DE LODOS
CO	CONTENEDOR (EXISTENTES)

En arreglo general se representan las unidades localizadas en planta, teniendo la siguiente configuración:

- Color gris: Unidades construidas en primera etapa (500 L/s).
- Color azul: Unidades construidas en segunda etapa (750 L/s).
- Color rojo: Unidades a construir en el futuro.

[redacted]

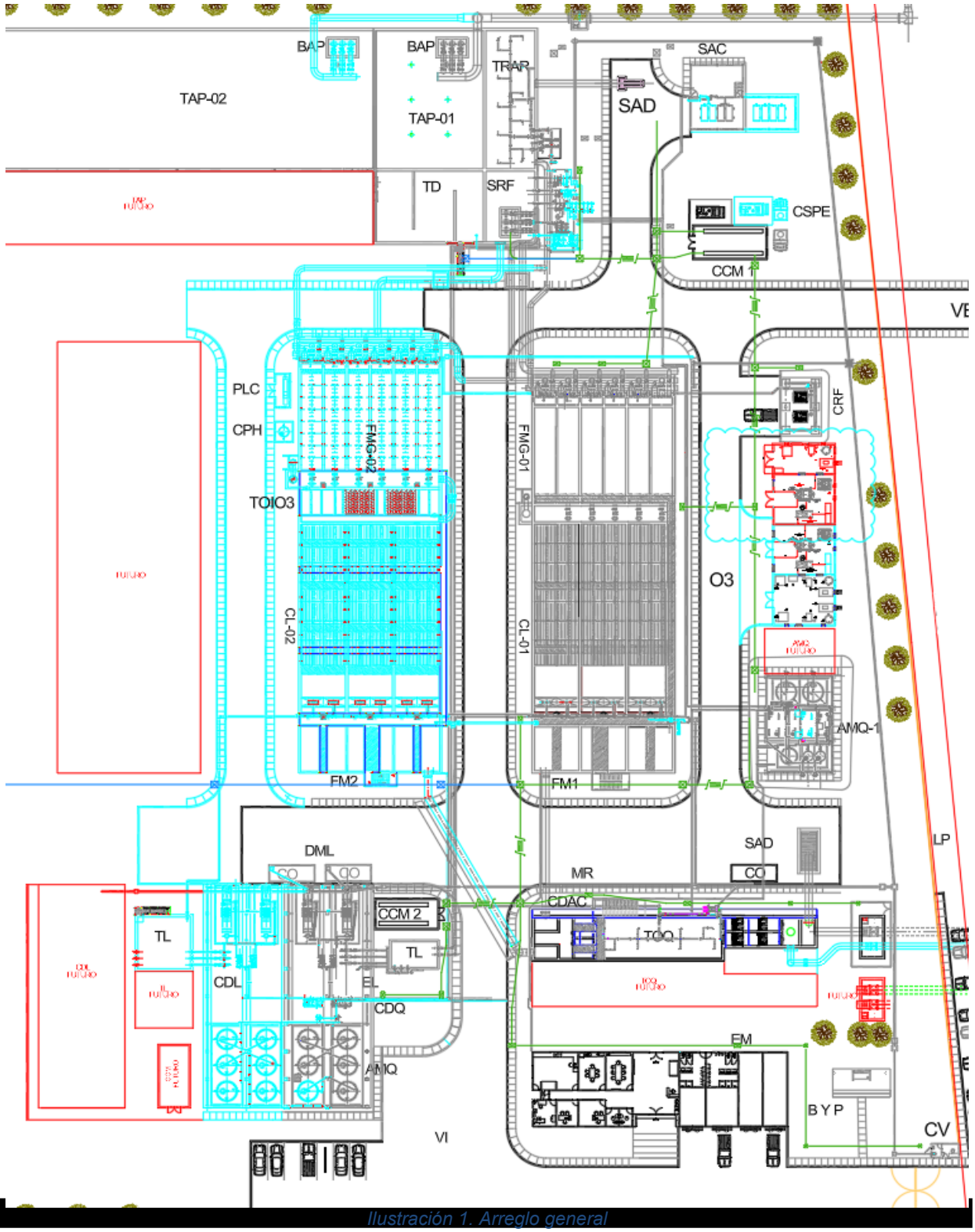


Ilustración 1. Arreglo general

A continuación, se presenta la capacidad de las principales unidades de proceso para la 2ª etapa de construcción:

Tabla 1-2 Capacidad por Unidad de Proceso para la Ampliación o 2ª Etapa.

Unidad	Capacidad
Unidad de control de flujo y cribado - existente (UCC)	1250 L/s total; 750 L/s ampliación.
Mezcla rápida y ajuste de PH - existente (MR)	1250 L/s total; 750 L/s ampliación.
Floculador mecánico (FM)	750 L/s
Clarificador rectangular (CL)	750 L/s
Filtración y adsorción (FMG)	750 L/s
Tanque de agua filtrada - existente (SRF)	Volumen para 1 retrolavados
Tanque de recuperación de agua de retrolavado – existente (TRAR)	Volumen para 2 retrolavados
Tanque de desinfección (TD)	30 min (1800 m3)
Tanque de agua potable - existente (TAP)	60 min (1800 m3)

Unidad de Control de flujo y Cribado (Existente)

El agua cruda proveniente de la obra de toma pasa por la caja de medición de agua cruda donde un medidor de flujo da cuenta del agua que se está recibiendo en la planta potabilizadora, posteriormente entra a la unidad de control de flujo y cribado con capacidad para 1250 L/s, cuenta con un canal de 2 etapas de cribado manual, con criba de 15mm de apertura y criba de 6 mm de apertura, de esta manera se impide el paso de sólidos gruesos y finos a los siguientes procesos.

Tanque de oxidación (existente)

Esta unidad está diseñada con un tiempo hidráulico de retención aproximado de 8 minutos para un caudal de 1250 L/s, aquí se mantiene agitada para evitar sedimentos y se le agrega el agente oxidante dióxido de cloro con el fin de hacer los metales (Hierro y manganeso) precipitables posteriormente en el clarificador. La presente oferta técnica incluye la dosificación de químicos para 750 L/s como lo estipulan las bases de licitación, ya que las instalaciones existentes cuentan con la capacidad para la dosificación de este químico para 500 L/s.

Mezcla Rápida y ajuste de PH (existente)

En la unidad de Mezcla Rápida se realizará el proceso de coagulación en esta primera etapa se contempla 2 mezcladores para 1250 L/s en total. Con compuertas para su debido seccionamiento. La

coagulación involucra la adición de un químico coagulante cuyo objetivo es permitir que los sólidos se agrupen o formen un precipitado que "barrerá" las partículas de la solución o adsorberá los componentes disueltos. El coagulante seleccionado es sulfato de aluminio.
Se tendrá bombas dosificadoras de sosa y ácido clorhídrico para ajustar el PH en caso de requerirse, normalmente se deberá dejar el valor de PH por encima de 7.0 y menor a 8.0 preferentemente.
La unidad de mezcla rápida será de tipo mecánico con agitación vertical, la cual consiste en un tanque en forma cúbica con un agitador instalado al centro del tanque, el agitador contará con variador de frecuencia para ajustar las revoluciones por minuto requeridas en el proceso.
La dosis del sulfato de aluminio a aplicar se propone en función de la turbidez del agua cruda en el temporal de lluvias, ya que en este temporal es cuando se presentan los valores más altos de turbidez en el agua. Las dosis típicas de sulfato de aluminio hidratado están en el rango de 10 a 150 mg/L dependiendo de la calidad del agua cruda (MWH, 2012).
Se estima que la dosis de sulfato de aluminio requerida en la Ampliación PP5 estará en el rango de 15 a 79.54 mg/L como sulfato de aluminio hidratado (Al2(SO4)3 14H2O). La presentación comercial del sulfato de aluminio hidratado es líquida con una riqueza del 48% aproximadamente.
La presente oferta técnica incluye la dosificación de los químicos para un flujo de 750 L/s como lo estipulan las bases de licitación, ya que las instalaciones existentes ya cuentan con capacidad para la dosificación de estos químicos para 500 l/s.
Para conocer con certeza la dosis óptima de productos químicos es necesario realizar pruebas de jarras con el agua a tratar.
En la **Tabla 1-3** se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la unidad de mezcla rápida.

Tabla 1-3 Criterios de diseño – Mezcla Rápida

Concepto	Rango Típico	Unidades
Gradiente de velocidad, G	300	s-1
Tiempo de mezcla	10 - 30	s
Tipo de agitación	Mecánica con Agitador Vertical	
Tipo de turbina	Pala inclinada 45°	
Número de potencia	1.26	--
Diámetro propelas / Diámetro equivalente tanque	0.3 – 0.6	--
Altura de las palas / Altura útil del tanque	0.5 - 0.33	--
Altura útil / Diámetro equivalente del tanque	0.6-1.4	--

[redacted]

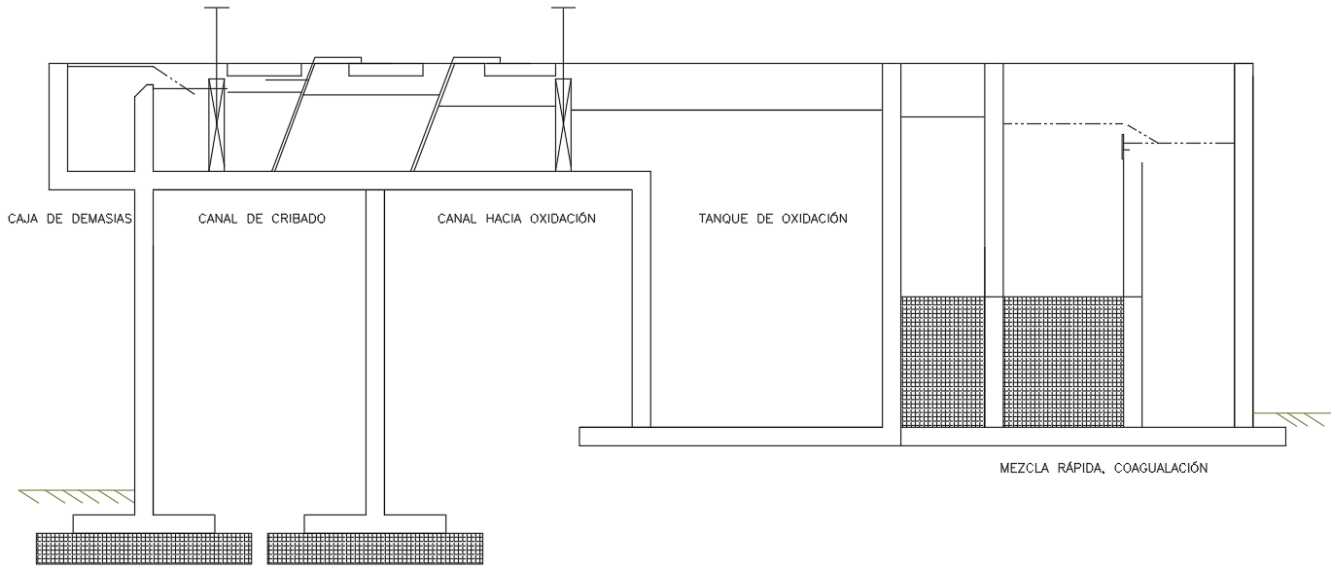


Ilustración 2. Esquema de canal de cribado, oxidación, mezcla rápida y coagulación

Floculación Mecánica

Se consideraron tres módulos de flujo en serie para este proyecto. La floculación es el proceso en el cual las partículas desestabilizadas durante la coagulación se van agregando en masas más grandes llamadas “flóculos”, que son más fáciles de remover que las partículas originales. Para propiciar el contacto entre las partículas se aplica un mezclado suave que incrementa las colisiones entre ellas, facilitando su precipitación.
El floculador será tipo mecánico con agitación vertical, esta unidad consiste en un tanque cuadrado con un agitador localizado al centro del tanque, el agitador contará con variador de frecuencia para ajustar las revoluciones por minuto requeridas en el proceso.
En esta etapa del proceso es añadido un polímero aniónico, el cual tiene la función de hacer más eficiente el proceso de floculación formando flóculos más fuertes. La dosis propuesta de floculante está en el rango de 0.3 a 1.0mg/L.
En la **Tabla 1-4** se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la floculación mecánica.

Tabla 1-4 Criterios de Diseño – Floculación Mecánica

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Gradiente de velocidad	10 – 100	s-1
Tiempo de mezcla	20 - 30	min
Profundidad del agua	3.5 - 4.5	m

[redacted]

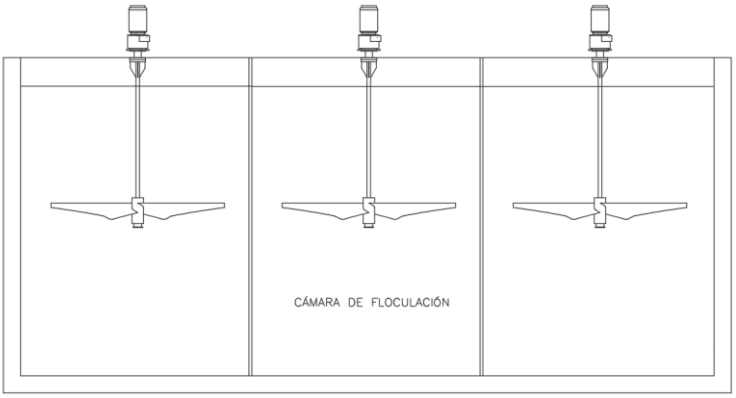
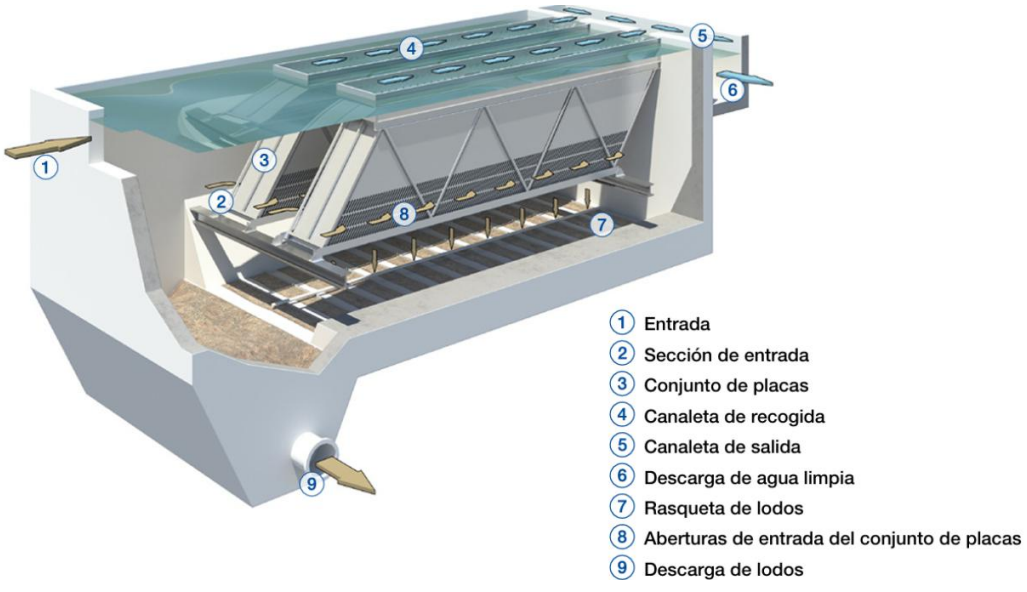


Ilustración 3. Esquema de mezcla rápida, coagulación y floculación

Clarificación de Alta Tasa

Después del proceso de coagulación floculación, el agua pasará a un tanque clarificador, cuya función es la remoción de partículas y flóculos químicos mediante la fuerza de gravedad. Se consideraron tres módulos para clarificación de flujo en paralelo para este proyecto.
El clarificador es de tipo rectangular de flujo horizontal con módulos de alta sedimentación, estos últimos permiten acelerar la velocidad de la sedimentación reduciendo la distancia que la partícula debe caer.
El flujo es alimentado al extremo del tanque, en el primer cuarto de la longitud está libre de los módulos de alta tasa, esto permite que flóculos más pesados sedimenten de manera natural y además se genera una zona de amortiguamiento (ver **Figura 1-3**).



[redacted]

En la **Tabla 1-5** se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la clarificación de alta tasa

Tabla 1-5 Criterios de Diseño – Clarificación de Alta Tasa

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Profundidad	3.0 – 5.0	m
Carga superficial (floc de alúmina)	2.5 – 8	m/h
Tiempo de retención a través del módulo de sedimentación	6 - 20	min
Diámetro hidráulico típico para tubos (W)	0.05	m
Carga hidráulica en las canaletas de agua clarificada	3.7 - 7.5	m3/m*h
Altura del tubo (h)	0.914	m
Ángulo del tubo (α)	60	grados
Velocidad de sedimentación floc de alúmina	0.0002 -0.0009	m/s
Fracción del tanque cubierta con tubos de alta sedimentación	25	%
Tipo de Sistema de recolección de lodos	Remoción mecánica con rastras	

Ozonación intermedia

El proceso de dosificación de ozono al proceso de potabilización de agua utiliza aire seco como materia prima para la generación del gas, inicia con la producción del ozono in situ mediante descarga eléctrica en un generador específico. La dosificación se lleva a cabo mediante la inyección con difusores finos, los cuales maximizan la transferencia de masa al crear burbujas de pequeño tamaño que incrementan el área de contacto entre el gas y el agua. En esta etapa se aplica como oxidación intermedia, situada tras la clarificación, con el objetivo de inactivar patógenos y degradar contaminantes persistentes. El contacto controlado se realiza en cámaras de contacto en serie, diseñadas para garantizar un tiempo de residencia hidráulico suficiente que permita alcanzar el valor concentración-tiempo, el cual es de 8 minutos requerido para una desinfección eficaz. Finalmente, tras cumplir su función, el ozono residual libre es eliminado de manera segura y eficiente con la ayuda de peróxido de hidrógeno, el cual, mediante una reacción química avanzada de oxidación, acelera la descomposición del O_3 remanente en oxígeno, previniendo así su interferencia en etapas posteriores del tratamiento y garantizando la seguridad del proceso.

[redacted]

En la **Tabla 1-6** se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la generación de ozono y dosificación para oxidación intermedia.

Tabla 1- 6 Criterios de Diseño – Generación de ozono con aire seco

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Fracción de O_2 en aire seco	0.232	kg
Porcentaje de generación de O3	5%	
Masa de aire seco para generar O_3 por estequíometria	4.32	kg
Masa de aire seco para generar O_3 al 5%	86.4	kg
Flujo de aire seco	500	m^3/h

Filtración en Medio Granular

La filtración es el proceso por el cual se separa la materia suspendida, mediante el paso del agua a través de una capa porosa que retiene las partículas en suspensión. El filtrado es de tipo rápido con medio granular compuesto de zeolita y carbón activado. Se consideraron seis módulos de flujo en paralelo para este proyecto.
La filtración rápida tiene muchas características que le permiten operar a elevadas tasas de filtración. Las más importantes son:
• Lecho filtrante de material granular que ha sido procesado para tener un tamaño más uniforme al encontrado típicamente en la naturaleza.

• Uso de un coagulante para preacondicionar el agua.

• Sistemas hidráulicos o mecánicos para remover los sólidos colectados en el filtro.

En la **Tabla 1-7** se presentan los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento de la filtración granular.

Tabla 1-7 Criterios de Diseño – Filtración

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Tipo de filtro	Filtro rápido dual	--
Sistema de filtración	Por gravedad	--
Sistema de Regulación	Por aumento de nivel	--
Control de funcionamiento	Semiautomático	--
Ancho del filtro	3 - 6	m

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Largo: ancho	2:1 , 5:1	--
Área de filtración	25 - 100	m^2
Profundidad del filtro	4.5 - 7.6	m
Tasa de filtración	10 - 25	m/h
Espesor del lecho/Diámetro efectivo	> 1000	m/h
Tiempo de contacto en lecho vacío	>=10	min

El filtro será de concreto reforzado y abierto a la atmósfera, el lecho filtrante es soportado por un bajo dren tipo “falso fondo”. El proceso de filtración consiste en 2 etapas:
1) *Etapa de filtración*, el agua fluye de manera descendente a través del medio y las partículas se acumulan en el lecho. Duración típica = 1 a 2 días.

2) *Etapa de retrolavado*, el agua fluye en la dirección opuesta retirando el material acumulado del filtro. Frecuentemente se introduce aire para remover los sólidos contenidos en el medio de manera más eficiente. Duración típica = 10 a 20 min.

1.- Lavado concurrente de 2 a 4 minutos, con 40 m/h de aire y 15 m/h agua.
2.- En Espera de 1 a 3 minutos. Debido a la aun presencia de aire en el carbón, se recomienda que este tiempo sea el suficiente para que carbón vuelva a tener la profundidad de lecho normal.
3.- Aclarado 4 a 8 minutos con agua a 40m/h.
4.- Asentado de 2 minutos aprox. Con tasa de agua a 15 m/h. Comenta que de esta manera el carbón queda mejor estratificado.
5.- Espera de 1 minuto aprox. Sin agua antes de empezar de nuevo el ciclo de filtrado.

El tipo de retrolavado será automático con flujo ascendente y lavado con aire, este será realizado con bombas de retrolavado y sopladores. El agua sucia de retrolavado será captada en el Tanque de Recuperación de Agua de Retrolavado con capacidad para el volumen generado en dos retrolavados. De este tanque el agua recuperada será enviada por bombeo al tanque de oxidación química para su tratamiento a través de todo el tren de proceso de potabilización y el concentrado al tanque de captación de lodos.

Condiciones del Carbón Activado
Tamaño: 8 x 30
Coeficiente de esfericidad: 0.55
Porosidad inicial: 0.41
Densidad aparente: 0.48 – 0.56 g/cc
Profundidad del medio: 1.7 m

Condiciones de Zeolita

Tamaño: 12 x 30
Coeficiente de esfericidad: 0.6
Porosidad inicial: 0.35
Densidad aparente: 1.12 g/cc
P[redacted]

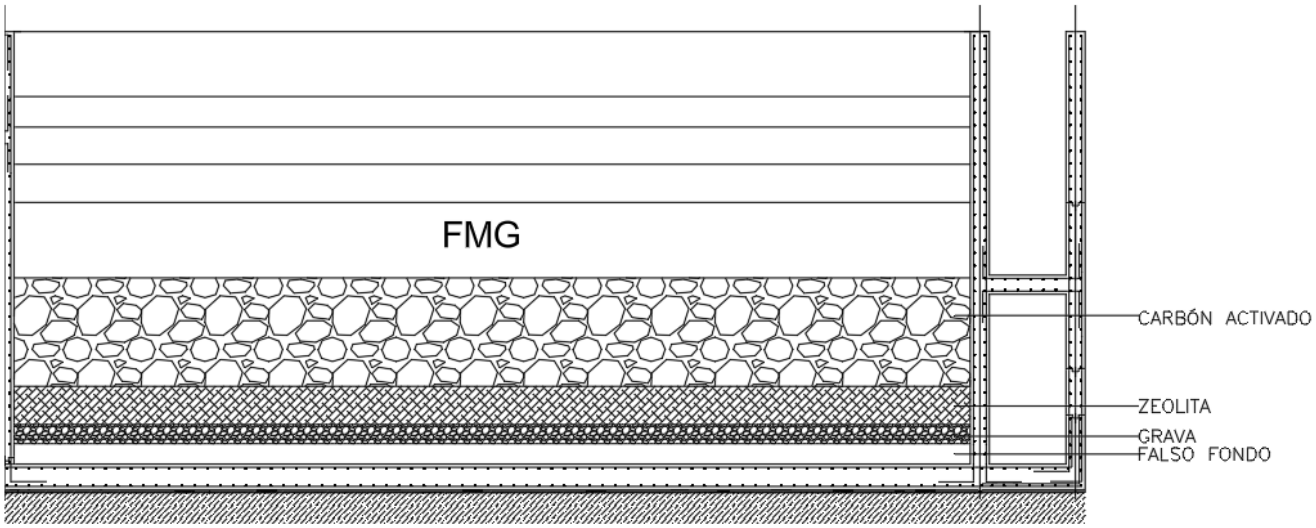


Ilustración 5. Esquema de filtro multimedia

Desinfección

Durante esta etapa se aplicará gas cloro como desinfectante en un tanque de contacto, su objetivo principal es dejar un efecto residual para la distribución.
La remoción del nitrógeno amoniacal del agua se llevará a cabo mediante un proceso de cloración hasta el punto de quiebre (breakpoint chlorination). La dosificación de cloro se calculará en base a la estequiometría de la reacción y a los parámetros establecidos en la bibliografía especializada *(MHW, 2012)*.
Este proceso se fundamenta en una serie de reacciones químicas escalonadas. Inicialmente, el cloro reacciona con el amoníaco para formar cloraminas, en un proceso conocido como cloraminación. Al incrementar la dosis de cloro más allá de este punto, las cloraminas son oxidadas, resultando en la conversión final del nitrógeno amoniacal en cloruro de nitrógeno, que se volatiliza, y nitrógeno gas, inocuo e inerte.
La dosis se determinará experimentalmente en campo, pero se basará en los lineamientos y ratios estequiométricos proporcionados por la bibliografía citada, asegurando así la eficiencia del proceso y la calidad final del agua.

Bombeo de agua Potable

Se considera 3 (2 en operación+1 en reserva) Bombas de agua potable tipo bomba vertical de tazones, de 750 LPS cada una con su interconexión. Las cuales se instalarán sobre un tanque de agua potable existente.

Tren de Lodos

El tren de manejo de los lodos generados en el proceso de potabilización incluye el equipamiento e

[redacted]

instalaciones para desaguado de lodos generados. Durante la 2ª Etapa la operación de espesado y desaguado se realizará en un solo paso mediante un filtro banda por su rápida y fácil implementación.

Se presenta el listado de unidades de proceso y las edificaciones requeridas para el manejo y desaguado de lodos.

- Caseta de desaguado de lodos CDL
- Tanque de lodos TL

A continuación, se presenta la capacidad requerida de las principales unidades de proceso para el manejo y desaguado de lodos para la 2ª etapa de construcción:

Unidad	Capacidad
Tanque de lodo (TL)	Para la producción de lodos para un flujo 331 m^3 de agua a tratar en temporal de lluvias, con un tiempo de retención de 24 horas
Desaguado mecánico de lodo (DML)	Para la producción de lodos para un flujo 100 m^3/h de agua a tratar en temporal de lluvias

Producción de Lodo

Los lodos generados en el proceso de potabilización son producidos mediante la coagulación y sedimentación de la turbiedad con la adición de químicos coagulantes y floculantes. A continuación, se presenta la reacción global de precipitación con sulfato de aluminio, el coagulante precipitado es en su mayoría hidróxido de aluminio:

$Al_2(SO_4)_3 14H_2O + 3Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2\ Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2 + 14H_2O$

En la **Tabla 1-8** se presentan los valores típicos para el cálculo de cantidades de lodo producidas por la adición de coagulantes y polímeros y remoción de turbiedad en plantas potabilizadoras.

Tabla 1-8 Criterios de Diseño – Producción de Lodo

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Tasa de producción de lodo de remoción de turbiedad	1.0 – 2.0	g/m3 NTU removida

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Tasa de producción de lodo por adición de sulfato de aluminio	0.2 – 0.33	kg lodo seco/ kg de coagulante
Tasa de producción de lodo por adición de polímero	1.0	kg lodo seco/ kg de floculante

Espesado de Lodo

El lodo extraído de los clarificadores será enviado a tanque de captación de lodos al igual que el concentrado del tanque de recuperación de retrolavado. El lodo es bombeado y se le aplica polímero para para por un reactor de lodos y luego a la mesa de espesado, el lodo se espesa de 1.5 a 3%.

Desaguado de Lodo

En la 2ª Etapa del proyecto el lodo removido en los clarificadores será enviado directamente al equipo de desaguado mecánico para aumentar la concentración de lodo de 1.5% o 3% al 20% de sólidos.
El equipo de desaguado funciona de la siguiente manera, formando una torta que contiene los sólidos y como filtrado una corriente diluida llamada fase líquida.
No se requiere volver a aplicar polímero a este proceso ya que está en acción el polímero aplicado antes del Reactor de lodos.

En la **Tabla 1-9** se muestran los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento del desaguado de lodos.

Tabla 1-9 Criterios de Diseño – Desaguado de Lodo

Concepto	Valor / Rango Típico	Unidades
Tipo	Mecánico	
Recuperación de sólidos	94 - 97	%
Concentración de lodos desaguados	> 20	%
Dosis de polímero	0.002 – 0.004	kg polímero/ kg lodo

Almacén de productos químicos y equipo de dióxido de cloro

Debido a las necesidades de oxidación del agua cruda se contempla oxidación mediante la adición de dióxido de cloro, para ello se tendrán reactores de dióxido de cloro para su generación.

[redacted]

Dos (2) Tanques de 15 m3 cerrado especial para químicos, para albergar Clorito de sodio al 31% y ácido clorhídrico al 33%.

Toma siamesa de aire y mangueras para líquidos para bombas de trasvase de químicos.

Caseta de desaguado de lodos

Se contempla construcción de una caseta para el desaguado de lodos, para los 2 trenes, mesa de espesado y filtro banda, así mismo tendrá capacidad de albergar los preparadores de polímero para lodos y el preparador de polímero para el tren de agua, las bombas de lodos, los tanques de sulfato de aluminio y las bombas de dosificación.

Equipamiento eléctrico

Para la energizar en media tensión la planta, se contempla derivar el circuito de 23kv existente, a un punto después de la medición en media tensión que actualmente existe en el poste que se ubica dentro de la propiedad de la planta PP5. A través de un poste de transición aéreo-subterráneo se alimentará el nuevo transformador de 750 kva, 3F, 60HZ.

La planta de emergencia que se contempla para la ampliación de PP5 deberá ser de una capacidad mínima de 600KW, 440, 60HZ.

Para la red eléctrica en baja tensión 460V, 3F, 670HZ, se contempla la construcción de 2 casetas de centro de control de motores, Dos centros de control de motores con tensión de operación de 460V, 3F y 60HZ, tensión de control 120 V con los componentes para el equipamiento y PLC.

La red de fuerza para circuitos de 460v, 3f, 60hz, será distribuida saliendo de la trinchera eléctrica localizada en los cuartos eléctricos, para continuar por bancos de ductos subterráneos, con tubería Conduit de PVC diámetro según se requiera y del registro más cercano al equipo que se alimenta, continuará con tubería Conduit de aluminio de diámetro según sea el caso y la llegada a los equipos se canalizará con tubería Conduit flexible tipo liquatite (1 metro máximo).
El cable que se utilizara es de cobre con aislamiento tipo thhw-ls, 600v, 75/90 °C, monoconductor para calibres de #8awg hasta #250kcm y multiconductores para los calibres #14awg hasta #10awg.

La red de fuerza para circuitos de 220/120V, será distribuida saliendo de las trincheras eléctricas localizadas en los cuartos eléctricos, para continuar por bancos de ductos subterráneos, con tuberías Conduit de PVC de diámetro según se requiera y del registro más cercano al equipo que se alimenta, continuará con tubería Conduit de aluminio de diámetro según sea el caso y la llegada a los equipos se canalizará con tubería Conduit flexible tipo liquatite (1 metro máximo).

El cable que se utilizara es de cobre con aislamiento tipo thhw-ls, 600v, 75/90 °C y será multiconductor.

En el área de la subestación eléctrica, Planta de emergencia y cuartos eléctricos, se instalará un sistema de tierras de una área según se requiera, la resistencia mínima de la red será de 10 Ohms, la red de tierras estará formada por varillas de cobre de 3/8" de diámetro x 3.04m de largo y una cuadricula donde el perímetro se formara por cable de cobre desnudo calibre 4/0 awg y en la cuadricula interna tendrá cable calibra 2/0 awg, todas las uniones entre cable – cable y cable – varilla se harán con conexiones soldables tipo cadweld.
La conexión del cable de tierras, a los equipos se harán con conectores mecánicos tipo "QA" de cable a superficie plana.

[redacted]

BIBLIOGRAFÍA

Organización Panamericana de la Salud / Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS). (1991). *Teoría, diseño y control de los procesos de clarificación del agua*. OPS.

Montgomery, J. M. (2007). *MWH's Water Treatment: Principles and Design* (3a ed.). John Wiley & Sons.

Kawamura, S. (2000). *Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

American Water Works Association (AWWA). (2010). *Water quality and treatment: A handbook on drinking water* (6th ed.). McGraw-Hill Professional.

Lin, S. (2001). *Water and wastewater calculations manual* (2nd ed.). McGraw-Hill.

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE

Diseño para temporada de estiaje

Diseño del tanque de oxidación química

El flujo para agua producto total del Tanque de Oxidacion	1250	LPS
El flujo total de entrada de agua cruda en temporada de estiaje	1281.26	LPS
El flujo tota de entrada de agua cruda en temporada de lluvias	1280.55	LPS
Flujo de agua cruda de la Ampliación en temporada de estiaje	772.33	LPS
Flujo de agua cruda de la Ampliación en temporada de lluvias	770.55	LPS

Gasto de diseño de la Ampliación =	772.33	LPS
Cantidad de tanque de oxidación =	1	pza.
Gasto por tanque de oxidación =	1281.26	LPS
Tiempo de retención total	8	min (de 6 a 10 min)
FS	1	
Volumen requerido por tanque de oxidación =	615.00	m3
Ancho	6.3	m
alto del agua	5.15	m
largo	19.15	m
Volumen real por tanque de oxidación =	621.32	m3

Dosificación requerida (PPM de dióxido de cloro por/ ppm de elemento)	
FE	0.24
MN	2.46

American Water Works Association (AWWA). (2010). Water quality and treatment: A handbook on drinking water (6th ed.). McGraw-Hill Professional.

	Concentración	Dióxido de cloro
Agua cruda	ppm	ppm
FE	0.87	0.21
MN	0.15	0.37
	Total	0.58

Determinación de cantidad de reactivo para generar dióxido de cloro		
Partes requeridas de acido clorhídrico para generar dióxido de cloro	2.149	ppm
Requerimiento de acido clorhídrico	1.242	ppm
Partes clorito de sodio para generar dióxido de cloro	1.831	ppm
Requerimiento de clorito de sodio	1.058	ppm

Flujo etapa 2	772.33	LPS
Dosificación de dióxido de cloro	0.58	ppm
Cantidad a dosificar	1.607	kg/hr
Dosificación al 60%	0.964	kg/hr
Dosificación de equipo	7.3	kg/hr
Equipos a considerar etapa 2	**1**	+1 pzas
Dilución posible (0.3% máximo, 0.1% mínimo)	0.20%	
Factor de seguridad	2	
Flujo necesario por equipo	2.028	LPS

Bomba de agua de ayuda dióxido de cloro		
Flujo de ayuda para 750 lps	2.03	LPS
Capacidad de bombeo en etapa 2	1.556	LPS
Arreglo de bombas requerido para etapa 2	1	+1 pzas

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE

DISEÑO DEL MEZCLA RÁPIDA TIPO TURBINA

1. Cálculo del tamaño del tanque Mezclador

Criterio de diseño: Tiempo de residencia = 40 seg
El flujo para la etapa 2 agua producto de 750 LPS
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de estiaje 772.32 LPS
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de lluvias 770.55 LPS

Flujo de diseño = 772.32 lps
Volumen de la mezcla rápida = 772.32 $\frac{\text{lt x}}{\text{seg}}$ 40 seg $\frac{\text{m3}}{\text{1000 lt}}$ = 30.60 m3
Dimensionamiento:

Considerando 1 trenes de mezcla rápida
Volumen de la mezcla rápida = 30.6 m3
Considerando tanque de sección rectangular de = 3.00 m x 3.00 m

Profundidad de agua = 30.60 m3 x $\frac{1}{3.00 \text{ x } 3.00 \text{ m2}}$ = 3.40 m

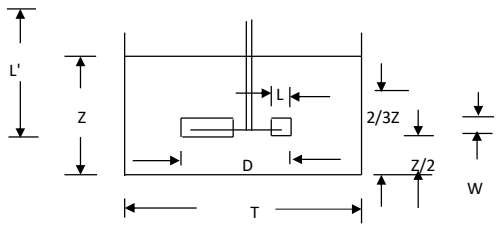
Altura de agua real	3.40 m
Volumen real de la mezcla rápida	30.60 m3
Tiempo de residencia real	39.62 seg

2. Determinación del grado de agitación necesario

Para mezcla rápida de baja energía (Con valores de gradiente de velocidad G = 300 o mas /s) se utilizan velocidades periféricas de 1.0 a 10 ft/s, y Gt de 9000 o mas

	RPM prom	min	Gradiente de velocidad 1/s	Gt	Velocidad periférica ft/s	m/s	Potencia HP	Torque in-lb		Flecha in
Mezcla rápida	29	20.6	298	11,819	7.6	2.31	3.59	5600.0	2.00	2.00

3. Determinación del tamaño del agitador



Datos:
T = 3.00 m
L' = 3.0 m

Criterios de diseño:
Z = 3.40
D/T = 0.50
W/D = 0.17
L/D = 0.25
Número de paletas = 8

Cálculo:
Z = 3.40 m
D = 1.500 m (59 in)
W = 0.250 m
L = 0.38 m

Altura de agitador = Z/2 = 1.70 m

3.1. Revisión de las rpm

Suponiendo N = 29.4 rpm

Donde:
N = Revoluciones por minuto

3.2. Cálculo de la velocidad periférica

Vp = 3.1416 x D x rpm / 60

Donde:
Vp = Velocidad periférica = fps
D = Diámetro de propela = ft

Vp = 3.1416 x 4.9 x 29 / 60 = 7.6 fps

3.3. Cálculo del número de Reynolds

Nre = 10.7 x Sg x ND2/m

Donde:
Nre = Número de Reynolds
m = Viscosidad estática = cp
Sg = Gravedad específica = 1.02

Suponiendo m = 1 cp

Nre = (11 x 1.0 x 29.4 x 3487.507)/ 1 = 1124271.1

3.4. Determinación del número de potencia

De Fig. 2 Dimensional analysis for fluid agitation systems

Para turbina tipo disco de 8 paletas Np = 3.0

3.5. Cálculo de la potencia requerida

Hp = (3.52 x10 Exp. -3) x Np x Sg x (N/60) Exp. 3 x (D/12) Exp. 5 =

Donde:
Np = Número de potencia = 3.0
N = rpm = 29
Sg = Gravedad específica = 1.0 para agua
D = Diámetro de la turbina = 59.06 in

Hp = (3.52 Exp. -3) x 3.0 x 1.0 x (29 /60) Exp. 3 x (59 /12) Exp. 5 = 3.59 Hp

3.6. Calculo de G

G = (P/µV)EXP 0.5 = 298.3037 1/s

Donde:

Gradiente medio de velocidad			1/s
Potencia		1972	ft-lb/s
Viscosidad estática del agua @	70 ºF	2.05E-05	lb-s/ft2
Volumen de la mezcla rápida		1081.2	ft3

3.7 Cálculo de Gt

Gt = G x t = 11,819

Donde:

Gradiente medio de velocidad	298.3	1/s
Tiempo de residencia hidráulico	39.62	s

[redacted]

TQ = 63025 (Hp/N)

Donde:
TQ = Torque = in-lb
Hp = Potencia del impulsor = 3.5862
N = rpm = 29.4

TQ = 63025 x (3.5862 / 29.4) = 7687.7 in-lb

3.9. Cálculo del momento horizontal

M = L' x 19000 x Hp x fs / ND

Donde:
M = Momento = in-lb
L' = Distancia del agitador inferior al primer rodamiento=
Hp = Potencia
fs = Factor de servicio = 1.2

M = 118.1 x 19000 x 3.5862 x 1.2 / 29.4 x 59.1 = 5562.3 in-lb

3.10. Cálculo del diámetro de la flecha

TQ Exp 2 = 6E+07
M Exp 2 = 3E+07
(TQ Exp 2 + M Exp 2) Exp 1/2 = 9489.0

Donde:
ds = Diámetro según resistencia al corte = in
dt = Diámetro según resistencia a la tensión = in
s = Resistencia al corte de acero = 6000 psi
t = Resistencia a la tensión del acero = 10000 psi

ds = ((16 x (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2)/3.1416 x s)Exp 1/3 = 2.00 in

dt = ((16 x (M + (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2))/3.1416 x t)Exp 1/3 = 1.41 in

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE

DISEÑO DEL FLOCULADOR TIPO TURBINA

1. Cálculo del tamaño del tanque floculador

Criterio de diseño: Tiempo de residencia = 17.5 min 630000

El flujo para la etapa 2 agua producto de 750

El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de estiaje 772.32 LPS

El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de lluvias 770.55 LPS

Flujo debido a reciruclaciones 772.32 LPS

Flujo de diseño = 772.32 lps

Volumen del floculador = 772.32 lt/seg x 60 seg/min x 17 min x m3/1000 lt = 809.55 m3

Dimensionamiento:

Considerando 1 tren de floculación con 3 tanques floculadores

el volumen de cada floculador sería = 270 m3

Considerando tanque de sección rectangular de = 6.760 m x 6.760 m

Profundidad de agua = 269.849 m3 x 1/(6.76 x 6.76 m2) = 5.905 m

Altura de agua real	5.91 m
Volumen real de floculación	810 m3
Tiempo de residencia real	17.5 min

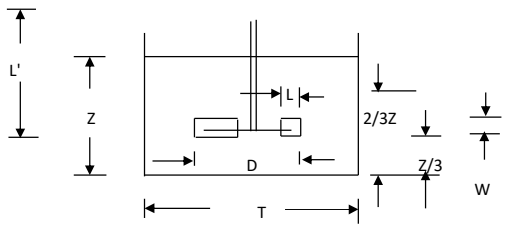
2. Determinación del grado de agitación necesario

Para floculadores de baja energía (Con valores de gradiente de velocidad G = 50 a 100 /s) se utilizan velocidades periféricas de 1.0 a 3 ft/s, y Gt entre 100 y 150,000.

Dada la geometría del floculador se requerirán **3** mecanismos floculadores:

	RPM prom	RPM min	Gradiente de velocidad 1/s	Gt	Velocidad periférica ft/s	Velocidad periférica m/s	Potencia HP		Torque in-lb		Flecha in
Floculador de 1ra. Etapa	11.6	3	62	21,566	3	1.05	1.85	3	3900.0	1.92	2.13
Floculador de 2ra. Etapa	11.0	3	57	19,914	3	0.99	1.65	2	3500.0	1.85	2.13
Floculador de 2da. Etapa	10.0	3	49	17,262	3	0.90	1.37	2	2900.0	1.74	2.13

3. Determinación del tamaño del agitador de primera etapa, primer tanque.



Datos:

T = 6.76 m

L' = 3.0 m

Criterios de diseño:

Z = 5.91

D/T = 0.26

W/D = 0.17

L/D = 0.25

Número de paletas = 6

Cálculo:

Z = 5.91 m

D = 1.7238 m (68 in) 0.86

[redacted]

W = 0.29 m (11 in)
L = 0.43 m
Altura de agitador = Z/3= 1.97 m

3.1. Revisión de las rpm

Suponiendo N = 11.6 rpm

Donde:
N = Revoluciones por minuto

3.2. Cálculo de la velocidad periférica

Vp = 3.1416 x D x rpm / 60

Donde:
Vp = Velocidad periférica = fps
D = Diámetro de propela = ft

		ft		1/min		seg			
Vp =	3.14159	x	5.7	x	11.6	/	60	=	3.44 fps

3.3. Cálculo del número de Reynolds

Nre = 10.7 x Sg x ND2/m

Donde:
Nre = Número de Reynolds
m = Viscosidad estática = cp
Sg = Gravedad específica = 1.00

Suponiendo m = 1.002 cp a 20°C

Nre = (10.8 x 1.00 x 11.6 x 4605.81319)/ 1.002 = 573198.5

3.4. Determinación del número de potencia

De Fig. 2 Dimensional analysis for fluid agitation systems

Para turbina tipo disco de 6 paletas Np = 9.2

3.5. Cálculo de la potencia requerida

Hp = (3.52 x10 Exp. -3) x Np x Sg x (N/60) Exp. 3 x (D/12) Exp. 5 =

Donde:
Np = Número de potencia = 9.2
N = rpm = 12
Sg = Gravedad específica = 1.00 para agua
D = Diámetro de la turbina = 67.9 in

Hp = (3.52 Exp. -3) x 9.2 x 1 x (11.6 /60) Exp. 3 x (68 /12) Exp. 5 = 1.354 Hp

Considerando 0.5 HP de pérdidas en el sistema de transmisión = 0.5 + 1.354 = 1.85 HP

3.6. Calculo de G

G = (P/µV)EXP 0.5 = 61.722 1/s

Donde:

Gradiente medio de velocidad			1/s
Potencia		745	ft-lb/s
Viscosidad estática del agua @	70 ºF	2.05E-05	lb-s/ft2
Volumen del floculador		9535.3	ft3

3.7 Cálculo de Gt

Gt = G x t = 21,566

[redacted]

Gradiente medio de velocidad, G = 61.722 1/s
Tiempo de residencia hidráulico, t = 349.4 s

3.8. Cálculo de torque

TQ = 63025 (Hp/N)

Donde:
TQ = Torque = in-lb
Hp = Potencia del impulsor = 1.354
N = rpm = 11.6

TQ = 63025 x (1.3540 / 11.6) = 7356.4 in-lb

3.9. Cálculo del momento horizontal

M = L' x 19000 x Hp x fs / ND

Donde:
M = Momento = in-lb
L' = Distancia del agitador inferior al primer rodamiento=
Hp = Potencia
fs = Factor de servicio = 1.0

M = 118.1 x 19000 x 1.354 x 1.0 / 11.6 x 67.9 = 3859.6 in-lb

3.10. Cálculo del diámetro de la flecha

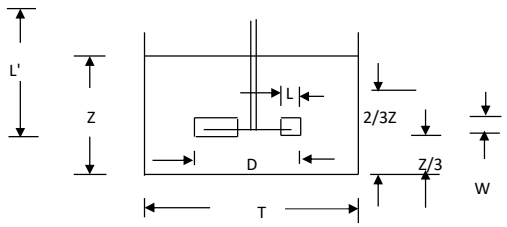
TQ Exp 2 = 5.4E+07
M Exp 2 = 1.5E+07
(TQ Exp 2 + M Exp 2) Exp 1/2 = 8307.4

Donde:
ds = Diámetro según resistencia al corte = in
dt = Diámetro según resistencia a la tensión = in
s = Resistencia al corte de acero = 6000 psi
t = Resistencia a la tensión del acero = 10000 psi

ds = ((16 x (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2)/3.1416 x s)Exp 1/3 = 1.92 in

dt = ((16 x (M + (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2))/3.1416 x t)Exp 1/3 = 1.25 in

4. Determinación del tamaño del agitador de primera etapa, segundo tanque.



Datos:
T = 6.76 m
L' = 3.0 m

Criterios de diseño:
Z = 5.91
D/T = 0.26
W/D = 0.17
L/D = 0.25
Número de paletas = 6

Cálculo:
Z = 5.91 m

D = 1.7238 m (68 in)
W = 0.29 m
L = 0.43 m
Altura de agitador = Z/3 = 1.96836 m

4.1. Revisión de las rpm

Suponiendo N = 11 rpm

Donde:
N = Revoluciones por minuto

4.2. Cálculo de la velocidad periférica

Vp = 3.1416 x D x rpm / 60

Donde:
Vp = Velocidad periférica = fps
D = Diámetro de propela = ft

Vp = 3.14159 x 5.7 x 11 / 60 = 3.3 fps

4.3. Cálculo del número de Reynolds

Nre = 10.7 x Sg x ND2/m

Donde:
Nre = Número de Reynolds
m = Viscosidad estática = cp
Sg = Gravedad específica = 1.00

Suponiendo m = 1.002 cp a 20°C

Nre = (11 x 1.00 x 11 x 4605.81319)/ 1.002 = 543550.3

4.4. Determinación del número de potencia

De Fig. 2 Dimensional analysis for fluid agitation systems

Para turbina tipo disco de 8 paletas Np = 9.2

4.5. Cálculo de la potencia requerida

Hp = (3.52 x10 Exp. -3) x Np x Sg x (N/60) Exp. 3 x (D/12) Exp. 5 =

Donde:
Np = Número de potencia = 9.2
N = rpm = 11
Sg = Gravedad específica = 1.0 para agua
D = Diámetro de la turbina = 67.87 in

Hp = (3.52 Exp. -3) x 9.2 x 1 x (11 /60) Exp. 3 x (68 /12) Exp. 5 = 1.1546 Hp

Considerando 0.5 HP de pérdidas en el sistema de transmisión = 0.5 + 1.1546 = 1.65 HP

4.6. Calculo de G

G = (P/µV)EXP 0.5 = 56.996 1/s

Donde:

Gradiente medio de velocidad			1/s
Potencia		635	ft-lb/s
Viscosidad estática del agua @	70 ºF	2.05E-05	lb-s/ft2
Volumen del floculador		9535.3	ft3

4.7 Cálculo de Gt

Gt = G x t = 19,914

[redacted]

Donde:

Gradiente medio de velocidad	56.996 1/s
Tiempo de residencia hidráulico	349.4 s

4.8. Cálculo de torque

TQ = 63025 (Hp/N)

Donde:
TQ = Torque = in-lb
Hp = Potencia del impulsor = 1.1546
N = rpm = 11

TQ = 63025 x (1.1546 / 11) = 6615.1 in-lb

4.9. Cálculo del momento horizontal

M = L' x 19000 x Hp x fs / ND

Donde:
M = Momento = in-lb
L' = Distancia del agitador inferior al primer rodamiento=
Hp = Potencia
fs = Factor de servicio = 1.0

M = 118.1 x 19000 x 1.1546 x 1.0 / 11.0 x 67.9 = 3470.6 in-lb

4.10. Cálculo del diámetro de la flecha

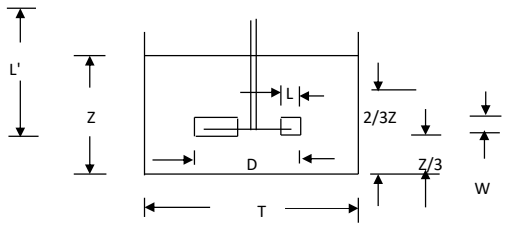
Donde:
ds = Diámetro según resistencia al corte = in
dt = Diámetro según resistencia a la tensión = in
s = Resistencia al corte de acero = 6000 psi
t = Resistencia a la tensión del acero = 10000 psi

TQ Exp 2 =	4.4E+07
M Exp 2 =	1.2E+07
(TQ Exp 2 + M Exp 2) Exp 1/2 =	7470.2

ds = ((16 x (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2)/3.1416 x s)Exp 1/3 = 1.85 in

dt = ((16 x (M + (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2))/3.1416 x t)Exp 1/3 = 1.21 in

5. Determinación del tamaño del agitador primera etapa, tercer tanque.



Datos:
T = 6.8 m
L' = 3.0 m

Criterios de diseño:

Z =	5.91
D/T =	0.26
W/D =	0.17
L/D =	0.25
Número de paletas =	6

Cálculo:
Z = 5.91 m
D = 1.7238 m (68 in)
W = 0.29 m

[redacted]

L = 0.43 m
Altura de agitador = Z/3 = 1.96836 m

5.1. Revisión de las rpm

Suponiendo N = 10 rpm

Donde:
N = Revoluciones por minuto

5.2. Cálculo de la velocidad periférica

Vp = 3.1416 x D x rpm / 60

Donde:
Vp = Velocidad periférica = fps
D = Diámetro de propela = ft

Vp = 3.14159 x 5.7 x 10 / 60 = 3.0 fps

5.3. Cálculo del número de Reynolds

Nre = 10.7 x Sg x ND2/m

Donde:
Nre = Número de Reynolds
m = Viscosidad estática = cp
Suponiendo m = 1.002 cp a 20°C
Sg = Gravedad específica = 1.00

Nre = (11 x 1.0 x 10 x 4605.81319)/ 1.002 = 494136.6

5.4. Determinación del número de potencia

De Fig. 2 Dimensional analysis for fluid agitation systems

Para turbina tipo disco de 8 paletas Np = 9.2

5.5. Cálculo de la potencia requerida

Hp = (3.52 x10 Exp. -3) x Np x Sg x (N/60) Exp. 3 x (D/12) Exp. 5 =

Donde:
Np = Número de potencia = 9.2
N = rpm = 10
Sg = Gravedad específica = 1.0 para agua
D = Diámetro de la turbina = 67.87 in

Hp = (3.52 Exp. -3) x 9.2 x 1 x (10 /60) Exp. 3 x (68 /12) Exp. 5 = 0.8674 Hp

Considerando 0.5 HP de pérdidas en el sistema de transmisión = 0.5 + 0.8674 = 1.37 HP

5.6. Calculo de G

G = (P/µV)EXP 0.5 = 49.4033 1/s

Donde:

Gradiente medio de velocidad			1/s
Potencia		477	ft-lb/s
Viscosidad estática del agua @	70 ºF	2.05E-05	lb-s/ft2
Volumen del floculador		9535.3	ft3

5.7 Cálculo de Gt

Gt = G x t = 17,262

Donde:

[redacted]

Tiempo de residencia hidráulico 349.4 s

5.8. Cálculo de torque

TQ = 63025 (Hp/N)

Donde:
TQ = Torque = in-lb
Hp = Potencia del impulsor = 0.8674
N = rpm = 10

TQ = 63025 x (0.8674 / 10) = 5467 in-lb

5.9. Cálculo del momento horizontal

M = L' x 19000 x Hp x fs / ND

Donde:
M = Momento = in-lb
L' = Distancia del agitador inferior al primer rodamiento=
Hp = Potencia
fs = Factor de servicio = 1.0

M = 118.1 x 19000 x 0.8674 x 1.0 / 10.0 x 67.9 = 2868.3 in-lb

5.10. Cálculo del diámetro de la flecha

TQ Exp 2 = 3E+07
M Exp 2 = 8227134

(TQ Exp 2 + M Exp 2) Exp 1/2 = 6173.8

Donde:
ds = Diámetro según resistencia al corte = in
dt = Diámetro según resistencia a la tensión = in
s = Resistencia al corte de acero = 6000 psi
t = Resistencia a la tensión del acero = 10000 psi

ds = ((16 x (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2)/3.1416 x s)Exp 1/3 = 1.74 in

dt = ((16 x (M + (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2))/3.1416 x t)Exp 1/3 = 1.13 in

[redacted]

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE

Diseño de Mamparas difusoras (entrada del clarificador)

1-Condiciones normales de flujo

Flujo					772.32 Lps
Número de clariflicadores en operación		3	Flujo por clarificador		257.44 lps c/u
Gradiente del floculador mínimo =				27 /s	
Velocidad en los orificios = 0.30m/s o mayores					
Datos del tabique difusor					
Diámetro del orificio =		5 in (		0.127 m)	
Del gráfico # 5-3, Teoría y diseño de los procesos de clarificación de agua					
Para un gradiente de G =				20 /s se obtienen las siguientes opciones:	
n=	0.03	adim			
r=	D/4	m	G=282((n/r)^1/2)*(v^3/2)		
D=	0.127	m			
v=	0.175	m/s			
Q=	2.212	lps			
No.=	118				
Nota: se concluye que	118	agujeros de	5 " (	12.7 cm)	
cumple perfectamente con el requerimiento de G =				20 /s	

Perdidas en los orificios

Flujo medio en los orificios 0.002182 M3/s

Cd= 0.6 adim

g= 9.81 m/s2

$$Q = C_d A \sqrt{2g\Delta H}$$

Venta propuesta

D 5 in

Alto 1.5 m

Área 0.012668 m2

$$\Delta H = \frac{\left(\frac{Q}{C_d A}\right)^2}{2g}$$

ΔH= 0.004199 m

ΔH= 0.005 m

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE

Diseño del clarificador

El flujo para la etapa 2 agua producto de					750.00	LPS
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de estiaje					772.32	LPS
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de lluvias					770.55	LPS
El flujo para la etapa 2 debido a recirculaciones					772.32	LPS
Gasto de diseño	772.32	LPS				
Cantidad de clarificadores	3	pzas				
Gasto por clarificador	257.44	LPS				
Gasto por clarificador	22242.82	m3/d				
Carga hidráulica superficial	176.021	m3/m2/d	con módulos de sedimentación			
FS	1					
Área útil por clarificador	126.36	m2				
Ancho de los módulos	12	in	0.3048	m		
Largo de los módulos IFR-6036	144	in	3.6576	m		
Cantidad de módulos de largo	6	pzas			514.88	
largo del clarificador	21.9456	m			772.32	
Sobre ancho	0.0508	m				
Cantidad de módulos de ancho	18.9	pzas				
Módulos redondeados	21	pzas				
Ancho del clarificador	6.452	m				
Cantidad de módulos totales	126	pzas				
Área real	140.47	m2				
carga hidráulica real	158.35	m3/m2/d				

Altura de agua sobre módulos	de 18 a 30"			
Altura	30.00	"	0.762	m
Velocidad inferior	0.05	< fps		
Altura necesaria	2.618	m		
altura de módulos	36.000	in	0.9144	m
Altura de soporte	10.000	in	0.254	m
Altura de seguridad	0.024	m		
Altura mínima	4.573	m		

Carga hidráulica en el vertedor	5	a	20	m3/m/hr
Carga hidráulica seleccionado	10	m3/m/hr		
Metros de vertedor necesario	92.678	m		
Numero de canaletas	3			
Metros de vertedor propuesta	131.674	m		
Carga real de vertedor	7.038	m3/m/hr		

Paso a canaletas de agua clara a través de orificios

Numero de canaletas por clarificador	3	pzas
Largo de canaletas	21.946	m
Espaciamiento de los orificios	0.11	m
Diámetros de los orificios	1	in
Total de orificios	1200	pzas

Perdida en orificios de agua clara

Flujo medio en los orificios		0.257	m3/s	1200	pza
Flujo medio en los orificios		0.0002	m3/s		
Cd=	0.6	adim			
g=	9.81	m/s2			

$$Q = C_d A \sqrt{2g\Delta H}$$

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

Venta propuesta

Diámetro			1	in
			0.025	m
Área			0.000507	m2
Velocidad			0.423	m/s
ΔH=	0.0254	m		
ΔH=	0.0270	m		

$$\Delta H = \frac{\left(\frac{Q}{C_d A}\right)^2}{2g}$$

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE

DISEÑO DEL FILTRO MULTIMEDIA

El flujo para la etapa 2 agua producto de	750	lps		
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de estiaje	772.32	lps		
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de lluvias	770.55	lps		
El flujo para la etapa 2 debido a recirculaciones	772.32	lps		
Cauda máximo diario (Diseño)	772.32	lps		
Temperatura de proceso	20	°C		
Densidad del agua	0.998	g/cm^3		
Viscosidad dinámica	0.01	poise (g/cm/s)		
Viscosidad cinemática	0.01	stoke (cm^2/s)		

FILTRACIÓN

PARÁMETROS DE DISEÑO

Carga hidráulica superficial promedio	240.00	$m^3/m^2/d$	4.09	gpm/ft^2
Velocidad de retrolavado, va	66.67	cm/min	16.36	gpm/ft^2
Tipo de lecho	Doble (zeolita y carbón activado)			
Tipo de control de filtración	Vertedor de control a la salida			
Distribución de agua de lavado	Falso fondo prefabricado			

DIMENSIONAMIENTO DE LA BATERÍA DE FILTRACIÓN

Área total de filtración	278.04	m^2	
Distancia máxima de viaje del floc en retrolavado	3.05	m	
Relación máxima largo/ancho del filtro	23.00		
N° teórico de filtros	6.00	Unidades	
USAR	6.00	Unidades	
Área actual total de cada filtro	46.34	m^2	

ANCHO CANALETA LAVADO

Duración de la carrera de filtración	24.00	h	
Duración del retrolavado	12.00	min	
Caudal de retrolavado	538.33	lps	
Caudal máximo por filtro (Nivel equilibrio 2q)	154.46	lps	
Velocidad máxima	2.00	m/s	
Alto de canaleta de lavado	600.00	mm	
Ancho de Canaleta de lavado	600.00	mm	
Cantidad de canaletas	1.00		
Verificación de velocidad	0.54	m/s	O.K.
Ancho canaleta de lavado (ajustado)	0.600	m	

GEOMETRÍA DE LA BATERÍA DE FILTRACIÓN

Ancho vigueta pre-fabricada (falso fondo)	0.306	m
Largo neto de cada caja	15.00	m
Ancho neto del área de filtración	3.23	m
Relación actual largo/ancho	4.64	o.k.

CARACTERÍSTICAS DE LA ZEOLITA

Tamaño efectivo, TE (d10)	0.66	mm
d60	1.31	mm
Coeficiente de uniformidad, Cu	1.99	
Gravedad específica, Ss	2.65	
Profundidad del lecho, L	60.00	cm
Coeficiente de esfericidad, Psi	0.67	
Porosidad inicial, Po	0.58	

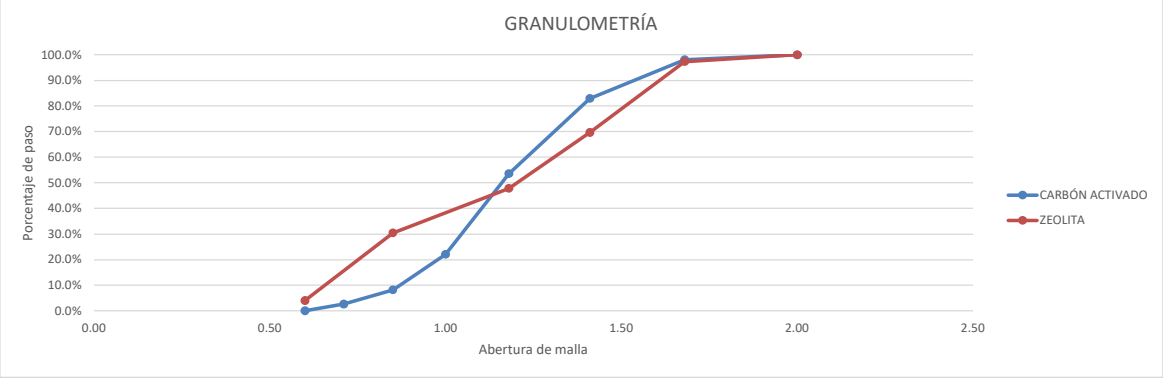
CARACTERÍSTICAS DEL CARBÓN ACTIVADO

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

Tamaño efectivo, TE (d10)	1.02	mm
d60	1.47	mm
Coeficiente de uniformidad, Cu	1.44	
Gravedad específica, Ss	1.60	
Profundidad del lecho, L	170	cm
Coeficiente de esfericidad, Psi	0.55	
Porosidad inicial, Po	0.41	
Dureza escala de Mohos	2.70	min
Solubilidad en HCl al 40% en 24 h	1%	max
Norma aplicable	AWWA B100-72	



GRANULOMETRÍA DE LA ZEOLITA Y PÉRDIDA DE CARGA INICIAL

Serie ASTM	Tam, mm	% Pasa	% Ret, Xi	Xi/d^2	Xi/di
10.00	2.00	100.0%	0.0%	-	-
12.00	1.68	97.3%	2.7%	0.96	1.61
14.00	1.41	69.7%	27.6%	13.88	19.57
16.00	1.18	47.8%	21.9%	15.73	18.56
20.00	0.85	30.5%	17.3%	23.94	20.35
30.00	0.60	4.0%	26.5%	73.61	44.17
40.00	0.43	1.5%	2.5%	13.84	5.88
60.00	0.25	0.0%	0.0%	-	-
		Total	98.5%	141.96	110.14

Tamaño del grano más grande	0.141	cm
N° Reynolds para grano más grande	3.87	< 6 o.k.
Pérdida de carga inicial zeolita, ho	7.38	cm

GRANULOMETRÍA DE CARBÓN ACTIVADO Y PÉRDIDA DE CARGA INICIAL

Serie ASTM	Tam, mm	% Pasa	% Ret, Xi	Xi/d^2	Xi/di
8.00	2.36	100.0%	0.0%	-	-
10.00	2.00	98.0%	2.0%	0.50	1.00
12.00	1.68	83.0%	15.0%	5.31	8.93
14.00	1.41	53.6%	29.4%	14.79	20.85
16.00	1.18	22.1%	31.5%	22.62	26.69
18.00	1.00	8.2%	13.9%	13.90	13.90
20.00	0.85	2.6%	5.6%	7.75	6.59
25.00	0.71	0.0%	2.6%	5.16	3.66
30.00	0.60	0.0%	0.0%	-	-

[redacted]

Total	100.0%	70.03	81.62

Tamaño del grano más grande	0.17	cm
N° Reynolds para grano más grande	4.61	< 6 o.k.
Pérdida de carga inicial carbón activado, ho	85.50	cm
Pérdida de carga total por lecho limpio (ho)	92.88	cm
Tamaño de la carbón activado d90	1.83	mm
Relación TE zeolita vs d'90 (carbón activado)	2.79	

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DURANTE FILTRADO

De la cresta del vertedor de control a la cresta del vertedor de retrolavado

Largo vertedor de lavado	15	m
Pérdida de carga en el falso fondo y soporte	0.15	m
Relación de rata máxima a rata promedio	1.20	
Máxima rata de filtración	288	m3/m2/d
N° Reynolds para grano más grande	4.65	< 6 o.k.
Pérdida de carga de la zeolita	0.09	m
N° Reynolds para grano más grande	5.54	< 6 o.k.
Pérdida de carga de la carbón activado	1.03	m

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

COLMATACIÓN	Nivel de agua proveniente del clarificador	1,607.37		
Desde el nivel de equilibrio al nivel de colmatación	Nivel de agua en tanque retrolavado	1,604.81		
Pérdida de carga de filtro equivalente de rata constante	Diferencia de nivel	2.56	2.50	m
Distancia del nivel de equilibrio al nivel de colmatación			1.38	m

RESUMEN DE LA CONFIGURACIÓN DE LOS FILTROS		
Falso fondo	0.320	m
Soporte del medio granular	0.30	m
Zeolita	0.60	m
Carbón Activado	1.70	m
Suma media filtrante	2.92	m
Perdidas totales	1.268	m
Nivel de agua	4.188	m
Nivel de colmatación	1.38	m

Resumen		
Dimenciones de filtros		
Flujo	0.07	m^3/s
Zeolita	0.60	m
Zeolita expandida	0.84	m
Carbón activado	1.70	m
Carbón activado expandido	2.38	m
Total de medio filtrante	2.30	m
Total medio filtrante expandido	3.22	m
Falso fondo	0.32	m
Reten de medio	0.05	m
Canaleta	0.68	m
Bordo libre	0.50	m
Extra por demasias	0.33	m
Altura minima del filtro	5.10	m

Tiempo de contacto en lecho vacio		
Volumen de filtración por filtros	111.44	m^3
Cantidad de filtros	6	pzas
Volumen total de area de filtración	668.61	m^3
Flujo a filtrar	772.32	lps
Tiempo de contacto en lecho vacio	14.43	min

Fase de lavado		
Tiempo de aclarado	8	min
Tiempo de lavado	4	min
Flujo de aclarado	538.33	l/s
Flujo de lavado	215.33	l/s
Volumen necesario	310.08	m3
Número de lavados	2	
Volumen de tanque de recuperacion	620.16	m3
Volumen actual	338.88	m3
Cantidad de retrolavados por día	1	ciclo
Etapa 2 cantidad de filtros operando	6	pzas
Volumen de retrolavado diario	1,860.48	m3
Flujo equivalente en el día	21.53	lps
cantidad de retrolavados	6	veces
volumen total de agua	1,860.48	m3

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

	Alto	ancho	largo	Volumen de agua
	m	m	m	m^3
Tanque de sistema de retrolvado de filtros	5.15	11	7.5	424.88
Tanque de reucperación de retrolavado	5.15	21.5	7.5	830.44

Ciclo Tanque de agua retrolavado para 750 LPS		
Tiempo de cada ciclo de retrolavado	12	min
Cantidad de retrolavados	2	veces
Ciclo de llenado	24	min
Ciclo de sedimentado	40	min
Ciclo de Vaciado	500	min
Total	564	min
Cantidad de ciclos necesarios	2.5	ciclos
Tiempo total	1410	min
Horas necesarias	23.50	horas
Bomba de agua recuperación de retrolavado		
Cantidad de retrolavados	2	veces
Volumen de retrolvados	620.16	m^3
Tiempo de vaciado	500	min
Flujo total	20.67	LPS
Cantidad de bombas	1	+1 piezas
Flujo por bomba	20.67	LPS
Porcentaje de retrolavado a recuperacion	25%	
Minutos de vaciado hacia tanque de lodos	125	min

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE

Diseño para temporada de estiaje

Diseño del tanque de ozonación

El flujo para agua producto total del Tanque de Ozonación	772.32	LPS
El flujo tota de entrada de agua cruda de Calera	772.32	LPS

Gasto de diseño =	772.32	LPS
Cantidad de tanque de oxidación =	1	pza.
Gasto por tanque de oxidación =	772.32	LPS
Tiempo de retención total	8.5	min (de 6 a 10 min)
FS	1	
Volumen requerido por tanque de ozonación =	393.88	m3
Ancho	3.9	m
Alto del agua	5	m
Largo	21.08	m
Volumen real por tanque de oxidación =	411.06	m3

Concentración requerida de ozono en el tanque de ozonación (ppm)	
Ozono	5.00

Determinación de cantidad de aire seco para generar ozono		
Masa requerida de aire seco para generar 1 kg de ozono	4.32	kg
Porcentaje de eficiencia en generación de ozono	5%	aprox.
Consumo de aire seco para generar ozono requerido	500	m^3/h

Flujo etapa 2	772.32	LPS
Dosificación de ozono	5.00	ppm
Cantidad a dosificar	13.90	kg/hr
Generador de ozono	15	kg/hr
Equipos a considerar	1	pzas

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE

Diseño de tanque de agua potable y tanque de desinfección

Gasto de diseño	750.00	LPS
Gasto de diseño temporada de estiaje	772.32	LPS
Gasto para clorar	772.32	LPS
Tiempo de retención de tanque de desinfección	30	min
Volumen total para tanque de desinfección de cloro	1390.176	m3
TAP-01		
Ancho	16.4	m
largo	11.00	m
alto del agua	5.15	m
Volumen total del tanque de desinfección	929.06	m3
Cantidad de tanques necesarios para desinfección	2	
Capacidad de desinfección por volumen	1858.12	m3

Tanque de agua potable

Gasto para almacenar	772.32	LPS
Tiempo de retención de agua potable	60	min
Volumen total para el agua potable	2780.352	m3
TAP-01 a		
Ancho	16.4	m
largo	21.5	m
alto del agua	5.15	m
Volumen para el agua potable	1815.89	m3

El tanque existente tiene suficiente capacidad.

Dosificación requerida (PPM de cloro por/ ppm amoniaco)		
Cloro	7.6	*MWH WATER Treatment Principles and Design, 3era edic, 13-5 Disinfection with Free and Combined Chlorine

Concentración máxima de nitrógeno amoniacal	0.5	mg/l
Concentración permitida de nitrógeno amoniacal	0.5	mg/l
Requerimiento de cloro para amoniaco	7.6	mg de cloro/ mg de nitrógeno
Dosificación de cloro para amoniaco	0.00	mg de cloro/l
Dosis requerida para dejar residual	2	ppm
Dosis de diseño	2.00	ppm

Dosificación de gas cloro

Flujo etapa 1	772	LPS
Dosificación de gas cloro	2.00	ppm
Cantidad a dosificar	5.56	kg/hr
Capacidad de cilindro de dosidicar	8.54	kg/hr
Cantidad mínima de cilindros	1	pzas
Días de almacenamiento requerido	30	días
Cantidad de cilindros requeridos por almacenamiento	5	pzas
Dosificación de equipo	8.54	kg/hr
Equipos a considerar	1	+1 pzas
Dilución posible	0.40%	(0.6% máximo, 0.3% mínimo
Factor de seguridad	2	
Flujo necesario por equipo	1.19	LPS

Bomba de agua de ayuda gas cloro		
Flujo de bomba de ayuda total	1.19	LPS
Can[redacted]		
Fluj[redacted]		

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO -CÁLCULO DE QUIMICOS, ESPESADO Y DESHIDRATADO DE LODOS -TEMPORADA DE LLUVIA

Diseño para temporada de lluvias

El flujo para la etapa agua producto de			750	LPS
El flujo total de entrada temporada de lluvia			770.55	LPS
El flujo total de entrada temporada de estiaje			772.33	LPS
*se toma en el caso de la dosificacion el agua cruda de entrada tomando el flujo mas desfaborable				
Etapa	772.33	LPS	66729.31	m3/d

Determinación de dosificación de sulfato de aluminio

Turbiedad máxima	21.95	NTU	
Factor turbiedad a Sólidos suspendidos totales	1	mg SST/NTU	*MWH WATER Treatment Principles and Design, 3era edic., 21-3 Alum and Iron Coagulation Sludges
Cantidad de Sólidos suspendidos totales	21.95	mg SST	
Requerimiento de sulfato de aluminio para la turbiedad	1	mg de Sulfato de aluminio/NTU	*MWH WATER Treatment Principles and Design, 3era edic., 9-4 Coagulation Practice
Dosificación de Sulfatos de aluminio para la turbiedad	21.95	mg de Sulfato de aluminio/l	
Concentración máxima de fluoruros	1.22	mg/l	
Concentración permitida de fluoruros	1	mg/l	
Requerimiento de sulfato de aluminio para fluoruros	140	de aluminio/ mg de fluoruros removidos	*integrated design and operation of water treatment facilities, 2ed. KAWAMURA, 7.5.2 Fluoride Removal
Dosificación de Sulfatos de aluminio para fluoruros	30.8	mg de Sulfato de aluminio/l	
Dosificación de sulfato de aluminio requerida	30.8	mg de Sulfato de aluminio/l	
Se opta por tomar una dosificación máxima de polímero de	1	ppm	
Relación de Sulfato de aluminio a Solidos suspendidos totales	0.3	mg de sst/mg de Sulfato de aluminio	*MWH WATER Treatment Principles and Design, 3era edic, 21-3 Alum and Iron Coagulation Sludges
Sólidos suspendidos por oxidación de Fe con ozono	110.88	kg SST / día	
Sólidos suspendidos por oxidación de Mn con ozono	15.81	kg SST / día	

AJUSTE DE PH Subir el PH con SOSA

Fase 1:

	de pH =	5	=	0.00001	mol/L		
	a pH =	7.0		0.0000001	mol/L		
Δ pH =		medio pH - inicial pH =		0.0000099	mol/L		
PE SOSA:		39.997		gr/mol			
para subir PH de	5	a	7.0	0.00040	gr/L de sosa se necesita=	0.3959703	g/m^3

Fase 2:

	de pH =	7	=	0.0000001	mol/L		
	a pH =	9.0		0.0000100	mol/L		
Δ pH =		final pH - medio pH =		0.0000099	mol/L		
PE SOSA:		39.997		gr/mol			
para subir PH de	7	a	9.0	0.00040	gr/L de sosa se necesita=	0.3959703	g/m^3
Dosificación necesaria	0.7919406	ppm					

AJUSTE DE PH bajar el PH con acido clorhídrico

Fase 1:

	de pH =	9	=	0.0000100	mol/L		
	a pH =	7.0		0.0000001	mol/L		
Δ pH =		medio pH - inicial pH =		0.0000099	mol/L		
PE ACIDO CLORHIDRICO		36.46		gr/mol			
para bajar PH de	9	a	7.0	0.00036	gr/L de sosa se necesita=	0.360954	g/m^3

Fase 2:

	de pH =	7	=	0.0000001	mol/L		
	a pH =	5.0		0.00001	mol/L		
Δ pH =		final pH - medio pH =		0.0000099	mol/L		
PE ACIDO CLORHIDRICO		36.46		gr/mol			
para bajar PH de	7	a	5.0	0.00036	gr/L de acido clorhídrico se necesita=	0.360954	g/m^3
Dosificación necesaria	0.721908	ppm					

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

Etapa para generar 750 LPS de agua potable

Agua cruda

Compuesto químico	Flujo (m^3/ día)	Dosificación (g soluto / m^3)	kg soluto / día	Concentración	Densidad (kg/L)	Solución (kg/día)	Solución (L/día)	Horas de operación	FS	Dosificación lpm
Sulfato de aluminio	66729.31	30.8	2,055.26	48%	1.28	4281.80	3345.15	24	1.47	3.42
Sosa	66729.31	0.79	52.85	50%	1.15	105.69	91.91	24	1.47	0.09
Ácido clorhídrico para pH	66729.31	0.72	48.17	31%	1.16	155.39	133.96	24	1.47	0.14
Polímero floculación	66729.31	1	66.73	0.10%	1.00	66729.31	66729.31	24	1.08	50.08
ácido clorhídrico al 33%	66729.31	1.24	82.85	33%	1.16	251.07	216.44	24	1.47	0.222
Clorito del sodio al 31%	66729.31	1.06	70.58	31%	1.27	227.68	179.27	24	1.47	0.183

	Determinación de tanques de almacenamiento 750 lps			
	L/día de solución	Días de almacenamiento	Volumen necesario (m^3)	Tanques necesarios de 25 m^3
Sulfato de aluminio	3345.15	30	100.35	5
Sosa	91.91	30	2.76	1
Ácido clorhídrico para pH	133.96	30	4.02	1

Lodo de la potabilizadora para 750 lps

Compuesto químico	kg lodo seco / día	Dosificación (kg polímero / kg lodo seco)	kg polímero /día	Concentración	Densidad (kg/L)	Solución (kg/día)	Solución (L/día)	Horas de operación	FS	Dosificación lpm
Polímero para lodos	2,274.72	0.004	9.10	0.10%	1.00	9,098.86	9,098.86	16.00	1.48	13.98

Determinación de Equipo de Espesamiento y Deshidartado		
Flujo	772.33	LPS
Solidos suspendidos totales	21.95	mg/l
Solidos suspendidos totales	1464.71	kg/d
Capacidad de filtro etapa 2	50.00	m3/hr a 1% de SS
Capacidad de solidos etapa 2	500.00	kg/hr Sólidos
Lodo general al día promedio	2,274.72	kg/día
Horas de operación de filtro al día	4.55	Horas por día
Considerando la operación de	16.0	horas al día
Filtros requeridos para etapa 2	1	filtros operando
Adicional	1	filtro en reserva
Lodo a disposición por día	11.37	m3/d

Volumen de lodo		
Concentración de lodos en el clarificador	12199.21	mg/l
Flujo de lodo de sedimentadores	2.16	LPS
Flujo de lodo por parte de recuperación de retrolavado	20.67	LPS
Flujo de lodo del taque de lodo a espesado y deshidratado	11.31	LPS
Flujo de lodo al tanque de lodo total	7.54	LPS
Duración de bombeo para agua de recuperación de retrolavado por ciclo (2 retrolavados de filtro)	125	min
Volumen de tanque de lodo para flujo de retrolavado	171.21	m3
Revisión Volumen necesario tanque para 8 hr de purgas de sedimentadores	217.18	m3
Volumen de lodo a utilizar	217.18	m3
Altura de lodo	4.50	m
Área necesaria	48.26	m2
Lado cuadrado	6.95	m
Se propone lado de	7.56	m
Volumen de agua	257.19	m3
Volumen útil	285.77	m3

Bomba de lodo		
Flujo promedio de lodo	2.16	lps
Flujo promedio de recuperación de filtración	20.67	lps
Concentración promedio del lodo	7060.34	mg/l
Flujo de lodo	11.31	lps
Cantidad de bombas	1	+1 pzas
Flujo de bomba	11.31	lps

Bomba de lavado de banda	Etapa 750 lps	
Flujo requerido por Filtro (máximo)	3.80	LPS
Cantidad de filtros	2.00	pzas
Cantidad de bombas	2.00	pzas
Bombas requeridas en etapa 2	2.00	pzas
Flujo por bomba	3.80	LPS

Bomba de servicio	Etapa 750 lps
Flujo	
Canti	
[redacted]	

[redacted]

13.1292188

Cantidad de preparadores de polímero de lodos	1.00	pzas
Agua para riego	0.30	lps
Agua para uso general	0.40	lps
Flujo total	1.77	LPS
Cantidad de bombas etapa 2	1	+1 reserva
Flujo requerido para etapa 2	1.77	lps
Flujo de bomba de servicios	1.77	lps

Manejo de lixiviados

Cantidad de módulos	2	pzas
Flujo de lavado de filtro	3.80	LPS
flujo de lodo por modulo	11.31	LPS
Flujo de polímero lodo por modulo	0.23	LPS
Factor de seguridad	1.2	
flujo de lixiviado	36.83	LPS

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE
BOMBA DOSIFICADORA DE SULFATO DE ALUMINIO

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.05706 lps 3.42 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1609.608

Nivel mínimo de bombeo = 1602.500

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1.5 "	100.0	1.0	100.00
Válvula check Hor.	Pza.	1.5 "	0	7.8	0.00
Válvula bola	Pza.	1.5 "	1	0.6	0.63
Codo 90	Pza.	1.5 "	5	1.8	8.90
Reduccion	Pza.	1.5 "	0	0.6	0.00
Salida 90°	Pza.	1.5 "	1	1.9	1.94
Tee lateral	Pza.	1.5 "	1	1.9	1.90
			Total		113.36 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1 "	2	1.2	2.47
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	1	5.2	5.25
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.4386912
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
Reduccion	Pza.	1 "	1	0.4	0.39
Entrada 90°	Pza.	1 "	1	0.9	0.88
			Total		13.87 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.1	1	1.50	0.0381	0.1	0.0001	130	PVC
Rama	0.03	0.5	1.00	0.0254	0.1	0.0003	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	113.36	m X	0.0001	m/m =	0.017	m
Maniful	Hf =	13.87	m X	0.0003	m/m =	0.004	m
	Hf total =					0.02	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv =	0.0	/ 19.6 =	0.00	m
			0.00	m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1609.608	m
Altura inicial =	1602.500	m
Diferencia =	7.11	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.021	m
Hv =	0.000	m
He =	7.108	m
Ht =	7.129	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.1 lps

Eficiencia hidráulica =	0.20
Eficiencia del motor =	0.20
Densidad del fluido =	1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.1$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.1	0.904463389	1.50	0.0381	0.1	0.0001	130	113	0.02	0.0001		
0.0	0.452231694	1.00	0.0254	0.1	0.0003	130	14	0.004	NA		
								0.02	0.0001	7.11	7.13

BOMBA DOSIFICADORA DE SULFATO DE ALUMINIO

Ubicación:		Caseta de desaguado de lodos			
Cantidad de bombas:		2 (1 en operación y 1 en reserva)			
Motor:		Caballaje requerido de 3F, 220/440 VAC	0.25	H.P.	APROXIMADAMENTE.
Flujo:	0.03 lps	0.45 gpm			
CDT :	7.129 m	23.39 pies			

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE
BOMBA DOSIFICADORA DE ACIDO CLORHIDRICO

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.0037 lps 0.22 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1609.608

Nivel mínimo de bombeo = 1602.500

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	90.0	1.0	90.00
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	0	5.2	0.00
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.44
Codo 90	Pza.	1 "	5	1.2	6.17
Reduccion	Pza.	1 "	0	0.4	0.00
Salida 90°	Pza.	1 "	1	1.3	1.32
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
			Total		99.37 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1 "	2	1.2	2.47
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	1	5.2	5.25
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.4386912
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
Reduccion	Pza.	1 "	1	0.4	0.39
Entrada 90°	Pza.	1 "	1	0.9	0.88
			Total		13.87 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de

Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.0037	0.06	1.00	0.0254	0.01	0.0000	130	PVC
Rama	0.0037	0.06	1.00	0.0254	0.01	0.0000	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	99.37	m X	0.0000	m/m =	0.001	m
Maniful	Hf =	13.87	m X	0.0000	m/m =	0.0001	m
	Hf total =					0.0008	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv = 0.0001 / 19.6 = 0.000003 m

0.000003 m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1609.608	m
Altura inicial =	1602.500	m
Diferencia =	7.11	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.001	m
Hv =	0.000003	m
extra	2.000	
He =	7.108	m
Ht =	9.109	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.004 lps

Eficiencia hidráulica =	0.20
Eficiencia del motor =	0.20
Densidad del fluido =	1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.011$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.004	0.05852121	1.00	0.0254	0.01	0.0000	130	99	0.0007	0.000003		
0.004	0.05852121	1.00	0.0254	0.01	0.0000	130	14	0.0001	NA		
								0.0008	0.000003	7.11	7.11

BOMBA DOSIFICADORA DE ACIDO CLORHIDRICO

Ubicación: Caseta de desaguado de lodos

Cantidad de bombas: 2 (2 en operación)

Motor: Caballaje requerido de 0.250 H.P. APROXIMADAMENTE.
1F, 110VAC

Flujo:	0.0037	lps	0.06	gpm	0.22
CDT :	7.109	m	23.32	pies	

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE
BOMBA DOSIFICADORA DE CLORITO DE SODIO

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.0031 lps 0.18 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1609.608

Nivel mínimo de bombeo = 1602.500

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	90.0	1.0	90.00
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	0	5.2	0.00
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.44
Codo 90	Pza.	1 "	5	1.2	6.17
Reduccion	Pza.	1 "	0	0.4	0.00
Salida 90°	Pza.	1 "	1	1.3	1.32
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
			Total		99.37 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1 "	2	1.2	2.47
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	1	5.2	5.25
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.4386912
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
Reduccion	Pza.	1 "	1	0.4	0.39
Entrada 90°	Pza.	1 "	1	0.9	0.88
			Total		13.87 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.0031	0.05	1.00	0.0254	0.01	0.0000	130	PVC
Rama	0.0031	0.05	1.00	0.0254	0.01	0.0000	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	99.37	m X	0.0000	m/m =	0.00047	m
Maniful	Hf =	13.87	m X	0.0000	m/m =	0.00006	m
	Hf total =					0.00053	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv = 0.000036 / 19.6 = 0.000002 m

0.000002 m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1609.608	m
Altura inicial =	1602.500	m
Diferencia =	7.11	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.001	m
Hv =	0.000002	m
extra	2.000	
He =	7.108	m
Ht =	9.109	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.003 lps

Eficiencia hidráulica = 0.20
Eficiencia del motor = 0.20
Densidad del fluido = 1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.009$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.003	0.048472121	1.00	0.0254	0.01	0.0000	130	99	0.0005	0.000002		
0.003	0.048472121	1.00	0.0254	0.01	0.0000	130	14	0.0001	NA		
								0.0005	0.000002	7.11	7.11

BOMBA DOSIFICADORA DE CLORITO DE SODIO

Ubicación: Caseta de desaguado de lodos

Cantidad de bombas: 2 (2 en operación)

Motor: Caballaje requerido de 0.250 H.P. APROXIMADAMENTE.
1F, 110VAC

Flujo:	0.0031	lps	0.05	gpm	0.18
CDT :	7.109	m	23.32	pies	

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE
BOMBA DOSIFICADORA DE SOSA PARA AJUSTE DE PH

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.0016 lps 0.09 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1610.000

Nivel mínimo de bombeo = 1601.000

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.		L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	90.0		1.0	90.00
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	0		5.2	0.00
Válvula bola	Pza.	1 "	1		0.4	0.44
Codo 90	Pza.	1 "	5		1.2	6.17
Reduccion	Pza.	1 "	0		0.4	0.00
Salida 90°	Pza.	1 "	1		1.3	1.32
Tee lateral	Pza.	1 "	1		1.4	1.45
				Total		99.37 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.		L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	3.0		1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1 "	2		1.2	2.47
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	1		5.2	5.25
Válvula bola	Pza.	1 "	1		0.4	0.438691244
Tee lateral	Pza.	1 "	1		1.4	1.45
Reduccion	Pza.	1 "	1		0.4	0.39
Entrada 90°	Pza.	1 "	1		0.9	0.88
				Total		13.87 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.0016	0.0248	1.00	0.0254	0.003	0.0000014	130	PVC
Rama	0.0016	0.0248	1.00	0.0254	0.003	0.0000014	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	99.37	m X	0.00000136	m/m =	0.000135	m
Maniful	Hf =	13.87	m X	0.00000136	m/m =	0.000019	m
	Hf total =					0.000154	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv =	0.0000096	/ 19.6 =	0.0000005	m
			0.0000005	m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1610.000	m
Altura inicial =	1601.000	m
Diferencia =	9.00	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.0002	m
Hv =	0.0000005	m
He =	9.000	m
Ht =	9.000	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.002 lps

Eficiencia hidráulica =	0.20
Eficiencia del motor =	0.20
Densidad del fluido =	1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.005$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.002	0.024849419	1.00	0.0254	0.003	0.0000	130	99	0.0001	0.0000005		
0.002	0.024849419	1.00	0.0254	0.003	0.0000	130	14	0.00002	NA		
								0.0002	0.0000005	9.00	9.00

BOMBA DOSIFICADORA DE SOSA PARA AJUSTE DE PH

Ubicación: ALMACEN DE PRODUCTOS QUIMICOS

Cantidad de bombas: 2 (1 en operación y 1 en reserva)

Motor: Caballaje requerido de 0.25 H.P. APROXIMADAMENTE.
1F, 110VAC

Flujo:	0.0016	lps	0.02	gpm	0.09
CDT :	9.000	m	29.53	pies	

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE
BOMBA DOSIFICADORA DE ACIDO CLORHIDRICO PARA AJUSTE DE PH

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.0023 lps 0.14 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1610.000

Nivel mínimo de bombeo = 1601.000

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	90.0	1.0	90.00
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	0	5.2	0.00
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.44
Codo 90	Pza.	1 "	5	1.2	6.17
Reduccion	Pza.	1 "	0	0.4	0.00
Salida 90°	Pza.	1 "	1	1.3	1.32
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
			Total		99.37 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1 "	2	1.2	2.47
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	1	5.2	5.25
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.4386912
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
Reduccion	Pza.	1 "	1	0.4	0.39
Entrada 90°	Pza.	1 "	1	0.9	0.88
			Total		13.87 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.002	0.04	1.00	0.0254	0.005	0.000003	130	PVC
Rama	0.002	0.04	1.00	0.0254	0.005	0.000003	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	99.37	m X	0.0000027	m/m =	0.00027	m
Maniful	Hf =	13.87	m X	0.0000027	m/m =	0.00004	m
	Hf total =					0.00031	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv = 0.00002 / 19.6 = 0.000001 m

0.000001 m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1610.000	m
Altura inicial =	1601.000	m
Diferencia =	9.00	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.0003	m
Hv =	0.000001	m
He =	9.000	m
Ht =	9.000	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.002 lps

Eficiencia hidráulica =	0.20
Eficiencia del motor =	0.20
Densidad del fluido =	1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.007$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.002	0.036220434	1.00	0.0254	0.005	0.0000	130	99	0.0003	0.000001		
0.002	0.036220434	1.00	0.0254	0.005	0.0000	130	14	0.00004	NA		
								0.0003	0.000001	9.00	9.00

BOMBA DOSIFICADORA DE ACIDO CLORHIDRICO PARA AJUSTE DE PH

Ubicación: ALMACEN DE PRODUCTOS QUIMICOS

Cantidad de bombas: 2 (1 en operación y 1 en reserva)

Motor: Caballaje requerido de 0.25 H.P. APROXIMADAMENTE.
1F, 110VAC

Flujo:	0.0023	lps	0.04	gpm	0.14
CDT :	9.000	m	29.53	pies	

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE
BOMBA DOSIFICADORA DE POLIMERO FLOCULADOR

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.835 lps 50.08 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1609.608

Nivel mínimo de bombeo = 1602.500

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	2 "	160.0	1.0	160.00
Válvula check Hor.	Pza.	2 "	0	10.4	0.00
Válvula bola	Pza.	2 "	1	0.8	0.81
Codo 90	Pza.	2 "	5	2.3	11.62
Reduccion	Pza.	2 "	0	0.8	0.00
Salida 90°	Pza.	2 "	1	2.6	2.57
Tee lateral	Pza.	2 "	1	2.4	2.36
			Total		177.35 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1.5 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1.5 "	2	1.8	3.56
Válvula check Hor.	Pza.	1.5 "	1	7.8	7.85
Válvula bola	Pza.	1.5 "	1	0.6	0.6255412
Tee lateral	Pza.	1.5 "	1	1.9	1.90
Reduccion	Pza.	1.5 "	1	0.6	0.58
Entrada 90°	Pza.	1.5 "	1	1.3	1.25
			Total		18.76 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.8	13	2.00	0.0508	0.4	0.0052	130	PVC
Rama	0.83	13	2.00	0.0508	0.4	0.0052	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	177.35	m X	0.0052	m/m =	0.921	m
Maniful	Hf =	18.76	m X	0.0052	m/m =	0.097	m
	Hf total =					1.02	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv =	0.2	/ 19.6 =	0.01	m
			0.01	m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1609.608	m
Altura inicial =	1602.500	m
Diferencia =	7.11	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	1.018	m
Hv =	0.009	m
He =	7.108	m
Ht =	8.135	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.8 lps

Eficiencia hidráulica =	0.20
Eficiencia del motor =	0.22
Densidad del fluido =	1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 2.0$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.8	13.23100729	2.00	0.0508	0.4	0.0052	130	177	0.92	0.01		
0.8	13.23100729	2.00	0.0508	0.4	0.0052	130	19	0.10	NA		
								1.02	0.01	7.11	8.14

BOMBA DOSIFICADORA DE POLIMERO FLOCULADOR

Ubicación:		Edificio multiproposito			
Cantidad de bombas:		2 (1 en operación y 1 en reserva)			
Motor:		Caballaje requerido de 3F, 220/440 VAC	2.03	H.P.	aprox.
Flujo:	0.83 lps	13.23 gpm			
CDT :	8.135 m	26.69 pies			

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE ESTIAJE
BOMBA DOSIFICADORA DE POLIMERO LODOS

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.23 lps 13.98 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1559.400

Nivel mínimo de bombeo = 1554.400

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1.50 "	22.0	1.0	22.00
Válvula check Hor.	Pza.	1.5 "	0	9.0	0.00
Válvula bola	Pza.	1.5 "	1	0.7	0.72
Codo 90	Pza.	1.5 "	4	2.0	8.16
Reduccion	Pza.	1.5 "	0	0.7	0.00
Salida 90°	Pza.	1.5 "	1	2.2	2.23
Tee lateral	Pza.	1.5 "	1	2.2	2.18
			Total		35.29 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1.50 "	5.0	1.0	5.00
Codo 90	Pza.	1.5 "	2	2.0	4.08
Válvula check Hor.	Pza.	1.5 "	1	9.0	9.00
Válvula bola	Pza.	1.5 "	1	0.7	0.7174598
Tee lateral	Pza.	1.5 "	1	2.2	2.18
Reduccion	Pza.	1.5 "	1	0.7	0.66
Entrada 90°	Pza.	1.5 "	1	1.4	1.43
			Total		23.08 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.2	4	1.50	0.0381	0.2	0.0017	140	PVC
Rama	0.23	4	1.50	0.0381	0.2	0.0017	140	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	35.29	m X	0.0017	m/m =	0.061	m
Maniful	Hf =	23.08	m X	0.0017	m/m =	0.040	m
	Hf total =					0.10	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv =	0.042	/ 19.6 =	0.0021	m
			0.0021	m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1559.400	m
Altura inicial =	1554.400	m
Diferencia =	5.00	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.101	m
Hv =	0.002	m
extra	4.000	
He =	5.000	m
Ht =	9.103	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.2 lps

Eficiencia hidráulica =	0.20
Eficiencia del motor =	0.24
Densidad del fluido =	1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.6$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.2	3.69439711	1.50	0.0381	0.2	0.0017	140	35	0.06	0.002		
0.2	3.69439711	1.50	0.0381	0.2	0.0017	140	23	0.04	NA		
								0.10	0.002	5.00	5.10

BOMBA DOSIFICADORA DE POLIMERO LODOS

Ubicación:		Edificio multiproposito			
Cantidad de bombas:		2 (1 en operación y 1 en reserva)			
Motor:		Caballaje requerido de 3F, 220/440 VAC	0.59	H.P.	aprox.
Flujo:	0.23 lps	3.69	gpm		
CDT :	9.103 m	29.87	pies		

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA

Diseño para temporada de lluvia

Diseño del tanque de oxidación química

El flujo para agua producto total del Tanque de Oxidacion	1250	LPS
El flujo total de entrada de agua cruda en temporada de estiaje	1281.26	LPS
El flujo tota de entrada de agua cruda en temporada de lluvias	1280.55	LPS
Flujo de agua cruda de la Ampliación en temporada de estiaje	772.33	LPS
Flujo de agua cruda de la Ampliación en temporada de lluvias	770.55	LPS

Gasto de diseño de la Ampliación =	770.55	LPS
Cantidad de tanque de oxidación =	1	pza.
Gasto por tanque de oxidación =	1280.55	LPS
Tiempo de retención total	8	min (de 6 a 10 min)
FS	1	
Volumen requerido por tanque de oxidación =	614.66	m3
Ancho	6.3	m
alto del agua	5.15	m
largo	19.15	m
Volumen real por tanque de oxidación =	621.32	m3

Dosificación requerida (PPM de dióxido de cloro por/ ppm de elemento)	
FE	0.24
MN	2.46

American Water Works Association (AWWA). (2010). Water quality and treatment: A handbook on drinking water (6th ed.). McGraw-Hill Professional.

	Concentración	Dióxido de cloro
Agua cruda	ppm	ppm
FE	3.40	0.82
MN	0.53	1.30
	Total	2.12

Determinación de cantidad de reactivo para generar dióxido de cloro		
Partes requeridas de acido clorhídrico para generar dióxido de cloro	2.15	ppm
Requerimiento de acido clorhídrico	4.56	ppm
Partes clorito de sodio para generar dióxido de cloro	1.83	ppm
Requerimiento de clorito de sodio	3.88	ppm

Flujo etapa 2	772.33	LPS
Dosificación de dióxido de cloro	2.12	ppm
Cantidad a dosificar	5.89	kg/hr
Dosificación al 60%	3.54	kg/hr
Dosificación de equipo	7.30	kg/hr
Equipos a considerar etapa 2	**1**	+1 pzas
Dilución posible (0.3% máximo, 0.1% mínimo)	0.20%	
Factor de seguridad	2	
Flujo necesario por equipo	2.03	LPS

Bomba de agua de ayuda dióxido de cloro		
Flujo de ayuda para 750 lps	2.03	LPS
Capacidad de bombeo en etapa 2	1.56	LPS
Arreglo de bombas requerido para etapa 2	2	+1 pzas

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA

DISEÑO DEL MEZCLA RÁPIDA TIPO TURBINA

1. Cálculo del tamaño del tanque Mezclador

Criterio de diseño: Tiempo de residencia = 40 seg
El flujo para la etapa 2 agua producto de 750 LPS
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de estiaje 772.32 LPS
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de lluvias 770.55 LPS

Flujo de diseño = 770.55 lps
Volumen de la mezcla rápida = 770.55 $\frac{\text{lt x}}{\text{seg}}$ 40 seg $\frac{\text{m3}}{\text{1000 lt}}$ = 30.53 m3

Dimensionamiento:

Considerando 1 trenes de mezcla rápida
Volumen de la mezcla rápida = 30.5 m3
Considerando tanque de sección rectangular de = 3.00 m x 3.00 m

Profundidad de agua = 30.53 m3 x $\frac{1}{3.00 \text{ x } 3.00 \text{ m2}}$ = 3.39 m

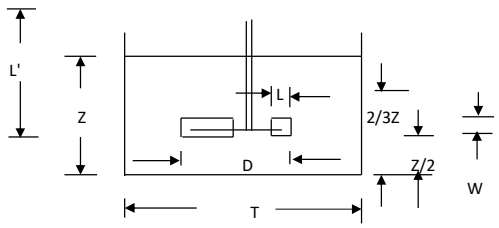
Altura de agua real	3.39 m
Volumen real de la mezcla rápida	30.53 m3
Tiempo de residencia real	39.62 seg

2. Determinación del grado de agitación necesario

Para mezcla rápida de baja energía (Con valores de gradiente de velocidad G = 300 o mas /s) se utilizan velocidades periféricas de 1.0 a 10 ft/s, y Gt de 9000 o mas

	RPM		Gradiente de velocidad	Gt	Velocidad periférica		Potencia	Torque		Flecha
	prom	min	1/s		ft/s	m/s	HP	in-lb		in
Mezcla rápida	29	20.6	299	11,832	7.6	2.31	3.59	5600.0	2.00	2.00

3. Determinación del tamaño del agitador



Datos:
T = 3.00 m
L' = 3.0 m

Criterios de diseño:
Z = 3.39
D/T = 0.50
W/D = 0.17
L/D = 0.25
Número de paletas = 8

[redacted]

Cálculo:
Z = 3.39 m
D = 1.500 m (59 in)
W = 0.250 m
L = 0.38 m
Altura de agitador = Z/2 = 1.70 m

3.1. Revisión de las rpm

Suponiendo N = 29.4 rpm

Donde:
N = Revoluciones por minuto

3.2. Cálculo de la velocidad periférica

Vp = 3.1416 x D x rpm / 60

Donde:
Vp = Velocidad periférica = fps
D = Diámetro de propela = ft

Vp = 3.1416 x 4.9 x 29 / 60 = 7.6 fps

3.3. Cálculo del número de Reynolds

Nre = 10.7 x Sg x ND2/m

Donde:
Nre = Número de Reynolds
m = Viscosidad estática = cp
Sg = Gravedad específica = 1.02

Suponiendo m = 1 cp

Nre = (11 x 1.0 x 29.4 x 3487.507)/ 1 = 1124271.1

3.4. Determinación del número de potencia

De Fig. 2 Dimensional analysis for fluid agitation systems

Para turbina tipo disco de 8 paletas Np = 3.0

3.5. Cálculo de la potencia requerida

Hp = (3.52 x10 Exp. -3) x Np x Sg x (N/60) Exp. 3 x (D/12) Exp. 5 =

Donde:
Np = Número de potencia = 3.0
N = rpm = 29
Sg = Gravedad específica = 1.0 para agua
D = Diámetro de la turbina = 59.06 in

Hp = (3.52 Exp. -3) x 3.0 x 1.0 x (29 /60) Exp. 3 x (59 /12) Exp. 5 = 3.59 Hp

3.6. Calculo de G

G = (P/µV)EXP 0.5 = 298.6461 1/s

Donde:

Gradiente medio de velocidad		1/s
Potencia	1972	ft-lb/s
Viscosidad estática del agua @ 70 ºF	2.05E-05	lb-s/ft2
Volumen de la mezcla rápida	1078.8	ft3

3.7 Cálculo de Gt

[redacted]

Donde:

Gradiente medio de velocidad	298.65	1/s
Tiempo de residencia hidráulico	39.62	s

3.8. Cálculo de torque

TQ = 63025 (Hp/N)

Donde:
TQ = Torque = in-lb
Hp = Potencia del impulsor = 3.5862
N = rpm = 29.4

TQ = 63025 x (3.5862 / 29.4) = 7687.7 in-lb

3.9. Cálculo del momento horizontal

M = L' x 19000 x Hp x fs / ND

Donde:
M = Momento = in-lb
L' = Distancia del agitador inferior al primer rodamiento=
Hp = Potencia
fs = Factor de servicio = 1.2

M = 118.1 x 19000 x 3.5862 x 1.2 / 29.4 x 59.1 = 5562.3 in-lb

3.10. Cálculo del diámetro de la flecha

TQ Exp 2 = 6E+07
M Exp 2 = 3E+07
(TQ Exp 2 + M Exp 2) Exp 1/2 = 9489.0

Donde:
ds = Diámetro según resistencia al corte = in
dt = Diámetro según resistencia a la tensión = in
s = Resistencia al corte de acero = 6000 psi
t = Resistencia a la tensión del acero = 10000 psi

ds = ((16 x (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2)/3.1416 x s)Exp 1/3 = 2.00 in

dt = ((16 x (M + (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2))/3.1416 x t)Exp 1/3 = 1.41 in

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA

DISEÑO DEL FLOCULADOR TIPO TURBINA

1. Cálculo del tamaño del tanque floculador

Criterio de diseño: Tiempo de residencia = 17.5 min 630000

El flujo para la etapa 2 agua producto de 750

El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de estiaje 772.32 LPS

El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de lluvias 770.55 LPS

Flujo debido a reciruclaciones 770.55 LPS

Flujo de diseño = 770.55 lps

Volumen del floculador = 770.55 $\frac{\text{lt}}{\text{seg}}$ x 60 $\frac{\text{seg}}{\text{min}}$ x 17 min x $\frac{\text{m3}}{1000\ \text{lt}}$ = 807.69 m3

Dimensionamiento:

Considerando 1 tren de floculación con 3 tanques floculadores

el volumen de cada floculador sería = 269 m3

Considerando tanque de sección rectangular de = 6.760 m x 6.760 m

Profundidad de agua = 269.230 m3 x $\frac{1}{6.76 \times 6.76}$ = 5.892 m

Altura de agua real	5.89 m
Volumen real de floculación	808 m3
Tiempo de residencia real	17.5 min

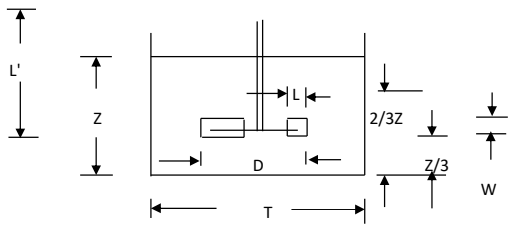
2. Determinación del grado de agitación necesario

Para floculadores de baja energía (Con valores de gradiente de velocidad G = 50 a 100 /s) se utilizan velocidades periféricas de 1.0 a 3 ft/s, y Gt entre 100 y 150,000.

Dada la geometría del floculador se requerirán **3** mecanismos floculadores:

	RPM prom	RPM min	Gradiente de velocidad 1/s	Gt	Velocidad periférica ft/s	Velocidad periférica m/s	Potencia HP		Torque in-lb		Flecha in
Floculador de 1ra. Etapa	11.6	3	62	21,591	3	1.05	1.85	3	3900.0	1.92	2.13
Floculador de 2ra. Etapa	11.0	3	57	19,937	3	0.99	1.65	2	3500.0	1.85	2.13
Floculador de 2da. Etapa	10.0	3	49	17,281	3	0.90	1.37	2	2900.0	1.74	2.13

3. Determinación del tamaño del agitador de primera etapa, primer tanque.



Datos:

T = 6.76 m

L' = 3.0 m

Criterios de diseño:

Z = 5.89

D/T = 0.26

W/D = 0.17

L/D = 0.25

Número de paletas = 6

Cálculo:

Z = 5.89 m

D = 1.7238 m (68 in) 0.86

[redacted]

W = 0.29 m (11 in)
L = 0.43 m
Altura de agitador = Z/3= 1.96 m

3.1. Revisión de las rpm

Suponiendo N = 11.6 rpm

Donde:
N = Revoluciones por minuto

3.2. Cálculo de la velocidad periférica

Vp = 3.1416 x D x rpm / 60

Donde:
Vp = Velocidad periférica = fps
D = Diámetro de propela = ft

		ft		1/min		seg		
Vp =	3.14159	x 5.7	x	11.6	/	60	=	3.44 fps

3.3. Cálculo del número de Reynolds

Nre = 10.7 x Sg x ND2/m

Donde:
Nre = Número de Reynolds
m = Viscosidad estática = cp
Sg = Gravedad específica = 1.00

Suponiendo m = 1.002 cp a 20°C

Nre = (10.8 x 1.00 x 11.6 x 4605.81319)/ 1.002 = 573198.5

3.4. Determinación del número de potencia

De Fig. 2 Dimensional analysis for fluid agitation systems

Para turbina tipo disco de 6 paletas Np = 9.2

3.5. Cálculo de la potencia requerida

Hp = (3.52 x10 Exp. -3) x Np x Sg x (N/60) Exp. 3 x (D/12) Exp. 5 =

Donde:
Np = Número de potencia = 9.2
N = rpm = 12
Sg = Gravedad específica = 1.00 para agua
D = Diámetro de la turbina = 67.9 in

Hp = (3.52 Exp. -3) x 9.2 x 1 x (11.6 /60) Exp. 3 x (68 /12) Exp. 5 = 1.354 Hp

Considerando 0.5 HP de pérdidas en el sistema de transmisión = 0.5 + 1.354 = 1.85 HP

3.6. Calculo de G

G = (P/µV)EXP 0.5 = 61.793 1/s

Donde:

Gradiente medio de velocidad			1/s
Potencia		745	ft-lb/s
Viscosidad estática del agua @	70 ºF	2.05E-05	lb-s/ft2
Volumen del floculador		9513.4	ft3

3.7 Cálculo de Gt

Gt = G x t = 21,591

[redacted]

Gradiente medio de velocidad, G = 61.793 1/s
Tiempo de residencia hidráulico, t = 349.4 s

3.8. Cálculo de torque

TQ = 63025 (Hp/N)

Donde:
TQ = Torque = in-lb
Hp = Potencia del impulsor = 1.354
N = rpm = 11.6

TQ = 63025 x (1.3540 / 11.6) = 7356.4 in-lb

3.9. Cálculo del momento horizontal

M = L' x 19000 x Hp x fs / ND

Donde:
M = Momento = in-lb
L' = Distancia del agitador inferior al primer rodamiento=
Hp = Potencia
fs = Factor de servicio = 1.0

M = 118.1 x 19000 x 1.354 x 1.0 / 11.6 x 67.9 = 3859.6 in-lb

3.10. Cálculo del diámetro de la flecha

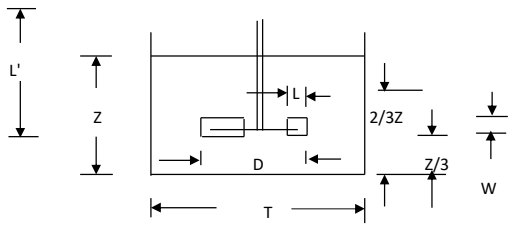
TQ Exp 2 = 5.4E+07
M Exp 2 = 1.5E+07
(TQ Exp 2 + M Exp 2) Exp 1/2 = 8307.4

Donde:
ds = Diámetro según resistencia al corte = in
dt = Diámetro según resistencia a la tensión = in
s = Resistencia al corte de acero = 6000 psi
t = Resistencia a la tensión del acero = 10000 psi

ds = ((16 x (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2)/3.1416 x s)Exp 1/3 = 1.92 in

dt = ((16 x (M + (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2))/3.1416 x t)Exp 1/3 = 1.25 in

4. Determinación del tamaño del agitador de primera etapa, segundo tanque.



Datos:
T = 6.76 m
L' = 3.0 m

Criterios de diseño:
Z = 5.89
D/T = 0.26
W/D = 0.17
L/D = 0.25
Número de paletas = 6

Cálculo:
Z = 5.89 m

D = 1.7238 m (68 in)
W = 0.29 m
L = 0.43 m
Altura de agitador = Z/3 = 1.96385 m

4.1. Revisión de las rpm

Suponiendo N = 11 rpm

Donde:
N = Revoluciones por minuto

4.2. Cálculo de la velocidad periférica

Vp = 3.1416 x D x rpm / 60

Donde:
Vp = Velocidad periférica = fps
D = Diámetro de propela = ft

Vp = 3.14159 x 5.7 x 11 / 60 = 3.3 fps

4.3. Cálculo del número de Reynolds

Nre = 10.7 x Sg x ND2/m

Donde:
Nre = Número de Reynolds
m = Viscosidad estática = cp
Suponiendo m = 1.002 cp a 20°C
Sg = Gravedad específica = 1.00

Nre = (11 x 1.00 x 11 x 4605.81319)/ 1.002 = 543550.3

4.4. Determinación del número de potencia

De Fig. 2 Dimensional analysis for fluid agitation systems

Para turbina tipo disco de 8 paletas Np = 9.2

4.5. Cálculo de la potencia requerida

Hp = (3.52 x10 Exp. -3) x Np x Sg x (N/60) Exp. 3 x (D/12) Exp. 5 =

Donde:
Np = Número de potencia = 9.2
N = rpm = 11
Sg = Gravedad específica = 1.0 para agua
D = Diámetro de la turbina = 67.87 in

Hp = (3.52 Exp. -3) x 9.2 x 1 x (11 /60) Exp. 3 x (68 /12) Exp. 5 = 1.1546 Hp

Considerando 0.5 HP de pérdidas en el sistema de transmisión = 0.5 + 1.1546 = 1.65 HP

4.6. Calculo de G

G = (P/µV)EXP 0.5 = 57.0615 1/s

Donde:
Gradiente medio de velocidad 1/s
Potencia 635 ft-lb/s
Viscosidad estática del agua @ 70 ºF 2.05E-05 lb-s/ft2
Volumen del floculador 9513.4 ft3

4.7 Cálculo de Gt

Gt = G x t = 19,937

[redacted]

Donde:
Gradiente medio de velocidad 57.061 1/s
Tiempo de residencia hidráulico 349.4 s

4.8. Cálculo de torque

TQ = 63025 (Hp/N)

Donde:
TQ = Torque = in-lb
Hp = Potencia del impulsor = 1.1546
N = rpm = 11

TQ = 63025 x (1.1546 / 11) = 6615.1 in-lb

4.9. Cálculo del momento horizontal

M = L' x 19000 x Hp x fs / ND

Donde:
M = Momento = in-lb
L' = Distancia del agitador inferior al primer rodamiento=
Hp = Potencia
fs = Factor de servicio = 1.0

M = 118.1 x 19000 x 1.1546 x 1.0 / 11.0 x 67.9 = 3470.6 in-lb

4.10. Cálculo del diámetro de la flecha

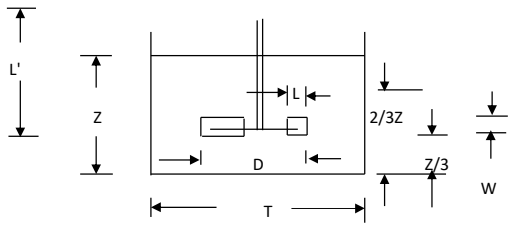
TQ Exp 2 = 4.4E+07
M Exp 2 = 1.2E+07
(TQ Exp 2 + M Exp 2) Exp 1/2 = 7470.2

Donde:
ds = Diámetro según resistencia al corte = in
dt = Diámetro según resistencia a la tensión = in
s = Resistencia al corte de acero = 6000 psi
t = Resistencia a la tensión del acero = 10000 psi

ds = ((16 x (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2)/3.1416 x s)Exp 1/3 = 1.85 in

dt = ((16 x (M + (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2))/3.1416 x t)Exp 1/3 = 1.21 in

5. Determinación del tamaño del agitador primera etapa, tercer tanque.



Datos:
T = 6.8 m
L' = 3.0 m

Criterios de diseño:
Z = 5.89
D/T = 0.26
W/D = 0.17
L/D = 0.25
Número de paletas = 6

Cálculo:
Z = 5.89 m
D = 1.7238 m (68 in)
W = 0.29 m

L = 0.43 m
Altura de agitador = Z/3 = 1.96385 m

5.1. Revisión de las rpm

Suponiendo N = 10 rpm

Donde:
N = Revoluciones por minuto

5.2. Cálculo de la velocidad periférica

Vp = 3.1416 x D x rpm / 60

Donde:
Vp = Velocidad periférica = fps
D = Diámetro de propela = ft

Vp = 3.14159 x 5.7 x 10 / 60 = 3.0 fps

5.3. Cálculo del número de Reynolds

Nre = 10.7 x Sg x ND2/m

Donde:
Nre = Número de Reynolds
m = Viscosidad estática = cp
Sg = Gravedad específica = 1.00

Suponiendo m = 1.002 cp a 20°C

Nre = (11 x 1.0 x 10 x 4605.81319)/ 1.002 = 494136.6

5.4. Determinación del número de potencia

De Fig. 2 Dimensional analysis for fluid agitation systems

Para turbina tipo disco de 8 paletas Np = 9.2

5.5. Cálculo de la potencia requerida

Hp = (3.52 x10 Exp. -3) x Np x Sg x (N/60) Exp. 3 x (D/12) Exp. 5 =

Donde:
Np = Número de potencia = 9.2
N = rpm = 10
Sg = Gravedad específica = 1.0 para agua
D = Diámetro de la turbina = 67.87 in

Hp = (3.52 Exp. -3) x 9.2 x 1 x (10 /60) Exp. 3 x (68 /12) Exp. 5 = 0.8674 Hp

Considerando 0.5 HP de pérdidas en el sistema de transmisión = 0.5 + 0.8674 = 1.37 HP

5.6. Calculo de G

G = (P/µV)EXP 0.5 = 49.46 1/s

Donde:

Gradiente medio de velocidad			1/s
Potencia		477	ft-lb/s
Viscosidad estática del agua @	70 ºF	2.05E-05	lb-s/ft2
Volumen del floculador		9513.4	ft3

5.7 Cálculo de Gt

Gt = G x t = 17,281

Donde:

[redacted]

Tiempo de residencia hidráulico 349.4 s

5.8. Cálculo de torque

TQ = 63025 (Hp/N)

Donde:
TQ = Torque = in-lb
Hp = Potencia del impulsor = 0.8674
N = rpm = 10

TQ = 63025 x (0.8674 / 10) = 5467 in-lb

5.9. Cálculo del momento horizontal

M = L' x 19000 x Hp x fs / ND

Donde:
M = Momento = in-lb
L' = Distancia del agitador inferior al primer rodamiento=
Hp = Potencia
fs = Factor de servicio = 1.0

M = 118.1 x 19000 x 0.8674 x 1.0 / 10.0 x 67.9 = 2868.3 in-lb

5.10. Cálculo del diámetro de la flecha

TQ Exp 2 = 3E+07
M Exp 2 = 8227134

(TQ Exp 2 + M Exp 2) Exp 1/2 = 6173.8

Donde:
ds = Diámetro según resistencia al corte = in
dt = Diámetro según resistencia a la tensión = in
s = Resistencia al corte de acero = 6000 psi
t = Resistencia a la tensión del acero = 10000 psi

ds = ((16 x (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2)/3.1416 x s)Exp 1/3 = 1.74 in

dt = ((16 x (M + (TQExp2 + MExp2)Exp 1/2))/3.1416 x t)Exp 1/3 = 1.13 in

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA

Diseño de Mamparas difusoras (entrada del clarificador)

1-Condiciones normales de flujo

Flujo					770.55 Lps
Número de clariflicadores en operación		3	Flujo por clarificador		256.85 lps c/u
Gradiente del floculador mínimo =				27 /s	
Velocidad en los orificios = 0.30m/s o mayores					
Datos del tabique difusor					
Diámetro del orificio =		5 in (		0.127 m)	
Del gráfico # 5-3, Teoría y diseño de los procesos de clarificación de agua					
Para un gradiente de G =				20 /s se obtienen las siguientes opciones:	
n=	0.03	adim			
r=	D/4	m	G=282((n/r)^1/2)*(v^3/2)		
D=	0.127	m			
v=	0.175	m/s			
Q=	2.212	lps			
No.=	118				
Nota: se concluye que	118	agujeros de	5 " (	12.7 cm)	
cumple perfectamente con el requerimiento de G =				20 /s	

Perdidas en los orificios

Flujo medio en los orificios 0.002177 M3/s

Cd= 0.6 adim

g= 9.81 m/s2

$$Q = C_d A \sqrt{2g\Delta H}$$

Venta propuesta

D 5 in

Alto 1.5 m

Área 0.012668 m2

$$\Delta H = \frac{\left(\frac{Q}{C_d A}\right)^2}{2g}$$

ΔH= 0.004180 m

ΔH= 0.005 m

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA

Diseño del clarificador

El flujo para la etapa 2 agua producto de					750	LPS
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de estiaje					772.32	LPS
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de lluvias					770.55	LPS
El flujo para la etapa 2 debido a recirculaciones					770.55	LPS
Gasto de diseño	770.55	LPS				
Cantidad de clarificadores	3	pzas				
Gasto por clarificador	256.85	LPS				
Gasto por clarificador	22191.84	m3/d				
Carga hidráulica superficial	176.021	m3/m2/d	con módulos de sedimentación			
FS	1					
Área útil por clarificador	126.0746332	m2				
Ancho de los módulos	12	in	0.3048	m		
largo de los módulos IFR-6024	144	in	3.6576	m		
Cantidad de módulos de largo	6	pzas			513.7	
largo del clarificador	21.9456	m			770.55	
Sobre ancho	0.0508	m				
Cantidad de módulos de ancho	18.9	pzas				
Módulos redondeados	21	pzas				
Ancho del clarificador	6.452	m				
Cantidad de módulos totales	126	pzas				
Área real	140.47	m2				
carga hidráulica real	157.98	m3/m2/d				
Altura de agua sobre módulos	de 18 a 30"					
Altura	30.00	"	0.762	m		
Velocidad inferior	0.05	< fps				
Altura necesaria	2.612	m				
altura de módulos	36.000	in	0.9144	m		
Altura de soporte	10.000	in	0.254	m		
Altura de seguridad	0.024	m				
Altura mínima	4.567	m				
Carga hidráulica en el vertedor	5	a	20	m3/m/hr		
Carga hidráulica seleccionado	10	m3/m/hr				
Metros de vertedor necesario	92.466	m				
Numero de canaletas	3					
Metros de vertedor propuesta	131.674	m				
Carga real de vertedor	7.022	m3/m/hr				

Paso a canaletas de agua clara a través de orificios

Numero de canaletas por clarificador					3	pzas
Largo de canaletas					21.946	m
Espaciamiento de los orificios					0.11	m
Diámetros de los orificios					1	in
Total de orificios					1200	pzas
Perdida en orificios de agua clara						
Flujo medio en los orificios			0.257	m3/s	1200	pza
Flujo medio en los orificios			0.0002	m3/s		
Cd=	0.6	adim				
g=	[redacted]					

$$Q = C_d A \sqrt{2g\Delta H}$$

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

Venta propuesta

Diámetro			1	in
			0.025	m
Área			0.000507	m2
Velocidad			0.422	m/s
ΔH=	0.0253	m		
ΔH=	0.0270	m		

$$\Delta H = \frac{\left(\frac{Q}{C_d A}\right)^2}{2g}$$

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA

DISEÑO DEL FILTRO MULTIMEDIA

El flujo para la etapa 2 agua producto de	750	lps		
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de estiaje	772.32	lps		
El flujo promedio de entrada de agua cruda en temporada de lluvias	770.55	lps		
El flujo para la etapa 2 debido a recirculaciones	772.32	lps		
Cauda máximo diario (Diseño)	770.55	lps		
Temperatura de proceso	20	°C		
Densidad del agua	0.998	g/cm^3		
Viscosidad dinámica	0.01	poise (g/cm/s)		
Viscosidad cinemática	0.01	stoke (cm^2/s)		

FILTRACIÓN

PARÁMETROS DE DISEÑO

Carga hidráulica superficial promedio	240.00	$m^3/m^2/d$	4.09	gpm/ft^2
Velocidad de retrolavado, va	66.67	cm/min	16.36	gpm/ft^2
Tipo de lecho	Doble (zeolita y carbón activado)			
Tipo de control de filtración	Vertedor de control a la salida			
Distribución de agua de lavado	Falso fondo prefabricado			

DIMENSIONAMIENTO DE LA BATERÍA DE FILTRACIÓN

Área total de filtración	277.40	m^2	
Distancia máxima de viaje del floc en retrolavado	3.05	m	
Relación máxima largo/ancho del filtro	23.00		
N° teórico de filtros	6.00	Unidades	
USAR	6.00	Unidades	
Área actual total de cada filtro	46.23	m^2	

ANCHO CANALETA LAVADO

Duración de la carrera de filtración	24.00	h	
Duración del retrolavado	12.00	min	
Caudal de retrolavado	538.33	lps	
Caudal máximo por filtro (Nivel equilibrio 2q)	154.11	lps	
Velocidad máxima	2.00	m/s	
Alto de canaleta de lavado	600.00	mm	
Ancho de Canaleta de lavado	600.00	mm	
Cantidad de canaletas	1.00		
Verificación de velocidad	0.54	m/s	O.K.
Ancho canaleta de lavado (ajustado)	0.600	m	

GEOMETRÍA DE LA BATERÍA DE FILTRACIÓN

Ancho vigueta pre-fabricada (falso fondo)	0.306	m
Largo neto de cada caja	15.00	m
Ancho neto del área de filtración	3.23	m
Relación actual largo/ancho	4.64	o.k.

CARACTERÍSTICAS DE LA ZEOLITA

Tamaño efectivo, TE (d10)	0.66	mm
d60	1.31	mm
Coeficiente de uniformidad, Cu	1.99	
Gravedad específica, Ss	2.65	
Profundidad del lecho, L	60.00	cm
Coeficiente de esfericidad, Psi	0.67	
Porosidad inicial, Po	0.58	

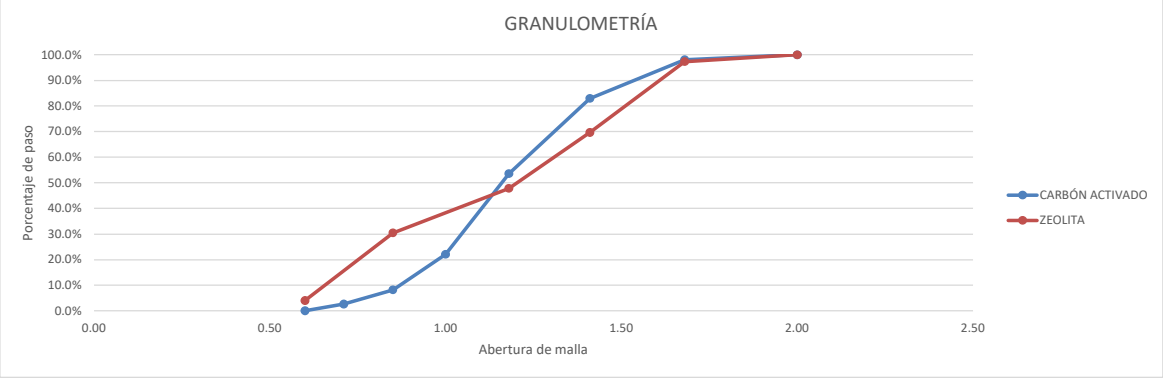
CARACTERÍSTICAS DEL CARBÓN ACTIVADO

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

Tamaño efectivo, TE (d10)	1.02	mm
d60	1.47	mm
Coeficiente de uniformidad, Cu	1.44	
Gravedad específica, Ss	1.60	
Profundidad del lecho, L	170	cm
Coeficiente de esfericidad, Psi	0.55	
Porosidad inicial, Po	0.41	
Dureza escala de Mohos	2.70	min
Solubilidad en HCl al 40% en 24 h	1%	max
Norma aplicable	AWWA B100-72	



GRANULOMETRÍA DE LA ZEOLITA Y PÉRDIDA DE CARGA INICIAL

Serie ASTM	Tam, mm	% Pasa	% Ret, Xi	Xi/d^2	Xi/di
10.00	2.00	100.0%	0.0%	-	-
12.00	1.68	97.3%	2.7%	0.96	1.61
14.00	1.41	69.7%	27.6%	13.88	19.57
16.00	1.18	47.8%	21.9%	15.73	18.56
20.00	0.85	30.5%	17.3%	23.94	20.35
30.00	0.60	4.0%	26.5%	73.61	44.17
40.00	0.43	1.5%	2.5%	13.84	5.88
60.00	0.25	0.0%	0.0%	-	-
		Total	98.5%	141.96	110.14

Tamaño del grano más grande	0.141	cm
N° Reynolds para grano más grande	3.87	< 6 o.k.
Pérdida de carga inicial zeolita, ho	7.38	cm

GRANULOMETRÍA DE CARBÓN ACTIVADO Y PÉRDIDA DE CARGA INICIAL

Serie ASTM	Tam, mm	% Pasa	% Ret, Xi	Xi/d^2	Xi/di
8.00	2.36	100.0%	0.0%	-	-
10.00	2.00	98.0%	2.0%	0.50	1.00
12.00	1.68	83.0%	15.0%	5.31	8.93
14.00	1.41	53.6%	29.4%	14.79	20.85
16.00	1.18	22.1%	31.5%	22.62	26.69
18.00	1.00	8.2%	13.9%	13.90	13.90
20.00	0.85	2.6%	5.6%	7.75	6.59
25.00	0.71	0.0%	2.6%	5.16	3.66
30.00	0.60	0.0%	0.0%	-	-

[redacted]

Total	100.0%	70.03	81.62

Tamaño del grano más grande	0.17	cm
N° Reynolds para grano más grande	4.61	< 6 o.k.
Pérdida de carga inicial carbón activado, ho	85.50	cm

Pérdida de carga total por lecho limpio (ho)	92.88	cm

Tamaño de la carbón activado d90	1.83	mm
Relación TE zeolita vs d'90 (carbón activado)	2.79	

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DURANTE FILTRADO

De la cresta del vertedor de control a la cresta del vertedor de retrolavado

Largo vertedor de lavado	15	m
Pérdida de carga en el falso fondo y soporte	0.15	m
Relación de rata máxima a rata promedio	1.20	
Máxima rata de filtración	288	m3/m2/d
N° Reynolds para grano más grande	4.65	< 6 o.k.
Pérdida de carga de la zeolita	0.09	m
N° Reynolds para grano más grande	5.54	< 6 o.k.
Pérdida de carga de la carbón activado	1.03	m

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

COLMATACIÓN	Nivel de agua proveniente del clarificador	1,607.37		
Desde el nivel de equilibrio al nivel de colmatación	Nivel de agua en tanque retrolavado	1,604.81		
Pérdida de carga de filtro equivalente de rata constante	Diferencia de nivel	2.56	2.50	m
Distancia del nivel de equilibrio al nivel de colmatación			1.38	m

RESUMEN DE LA CONFIGURACIÓN DE LOS FILTROS		
Falso fondo	0.320	m
Soporte del medio granular	0.30	m
Zeolita	0.60	m
Carbón Activado	1.70	m
Suma media filtrante	2.92	m
Perdidas totales	1.268	m
Nivel de agua	4.188	m
Nivel de colmatación	1.38	m

Resumen		
Dimenciones de filtros		
Flujo	0.07	m^3/s
Zeolita	0.60	m
Zeolita expandida	0.84	m
Carbón activado	1.70	m
Carbón activado expandido	2.38	m
Total de medio filtrante	2.30	m
Total medio filtrante expandido	3.22	m
Falso fondo	0.32	m
Reten de medio	0.05	m
Canaleta	0.68	m
Bordo libre	0.50	m
Extra por demasias	0.33	m
Altura minima del filtro	5.10	m

Tiempo de contacto en lecho vacio		
Volumen de filtración por filtros	111.44	m^3
Cantidad de filtros	6	pzas
Volumen total de area de filtración	668.61	m^3
Flujo a filtrar	770.55	lps
Tiempo de contacto en lecho vacio	14.46	min

Fase de lavado		
Tiempo de aclarado	8	min
Tiempo de lavado	4	min
Flujo de aclarado	538.33	l/s
Flujo de lavado	215.33	l/s
Volumen necesario	310.08	m3
Número de lavados	2	
Volumen de tanque de recuperacion	620.16	m3
Volumen actual	338.88	m3
Cantidad de retrolavados por día	1	ciclo
Etapa 2 cantidad de filtros operando	6	pzas
Volumen de retrolavado diario	1,860.48	m3
Flujo equivalente en el día	21.53	lps
cantidad de retrolavados	6	veces
volumen total de agua	1,860.48	m3

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

	Alto	ancho	largo	Volumen de agua
	m	m	m	m^3
Tanque de sistema de retrolvado de filtros	5.15	11	7.5	424.88
Tanque de reucperación de retrolavado	5.15	21.5	7.5	830.44

Ciclo Tanque de agua retrolavado para 750 LPS		
Tiempo de cada ciclo de retrolavado	12	min
Cantidad de retrolavados	2	veces
Ciclo de llenado	24	min
Ciclo de sedimentado	40	min
Ciclo de Vaciado	500	min
Total	564	min
Cantidad de ciclos necesarios	2.5	ciclos
Tiempo total	1410	min
Horas necesarias	23.50	horas
Bomba de agua recuperación de retrolavado		
Cantidad de retrolavados	2	veces
Volumen de retrolvados	620.16	m^3
Tiempo de vaciado	500	min
Flujo total	20.67	LPS
Cantidad de bombas	1	+1 piezas
Flujo por bomba	20.67	LPS
Porcentaje de retrolavado a recuperacion	25%	
Minutos de vaciado hacia tanque de lodos	125	min

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMPORADA DE LLUVIA

Diseño para temporada de lluvia

}

Diseño del tanque de ozonación

El flujo para agua producto total del Tanque de Ozonación	770.55	LPS
El flujo tota de entrada de agua cruda de Calera	770.55	LPS

Gasto de diseño =	770.55	LPS
Cantidad de tanque de oxidación =	1	pza.
Gasto por tanque de oxidación =	770.55	LPS
Tiempo de retención total	8.5	min (de 6 a 10 min)
FS	1	
Volumen requerido por tanque de ozonación =	392.98	m3
Ancho	3.9	m
Alto del agua	5	m
Largo	21.08	m
Volumen real por tanque de oxidación =	411.06	m3

Concentración requerida de ozono en el tanque de ozonación (ppm)	
Ozono	5.00

Determinación de cantidad de aire seco para generar ozono		
Masa requerida de aire seco para generar 1 kg de ozono	4.32	kg
Porcentaje de eficiencia en generación de ozono	5%	aprox.
Consumo de aire seco para generar ozono requerido	500	m^3/h

Flujo etapa 2	770.55	LPS
Dosificación de ozono	5.00	ppm
Cantidad a dosificar	13.87	kg/hr
Generador de ozono	15	kg/hr
Equipos a considerar	1	pzas

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA

Diseño de tanque de agua potable y tanque de desinfección

Gasto de diseño	750.00	LPS
Gasto de diseño temporada de estiaje	770.55	LPS
Gasto para clorar	770.55	LPS
Tiempo de retención de tanque de desinfección	30	min
Volumen total para tanque de desinfección de cloro	1386.99	m3
TAP-01		
Ancho	16.4	m
largo	11.00	m
alto del agua	5.15	m
Volumen total del tanque de desinfección	929.06	m3
Cantidad de tanques necesarios para desinfección	2	
Capacidad de desinfección por volumen	1858.12	m3

Tanque de agua potable

Gasto para almacenar	770.55	LPS
Tiempo de retención de agua potable	60	min
Volumen total para el agua potable	2773.98	m3
TAP-01 a		
Ancho	16.4	m
largo	21.5	m
alto del agua	5.15	m
Volumen para el agua potable	1815.89	m3

El tanque existente tiene suficiente capacidad.

Dosificación requerida (PPM de cloro por/ ppm amoniaco)		
Cloro	7.6	*MWH WATER Treatment Principles and Design, 3era edic, 13-5 Disinfection with Free and Combined Chlorine

Concentración máxima de nitrógeno amoniacal	0.5	mg/l
Concentración permitida de nitrógeno amoniacal	0.5	mg/l
Requerimiento de cloro para amoniaco	7.6	mg de cloro/ mg de nitrógeno
Dosificación de cloro para amoniaco	0.00	mg de cloro/l
Dosis requerida para dejar residual	2	ppm
Dosis de diseño	2.00	ppm

Dosificación de gas cloro

Flujo etapa 2	770.55	LPS
Dosificación de gas cloro	2.00	ppm
Cantidad a dosificar	5.55	kg/hr
Capacidad de cilindro de dosidicar	8.54	kg/hr
Cantidad mínima de cilindros	1	pzas
Días de almacenamiento requerido	30	días
Cantidad de cilindros requeridos por almacenamiento	5	pzas
Dosificación de equipo	8.54	kg/hr
Equipos a considerar	1	+1 pzas
Dilución posible	0.40%	(0.6% máximo, 0.3% mínimo
Factor de seguridad	2	
Flujo necesario por equipo	1.19	LPS

Bomba de agua de ayuda gas cloro		
Flujo de bomba de ayuda total	1.19	LPS
Cantidad de bombas funcionando	1	+1 pzas
Fluj[redacted]		

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

MEMORIA DE PROCESO -CÁLCULO DE QUIMICOS, ESPESADO Y DESHIDRATADO DE LODOS -TEMPORADA DE LLUVIA

Diseño para temporada de lluvias

El flujo para la etapa agua producto de	750	LPS	
El flujo total de entrada temporada de lluvia	770.55	LPS	
El flujo total de entrada temporada de estiaje	772.33	LPS	
*se toma en el caso de la dosificacion el agua cruda de entrada tomando el flujo mas desfaborable			
Etapa	770.55 LPS	66575.52	m3/d

Determinación de dosificación de sulfato de aluminio

Turbiedad máxima	19	NTU	
Factor turbiedad a Sólidos suspendidos totales	1	mg SST/NTU	*MWH WATER Treatment Principles and Design, 3era edic., 21-3 Alum and Iron Coagulation Sludges
Cantidad de Sólidos suspendidos totales	39	mg SST	
Requerimiento de sulfato de aluminio para la turbiedad	1	mg de Sulfato de aluminio/NTU	*MWH WATER Treatment Principles and Design, 3era edic., 9-4 Coagulation Practice
Dosificación de Sulfatos de aluminio para la turbiedad	19	mg de Sulfato de aluminio/l	
Concentración máxima de fluoruros	0.9	mg/l	
Concentración permitida de fluoruros	1	mg/l	
Requerimiento de sulfato de aluminio para fluoruros	140	de aluminio/ mg de fluoruros removidos	*integrated design and operation of water treatment facilities, 2ed. KAWAMURA, 7.5.2 Fluoride Removal
Dosificación de Sulfatos de aluminio para fluoruros	0	mg de Sulfato de aluminio/l	
Dosificación de sulfato de aluminio requerida	19	mg de Sulfato de aluminio/l	
Se opta por tomar una dosificación máxima de polímero de	1	ppm	
Relación de Sulfato de aluminio a Solidos suspendidos totales	0.3	mg de sst/mg de Sulfato de aluminio	*MWH WATER Treatment Principles and Design, 3era edic, 21-3 Alum and Iron Coagulation Sludges
Sólidos suspendidos por oxidación de Fe con ozono	432.34	kg SST / día	
Sólidos suspendidos por oxidación de Mn con ozono	55.75	kg SST / día	

AJUSTE DE PH Subir el PH con SOSA

Fase 1:

	de pH =	5	=	0.00001	mol/L	
	a pH =	7.0		0.0000001	mol/L	
Δ pH =		medio pH - inicial pH =		0.0000099	mol/L	
PE SOSA:		39.997	gr/mol			
para subir PH de	5	a	7.0	0.00040	gr/L de sosa se necesita=	0.3959703 g/m^3

Fase 2:

	de pH =	7	=	0.0000001	mol/L	
	a pH =	9.0		0.0000100	mol/L	
Δ pH =		final pH - medio pH =		0.0000099	mol/L	
PE SOSA:		39.997	gr/mol			
para subir PH de	7	a	9.0	0.00040	gr/L de sosa se necesita=	0.3959703 g/m^3
Dosificación necesaria	0.7919406	ppm				

AJUSTE DE PH bajar el PH con acido clorhídrico

Fase 1:

	de pH =	9	=	0.0000100	mol/L	
	a pH =	7.0		0.0000001	mol/L	
Δ pH =		medio pH - inicial pH =		0.0000099	mol/L	
PE ACIDO CLORHIDRICO		36.46	gr/mol			
para bajar PH de	9	a	7.0	0.00036	gr/L de sosa se necesita=	0.360954 g/m^3

Fase 2:

	de pH =	7	=	0.0000001	mol/L	
	a pH =	5.0		0.00001	mol/L	
Δ pH =		final pH - medio pH =		0.0000099	mol/L	
PE ACIDO CLORHIDRICO		36.46	gr/mol			
para bajar PH de	7	a	5.0	0.00036	gr/L de acido clorhídrico se necesita=	0.360954 g/m^3
Dosificación necesaria	0.721908	ppm				

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

Etapa para generar 750 LPS de agua potable

Agua cruda

Compuesto químico	Flujo (m^3/ día)	Dosificación (g soluto / m^3)	kg soluto / día	Concentración	Densidad (kg/L)	Solución (kg/día)	Solución (L/día)	Horas de operación	FS	Dosificación lpm
Sulfato de aluminio	66575.52	19	1,264.93	48%	1.28	2635.28	2058.81	24	1.47	2.11
Sosa	66575.52	0.79	52.72	50%	1.15	105.45	91.69	24	1.47	0.09
Ácido clorhídrico para pH	66575.52	0.72	48.06	31%	1.16	155.04	133.65	24	1.47	0.14
Polímero floculación	66575.52	1	66.58	0.10%	1.00	66575.52	66575.52	24	1.08	49.96
ácido clorhídrico al 33%	66575.52	4.56	303.27	33%	1.16	918.99	792.23	24	1.47	0.811
Clorito del sodio al 31%	66575.52	3.88	258.34	31%	1.27	833.37	656.19	24	1.47	0.672

	Determinación de tanques de almacenamiento 750 lps			
	L/día de solución	Días de almacenamiento	Volumen necesario (m^3)	Tanques necesarios de 25 m^3
Sulfato de aluminio	2058.81	30	61.76	3
Sosa	91.69	30	2.75	1
Ácido clorhídrico para pH	133.65	30	4.01	1

Lodo de la potabilizadora para 750 lps

Compuesto químico	kg lodo seco / día	Dosificación (kg polímero / kg lodo seco)	kg polímero /día	Concentración	Densidad (kg/L)	Solución (kg/día)	Solución (L/día)	Horas de operación	FS	Dosificación lpm
Polímero para lodos	3,530.59	0.004	14.12	0.10%	1.00	14,122.37	14,122.37	16.00	1.48	21.70

Determinación de Equipo de Espesamiento y Deshidartado		
Flujo	770.55	LPS
Solidos suspendidos totales	39	mg/l
Solidos suspendidos totales	2596.45	kg/d
Capacidad de filtro etapa 2	50.00	m3/hr a 1% de SS
Capacidad de solidos etapa 2	500.00	kg/hr Sólidos
Lodo general al día promedio	3,530.59	kg/día
Horas de operación de filtro al día	7.06	Horas por día
Considerando la operación de	16.0	horas al día
Filtros requeridos para etapa 2	1	filtros operando
Adicional	1	filtro en reserva
Lodo a disposición por día	17.65	m3/d

Volumen de lodo		
Concentración de lodos en el clarificador	12199.21	mg/l
Flujo de lodo de sedimentadores	3.35	LPS
Flujo de lodo por parte de recuperación de retrolavado	20.67	LPS
Flujo de lodo del taque de lodo a espesado y deshidratado	13.10	LPS
Flujo de lodo al tanque de lodo total	8.73	LPS
Duración de bombeo para agua de recuperación de retrolavado por ciclo (2 retrolavados de filtro)	125	min
Volumen de tanque de lodo para flujo de retrolavado	180.15	m3
Revisión Volumen necesario tanque para 8 hr de purgas de sedimentadores	251.50	m3
Volumen de lodo a utilizar	251.50	m3
Altura de lodo	4.50	m
Área necesaria	55.89	m2
Lado cuadrado	7.48	m
Se propone lado de	7.56	m
Volumen de agua	257.19	m3
Volumen útil	285.77	m3

Bomba de lodo		
Flujo promedio de lodo	3.35	lps
Flujo promedio de recuperación de filtración	20.67	lps
Concentración promedio del lodo	7761.53	mg/l
Flujo de lodo	13.10	lps
Cantidad de bombas	1	+1 pzas
Flujo de bomba	13.10	lps

Bomba de lavado de banda	Etapa 750 lps	
Flujo requerido por Filtro (máximo)	3.80	LPS
Cantidad de filtros	2.00	pzas
Cantidad de bombas	2.00	pzas
Bombas requeridas en etapa 2	2.00	pzas
Flujo por bomba	3.80	LPS

Bomba de servicio	Etapa 750 lps
Flujo	
Canti	
Flujo	

[redacted]

13.1292188

Cantidad de preparadores de polímero de lodos	1.00	pzas
Agua para riego	0.30	lps
Agua para uso general	0.40	lps
Flujo total	1.89	LPS
Cantidad de bombas etapa 2	1	+1 reserva
Flujo requerido para etapa 2	1.89	lps
Flujo de bomba de servicios	1.89	lps

Manejo de lixiviados

Cantidad de módulos	2	pzas
Flujo de lavado de filtro	3.80	LPS
flujo de lodo por modulo	13.10	LPS
Flujo de polímero lodo por modulo	0.36	LPS
Factor de seguridad	1.2	
flujo de lixiviado	41.43	LPS

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA
BOMBA DOSIFICADORA DE SULFATO DE ALUMINIO

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.035 lps 2.11 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1609.608

Nivel mínimo de bombeo = 1602.500

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1.5 "	100.0	1.0	100.00
Válvula check Hor.	Pza.	1.5 "	0	7.8	0.00
Válvula bola	Pza.	1.5 "	1	0.6	0.63
Codo 90	Pza.	1.5 "	5	1.8	8.90
Reduccion	Pza.	1.5 "	0	0.6	0.00
Salida 90°	Pza.	1.5 "	1	1.9	1.94
Tee lateral	Pza.	1.5 "	1	1.9	1.90
			Total		113.36 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1 "	2	1.2	2.47
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	1	5.2	5.25
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.4386912
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
Reduccion	Pza.	1 "	1	0.4	0.39
Entrada 90°	Pza.	1 "	1	0.9	0.88
			Total		13.87 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.0	1	1.50	0.0381	0.0	0.0001	130	PVC
Rama	0.02	0	1.00	0.0254	0.0	0.0001	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	113.36	m X	0.0001	m/m =	0.007	m
Maniful	Hf =	13.87	m X	0.0001	m/m =	0.002	m
	Hf total =					0.01	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv = 0.0 / 19.6 = 0.00 m

0.00 m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1609.608	m
Altura inicial =	1602.500	m
Diferencia =	7.11	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.008	m
Hv =	0.000	m
He =	7.108	m
Ht =	7.117	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.0 lps

Eficiencia hidráulica = 0.20
Eficiencia del motor = 0.20
Densidad del fluido = 1.001

Hp = Qd X Ht / 76 X Eb X Em = 0.1

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.0	0.556662283	1.50	0.0381	0.0	0.0001	130	113	0.01	0.00		
0.0	0.278331142	1.00	0.0254	0.0	0.0001	130	14	0.00	NA		
								0.01	0.00	7.11	7.12

BOMBA DOSIFICADORA DE SULFATO DE ALUMINIO

Ubicación: Caseta de desaguado de lodos

Cantidad de bombas: 2 (1 en operación y 1 en reserva)

Motor: Caballaje requerido de 0.25 H.P. APROXIMADAMENTE.
3F, 220/440 VAC

Flujo: 0.02 lps 0.28 gpm

CDT : 7.117 m 23.35 pies

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA
BOMBA DOSIFICADORA DE ACIDO CLORHIDRICO

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.0068 lps 0.41 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1609.608

Nivel mínimo de bombeo = 1602.500

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	90.0	1.0	90.00
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	0	5.2	0.00
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.44
Codo 90	Pza.	1 "	5	1.2	6.17
Reduccion	Pza.	1 "	0	0.4	0.00
Salida 90°	Pza.	1 "	1	1.3	1.32
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
			Total		99.37 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1 "	2	1.2	2.47
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	1	5.2	5.25
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.4386912
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
Reduccion	Pza.	1 "	1	0.4	0.39
Entrada 90°	Pza.	1 "	1	0.9	0.88
			Total		13.87 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.0068	0	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	PVC
Rama	0.0068	0	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	99.37	m X	0.0000	m/m =	0.002	m
Maniful	Hf =	13.87	m X	0.0000	m/m =	0.000	m
	Hf total =					0.00	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv = 0.0 / 19.6 = 0.00 m

0.00 m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1609.608	m
Altura inicial =	1602.500	m
Diferencia =	7.11	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.002	m
Hv =	0.000	m
extra	2.000	
He =	7.108	m
Ht =	9.110	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.0 lps

Eficiencia hidráulica = 0.20
Eficiencia del motor = 0.20
Densidad del fluido = 1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.0$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.0	0.107102244	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	99	0.00	0.00		
0.0	0.107102244	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	14	0.00	NA		
								0.00	0.00	7.11	7.11

BOMBA DOSIFICADORA DE ACIDO CLORHIDRICO

Ubicación: Caseta de desaguado de lodos

Cantidad de bombas: 2 (2 en operación)

Motor: Caballaje requerido de 0.250 H.P. APROXIMADAMENTE.
1F, 110VAC

Flujo: 0.0068 lps 0.11 gpm 0.41

CDT : 7.110 m 23.33 pies

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA
BOMBA DOSIFICADORA DE CLORITO DE SODIO

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.0056 lps 0.34 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1609.608

Nivel mínimo de bombeo = 1602.500

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	90.0	1.0	90.00
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	0	5.2	0.00
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.44
Codo 90	Pza.	1 "	5	1.2	6.17
Reduccion	Pza.	1 "	0	0.4	0.00
Salida 90°	Pza.	1 "	1	1.3	1.32
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
			Total		99.37 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1 "	2	1.2	2.47
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	1	5.2	5.25
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.4386912
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
Reduccion	Pza.	1 "	1	0.4	0.39
Entrada 90°	Pza.	1 "	1	0.9	0.88
			Total		13.87 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de

Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.0056	0.09	1.00	0.0254	0.01	0.0000	130	PVC
Rama	0.0056	0.09	1.00	0.0254	0.01	0.0000	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	99.37	m X	0.0000	m/m =	0.001	m
Maniful	Hf =	13.87	m X	0.0000	m/m =	0.0002	m
	Hf total =					0.0016	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv = 0.0 / 19.6 = 0.00001 m

0.00001 m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1609.608	m
Altura inicial =	1602.500	m
Diferencia =	7.11	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.002	m
Hv =	0.00001	m
extra	2	
He =	7.108	m
Ht =	9.110	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.0056 lps

Eficiencia hidráulica =	0.20
Eficiencia del motor =	0.20
Densidad del fluido =	1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.017$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.0	0.088710964	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	99	0.0014	0.00001		
0.0	0.088710964	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	14	0.0002	NA		
								0.0016	0.00001	7.11	7.11

BOMBA DOSIFICADORA DE CLORITO DE SODIO

Ubicación:			Caseta de desaguado de lodos			
Cantidad de bombas:			2 (2 en operación)			
Motor:			Caballaje requerido de 1F, 110VAC	0.250	H.P.	APROXIMADAMENTE.
Flujo:	0.0056	lps	0.09	gpm	0.34	
CDT :	7.110	m	23.33	pies		

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA
BOMBA DOSIFICADORA DE SOSA PARA AJUSTE DE PH

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.0003 lps 0.02 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1610.000

Nivel mínimo de bombeo = 1601.000

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	90.0	1.0	90.00
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	0	5.2	0.00
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.44
Codo 90	Pza.	1 "	5	1.2	6.17
Reduccion	Pza.	1 "	0	0.4	0.00
Salida 90°	Pza.	1 "	1	1.3	1.32
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
			Total		99.37 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1 "	2	1.2	2.47
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	1	5.2	5.25
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.4386912
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
Reduccion	Pza.	1 "	1	0.4	0.39
Entrada 90°	Pza.	1 "	1	0.9	0.88
			Total		13.87 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.0	0	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	PVC
Rama	0.00	0	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	99.37	m X	0.0000	m/m =	0.000	m
Maniful	Hf =	13.87	m X	0.0000	m/m =	0.000	m
	Hf total =					0.00	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv = 0.0 / 19.6 = 0.00 m

0.00 m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1610.000	m
Altura inicial =	1601.000	m
Diferencia =	9.00	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.000	m
Hv =	0.000	m
He =	9.000	m
Ht =	9.000	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.0 lps

Eficiencia hidráulica = 0.20
Eficiencia del motor = 0.20
Densidad del fluido = 1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.0$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.0	0.00495843	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	99	0.00	0.00		
0.0	0.00495843	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	14	0.00	NA		
								0.00	0.00	9.00	9.00

BOMBA DOSIFICADORA DE SOSA PARA AJUSTE DE PH

Ubicación: ALMACEN DE PRODUCTOS QUIMICOS

Cantidad de bombas: 2 (1 en operación y 1 en reserva)

Motor: Caballaje requerido de 0.25 H.P. APROXIMADAMENTE.
1F, 110VAC

Flujo: 0.0003 lps 0.00 gpm 0.02

CDT : 9.000 m 29.53 pies

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA
BOMBA DOSIFICADORA DE ACIDO CLORHIDRICO PARA AJUSTE DE PH

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.0023 lps 0.14 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1610.000

Nivel mínimo de bombeo = 1601.000

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	90.0	1.0	90.00
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	0	5.2	0.00
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.44
Codo 90	Pza.	1 "	5	1.2	6.17
Reduccion	Pza.	1 "	0	0.4	0.00
Salida 90°	Pza.	1 "	1	1.3	1.32
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
			Total		99.37 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1 "	2	1.2	2.47
Válvula check Hor.	Pza.	1 "	1	5.2	5.25
Válvula bola	Pza.	1 "	1	0.4	0.4386912
Tee lateral	Pza.	1 "	1	1.4	1.45
Reduccion	Pza.	1 "	1	0.4	0.39
Entrada 90°	Pza.	1 "	1	0.9	0.88
			Total		13.87 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.0	0	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	PVC
Rama	0.00	0	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	PVC

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

Ramal	Hf =	99.37	m X	0.0000	m/m =	0.000	m
Maniful	Hf =	13.87	m X	0.0000	m/m =	0.000	m
	Hf total =					0.00	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv = 0.0 / 19.6 = 0.00 m

0.00 m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1610.000	m
Altura inicial =	1601.000	m
Diferencia =	9.00	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.000	m
Hv =	0.000	m
He =	9.000	m
Ht =	9.000	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.0 lps

Eficiencia hidráulica = 0.20
Eficiencia del motor = 0.20
Densidad del fluido = 1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.0$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.0	0.036136957	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	99	0.00	0.00		
0.0	0.036136957	1.00	0.0254	0.0	0.0000	130	14	0.00	NA		
								0.00	0.00	9.00	9.00

BOMBA DOSIFICADORA DE ACIDO CLORHIDRICO PARA AJUSTE DE PH

Ubicación: ALMACEN DE PRODUCTOS QUIMICOS

Cantidad de bombas: 2 (1 en operación y 1 en reserva)

Motor: Caballaje requerido de 0.25 H.P. APROXIMADAMENTE.
1F, 110VAC

Flujo: 0.0023 lps 0.04 gpm 0.14

CDT : 9.000 m 29.53 pies

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA
BOMBA DOSIFICADORA DE POLIMERO FLOCULADOR

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.833 lps 49.96 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1609.608

Nivel mínimo de bombeo = 1602.500

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	2 "	160.0	1.0	160.00
Válvula check Hor.	Pza.	2 "	0	10.4	0.00
Válvula bola	Pza.	2 "	1	0.8	0.81
Codo 90	Pza.	2 "	5	2.3	11.62
Reduccion	Pza.	2 "	0	0.8	0.00
Salida 90°	Pza.	2 "	1	2.6	2.57
Tee lateral	Pza.	2 "	1	2.4	2.36
			Total		177.35 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1.5 "	3.0	1.0	3.00
Codo 90	Pza.	1.5 "	2	1.8	3.56
Válvula check Hor.	Pza.	1.5 "	1	7.8	7.85
Válvula bola	Pza.	1.5 "	1	0.6	0.6255412
Tee lateral	Pza.	1.5 "	1	1.9	1.90
Reduccion	Pza.	1.5 "	1	0.6	0.58
Entrada 90°	Pza.	1.5 "	1	1.3	1.25
			Total		18.76 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.8	13	2.00	0.0508	0.4	0.0052	130	PVC
Rama	0.83	13	2.00	0.0508	0.4	0.0052	130	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	177.35	m X	0.0052	m/m =	0.917	m
Maniful	Hf =	18.76	m X	0.0052	m/m =	0.097	m
	Hf total =					1.01	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv =	0.2	/ 19.6 =	0.01	m
			0.01	m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1609.608	m
Altura inicial =	1602.500	m
Diferencia =	7.11	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	1.014	m
Hv =	0.009	m
He =	7.108	m
Ht =	8.131	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.8 lps

Eficiencia hidráulica =	0.20
Eficiencia del motor =	0.22
Densidad del fluido =	1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 2.0$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.8	13.2005136	2.00	0.0508	0.4	0.0052	130	177	0.92	0.01		
0.8	13.2005136	2.00	0.0508	0.4	0.0052	130	19	0.10	NA		
								1.01	0.01	7.11	8.13

BOMBA DOSIFICADORA DE POLIMERO FLOCULADOR

Ubicación:		Edificio multiproposito			
Cantidad de bombas:		2 (1 en operación y 1 en reserva)			
Motor:		Caballaje requerido de 3F, 220/440 VAC	2.03	H.P.	aprox.
Flujo:	0.83 lps	13.20 gpm			
CDT :	8.131 m	26.68 pies			

[redacted]

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS
Y AMBIENTALES S.A. DE C.V.

ISSASA

AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)
MEMORIA DE PROCESO - TEMORADA DE LLUVIA
BOMBA DOSIFICADORA DE POLIMERO LODOS

1 Datos de diseño

Flujo requerido = 0.36 lps 21.70 lpm

2 Selección de bombas

2.1 Diagrama de la instalación

Nivel máximo de bombeo = 1559.400

Nivel mínimo de bombeo = 1554.400

2.2 Listado de materiales y cálculo de longitud equivalente.

Linea de descarga

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1.50 "	22.0	1.0	22.00
Válvula check Hor.	Pza.	1.5 "	0	9.0	0.00
Válvula bola	Pza.	1.5 "	1	0.7	0.72
Codo 90	Pza.	1.5 "	4	2.0	8.16
Reduccion	Pza.	1.5 "	0	0.7	0.00
Salida 90°	Pza.	1.5 "	1	2.2	2.23
Tee lateral	Pza.	1.5 "	1	2.2	2.18
			Total		35.29 m

Ramal

	Unid	Diam.	Cant.	L eq.	L eq. Total
Tubería recta	m	1.50 "	5.0	1.0	5.00
Codo 90	Pza.	1.5 "	2	2.0	4.08
Válvula check Hor.	Pza.	1.5 "	1	9.0	9.00
Válvula bola	Pza.	1.5 "	1	0.7	0.7174598
Tee lateral	Pza.	1.5 "	1	2.2	2.18
Reduccion	Pza.	1.5 "	1	0.7	0.66
Entrada 90°	Pza.	1.5 "	1	1.4	1.43
			Total		23.08 m

2.3 Cálculo de pérdidas por fricción funcionando (1) de
Formulas de H & W:

V = 0.85 X C X R^ 0.63 X S^ 0.54

Q = 0.2785 X C X D^2.63 X S^0.54

Donde:
V = Velocidad (m/s)
R = Radio hidráulico = Área/ Perímetro mojado = D/4 (para tuberías)
C = Coeficiente de fricción de H & W =
S = Pendiente hidráulica (m/m)
Q = Flujo (m3/s)
D = Diámetro interno (in)

	Flujo		Diam. Interior		V	S	C	
	lps	gpm	in.	m	m/s	miles		
Linea de descar.	0.4	6	1.50	0.0381	0.3	0.0039	140	PVC
Rama	0.36	6	1.50	0.0381	0.3	0.0039	140	PVC

[redacted]

Ramal	Hf =	35.29	m X	0.0039	m/m =	0.138	m
Maniful	Hf =	23.08	m X	0.0039	m/m =	0.090	m
	Hf total =					0.23	m

2.4 Cálculo de pérdidas por velocidad.

Hv = V2/2g

Hv =	0.1	/ 19.6 =	0.01	m
			0.01	m

2.5 Cálculo de altura estática

Altura final =	1559.400	m
Altura inicial =	1554.400	m
Diferencia =	5.00	m

2.6 Cálculo de la carga dinámica total

Hf =	0.228	m
Hv =	0.005	m
extra	4.000	
He =	5.000	m
Ht =	9.233	m

2.7 Cálculo del motor de la bomba para flujo de diseño = 0.4 lps

Eficiencia hidráulica =	0.20
Eficiencia del motor =	0.24
Densidad del fluido =	1.001

$$Hp = \frac{Qd \times Ht}{76 \times Eb \times Em} = 0.9$$

2.8 Tabla de cargas del sistema.

Una bomba en operación											
Flujo		Diam. Interior		V	S	C	Leq	Hf	Hv	He	Ht
lps	gpm	in.	m	m/s	m/m		m	m	m	m	m
0.4	5.734085296	1.50	0.0381	0.3	0.0039	140	35	0.14	0.01		
0.4	5.734085296	1.50	0.0381	0.3	0.0039	140	23	0.09	NA		
								0.23	0.01	5.00	5.23

BOMBA DOSIFICADORA DE POLIMERO LODOS

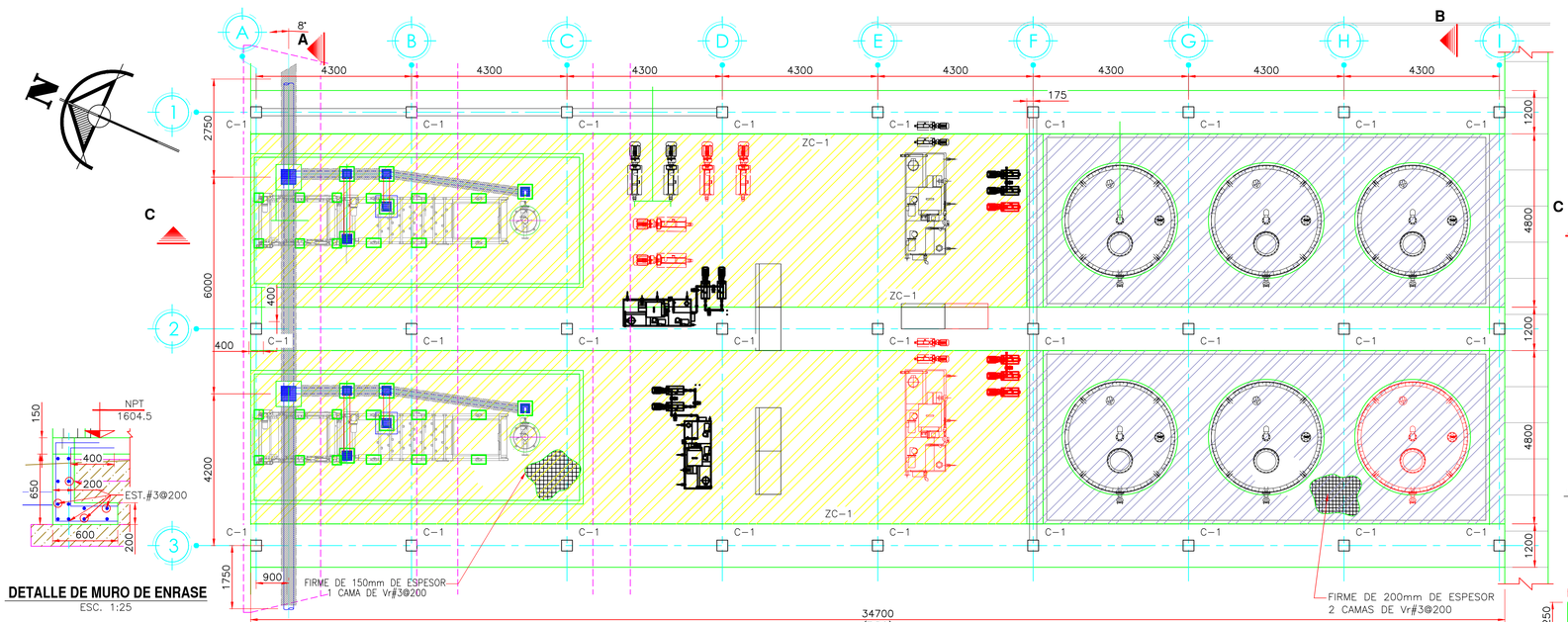
Ubicación: Edificio multiproposito

Cantidad de bombas: 2 (1 en operación y 1 en reserva)

Motor: Caballaje requerido de 0.94 H.P. aprox.
3F, 220/440 VAC

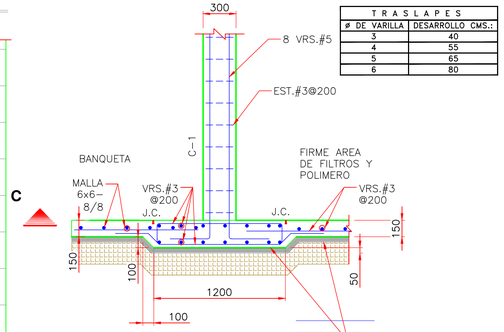
Flujo:	0.36	lps	5.73	gpm
CDT :	9.233	m	30.29	pies

[redacted]

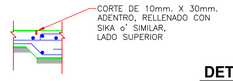


PLANTA DE ZAPATA CORRIDA ZC-1 Y CIMENTACION
ESC. 1:75

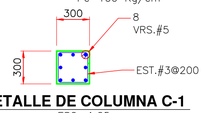
DETALLE DE MURO DE ENRASE
ESC. 1:25



TIPICO ZAPATA CORRIDA ZC-1
ESC. 1:25

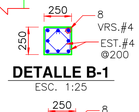


JUNTA DE CONSTRUCCION J.C.
ESC. 1:25

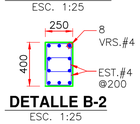


DETALLE DE COLUMNA C-1
ESC. 1:25

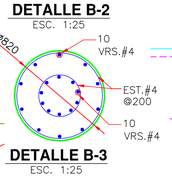
TRASLAPES	
# DE VARILLA	DESARROLLO CMS.:
3	40
4	55
5	65
6	80



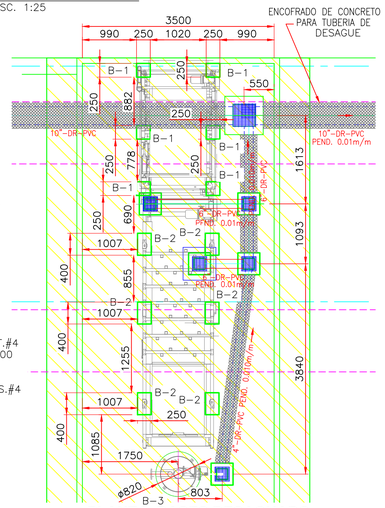
DETALLE B-1
ESC. 1:25



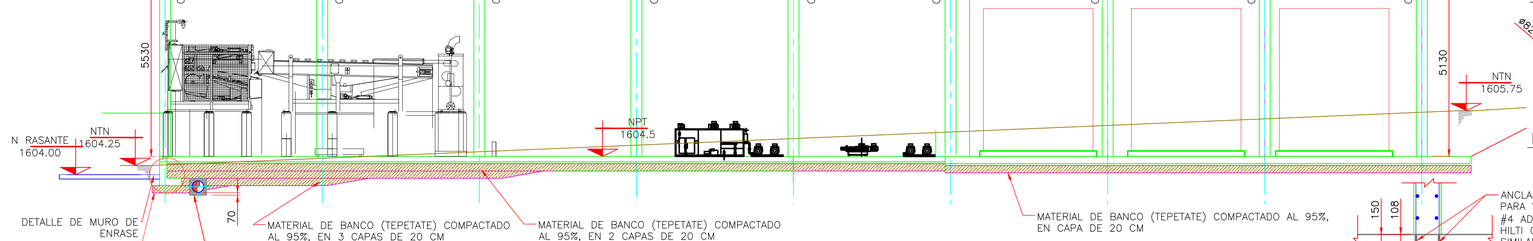
DETALLE B-2
ESC. 1:25



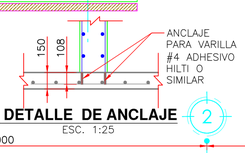
DETALLE B-3
ESC. 1:25



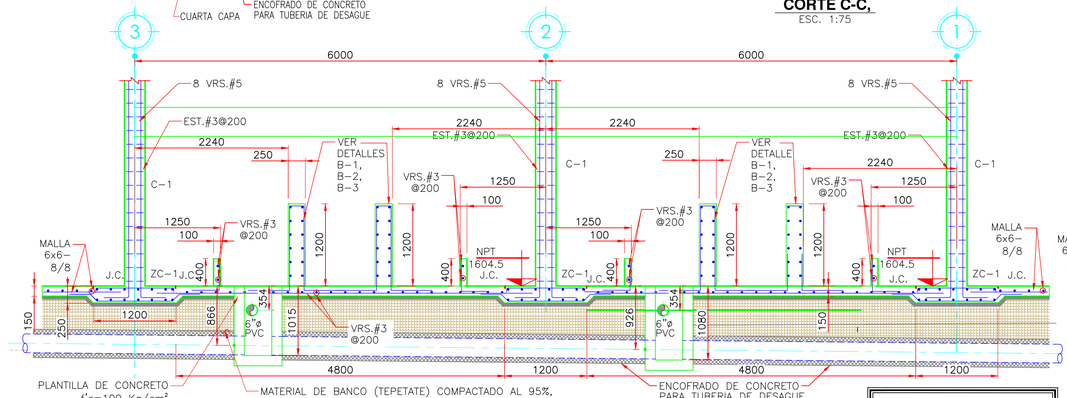
PLANTA, BASES DESAGUADO
ESC. 1:50



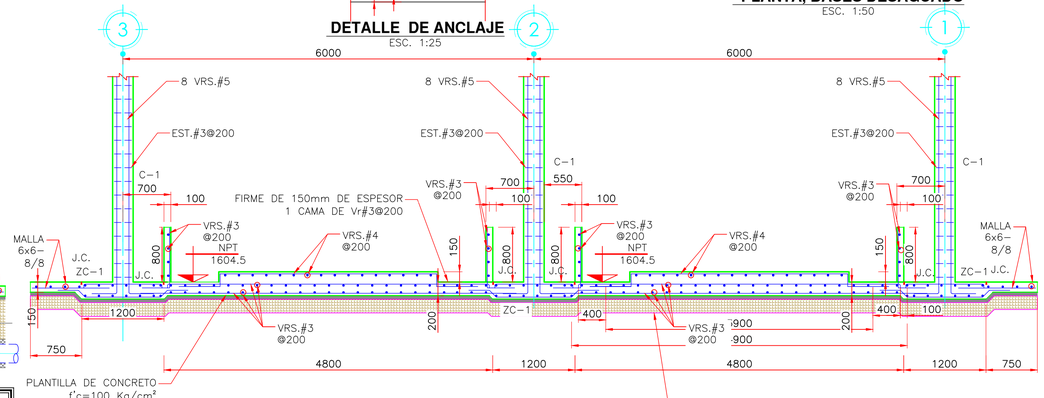
CORTE C-C,
ESC. 1:75



DETALLE DE ANCLAJE
ESC. 1:25



C O R T E "A - A"
ESC. 1:40



C O R T E "B - B"
ESC. 1:40

LA INFORMACION TECNICA CONTENIDA EN ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES, S. A. DE C. V., LA CUAL ES ENTREGADA CON CARACTER CONFIDENCIAL, POR LO QUE NO DEBERA SER COPIADA, REPRODUCIDA O PUBLICADA SIN LA AUTORIZACION PREVIA Y POR ESCRITO DE ISSASA.

UBICACIÓN

TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO



NOMENCLATURA:

AS	=	AGUA DE SERVICIOS
AGR	=	AGUA RECUPERADA
POL	=	POLIMERO
LD	=	LODO DIGERIDO
V.C.	=	VALVULA COMPUERTA
V.B.	=	VALVULA DE BOLA
V.M.	=	VALVULA MARIPOSA
AGC	=	AGUA CRUDA
PAD	=	POLIETILENO ALTA DENSIDAD

APROBADO
PARA CONSTRUCCIÓN

DATOS DE PROYECTO

PLANTA POTABILIZADORA PP5
UBICADA EN TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

PRIMER ETAPA:	500 LPS
SEGUNDA ETAPA	1250 LPS
TOTAL DE LA PLANTA	2500 LPS

NOTAS

1. ACOTACIONES EN MILIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.
3. CALIDAD DE LOS MATERIALES:
   CONCRETO f'c= 250Kg/cm²
   ACERO DE REFUERZO Fy=4200Kg/cm²
   CONCRETO f'c=100Kg/cm² EN PLANTILLAS.
4. CARACTERISTICAS DEL SUELO:
   a).-CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO A LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE qa=0.9Kg/cm². SOBRE RELLENO DE MATERIAL DE BANCO (TEPETATE) COMPACTADO AL 95%
5. PARA GANCHOS ESTANDAR, DIAMETRO MINIMO DE DOBLADO Y PROTECCION DE CONCRETO PARA EL ACERO DE REFUERZO, CUMPLASE CON LOS LINEAMIENTOS DEL CAPITULO 7 DEL REGLAMENTO DEL ACI-318 EN SU MAS RECIENTE EDICION.
6. RECUBRIMIENTOS:
   EN ZAPATAS 7cms. Y PEDESTALES
   EN COLUMNAS 5cms.
   EN VIGAS 5cms.
   EN MUROS 7cms.
   EN LOSAS 2.5cms.
7. TRABAJESE ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA.
8. VERIFICAR LOS NIVELES DE TERRENO EN CAMPO

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE JALISCO
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

PROYECTO DE PLANTA POTABILIZADORA PP5 AMPLIACION

CONTENIDO DEL PLANO:

EDIFICIO DE LODOS AMPLIACION
CIMENTACION SECCION 2

APROBÓ:

[redacted]

FECHA:	CLAVE:	REVISION:
24-SEPTIEMBRE-2025	PP5A-A32	A

SELLO DE CEA	RESPONSABLES SUPERVISIÓN EXTERNA	SELLO SUPERVISION
	Aprobó JEFE DE SUPERVISIÓN	

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO	TITULO

REVISIONES

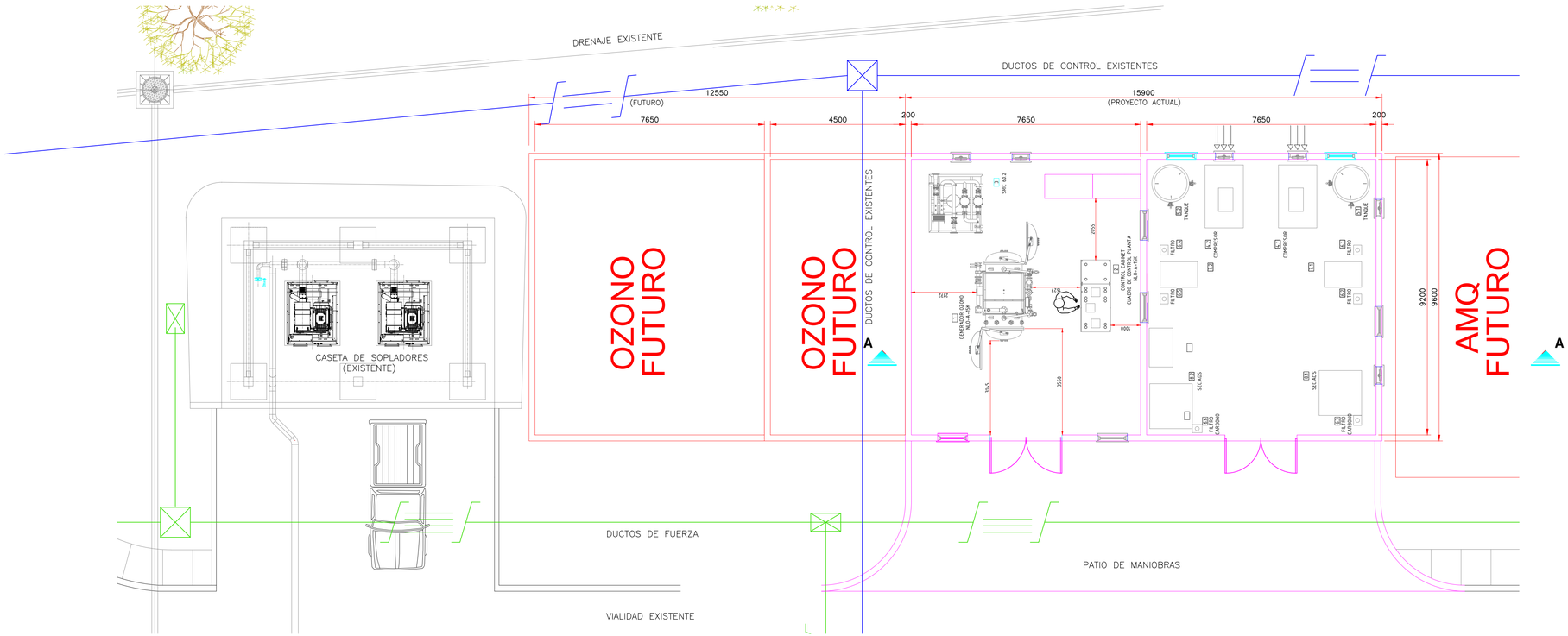
No.	TITULO	REVISIÓN CRUZADA							
		GEO.	GEOM.	HIDRAU.	TOPO.	MECAN.	ELECT.	INST.	EST.

ESCALA GRÁFICA DE PLANTA

0

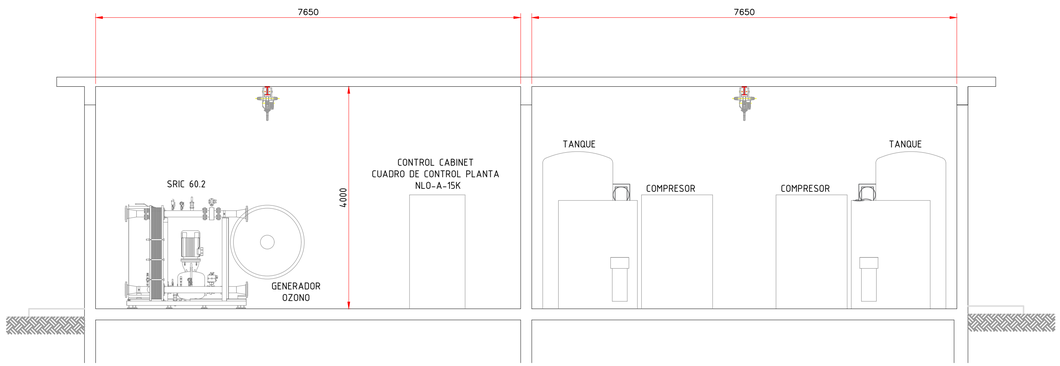
S/E S C A L A

[redacted]	SEPTIEMBRE-2025
	SEPTIEMBRE-2025
	SEPTIEMBRE-2025
	SEPTIEMBRE-2025



PLANTA DE LA CASETA DE OZONO

ESC. 1:80



CORTE A–A

ESC. 1:50

UBICACIÓN

TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO



SIMBOLOGÍA

- AMPLIACION A 1250 LPS
- FUTURO
- EXISTENTE

NOMENCLATURA:

FIT	=	MEDIDOR DE FLUJO
AC	=	ACERO AL CARBON
AF	=	AGUA FILTRADA
ARR	=	AGUA RECUPERADA RETROLAVADO
AR	=	AGUA RETROLAVADO
VMA.	=	VALVULA MARIPOSA AUTOMATICA
EL.	=	ELEVACION
LBT	=	LECHO BAJO TUBO

DATOS DE PROYECTO

PLANTA POTABILIZADORA PP5
UBICADA EN TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

PRIMER ETAPA:	500 LPS
SEGUNDA ETAPA	1250 LPS
TOTAL DE LA PLANTA	2500 LPS

NOTAS

1. ACOTACIONES EN METROS.
2. DIAMETROS DE TUBERIAS EN PULGADAS

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE JALISCO
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO Y OPERACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

LA INFORMACION TECNICA CONTENIDA EN ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES, S. A. DE C. V., LA CUAL ES ENTREGADA CON CARACTER CONFIDENCIAL, POR LO QUE NO DEBERA SER COPIADA, REPRODUCIDA O PUBLICADA SIN LA AUTORIZACION PREVIA Y POR ESCRITO DE ISSASA.

PROYECTO DE
PLANTA POTABILIZADORA PP5 AMPLIACION

CONTENIDO DEL PLANO:

ARREGLO GENERAL DE LA
CASETA DE OZONO

APROBÓ:

[redacted]

SELLO DE CEA	RESPONSABLES SUPERVISIÓN EXTERNA	SELLO SUPERVISION
	Aprobó JEFE DE SUPERVISIÓN	

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO	TITULO
.	.

REVISIONES

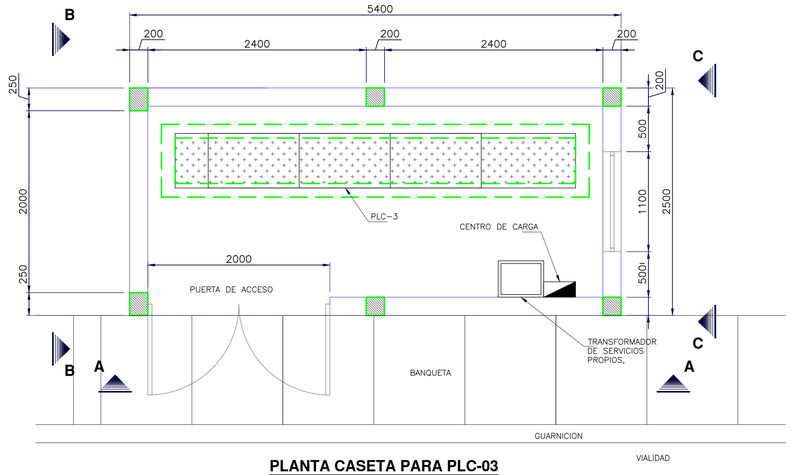
No.	TITULO	REVISIÓN CRUZADA							
		GEO.	GEOM.	HIDRAU.	TOPO.	MECAN.	ELECT.	INST.	EST.

ESCALA GRÁFICA DE PLANTA

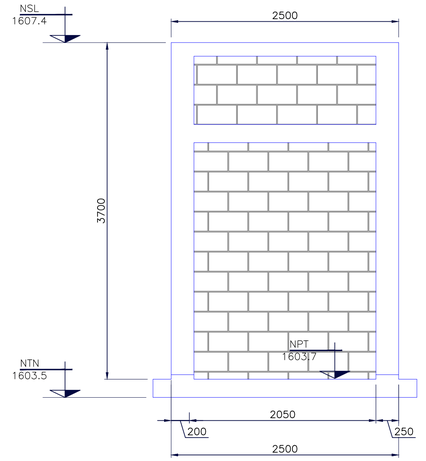
0

S/E S C A L A

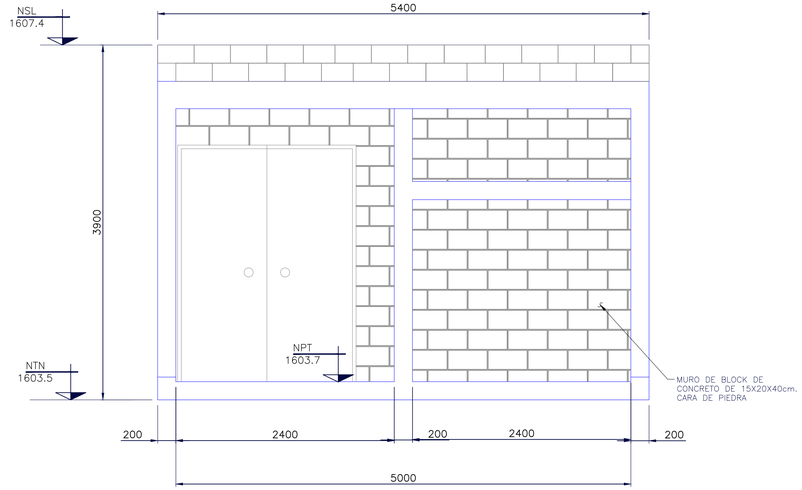
FECHA:	CLAVE:	REVISION:
SEPTIEMBRE-2025	PP5A-D05	D



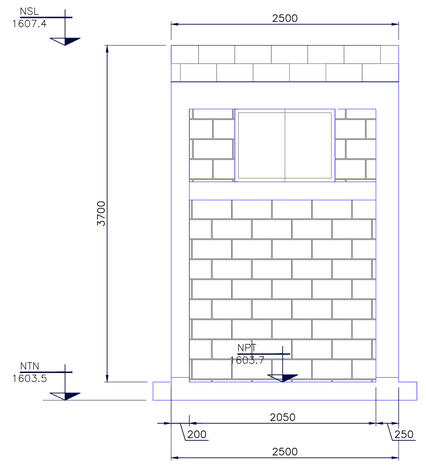
PLANTA CASETA PARA PLC-03
ESC: 1:30



CORTE B-B
ESC. 1:30



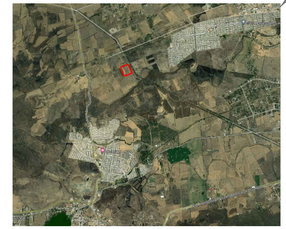
CORTE A-A
ESC. 1:30



CORTE C-C
ESC. 1:30

UBICACIÓN

TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO



SIMBOLOGÍA

NOMENCLATURA:

FIT	=	MEDIDOR DE FLUJO
AC	=	ACERO AL CARBON
AF	=	AGUA FILTRADA
ARR	=	AGUA RECUPERADA RETROLAVADO
AR	=	AGUA RETROLAVADO
VMA.	=	VALVULA MARIPOSA AUTOMATICA
EL.	=	ELEVACION
LBT	=	LECHO BAJO TUBO

DATOS DE PROYECTO

PLANTA POTABILIZADORA PP5
UBICADA EN TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

PRIMER ETAPA:	500 LPS
SEGUNDA ETAPA	1250 LPS
TOTAL DE LA PLANTA	2500 LPS

NOTAS

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE JALISCO
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO Y OPERACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

LA INFORMACION TECNICA CONTENIDA EN ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES, S. A. DE C. V., LA CUAL ES ENTREGADA CON CARACTER CONFIDENCIAL, POR LO QUE NO DEBERA SER COPIADA, REPRODUCIDA O PUBLICADA SIN LA AUTORIZACION PREVIA Y POR ESCRITO DE ISSASA.

CONTENIDO DEL PLANO:

CASETA PARA PLC

APROBÓ:

[redacted]

FECHA:

CLAVE:

DATOS DE LA EMPRESA

ISSASA

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES, S.A DE C.V.

[redacted]

Fecha:	SEPTIEMBRE-2025
Fecha:	SEPTIEMBRE-2025
Fecha:	SEPTIEMBRE-2025
Fecha:	SEPTIEMBRE-2025

CONTRATO No. CEA-AMP-EST-LP-049-25

ELABORÓ

ING. HUMBERTO RENÉ MALDONADO PEQUEÑO
REPRESENTANTE LEGAL

SELLO DE CEA

RESPONSABLES SUPERVISIÓN EXTERNA

Aprobó

JEFE DE SUPERVISIÓN

SELLO SUPERVISION

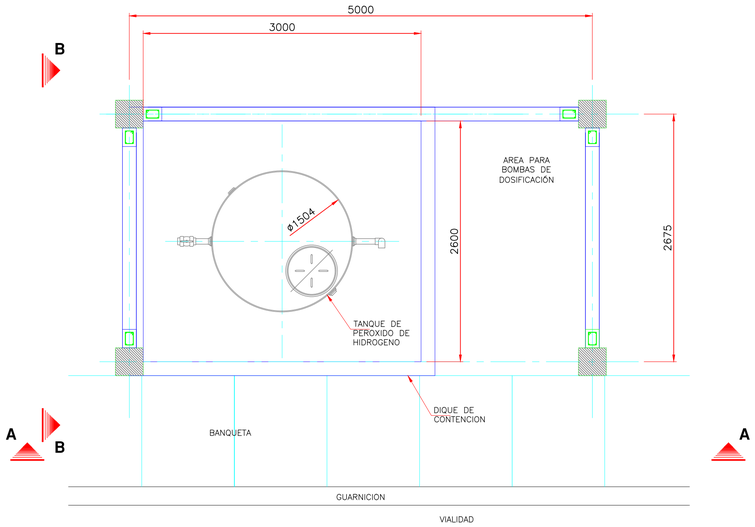
PLANOS DE REFERENCIA	PLANO	TITULO
	.	.

REVISIONES	No.	TITULO	REVISIÓN CRUZADA							
			GEO.	GEOM.	HIDRAU.	TOPO.	MECÁN.	ELECT.	INST.	EST.

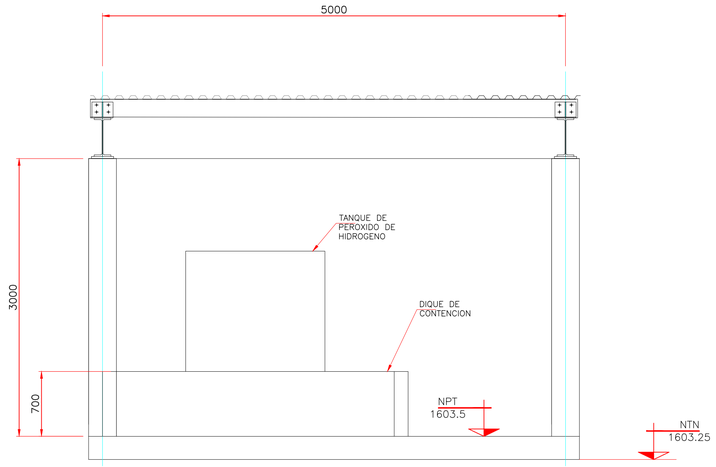
ESCALA

0

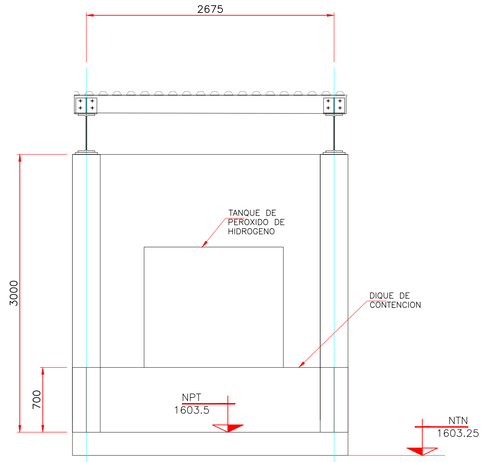
S/E S C A L A



PLANTA CASETA DE AJUSTE DE PH
ESC: 1.50



ELEVACION A-A
ESC. 1:50



ELEVACION B-B
ESC. 1:50

UBICACIÓN

TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO



SIMBOLOGÍA

NOMENCLATURA:

FIT	=	MEDIDOR DE FLUJO
AC	=	ACERO AL CARBON
AF	=	AGUA FILTRADA
ARR	=	AGUA RECUPERADA RETROLAVADO
AR	=	AGUA RETROLAVADO
VMA.	=	VALVULA MARIPOSA AUTOMATICA
EL.	=	ELEVACION
LBT	=	LECHO BAJO TUBO

DATOS DE PROYECTO

PLANTA POTABILIZADORA PP5
UBICADA EN TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

PRIMER ETAPA:	500 LPS
SEGUNDA ETAPA	1250 LPS
TOTAL DE LA PLANTA	2500 LPS

NOTAS

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE JALISCO
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO Y OPERACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

LA INFORMACION TECNICA CONTENIDA EN ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES, S. A. DE C. V., LA CUAL ES ENTREGADA CON CARACTER CONFIDENCIAL, POR LO QUE NO DEBERA SER COPIADA, REPRODUCIDA O PUBLICADA SIN LA AUTORIZACION PREVIA Y POR ESCRITO DE ISSASA.

PROYECTO DE
PLANTA POTABILIZADORA PP5 AMPLIACION

CONTENIDO DEL PLANO:

CASETA DE AJUSTE DE PH
(PEROXIDO DE HIDROGENO)

APROBÓ:

OCEAN J. TRINIDAD MARTÍNEZ SAHAGÚN
DIRECCION DE SANEAMIENTO Y OPERACION DE PLANTAS

FECHA:	CLAVE:	REVISION:
SEPTIEMBRE-2025	PP5A-D07	A

DATOS DE LA EMPRESA

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES, S.A DE C.V.

Dibujó:	ESTEBAN AVILA MORENO	Fecha:	SEPTIEMBRE-2025
Calculó:	ING. JOSE MERCEDES MARQUEZ	Fecha:	SEPTIEMBRE-2025
Revisó:	ING. RICARDO MALDONADO	Fecha:	SEPTIEMBRE-2025
Aprobó:	ING. ALEJANDRO MALDONADO PEQUEÑO	Fecha:	SEPTIEMBRE-2025

CONTRATO No. CEA-AMP-EST-LP-049-25

ELABORÓ

ING. HUMBERTO RENÉ MALDONADO PEQUEÑO
REPRESENTANTE LEGAL

SELLO DE CEA

RESPONSABLES SUPERVISIÓN EXTERNA

Aprobó

JEFE DE SUPERVISIÓN

SELLO SUPERVISION

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO	TITULO
.	.

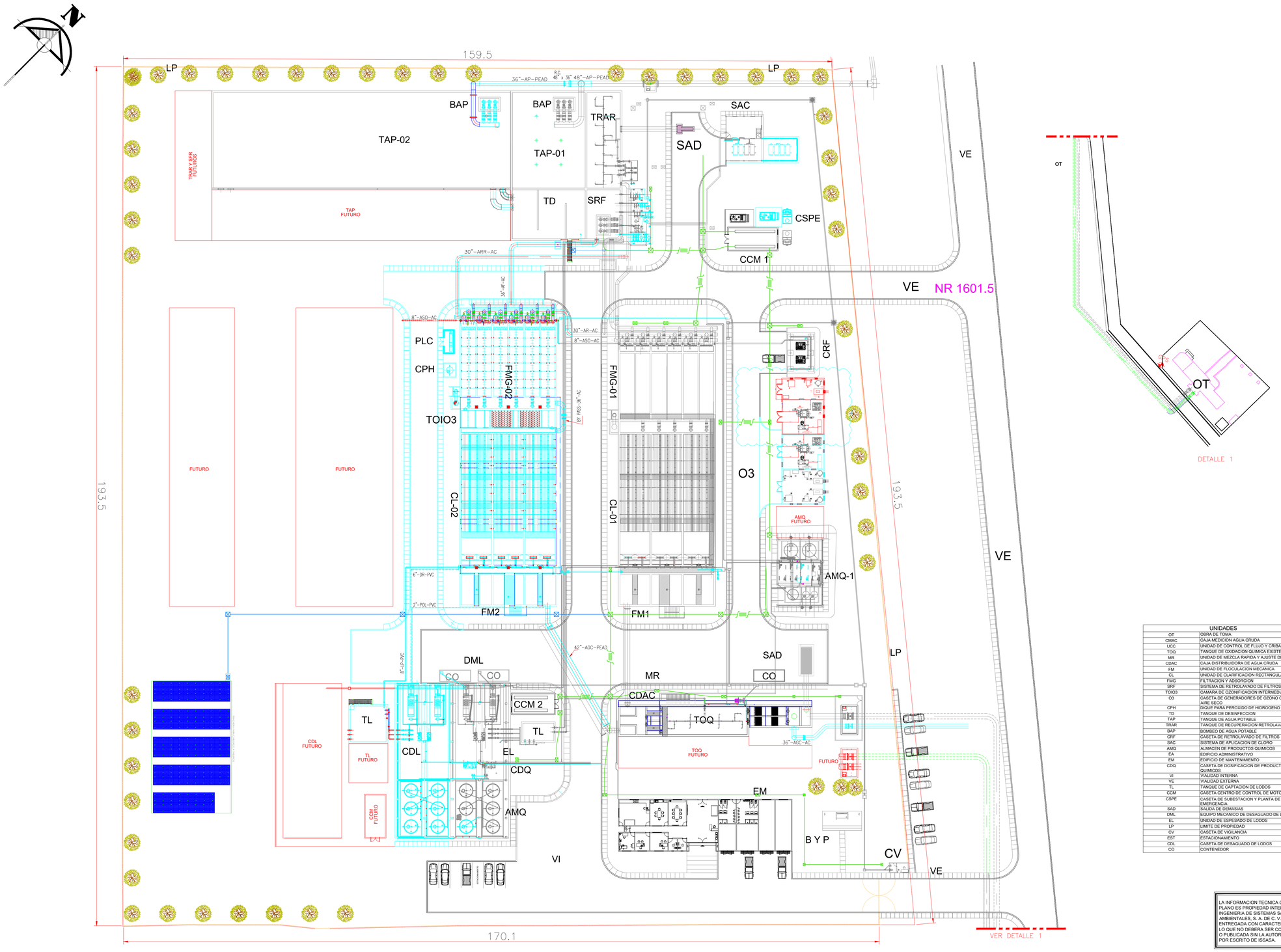
REVISIONES

No.	TITULO	REVISIÓN CRUZADA							
		GEO.	GEOM.	HIDRAU.	TOPO.	MECAN.	ELECT.	INST.	EST.

ESCALA GRÁFICA DE PLANTA

0

S/E S C A L A



UBICACIÓN

TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO



SIMBOLOGÍA

- AMPLIACION A 1250 LPS
- FUTURO
- EXISTENTE

NOMENCLATURA:

FIT	=	MEDIDOR DE FLUJO
AC	=	ACERO AL CARBON
AF	=	AGUA FILTRADA
ARR	=	AGUA RECUPERADA RETROLAVADO
AR	=	AGUA RETROLAVADO
VMA.	=	VALVULA MARIPOSA AUTOMATICA
EL.	=	ELEVACION
LBT	=	LECHO BAJO TUBO

DATOS DE PROYECTO

PLANTA POTABILIZADORA PP5
UBICADA EN TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

PRIMER ETAPA:	500 LPS
SEGUNDA ETAPA	1250 LPS
TOTAL DE LA PLANTA	2500 LPS

NOTAS

UNIDADES	
OT	OBRA DE TOMA
CMAC	CAJA MEDICION AGUA CRUDA
UCC	UNIDAD DE CONTROL DE FLUJO Y CRIBADO
TOQ	TANQUE DE OXIDACION QUIMICA EXISTENTE
MR	UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA Y AJUSTE DE PH
CDAC	CAJA DISTRIBUIDORA DE AGUA CRUDA
FM	UNIDAD DE FLOCULACION MECANICA
CL	UNIDAD DE CLARIFICACION RECTANGULAR
FMG	FILTRACION Y ADSORCION
SRF	SISTEMA DE RETROLAVADO DE FILTROS
TOIO3	CAMARA DE OZONIFICACION INTERMEDIA
O3	CASETA DE GENERADORES DE OZONO CON AIRE SECO
CPH	QUIPE PARA PEROXIDO DE HIDROGENO
TD	TANQUE DE DESINFECCION
TAP	TANQUE DE AGUA POTABLE
TRAR	TANQUE DE RECUPERACION RETROLAVADO
BAP	BOMBEO DE AGUA POTABLE
CRF	CASETA DE RETROLAVADO DE FILTROS
SAC	SISTEMA DE APLICACION DE CLORO
AMQ	ALMACEN DE PRODUCTOS QUIMICOS
EA	EDIFICIO ADMINISTRATIVO
EM	EDIFICIO DE MANTENIMIENTO
CDQ	CASETA DE DOSIFICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS
VI	VIALIDAD INTERNA
VE	VIALIDAD EXTERNA
TL	TANQUE DE CAPTACION DE LODOS
CCM	CASETA CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
CSPE	CASETA DE SUBESTACION Y PLANTA DE EMERGENCIA
SAD	SALIDA DE DEMASIAS
DML	EQUIPO MECANICO DE DESAGUADO DE LODO
EL	UNIDAD DE ESPESADO DE LODOS
LP	LIMITE DE PROPIEDAD
CV	CASETA DE VIGILANCIA
EST	ESTACIONAMIENTO
CDL	CASETA DE DESAGUADO DE LODOS
CO	CONTENEDOR

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE JALISCO
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO Y OPERACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

LA INFORMACION TECNICA CONTENIDA EN ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES, S. A. DE C. V., LA CUAL ES ENTREGADA CON CARACTER CONFIDENCIAL, POR LO QUE NO DEBERA SER COPIADA, REPRODUCIDA O PUBLICADA SIN LA AUTORIZACION PREVIA Y POR ESCRITO DE ISSASA.

PROYECTO DE PLANTA POTABILIZADORA PP5 AMPLIACION

CONTENIDO DEL PLANO:

ARREGLO GENERAL DE TUBERIAS PP5
1250 LPS
OPCION CON OZONO

APROBÓ:

OCEAN. J. TRINIDAD MARTÍNEZ SAHAGÚN
DIRECCION DE SANEAMIENTO Y OPERACION DE PLANTAS

FECHA: SEPTIEMBRE-2025 | CLAVE: PP5A-O-M01 | REVISION: L

ESCALA GRÁFICA DE PLANTA

0

S/E S C A L A

DATOS DE LA EMPRESA

INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES, S.A DE C.V.

Dibujó:	ESTEBAN AVILA MORENO	Fecha:	SEPTIEMBRE-2025
Calculó:	ING. JOSE MERCEDES MARQUEZ	Fecha:	SEPTIEMBRE-2025
Revisó:	ING. RICARDO MALDONADO	Fecha:	SEPTIEMBRE-2025
Aprobó:	ING. ALEJANDRO MALDONADO PEQUEÑO	Fecha:	SEPTIEMBRE-2025

CONTRATO No. CEA-AMP-EST-LP-049-25

ELABORÓ

ING. HUMBERTO RENÉ MALDONADO PEQUEÑO
REPRESENTANTE LEGAL

SELLO DE CEA

RESPONSABLES SUPERVISIÓN EXTERNA

Aprobó

JEFE DE SUPERVISIÓN

SELLO SUPERVISION

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO	TITULO
-	-

REVISIONES

No.	TITULO	REVISIÓN CRUZADA							
		GEO.	GEOM.	HIDRAU.	TOPO.	MECÁN.	ELÉCT.	INST.	EST.

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
	AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)						
	PERIODO DE PROYECTO DE LA AMPLIACION DE PLANTA POTABILIZADORA PP5 DE 500 LPS A 1250 LPS, 30 DÍAS (1 MES)						
	PROYECTO DE LA AMPLIACIÓN DE LA PP5						
A0011	ESTUDIOS PRELIMINARES	PDA	100.00%				100.00%
A0012	PROYECTO EJECUTIVO	PDA	100.00%				100.00%
A0013	PRELIMINARES, DESPALME, TRAZO Y NIVELACIÓN	PDA	75.00%	25.00%			100.00%
	PERIODO DE CONSTRUCCION DE LA AMPLIACION DE PLANTA POTABILIZADORA PP5 DE 500 LPS A 1,250 LPS, 105 DÍAS (3.5 MESES)						
	OBRA CIVIL DE LA AMPLIACIÓN DE LA PP5						
	UNIDADES DE FLOCULACIÓN MECÁNICA						
A0021	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA		100.00%			100.00%
A0022	TERRACERÍAS	PDA		100.00%			100.00%
A0023	LOSA DE PISO	PDA		100.00%			100.00%
A0024	MUROS	PDA		100.00%			100.00%
A0025	LOSA SUPERIOR	PDA		100.00%			100.00%
A0026	ANDADORES Y BARANDALES	PDA			100.00%		100.00%
	UNIDADES DE CLARIFICACIÓN						
A0031	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA		100.00%			100.00%
A0032	TERRACERÍAS	PDA		100.00%			100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
A0033	LOSA DE PISO	PDA		100.00%			100.00%
A0034	MUROS	PDA		85.00%	15.00%		100.00%
A0035	LOSA SUPERIOR	PDA		42.86%	57.14%		100.00%
A0036	ANDADORES Y BARANDALES	PDA			100.00%		100.00%
	UNIDADES DE FILTRACIÓN						
A0041	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA		100.00%			100.00%
A0042	TERRACERÍAS	PDA		100.00%			100.00%
A0043	LOSA DE PISO	PDA		100.00%			100.00%
A0044	MUROS	PDA		22.22%	77.78%		100.00%
A0045	LOSA SUPERIOR	PDA			100.00%		100.00%
A0046	ANDADORES Y BARANDALES	PDA			100.00%		100.00%
	TANQUE DE LODOS						
A0051	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA			100.00%		100.00%
A0052	TERRACERÍAS	PDA			100.00%		100.00%
A0053	LOSA DE PISO	PDA			100.00%		100.00%
A0054	MUROS	PDA			100.00%		100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
A0056	ANDADORES Y BARANDALES	PDA				100.00%	100.00%
	CAJAS DE MEDICION						
A0061	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA			100.00%		100.00%
A0062	LOSA DE PISO	PDA			100.00%		100.00%
A0063	MUROS	PDA			100.00%		100.00%
A0064	HERRERIA	PDA			100.00%		100.00%
	TANQUE DESINFECCION						
A0065	PRELIMINARES	PDA			100.00%		100.00%
A0066	TERRACERIAS	PDA			100.00%		100.00%
A0067	LOSA DE PISO	PDA			100.00%		100.00%
A0068	MUROS	PDA			100.00%		100.00%
A0069	LOSA SUPERIOR	PDA			50.00%	50.00%	100.00%
A0070	HERRERIA Y BARANDALES	PDA				100.00%	100.00%
	EDIFICIO MULTIPROPÓSITO						
A0071	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA		100.00%			100.00%
A0072	TERRACERÍAS	PDA		100.00%			100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE** **ING. HUMBERTO RENE MALDONADO PEQUEÑO**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
A0073	LOSA DE PISO	PDA		100.00%			100.00%
A0074	MUROS	PDA		100.00%			100.00%
A0075	LOSA SUPERIOR	PDA			100.00%		100.00%
A0076	HERRERÍA	PDA			100.00%		100.00%
	MUROS DE CONTENSION	PDA		100.00%			100.00%
	PLANTA DE EMERGENCIA Y TRANSFORMADOR						
A0081	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA			100.00%		100.00%
A0082	TERRACERÍAS	PDA			100.00%		100.00%
A0083	LOSA DE PISO	PDA			100.00%		100.00%
A0084	HERRERÍA	PDA			100.00%		100.00%
	CUARTO DE CONTROL PLC						
A0091	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA		100.00%			100.00%
A0092	TERRACERÍAS	PDA		100.00%			100.00%
A0093	LOSA DE PISO	PDA		100.00%			100.00%
A0094	MUROS	PDA		50.00%	50.00%		100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco — Comision Estatal del Agua de Jalisco	CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.	NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE	DOCUMENTO PT 13

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
A0095	LOSA SUPERIOR	PDA			100.00%		100.00%
A0096	HERRERÍA	PDA			100.00%		100.00%
	AMPLIACION CUARTO DE LABORATORIO						
A0101	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA			100.00%		100.00%
A0102	TERRACERÍAS	PDA			100.00%		100.00%
A0103	LOSA DE PISO	PDA			100.00%		100.00%
A0104	MUROS	PDA			100.00%		100.00%
A0105	LOSA SUPERIOR	PDA			100.00%		100.00%
A0106	HERRERÍA	PDA			100.00%		100.00%
A0107	MOBILIARIO LABORATORIO	PDA				100.00%	100.00%
	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM3)						
A1101	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA		100.00%			100.00%
A1102	TERRACERÍAS	PDA		100.00%			100.00%
A1103	LOSA DE PISO	PDA		100.00%			100.00%
A1104	MUROS	PDA		41.18%	58.82%		100.00%
A1105	LOSA SUPERIOR	PDA			100.00%		100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	Comision Estatal del Agua de Jalisco	CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)		FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.	NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE		DOCUMENTO PT 13

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 2 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 3 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 4 % AVANCE EVENTO CLAVE	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
A1106	HERRERÍA	PDA			100.00%		100.00%
	AMPLIACION AL CUARTO DE SOPLADORES						
A1201	PRELIMINARES, TRAZO Y EXCAVACIÓN	PDA			100.00%		100.00%
A1202	TERRACERÍAS	PDA			100.00%		100.00%
A1203	LOSA DE PISO	PDA			100.00%		100.00%
A1204	MUROS	PDA			100.00%		100.00%
A1205	LOSA SUPERIOR	PDA			100.00%		100.00%
A1206	HERRERÍA	PDA			100.00%		100.00%
	CUARTO DE GAS CLORO						
A1301	PRELIMINARES TRAZO Y EXCAVACION	PDA			100.00%		100.00%
A1302	TERRACERIAS	PDA			100.00%		100.00%
A1303	LOSA DE PISO	PDA			100.00%		100.00%
A1304	MUROS	PDA			100.00%		100.00%
A1305	LOSA SUPERIOR	PDA				100.00%	100.00%
A1306	HERRERIA	PDA				100.00%	100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
	CASETA DE TANQUES DE QUIMICO PARA AJUSTE DE PH						
A1401	PRELIMINARES TRAZO Y EXCAVACION	PDA			100.00%		100.00%
A1402	TERRACERIAS	PDA			100.00%		100.00%
A1403	LOSA DE PISO	PDA			100.00%		100.00%
A1404	MUROS	PDA			100.00%		100.00%
A1405	CUBIERTA METALICA	PDA			100.00%		100.00%
A1406	HERRERIA	PDA				100.00%	100.00%
	OBRAS EXTERIORES, VIALIDADES Y AREAS VERDES DE LA AMPLIACIÓN DE LA PP5						
	OBRAS EXTERIORES Y VIALIDADES						
A0091	OBRAS EXTERIORES Y VIALIDADES	PDA				100.00%	100.00%
	AREAS VERDES						
A0101	AREAS VERDES	PDA				100.00%	100.00%
	OBRA MECÁNICA DE LA AMPLIACIÓN DE LA PP5 (TUBERÍAS HIDRÁULICAS DE INTERCONEXIÓN DE AGUA, AIRE, LODOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS)						
	UNIDADES DE FLOCULACIÓN MECÁNICA						
A0111	FINCADO DE PEDIDO DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE FLOCULACION MECANICA	PDA		100.00%			100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	Comision Estatal del Agua de Jalisco	CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)		FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.	NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE		DOCUMENTO PT 13

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
A0112	AVISO DE EMBARQUE DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE FLOCULACION MECANICA	PDA			100.00%		100.00%
A0113	PUESTA EN OBRA DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE FLOCULACION MECANICA	PDA			100.00%		100.00%
A0114	INSTALACION DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE FLOCULACION MECANICA	PDA			100.00%		100.00%
	UNIDADES DE CLARIFICACIÓN						
A0121	FINCADO DE PEDIDO DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE UNIDADES DE CLARIFICACION	PDA		100.00%			100.00%
A0122	AVISO DE EMBARQUE DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE UNIDADES DE CLARIFICACION	PDA			100.00%		100.00%
A0123	PUESTA EN OBRA DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE UNIDADES DE CLARIFICACION	PDA			100.00%		100.00%
A0124	INSTALACION DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE UNIDADES DE CLARIFICACION	PDA			100.00%		100.00%
	UNIDADES DE FILTRACIÓN						
A0131	FINCADO DE PEDIDO DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE UNIDADES DE FILTRACION	PDA		100.00%			100.00%
A0132	AVISO DE EMBARQUE DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE UNIDADES DE FILTRACION	PDA		53.33%	46.67%		100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	Comision Estatal del Agua de Jalisco	CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)		FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.	NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE [redacted]		DOCUMENTO PT 13

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 2 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 3 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 4 % AVANCE EVENTO CLAVE	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
A0133	PUESTA EN OBRA DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE UNIDADES DE FILTRACION	PDA			100.00%		100.00%
A0134	INSTALACION DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE UNIDADES DE FILTRACION	PDA			100.00%		100.00%
	TANQUE DE AGUA POTABLE Y DESINFECCIÓN						
A0141	FINCADO DE PEDIDO DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE TANQUE DE AGUA POTABLE Y DESINFECCION	PDA			100.00%		100.00%
A0142	AVISO DE EMBARQUE DE TUBERIA, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE TANQUE DE AGUA POTABLE Y DESINFECCION	PDA			100.00%		100.00%
A0143	PUESTA EN OBRA DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE TANQUE DE AGUA POTABLE Y DESINFECCION	PDA			100.00%		100.00%
A0144	INSTALACION DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE TANQUE DE AGUA POTABLE Y DESINFECCION	PDA			100.00%		100.00%
	TANQUE DE LODOS						
A0151	FINCADO DE PEDIDO DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE TANQUE DE LODOS	PDA			100.00%		100.00%
A0152	AVISO DE EMBARQUE DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE TANQUE DE LODOS	PDA			100.00%		100.00%
A0153	PUESTA EN OBRA DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE TANQUE DE LODOS	PDA			100.00%		100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE** **ING. HUMBERTO RENE MALDONADO PEQUEÑO**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
A0154	INSTALACION DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE TANQUE DE LODOS	PDA			100.00%		100.00%
	SALIDA DE DEMASÍAS						
A0161	FINCADO DE PEDIDO DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE SALIDA DE DEMASIAS	PDA		100.00%			100.00%
A0162	AVISO DE EMBARQUE DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE SALIDA DE DEMASIAS	PDA		76.47%	23.53%		100.00%
A0163	PUESTA EN OBRA DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE SALIDA DE DEMASIAS	PDA		40.00%	60.00%		100.00%
A0164	INSTALACION DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE SALIDA DE DEMASIAS	PDA			100.00%		100.00%
	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS HACIA PRE-OXIDACIÓN, TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA, FLOCULACIÓN Y DESINFECCIÓN						
A0171	FINCADO DE PEDIDO DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS HACIA PRE-OXIDACIÓN, TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA, FLOCULACIÓN Y DESINFECCIÓN	PDA			100.00%		100.00%
A0172	AVISO DE EMBARQUE DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS HACIA PRE-OXIDACIÓN, TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA, FLOCULACIÓN Y DESINFECCIÓN	PDA			100.00%		100.00%
A0173	PUESTA EN OBRA DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS HACIA PRE-OXIDACIÓN, TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA, FLOCULACIÓN Y DESINFECCIÓN	PDA			100.00%		100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	Comision Estatal del Agua de Jalisco	CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)		FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.	NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE		DOCUMENTO PT 13

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 2 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 3 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 4 % AVANCE EVENTO CLAVE	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
A0174	INSTALACION DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS HACIA PRE-OXIDACIÓN, TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA, FLOCULACIÓN Y DESINFECCIÓN	PDA			100.00%		100.00%
	AGUA DE SERVICIOS, RIEGOS DE AREAS VERDES Y LIMPIEZA DE AREAS Y EQUIPOS						
A0181	FINCADO DE PEDIDO DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE AGUA DE SERVICIOS, RIEGOS DE AREAS VERDES Y LIMPIEZA DE AREAS Y EQUIPOS	PDA			100.00%		100.00%
A0182	AVISO DE EMBARQUE DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE AGUA DE SERVICIOS, RIEGOS DE AREAS VERDES Y LIMPIEZA DE AREAS Y EQUIPOS	PDA			100.00%		100.00%
A0183	PUESTA EN OBRA DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE AGUA DE SERVICIOS, RIEGOS DE AREAS VERDES Y LIMPIEZA DE AREAS Y EQUIPOS	PDA			100.00%		100.00%
A0184	INSTALACION DE TUBERIAS, VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES DE AGUA DE SERVICIOS, RIEGOS DE AREAS VERDES Y LIMPIEZA DE AREAS Y EQUIPOS	PDA			100.00%		100.00%
	EQUIPOS DE PROCESO DE LA AMPLIACIÓN DE LA PP5						
	UNIDADES DE FLOCULACIÓN MECÁNICA						
A0191	FINCADO DE PEDIDO DE UNIDADES DE FLOCULACION MECANICA	PDA	100.00%				100.00%
A0192	AVISO DE EMBARQUE DE UNIDADES DE FLOCULACION MECANICA	PDA			100.00%		100.00%
A0193	PUESTO EN OBRA DE UNIDADES DE FLOCULACION MECANICA	PDA			100.00%		100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 2 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 3 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 4 % AVANCE EVENTO CLAVE	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
A0194	INSTALACION DE UNIDADES DE FLOCULACION MECANICA	PDA			100.00%		100.00%
	UNIDADES DE CLARIFICACIÓN						
A0121	FINCADO DE PEDIDO DE UNIDADES DE CLARIFICACION	PDA	100.00%				100.00%
A0122	AVISO DE EMBARQUE DE UNIDADES DE CLARIFICACION	PDA			100.00%		100.00%
A0123	PUESTO EN OBRA DE UNIDADES DE CLARIFICACION	PDA			100.00%		100.00%
A0124	INSTALACION DE UNIDADES DE CLARIFICACION	PDA			100.00%		100.00%
	UNIDADES DE FILTRACIÓN						
A0211	FINCADO DE PEDIDO UNIDADES DE FILTRACION	PDA	100.00%				100.00%
A0212	AVISO DE EMBARQUE UNIDADES DE FILTRACION	PDA			100.00%		100.00%
A0213	PUESTO EN OBRA DE UNIDADES DE FILTRACION	PDA			100.00%		100.00%
A0214	INSTALACION DE UNIDADES DE FILTRACION	PDA				100.00%	100.00%
	TANQUE DE AGUA POTABLE						
A0221	FINCADO DE PEDIDO DE EQUIPOS DE TANQUE DE AGUA POTABLE	PDA	100.00%				100.00%
A0222	AVISO DE EMBARQUE DE EQUIPOS DE TANQUE DE AGUA POTABLE	PDA			100.00%		100.00%
A0223	PUESTA EN OBRA DE EQUIPOS DE TANQUE DE AGUA POTABLE	PDA			100.00%		100.00%
A0224	INSTALACION DE EQUIPOS DE TANQUE DE AGUA POTABLE	PDA			58.82%	41.18%	100.00%
	EQUIPAMIENTO PARA DESINFECCIÓN						
A0231	FINCADO DE PEDIDO DE EQUIPAMIENTO PARA DESINFECCION	PDA	100.00%				100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
A0232	AVISO DE EMBARQUE DE EQUIPAMIENTO PARA DESINFECCION	PDA			100.00%		100.00%
A0233	PUESTA EN OBRA DE EQUIPAMIENTO PARA DESINFECCION	PDA			100.00%		100.00%
A0234	INSTALACION DE EQUIPAMIENTO PARA DESINFECCION	PDA				100.00%	100.00%
	TANQUE DE LODOS						
A0241	FINCADO DE PEDIDO DE EQUIPAMIENTO DE TANQUE DE LODOS	PDA	100.00%				100.00%
A0242	AVISO DE EMBARQUE DE EQUIPAMIENTO DE TANQUE DE LODOS	PDA			100.00%		100.00%
A0243	PUESTA EN OBRA DE EQUIPAMIENTO DE TANQUE DE LODOS	PDA			100.00%		100.00%
A0244	INSTALACION DE EQUIPAMIENTO DE TANQUE DE LODOS	PDA			60.00%	40.00%	100.00%
	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS HACIA PRE-OXIDACIÓN, TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA Y FLOCULACIÓN						
A0251	FINCADO DE PEDIDO DE EQUIPOS PARA ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS HACIA PRE-OXIDACIÓN, TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA Y FLOCULACIÓN	PDA	100.00%				100.00%
A0252	AVISO DE EMBARQUE DE EQUIPOS PARA ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS HACIA PRE-OXIDACIÓN, TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA Y FLOCULACIÓN	PDA			100.00%		100.00%
A0252	PUESTA EN OBRA ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS HACIA PRE-OXIDACIÓN, TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA Y FLOCULACIÓN	PDA			100.00%		100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
A0253	INSTALACION DE EQUIPOS PARA ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS HACIA PRE-OXIDACIÓN, TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA Y FLOCULACIÓN	PDA			47.06%	52.94%	100.00%
	OBRA ELÉCTRICA E INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE LA AMPLIACIÓN DE LA PP5						
	ALUMBRADO Y CONTACTOS EN EDIFICIOS						
A0261	FINCADO DE PEDIDO DE MATERIAL ELECTRICO PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS	PDA			100.00%		100.00%
A0262	AVISO DE EMBARQUE DE MATERIAL ELECTRICO PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS	PDA			88.24%	11.76%	100.00%
A0263	PUESTA EN OBRA E INSTALACION DE MATERIAL ELECTRICO PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS	PDA			43.75%	56.25%	100.00%
	ALUMBRADO EXTERIOR						
A0271	FINCADO DE PEDIDO DE MATERIAL ELECTRICO PARA ALUMBRADO EXTERIOR	PDA			100.00%		100.00%
A0272	AVISO DE EMBARQUE DE MATERIAL ELECTRICO PARA ALUMBRADO EXTERIOR	PDA			63.16%	36.84%	100.00%
A0273	PUESTA EN OBRA E INSTALACION DE MATERIAL ELECTRICO PARA ALUMBRADO EXTERIOR	PDA			31.58%	68.42%	100.00%
	LINEA DE MEDIA TENSIÓN						
A0281	FINCADO DE PEDIDO DE MATERIAL ELECTRICO PARA LINEA DE MEDIA TENSION	PDA			100.00%		100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
A0282	AVISO DE EMBARQUE DE MATERIAL ELECTRICO PARA LINEA DE MEDIA TENSION	PDA			100.00%		100.00%
A0283	PUESTA EN OBRA E INSTALACION DE MATERIAL ELECTRICO PARA LINEA DE MEDIA TENSION	PDA			100.00%		100.00%
	SUBESTACIÓN						
A0291	FINCADO DE PEDIDO DE MATERIALES DE SUBESTACION	PDA		100.00%			100.00%
A0292	AVISO DE EMBARQUE DE MATERIALES DE SUBESTACION	PDA			100.00%		100.00%
A0293	PUESTA EN OBRA E INSTALACION DE MATERIALES DE SUBESTACION	PDA			100.00%		100.00%
	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES						
A0301	FINCADO DE PEDIDO DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	PDA		100.00%			100.00%
A0302	AVISO DE EMBARQUE DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	PDA			100.00%		100.00%
A0303	PUESTA EN OBRA E INSTALACION DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	PDA			100.00%		100.00%
	RED DE TIERRAS						
A0311	FINCADO DE PEDIDO DE MATERIALES DE RED DE TIERRAS	PDA			100.00%		100.00%
A0312	AVISO DE EMBARQUE DE MATERIALES DE RED DE TIERRAS	PDA			100.00%		100.00%
A0313	PUESTA EN OBRA E INSTALACION DE MATERIALES DE RED DE TIERRAS	PDA			100.00%		100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	Comision Estatal del Agua de Jalisco	CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)		FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.	NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE		DOCUMENTO PT 13

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
			% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	% AVANCE EVENTO CLAVE	
	PLANTA DE EMERGENCIA						
A0321	FINCADO DE PEDIDO DE PLANTA DE EMERGENCIA	PDA		100.00%			100.00%
A0322	AVISO DE EMBARQUE DE PLANTA DE EMERGENCIA	PDA			100.00%		100.00%
A0323	PUESTA EN OBRA E INSTALACION DE PLANTA DE EMERGENCIA	PDA			88.89%	11.11%	100.00%
	INSTRUMENTACIÓN						
A0331	FINCADO DE PEDIDO DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACION	PDA		100.00%			100.00%
A0332	AVISO DE EMBARQUE DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACION	PDA			100.00%		100.00%
A0333	PUESTA EN OBRA E INSTALACION DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACION	PDA			50.00%	50.00%	100.00%
	SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN CONTROL PLC, VIDEOVIGILANCIA, VOZ Y DATOS						
A0341	FINCADO DE PEDIDO DE SISTEMA DE CONTROL PLC,	PDA		100.00%			100.00%
A0342	AVISO DE EMBARQUE DE SISTEMA DE CONTROL PLC,	PDA			100.00%		100.00%
A0343	PUESTA EN OBRA E INSTALACION DE SISTEMA DE CONTROL PLC,	PDA			50.00%	50.00%	100.00%
	DUCTOS Y CABLEADO (FUERZA, CONTROL E INSTRUMENTACIÓN)						
A0351	FINCADO DE PEDIDO DE MATERIALES PARA DE DUCTOS Y CABLEADO (FUERZA, CONTROL E INSTRUMENTACIÓN)	PDA		50.00%	50.00%		100.00%
A0352	AVISO DE EMBARQUE DE MATERIALES PARA DUCTOS Y CABLEADO (FUERZA, CONTROL E INSTRUMENTACIÓN)	PDA			100.00%		100.00%
A0353	PUESTA EN OBRA E INSTALACION DE MATERIAL PARA DUCTOS Y CABLEADO (FUERZA, CONTROL E INSTRUMENTACIÓN)	PDA			66.67%	33.33%	100.00%

Comisión Estatal del Agua Jalisco	**Comision Estatal del Agua de Jalisco**	**CONTRATO: CEA-AMP-EST-LP-049-25**
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: **AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)**	FECHA DE INICIO: 8 de septiembre de 2025 FECHA DE TERMINACIÓN: 28 de diciembre de 2025 PLAZO DE EJECUCIÓN: 112 DIAS NATURALES FECHA DE PRESENTACIÓN: 21 de agosto de 2025	JALISCO GOBIERNO DEL ESTADO
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE: **INGENIERIA DE SISTEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES S.A DE C.V.**	**NOMBRE Y FIRMA DEL LICITANTE**	**DOCUMENTO PT 13**

PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA NÚMERO 5 (PP5)

CLAVE	EVENTO	UNIDAD	MES 1 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 2 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 3 % AVANCE EVENTO CLAVE	MES 4 % AVANCE EVENTO CLAVE	AVANCE TOTAL EN % DEL TOTAL OBRAS DEL PROYECTO DE
	TRAMITES Y FIANZAS						
	TRAMITES Y FIANZAS						
A0361	TRAMITES Y FIANZAS	PDA			100.00%		100.00%
	MEDIDAS DE MITIGACIÓN A LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y ELABORACIÓN DE PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS						
A0371	MEDIDAS DE MITIGACIÓN A LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y ELABORACIÓN DE PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	PDA	20.00%	40.00%	40.00%		100.00%
PORCENTAJE PERIODO:			**15.36%**	**21.06%**	**57.33%**	**6.24%**	
PORCENTAJE ACUMULADO:			**15.36%**	**36.43%**	**93.76%**	**100.00%**	