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

“STTUPA REGENERACIÓN”

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL MODALIDAD B-REGIONAL

VALLE DE BRAVO, ESTADO DE MÉXICO

RESUMEN EJECUTIVO

De acuerdo a las fracciones VII y XI del artículo 28 de la LGEEPA para Cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas y para Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; es necesario contar con la autorización en materia de impacto ambiental; así mismo la LGDFS en su artículo 93 menciona que se requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; autorizaciones con las que no contaba el proyecto al momento de iniciar obras y/o actividades, razón por la cual la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), inició procedimientos en su contra. La gestión de la autorización del proyecto mediante el desarrollo de este Documento Técnico Unificado (DTU) se vincula principalmente con la normativa establecidas en el Programa de Manejo del APRN VB, y los criterios y lineamientos establecidos de acuerdo a la ubicación del AP correspondiente a la subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales Valle de Bravo del Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec (APRN-VB), específicamente en el polígono 5 “Cerro Colorado”.

El Proyecto se localiza en el estado de México, en el municipio de Valle de Bravo, dentro del Ejido de Cerro Gordo. El acceso es mediante la carretera municipal Avándaro, dirigiéndose hacia la localidad Cerro Gordo, ubicada a aproximadamente 6.5 kilómetros de la Calle Espinos y Tomatillos S/N, Colonia Cerro Gordo, Avándaro, Valle de Bravo. Partiendo desde la Ciudad de México por la autopista a Valle de Bravo, al llegar a la localidad de Acatitlán, se turna a la izquierda rumbo a Circuito Avándaro, rumbo a la casa de gobierno, a dos km, aproximadamente de iniciar el circuito se encuentra a mano izquierda un camino denominado camino al capulín, de aproximadamente 500 m en línea recta que llega a la puerta del predio.

De acuerdo con INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), la superficie de interés se encuentra en las siguientes unidades hidrográficas: Región hidrográfica “Río Balsas” RH18, Cuenca “G” Río Cutzamala, Subcuenca “g” Rio Tilostoc y Nanocuenca “Arroyo Tomatillo - El sauco”, siendo esta última unidad tomada como Sistema Ambiental Regional (SAR) para el presente estudio.

Este tiene como objetivo promover el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) y Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) por medio del DTU, para el desarrollo del proyecto para hábitat regenerativo **“STTUPA REGENERACIÓN”,** pretendiéndose en una propiedad privada con una superficie total de 550,010.00 m^2, área que integra 22 patrimonios estipuladas según los títulos de propiedad. En cuanto aspectos normativos, el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo presenta cuadros de compatibilidad que explican de manera tabular, a través de una tabla de doble entrada, si un uso de suelo es compatible con otro a partir de la clasificación de actividades económicas (primarias, secundarias y terciarias). En cada caso, a partir de la clasificación de Uso General, Uso Específico y Unidad de Superficie, se cruza con el tipo de uso de suelo con el que se quiere contrastar para establecer su compatibilidad. El Proyecto se apega a la normatividad aplicable a la zona SSNR12, cumpliendo cabalmente con el uso de suelo permitido (Habitacional), con los límites de ocupación señalados (1 a 29 viviendas) y el uso específico (Habitacional campestre, Rústico o Eco rancho Unifamiliar).

El proyecto pretende cambiar el uso actual del terreno a la construcción de un desarrollo habitacional a través del establecimiento de proyectos individuales de casas habitación en un máximo de 1,000 m², dentro

de cada subunidad se consideran estructuras que reduzcan al mínimo el contacto directo sobre el terreno natural conservando el estrato arbóreo, cuya superficie restante este destinada al establecimiento de una ADVC (Área Destinada Voluntariamente a la Conservación). Asimismo, se suponen obras como un muro perimetral en la superficie total del predio que asegure la conectividad y el libre tránsito de la fauna silvestre a través de los 22 subunidades, áreas recreativas silvestres y utilización de caminos preexistentes. Es importante destacar que uno de los objetivos principales es generar un nuevo modelo de progreso sustentable por medio de la conservación y recuperación de los espacios naturales existentes, así como detener los procesos de deterioro derivados de las actividades antropogénicas previamente desarrolladas en la zona de Valle de Bravo.

Se propone un COS de 79,637 metros cuadrados y 470,373 m^2 de ADVC, de los cuales 59,194 dentro del COS tendrán solamente una afectación temporal, dejando un cambio de uso de suelo permanente de 20,443 m^2 (19,900 m^2, actualmente correspondientes a zonas de vegetación natural), siendo el 3.71% de afectación de la superficie total del predio. Las actividades requeridas para la ejecución de este proyecto incluyen actividades de cambio de uso de suelo como: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento en un plazo solicitado de 60 meses.

Derivado de los trabajos de campo, se obtuvo que la superficie involucrada presenta flora y fauna silvestre en un estado de conservación y de diversidad media. Para Flora se hallaron dos tipos de vegetación, siendo: Vegetación riparia y Bosque templado, el cual este último es el afectado por las actividades de CUS correspondientes a las 1.99 hectáreas. El predio aloja la presencia de un total de 55 especies florísticas correspondientes bosque templado y 78 a vegetación riparia, considerando los tres estratos vegetales (arbóreo, arbustivo y herbáceo), de las cuales, se encontraron las especies *Comarostaphylis discolor* con categoría de protección especial (Pr) y *Carpinus caroliniana* con estatus de Amenazada (A) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así también, realizados los análisis correspondientes, se obtuvo que los índices de diversidad de Shannon-Wiener presentan una diversidad media con en estado moderado de conservación, de igual manera en los muestreos realizados para un ecosistema similar en la cuenca hidrográfica (SAR) donde se ubica el proyecto se presenta una diversidad media-alta con un buen estado de conservación.

Para sustentar la conservación dentro de las áreas del proyecto es planteado la **No Remoción** de los árboles, derivado de lo anterior se estima que el volumen presente en el estrato arbóreo es de 891.398 m^3v.t.a, distribuido en un promedio de 644 individuos, todos en el ecosistema forestal de bosque templado, mientras que de igual manera se encontraron aproximadamente 167 especies de renuevos y 54 adultos de los ejemplares con estatus de riesgo en la NOM-059.

Respecto a la fauna, se registró la presencia de 115 especies en el AP y representadas en el SAR entre aves, mamíferos, reptiles y anfibios, de las cuales, dentro del proyecto se encuentran en categoría de Amenazada (A) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 las especies *Geothlypis tolmiei, Lithobates neovolcanicus, Thamnophis cyrtopsis* y *Conopsis biserialis*; y como protección especial (Pr) *Myadestes occidentalis* y *Sceloporus grammicus*.

Por otra parte, se estimó una pérdida de suelo actual de 1.248 ton/ha, proyectando a un aumento de 1.287 con la ejecución del proyecto; para la infiltración de agua actualmente se tiene 473,568 m^3/año y se estima

una reducción a 472,178 m^3/año con las obras. Para ello es propuesto un Programa de conservación de suelos donde se menciona la implementación de morillo de retención de suelo y presas de ramas.

Para compensar la afectación de flora silvestre, se propone un Programa de reforestación y restauración de flora cuyo objetivo es el establecimiento de especies nativas con mayor presencia y abundancia relativa dentro del área de afectación de acuerdo con el tipo de vegetación existente. Se pretende ejecutar una reforestación de 10.626 ha., dicha acción será posible estableciendo un porcentaje de introducción de ejemplares en función a la cantidad de individuos presentes en el área del proyecto, considerando un espaciamiento promedio de 3.33 x 3.33 metros, con una densidad promedio de 910 plantas/ha. En específico se propone la reforestación con un aproximado de 9,670 individuos correspondientes a *Pinus leiophylla, Pinus montezumae, Pinus hartwegii, Pinus douglasiana, Quercus scytophylla, Quercus castanea, Quercus laurina, Arbutus xalapensis, Dendropanax arboreus, Clethra mexicana, Alnus sp.* y especies enlistadas en la NOM-059. De igual manera es propuesto el rescate y reubicación de aquellas especies de importancia ecológica o regional que brinden un servicio importante a la fauna, flora y comunidades rurales y urbanas que se encuentren dentro del SAR, estos individuos corresponden principalmente a epifitas del área de cañada como: *Asplenium praemorsum, Epidendrum anisatum, Pecluma alfredii, Peperomia spp., Pleopeltis polylepis, Polypodium madrense, Tillandsia prodigiosa* y *Trichocentrum pachyphyllum* e individuos renuevos de las especies con alguna categoría de riesgo.

Así también, se proponen diversas medidas ambientales tanto preventivas como de mitigación, para disminuir los impactos generados al medio ambiente con el desarrollo del proyecto, entre las que se encuentran programas como: protección de fauna silvestre, restauración de suelos, prevención de incendios, mantenimiento del cauce existente, turismo regenerativo, agroecología, áreas destinadas voluntariamente a la conservación y la implementación de un vivero forestal.

Es importante mencionar que, de acuerdo a los análisis realizados, la superficie forestal afectada por la construcción del proyecto representa el 0.00014% de la superficie total de la cuenca hidrográfica, así mismo, y como unidad de comparación más especifica la nanocuenca (SAR) es representando el 0.15%.

Por último, los índices de biodiversidad obtenidos demuestran que las especies florísticas y faunísticas registradas en la superficie forestal del área del proyecto, se encuentran representadas SAR y bibliográficamente. Por ello con la ejecución del proyecto no se pone en riesgo la estructura, composición y funcionalidad de la zona de interés y su área de influencia. Así también, se reitera que, con la ejecución de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación se da cumplimiento a los criterios señalados en la ley, por lo que se puede decir que la implementación del proyecto es viable ya que, la biodiversidad de los ecosistemas se mantendrá, se mitigará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación.

CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. 2
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. 2
I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO. 2
I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO. 2
I.1.3. DURACIÓN DEL PROYECTO. 3
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE. 4
I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. 4
I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 4
I.2.3. DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL 4
I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES. 4
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. 4
I.3.1. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL. 4
I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP. 4
I.3.3. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO. 4
I.3.4. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL DOCUMENTO EN MATERIA FORESTAL Y, EN SU CASO, DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. 5
I.3.4.1. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO. 5
I.3.4.2. INSCRIPCIÓN DEFINITIVA EN EL REGISTRO FORESTAL NACIONAL. 5
I.3.4.3. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES. 5
I.3.4.4. DOMICILIO FISCAL 5
I.3.4.5. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. 5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Coordenadas del polígono de la propiedad. 3

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa I.1. Ubicación del predio de estudio. 2

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 7
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO. 7
II.1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO. 8
II.1.2. NATURALEZA DEL PROYECTO. 9
II.1.3. JUSTIFICACIÓN. 12
II.1.4. SELECCIÓN DEL SITIO. 14
II.1.5. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN. 15
II.1.6. INVERSIÓN REQUERIDA. 22
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 22
II.2.1. SUBUNIDADES 25
II.2.2. CASA HABITACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE CAPACITACIÓN. 25
II.2.3. SISTEMA ELÉCTRICO. 28
II.2.4. SISTEMAS VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN (HVAC). 28
II.2.5. SISTEMA SANITARIO. 28
II.2.6. INSTALACIONES PARA LA INFRAESTRUCTURA DE CAPACITACIÓN Y PRÁCTICAS PROFESIONALES DE TURISMO SUSTENTABLE. 32
II.2.7. INFRAESTRUCTURA DE CAPACITACIÓN Y PRÁCTICAS PROFESIONALES AGROECOLÓGICAS – GASTRONÓMICAS. 35
II.2.8. VIVERO FORESTAL Y AGROECOLÓGICO (INCLUYE LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS DEL ADVC CON SALA AUDIOVISUAL). 36
II.2.9. ACCESOS. 36
II.2.10. ACONDICIONAMIENTO Y/O CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS INTERNOS. 39
II.2.11. SERVICIOS. 40
II.2.12. CÁLCULO DE COS Y CUS Y SUPERFICIE REQUERIDA) 56
II.2.13. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL, INSUMOS, MATERIALES, EQUIPO Y MAQUINARIA. 59
II.3. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN. 62
II.3.1. PREPARACIÓN DEL SITIO. 62
II.3.2. CONSTRUCCIÓN. 65
II.4. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO 79
II.4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN. 83
II.4.2. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS. 99

II.4.2.1. CÁLCULO DE VOLÚMENES.....102
II.5. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.....116
II.5.1.1. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA BIODIVERSIDAD. 116
II.5.1.2. USO DE LA BIODIVERSIDAD. 118
II.5.1.3. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS FLORA Y FAUNA DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO. 119
II.6. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 129
II.6.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS VIVIENDAS.....130
II.6.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS ÁREAS DE CAPACITACIÓN Y PRÁCTICAS PROFESIONALES EN TURISMO SUSTENTABLE, AGROECOLÓGICAS – GASTRONÓMICAS, VIVERO FORESTAL Y ÁREA ADMINISTRATIVA – OPERATIVA DEL ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE PARA LA CONSERVACIÓN (ADVC). 132
II.6.3. MANTENIMIENTO DE ÁREAS VERDES. 133
II.6.4. MANTENIMIENTO A ESTACIONAMIENTOS.....133
II.6.5. MANTENIMIENTO A CAMINOS.....134
II.6.6. MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA SERVICIOS. 134
II.6.7. MANTENIMIENTO A BARDA PERIMETRAL (ADLER). 134
II.6.8. MANTENIMIENTO PARA PUENTES DE CONCRETO Y MAMPOSTERÍA Y PASOS DE AGUA. 135
II.6.9. MANTENIMIENTO PARA PUENTE DE ACERO. 135
II.6.10. MANTENIMIENTO PARA CUERPOS DE AGUA. 136
II.6.11. SUPERVISIÓN DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 136
II.7. DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES TEMPORALES DE APOYO. 138
II.7.1. ETAPA DE DESMANTELAMIENTO DE BODEGAS. 138
II.7.2. RECUPERACIÓN DE ESPACIOS UTILIZADOS PARA ALMACENES DE MATERIALES, COMEDORES, LETRINAS, DEPÓSITOS DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN. 139
II.8. RESIDUOS. 139
II.8.1. RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN.....139
II.8.2. RESIDUOS PELIGROSOS. 143
II.9. EMISIONES Y DESCARGAS. 144
II.9.1. RUIDOS Y VIBRACIONES. 145

II.9.2. RESIDUOS LÍQUIDOS. 148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Coordenadas del conjunto del polígono de la propiedad 18
Tabla II.2. Coordenadas de la poligonal del Área del Proyecto. 19
Tabla II.3. Inversión requerida para el proyecto 22
Tabla II.4. Obras existentes dentro del proyecto 23
Tabla II.5. Distribución de áreas de edificaciones y superficies de afectación permanente (COS) y temporales. 24
Tabla II.6. Grupo de servicios del área de análisis 43
Tabla II.7. Cálculo de volumen de agua para servicios domésticos 47
Tabla II.8. Análisis de recolección de agua de lluvia y porcentaje de autosuficiencia hídrica de los elementos que componen el proyecto Sttupa Regeneración. 51
Tabla II.9. Aprovechamiento del agua residual tratada y disponibilidad de agua para riego de campos de infiltración. 54
Tabla II.10. Distribución de las subunidades 57
Tabla II.11. Cronograma de actividades del proyecto 58
Tabla II.12. Ubicación de los bancos de materiales pétreos autorizados por el Estado de México 61
Tabla II.13. Requerimientos de los accesorios y mobiliario sanitario 68
Tabla II.14. Descripción de los impactos por etapa y actividad a realizar 69
Tabla II.15. Caminos interiores particulares 75
Tabla II.16. Uso de suelo de las áreas propuestas 82
Tabla II.17. Ubicación de los sitios dasométricos en formato UTM 85
Tabla II.18. Determinación del tamaño de muestra. 87
Tabla II.19. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra 88
Tabla II.20. Intensidad de muestreo para las áreas de CUS arbolado 88
Tabla II.21. Registros del estrato arbóreo encontrados en Bosque templado 90
Tabla II.22. Registros del estrato arbóreo encontrados en Vegetación riparia 91
Tabla II.23. Registros del estrato arbustivo encontrados en Bosque templado 93
Tabla II.24. Registros del estrato arbustivo encontrados en Vegetación riparia 93
Tabla II.25. Registros del estrato herbáceo encontrados en Bosque templado 95
Tabla II.26. Registros del estrato herbáceo encontrados en Vegetación riparia 96
Tabla II.27. Estimación de los individuos arbustivos del CUSTF 98
Tabla II.28. Estimación de los individuos herbáceos del CUSTF 98
Tabla II.29. Modelos volumétricos para las zonas del proyecto 101
Tabla II.30. Volumen General de las áreas de CUSTF correspondiente a los SUBUNIDADES. 102
Tabla II.31. Volumen General de las áreas de CUSTF correspondiente a la Barda 103
Tabla II.32. Volumen por unidad, por especie y por hectárea. 103
Tabla II.33. Distribución de materias primas del volumen por aprovechar en el área de CUSTF 120
Tabla II.34. Estimación económica de las materias primas maderables 120
Tabla II.35. Valor económico de las especies de porte arbustivo 120
Tabla II.36. Valor económico de las especies de porte herbáceo 121
Tabla II.37. Valores de los vertebrados silvestres (adaptado de Pérez-Gil et al. 1996). 123
Tabla II.38. Valor económico y de uso de los Mamíferos silvestres 124
Tabla II.39. Valor económico y de uso de las Aves silvestres 125
Tabla II.40. Valor económico y de uso de los Reptiles y anfibios 128
Tabla II.41. Descripción de los impactos por etapa y actividad a realizar 129
Tabla II.42. Recomendaciones de mantenimiento para obras de vivienda Sttupa Regeneración. 130
Tabla II.43. Clasificación y estimación de los residuos de la construcción y la demolición 139
Tabla II.44. Estimación de la generación de residuos de la construcción y demolición (RCU) 140

Tabla II.45. Manejo y disposición a los residuos generados 143
Tabla II.46. Datos de LeqA de equipos para la construcción 146
Tabla II.47. Límites máximos permisibles en la NOM 081-SEMARNAT-1994 147

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen II.1. Polígono de la propiedad & polígono del proyecto. 7
Imagen II.2. Distribución de obras en conjunto del proyecto "Sttupa Regeneración". 12
Imagen II.3. Ubicación dentro del municipio de Valle de Bravo del área del proyecto 17
Imagen II.4. Rangos de pendientes en la topografía del área del proyecto, y la distribución de edificaciones, respetando las restricciones normativas. 26
Imagen II.5. Distribución de las subunidades dentro del Área del Proyecto, y superficie de cada una 26
Imagen II.6. El proyecto en convivencia con el entorno 27
Imagen II.7. Aprovechamiento de la orientación para la iluminación interna de las edificaciones. 27
Imagen II.8. Diseño de techos para la captación de agua pluvial 29
Imagen II.9. Biopiscinas o campos de infiltración propuestos para el proyecto 29
Imagen II.10. Construcciones respetando las zonas de pendientes menores al 35% 30
Imagen II.11. Orientación solar para el máximo aprovechamiento de la luz. 30
Imagen II.12. Plano de conjunto de las obras del proyecto. Las construcciones en amarillo representan obras con avance de construcción, y en blanco las proyectadas. 31
Imagen II.13. Ubicación de la infraestructura para capacitación y producción 34
Imagen II.14. Ejemplo de vivero forestal 36
Imagen II.15. Accesos establecidos para el ingreso al área del proyecto 37
Imagen II.16. Plano de caseta 2 construida 38
Imagen II.17. Plano de caseta 2 38
Imagen II.18. Estructura de los caminos contemplados 39
Imagen II.19. Red eléctrica de del área de análisis 42
Imagen II.20. Sistema de protección de pararrayos. 45
Imagen II.21. Imágenes representativas de elementos dentro STTUPA REGENERACIÓN 47
Imagen II.22. Localización de elementos de proyecto y cisternas pluviales tipo AquaCell 52
Imagen II.23. Diagrama de funcionamiento de biodigestor de 3,000 litros de capacidad. 53
Imagen II.24. Diagrama de conexiones de biodigestor de 3,000 litros de capacidad. 53
Imagen II.25. Localización biodigestores adosados a los elementos de proyecto y campos de infiltración de agua residual tratada en el lindero entre predios. 56
Imagen II.26. Ubicación de los bancos de materiales pétreos autorizados por el Estado de México 61
Imagen II.27. Accesos y caminos del área de análisis 71
Imagen II.28. Brechas o andadores y caminos a ser rehabilitados. 73
Imagen II.29. Ilustración de caminos de piedra, puentes, pasos vehiculares y brechas en distinto proceso constructivo, y por desarrollar. 73
Imagen II.30. Vialidades, puentes de piedra y caminos de piedra ya construídos 74
Imagen II.31. Camino por rehabilitarse & camino rehabilitado con material ecológico 74
Imagen II.32. Barda perimetral en sus distintas etapa del proceso de construcción y la proyectada 76
Imagen II.33. Bardas perimetrales del área del proyecto. Obras existentes 77
Imagen II.34. Distribución de los puntos de muestreo de biodiversidad. 84
Imagen II.35. Estación del reciclaje de residuos para residuos generados en oficina y casas 143

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa II.1. Ecosistemas presentes en el área del proyecto y Subzonificación para el ADVC. 10
Mapa II.2. Ubicación nacional, estatal, municipal del proyecto. 16
Mapa II.3. Área del proyecto 21

Mapa II.4. Red de servicios y de seguridad contra incendios 42
Mapa II.5. Red de servicio de agua potable 46
Mapa II.6. Área propuesta para el CUSTF que presenta vegetación.....81
Mapa II.7. Área propuesta para el CUSTF sin vegetación.....82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Ubicación regional del área de análisis 17
Figura II.2. Distribución de los puntos de muestreo dasométrico del CUSTF.....85

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

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES. 151
III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES. 152
III.1.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. 152
III.1.2. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. 153
III.1.3. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. 154
III.1.4. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP). 155
III.1.5. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO. 155
III.1.6. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. 156
III.1.7. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. 156
III.1.8. LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO. 157
III.1.9. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 157
III.1.10. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 157
III.1.11. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL. 158
III.2. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS ESTATALES. 159
III.2.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MÉXICO. 159
III.2.2. LEY DEL AGUA PARA EL ESTADO DE MÉXICO Y SUS MUNICIPIOS. 159
III.2.3. LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE MÉXICO. 159
III.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO. 160
III.3.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT). 160
III.3.2. ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO. 164
III.3.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DE LA SUBCUENCA DE VALLE DE BRAVO-AMANALCO. 168
III.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN MARIPOSA MONARCA EN EL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO. 177
III.5. PLANES DE DESARROLLO URBANO ESTATAL Y MUNICIPAL. 180
III.5.1. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE MÉXICO 2019. 180

III.5.2. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE VALLE DE BRAVO 2020.....182
III.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....188
III.6.1. NORMAS TÉCNICAS ESTATALES AMBIENTALES. 190
III.7. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN. 191

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1. Características de la UAB 67 del POEGT.....160
Tabla III.2. Estrategias de la UAB 67 161
Tabla III.3. Descripción de las políticas ambientales establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México.....165
Tabla III.4. Unidad de Gestión Ambiental en la que se localiza el Área del Proyecto. 166
Tabla III.5. Características de la UGA ANPE-066.....166
Tabla III.6. Criterios de regulación de la UGA ANPE-066 167
Tabla III.7. Descripción de las políticas ambientales.....169
Tabla III.8. Unidades de gestión en donde se ubica el Proyecto 169
Tabla III.9. criterios aplicables para cada UGA 170
Tabla III.10. Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco 171
Tabla III.11. Políticas ambientales del POERMM.....177
Tabla III.12. UGAs aplicables al Proyecto.....178
Tabla III.13. Vinculación de la Modificación con el POERM 179
Tabla III.14. Vinculación del Proyecto conforme al PEDUEM 2017.....181
Tabla III.15. Normatividad aplicable en la zona SSNR12 183
Tabla III.16. Medidas de las subunidades 184
Tabla III.17. Actividades permitidas en la zona SSNR12.....185
Tabla III.18. Compatibilidad de uso.....187
Tabla III.19. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Aire 188
Tabla III.20. Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido.....188
Tabla III.21. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Agua.....189
Tabla III.22. Normas Oficiales Mexicanas para la protección de Flora y Fauna. 189
Tabla III.23. Normas Oficiales Mexicanas en Manejo de Residuos Peligrosos.....190
Tabla III.24. Normas Técnicas estatales para la Conservación de Suelos.....190
Tabla III.25. Normas Técnicas Estatales en materia de Residuos.....190
Tabla III.26. Normas Técnicas Estatales en materia de vivienda.....191
Tabla III.27. Vinculación con el Proyecto de las actividades No permitidas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Bosques Conservados 195
Tabla III.28. Vinculación con el Proyecto de las actividades No permitidas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Valle de Bravo 197
Tabla III.29. Áreas Naturales Protegidas ubicadas en el Municipio Valle de Bravo 199

ÍNDICE MAPAS

Mapa III.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México y la UGA Fo-5-229 donde se localiza el Proyecto.....166
Mapa III.2. Ubicación del Proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco.....170

Mapa III.3. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca 179
Mapa III.4. Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo.....183
Mapa III.5. Área de Protección de Recursos Naturales "Zona Protectora Forestal de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec".....199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y la UAB 67 en donde se localiza el Proyecto.....164
Figura III.2. Parque Estatal "Santuario del Agua Valle de Bravo" 201
Figura III.3. Ubicación del Proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas y Terrestres Prioritarias.....203
Figura III.4. Ubicación del Proyecto en las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.....204
Figura III.5. Ubicación del Proyecto en los Sitios Ramsar.....205

CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....207
IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DÓNDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO. 207
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).....210
IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR.....213
IV.2.1.1. MEDIO ABIÓTICO.....213
IV.2.1.1.1. CLIMA.....213
IV.2.1.1.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA. 214
IV.2.1.1.3. SUELOS. 216
IV.2.1.1.4. HIDROLOGÍA. 219
IV.2.1.1.4.1. AGUAS SUPERFICIALES. 219
IV.2.1.1.4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS. 220
IV.2.1.2. MEDIO BIÓTICO.....232
IV.2.1.2.1. FLORA SILVESTRE. 240
IV.2.1.2.1.1. FLORA DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR). 241
IV.2.1.2.1.2. FLORA DEL ÁREA DEL PROYECTO.....263
IV.2.1.2.1.3. COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL ÁREA DEL PROYECTO CON RELACIÓN AL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 297
IV.2.1.2.2. FAUNA SILVESTRE.....314
IV.2.1.2.2.1. DISEÑO DE MUESTREO PARA EL INVENTARIO DE FAUNA.....314
IV.2.1.2.2.2. AVES, MAMÍFEROS, REPTILES Y ANFIBIOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO. 319
IV.2.1.2.2.3. INVENTARIO DE FAUNA DEL AP EN RELACIÓN A SU CONTEXTO AMBIENTAL DEL RESPECTO AL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 336
IV.2.1.2.2.4. COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA DEL AP CON RELACIÓN A LA FAUNA PRESENTE EN EL SAR.....340
IV.2.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO.....346
IV.2.1.4. PAISAJE. 356
IV.3. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO. 363
IV.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....373
IV.4.1. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EN EL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO. 381

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Factor e Indicadores Ecológico del Bosque de Pino-Encino (Bpq) 210
Tabla IV.2. Servicios Ecosistémicos y Objetos de Bienestar Humano que dependen de la conservación del Bosque de Pino-Encino. 211
Tabla IV.3. Factor ecológico clave del objeto de conservación del arroyo El Sauco 211
Tabla IV.4. Servicios Ecosistémicos del Arroyo, y objetos de bienestar humano que dependen de su conservación. 212
Tabla IV.5. Factor e indicador Ecológicos del Bosque Ripario (Brip) 212
Tabla IV.6. Servicios Ecosistémicos del bosque ripario, y objetos de bienestar humano que dependen de su conservación 212
Tabla IV.7. Valores de K en función del tipo de suelo y uso del suelo 223
Tabla IV.8. Resumen estructural del estrato arbóreo de la vegetación de Bosque de Pino 223
Tabla IV.9. Coeficiente de escurrimiento anual (Ce) 224
Tabla IV.10. Escurrimiento medio anual en la nano cuenca Los Tomatillos-Los Saucos en Hm^3 224
Tabla IV.11. Estaciones de muestreo en los arroyos Los Saucos y tributario Tomatillo. 227
Tabla IV.12. Coordenadas del predio inspeccionado por la PROFEPA. Fuente: Acta circunstanciada 17-114-049-IA-21 BIS 1, Impacto Ambiental. 239
Tabla IV.13. Coordenadas de los sitios de Biodiversidad de Flora del SAR 242
Tabla IV.14. Listado florístico del estrato arbóreo del SAR 243
Tabla IV.15. Listado florístico del estrato arbustivo del SAR 245
Tabla IV.16. Listado florístico del estrato herbáceo del SAR 246
Tabla IV.17. Número de individuos por hectárea y totales del estrato arbóreo, SAR 248
Tabla IV.18. Número de individuos por hectárea y totales del estrato arbustivo, SAR 249
Tabla IV.19. Número de individuos por hectárea y totales del estrato herbáceo, SAR 250
Tabla IV.20. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo, SAR 252
Tabla IV.21. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo, SAR 254
Tabla IV.22. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo, SAR 255
Tabla IV.23. Índice de Valor de Importancia estrato arbóreo para el SAR 258
Tabla IV.24. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo para el SAR 259
Tabla IV.25. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo para el SAR 261
Tabla IV.26. . Tabla del área total y relativa por tipo de vegetación y las unidades de muestreo que corresponden a cada una 268
Tabla IV.27. Coordenadas de los sitios de muestreo de biodiversidad del AP 269
Tabla IV.28. Composición florística del estrato arbóreo. 271
Tabla IV.29. Composición florística del estrato arbustivo del bosque templado del AP. 272
Tabla IV.30. Composición florística del estrato herbáceo del bosque templado del AP 273
Tabla IV.31. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato arbóreo de la vegetación templada. 274
Tabla IV.32. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato arbustivo de la vegetación templada. 274
Tabla IV.33. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato herbáceo de la vegetación templada. 275
Tabla IV.34. Índice de valor de importancia ecológica en el bosque templado de árboles del AP 276
Tabla IV.35. Índice de valor de importancia ecológica en el bosque templado de arbustos del AP 277
Tabla IV.36. Índice de valor de importancia ecológica en el bosque templado de hierbas del AP 278
Tabla IV.37. Composición florística del estrato arbóreo en vegetación riparia. 279
Tabla IV.38. Composición florística del estrato arbustivo de vegetación riparia del AP. 280
Tabla IV.39. Composición florística del estrato herbáceo de vegetación riparia del AP 281
Tabla IV.40. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato arbóreo de la vegetación riparia 282

Tabla IV.41. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato arbustivo de la vegetación riparia.....283
Tabla IV.42. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato herbáceo de la vegetación riparia.....284
Tabla IV.43. Índice de valor de importancia ecológica en vegetación riparia de árboles del AP 286
Tabla IV.44. Índice de valor de importancia ecológica en el bosque ripario de arbustos del AP 287
Tabla IV.45. Índice de valor de importancia ecológica en el bosque ripario de hierbas del AP 288
Tabla IV.46. Índice de Shannon-Weaver del estrato Arbóreo (AP).....290
Tabla IV.47. Índice de Shannon-Weaver del estrato Arbustivo (AP) 290
Tabla IV.48. Índice de Shannon-Weaver del estrato Herbáceo (AP).....292
Tabla IV.49. Índice de Valor de Importancia del estrato Arbóreo (AP) 293
Tabla IV.50. Índice de Valor de Importancia del estrato Arbustivo (AP).....294
Tabla IV.51. Índice de Valor de Importancia del estrato Herbáceo (AP) 295
Tabla IV.52. Número de individuos por hectárea y totales de árboles presentes en el SAR y AP.....298
Tabla IV.53. Variables de estructura de las especies arbóreas entre AP y SAR 300
Tabla IV.54. Comparativo de número de individuos del SAR respecto al AP en BT.....302
Tabla IV.55. Especies del estrato arbustivo y su distribución en AP y SAR 305
Tabla IV.56. Especies del estrato herbáceo y su distribución en AP y SAR.....308
Tabla IV.57. Especies del estrato herbáceo y su distribución en AP y SAR en BT.....310
Tabla IV.58. Número de especies de aves observadas y esperadas, e índices de diversidad y similitud en el conjunto de polígono oriental y occidental (AP).....321
Tabla IV.59. Inventario de aves registradas en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR), Valle de Bravo, estado de México. ABUNDANCIA: (A) Abundante, (C) Común, (MC) Medianamente Común, (NC) No común, (Ra) Rara, (-) Ausente. NOM-059-2010.....322
Tabla IV.60. Número de especies de mamíferos observadas y esperadas e índices de diversidad y similitud en el conjunto de secciones (polígonos oriental y occidental) 329
Tabla IV.61. Inventario de mamíferos registrados en el Área del Proyecto (AP) y fuera del AP (SAR), Valle de Bravo, estado de México. ABUNDANCIA: (A) Abundante, (C) Común, (MC) Medianamente Común, (NC) No común, (Ra) Rara, (-) Ausente. NOM-059-20.....329
Tabla IV.62. Inventario de Reptiles y Anfibios registrados en el Área del Proyecto (AP), Valle de Bravo, estado de México. ABUNDANCIA: (A) Abundante, (C) Común, (MC) Medianamente Común, (NC) No común, (Ra) Rara. NOM-059-2010: (A) Amenazada, (Pr) Protección especial.....332
Tabla IV.63. Número de especies de reptiles y anfibios observadas y esperadas, e índices de diversidad y similitud en los polígonos oriental y occidental, dentro del AP. 333
Tabla IV.64. Comparación del endemismo y estacionalidad de las especies de aves registradas en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). Se muestra el porcentaje en relación al número de especies para cada sitio (87 para el AP y 91 para el SAR). 336
Tabla IV.65. Comparación del endemismo de las especies de anfibios y reptiles registradas en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). Se muestra el porcentaje en relación al número de especies para cada sitio (12 para el AP y 10 para el SAR). 338
Tabla IV.66. Número de especies de aves en riesgo de acuerdo a la NOM-051; y número de especies de importancia (alta, media o baja) para su conservación, tanto en el Área del Proyecto (AP) como en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Se muestra el porcentaje en relación al número de especies para cada sitio (87 para el AP y 91 para el SAR). Todas las especies enlistadas en la NOM se encuentran entre las especies con un valor de importancia alto. 338
Tabla IV.67. Número de especies de anfibios y reptiles en riesgo de acuerdo a la NOM-051; y número de especies de importancia (alta, media o baja) para su conservación, tanto en el Área del Proyecto (AP) como en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Se muestra el porcentaje en relación al número de especies para cada sitio (12 para el AP y 10 para el SAR). 339
Tabla IV.68. Número de especies de aves observadas y esperadas, e índices de diversidad y similitud en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR) 340

Tabla IV.69. Número de especies de mamíferos observadas y esperadas e índices de diversidad en el Área del Proyecto (AP). 344
Tabla IV.70. Número de especies de reptiles y anfibios observadas y esperadas, e índices de diversidad y similitud en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). 345
Tabla IV.71. Clasificación de la población. 348
Tabla IV.72 Datos generales del municipio. 349
Tabla IV.73. Indicadores de participación económica del municipio 350
Tabla IV.74. Índices e indicadores de marginación 2020. 352
Tabla IV.75. Clasificación de viviendas habitadas por tipo de vivienda, 2020 353
Tabla IV.76. Listado de fuentes de información utilizadas para la modelación de servicios ecosistémicos 365
Tabla IV.77. Resultados de los modelos InVEST 366
Tabla IV.78. Resultados del modelo de almacenamiento de carbono 366
Tabla IV.79. Resultados del modelo de polinización 367
Tabla IV.80. Resultados del modelo de retención de sedimentos 367
Tabla IV.81. Resultados del modelo de retención de agua de lluvia 367
Tabla IV.82. Resultados del modelo de enfriamiento por vegetación 368
Tabla IV.83. Resultados del modelo de calidad del hábitat 368
Tabla IV.84. Resultados del modelo de percolación 368
Tabla IV.85. Resultados económicos 370
Tabla IV.86. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire 373
Tabla IV.87. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo 374
Tabla IV.88. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del agua 374
Tabla IV.89. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna 374
Tabla IV.90. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica 375
Tabla IV.91. Categorización de la calidad ambiental obtenida 376
Tabla IV.92. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo 376
Tabla IV.93. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua 377
Tabla IV.94. Determinación del índice de calidad ambiental factor aire 378
Tabla IV.95. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna 379
Tabla IV.96. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico 380
Tabla IV.97. Resumen del índice de calidad ambiental 381

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen IV.1. Corte mostrando perfil de suelo 217
Imagen IV.2. Acrisol ortico 217
Imagen IV.3. Fotografía del cauce del arroyo el Sauco-Tomatillo en el sitio de estudio realizada en 4 de octubre de 2018, Fuente: Orozco (2019) Estudio FIN-114-EXT-RVO-EST-2018. 225
Imagen IV.4. Tuberías con descargas de aguas encontradas en la sección longitudinal del cauce. 229
Imagen IV.5. Estructuras encontradas en algunas secciones del cauce, durante el muestreo. 231
Imagen IV.6. Actividad de muestreo de vegetación, medición e identificación de especies 266
Imagen IV.7. Tipos de vegetación en el área del proyecto. Las áreas marcadas con verde intenso representan las áreas de bosque ripario o cañada, las áreas con verde claro corresponde bosque templado. Las áreas con cuadrícula refieren las áreas con alguna perturbación, las líneas son caminos. 267
Imagen IV.8. Distribución de los sitios de muestreo de biodiversidad en el área del proyecto 268
Imagen IV.9. Unidad de muestreo (UM) en campo con cuatro SUM a 8.9 metros del centro y con 2 m de radio cada una. Tomado de Botello et al. (2012). 270
Imagen IV.10. Cuadrante de 1 m x 1 m en campo, junto con la estaca con el nombre de la UM y sus coordenadas en el GPS 272
Imagen IV.11. Fotografía del cauce del arroyo el Sauco-Tomatillo en el sitio de estudio realizada en 4 de octubre de 2018, Fuente: Orozco (2019) Estudio FIN-114-EXT-RVO-EST-2018. 279

Imagen IV.12. Ubicación geográfica de los puntos de conteo para el muestreo de las aves en el Área del Proyecto (AP; puntos azules) así como en el Sistema Ambiental Regional (SAR; puntos rojos). Las banderas azules representan la ubicación geográfica de las redes de niebla para las estaciones de captura, tanto en el AP como en el SAR. 314
Imagen IV.13. Descripción ilustrada de los puntos de conteo. Para el presente proyecto, no se hizo una distinción entre las bandas de 30 y 100 m. Para cada punto se utilizó un radio límite de 100 m durante los 10 minutos de observación de individuos por punto. B. Ilustración de las medidas de las redes de niebla utilizadas para la captura de aves y murciélagos. Tomado y modificado de Botello et al. (2022). 315
Imagen IV.14. Ubicación geográfica de los métodos de muestreo de mamíferos. Se muestran las ubicaciones de los transectos de búsqueda de rastros dentro del AP (líneas rojas) y en el SAR (líneas verdes); de los rastros/registros (puntos blancos); de las cámaras trampa (cámaras rosas), de las redes de niebla (banderas azules) y de las trampas Sherman (puntos azul turquesa). 316
Imagen IV.15. Descripción ilustrada de los transectos de búsqueda de rastros de mamíferos medianos y grandes. Para el presente estudio, los transectos se ubicaron sobre caminos y senderos de los predios, teniendo longitudes variables, con la finalidad de tener la mayor detectabilidad de rastros posible. B. Instrucciones para la instalación de las cámaras trampa en los predios de muestreo. Tomado y modificado de Botello et al. (2022). 317
Imagen IV.16. Ubicación geográfica de los transectos por encuentro visual para el muestreo de reptiles y anfibios en el AP (líneas azules) y en el SAR (líneas rojas). 317
Imagen IV.17. Descripción ilustrada de los transectos para el Encuentro por Inspección Visual de reptiles y anfibios. Para este proyecto, los transectos tendrán una longitud variable, dependiendo de las condiciones del área. Tomado y modificado de Botello et al. (2022). 318
Imagen IV.18. Ubicación geográfica de los puntos (azules en el AP y fuera del AP) y transectos para el muestreo de las aves en el Área del Proyecto (AP). Las banderas azules representan la ubicación geográfica de las redes de niebla para las estaciones de captura. 321
Imagen IV.19. Ubicación geográfica de los métodos de muestreo de mamíferos. Se muestran las ubicaciones de los transectos de búsqueda de rastros dentro del AP (líneas rojas) y fuera del AP (líneas verdes); de los rastros/registros (puntos blancos); de las cámaras trampa (cámaras rosas), de las redes de niebla (banderas azules) y de las trampas Sherman (puntos azul turquesa). 328
Imagen IV.20. Ubicación geográfica de los transectos por encuentro visual para el muestreo de reptiles y anfibios en el AP (líneas azules) y fuera del AP (líneas rojas). 332
Imagen IV.21. Vista satelital del área de estudio y sus colindancias (imagen de 11/21/2020). Fuente: Google earth. 357
Imagen IV.22. Vista aérea del Área de estudio en la sección de la represa en la colindancia Norte, donde se observa la ampliación del cauce del arroyo. 357
Imagen IV.23. Imagen satelital histórica del acceso Noreste del AP de fecha 21 de noviembre de 2020. Fuente: google earth 358
Imagen IV.24. Imagen actual con Dron del acceso Noreste del AP de fecha 20 de enero de 2023, donde se puede apreciar las construcciones realizadas en este acceso. Fuente: Propia 358
Imagen IV.25. Panorámica actual (enero 2023) hacia el Oeste, en donde se puede apreciar la ampliación del cauce en la sección de las represas, y algunas construcciones. 359
Imagen IV.26. Registro histórico de noviembre de 2020, del predio en la similar perspectiva aérea que la imagen 8 con dron. Fuente: Google Earth, elaboración propia. 359
Imagen IV.27. Vista panorámica en dirección al Norte del área de estudio, actualmente 360
Imagen IV.28. Vista panorámica actual con dirección al Sur del área de estudio. 360
Imagen IV.29. Vista aérea actual (enero 2023), de la sección occidental del área de estudio donde difícilmente se aprecian otras obras distintas a las 3 represas (bardas perimetrales, caminos y construcciones). 361
Imagen IV.30. Registro histórico del 2020, con perspectiva similar a la imagen anterior, donde se observan los cambios en el área de estudio. Fuente: Google earth. 361
Imagen IV.31. Vista actual de la colindancia desde una perspectiva aérea hacia el sureste del AP, el rancho residencial “Los Espinos”, y al fondo se puede observar una zona boscosa del rancho residencial de “La Pausa”. 362

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa IV.1. Características descriptivas del sistema ambiental regional (nanocuenca) 209
Mapa IV.2. Ubicación hidrológica del sistema ambiental regional (nanocuenca) 209
Mapa IV.3. Mapa de geología de la Nanocuenca 215
Mapa IV.4. Edafología de la Nanocuenca 218
Mapa IV.5. Plano de edafología del área de estudio 218
Mapa IV.6. Nanocuenca del Arroyo Sauco-Tomatillo (en azul), y el sitio del proyecto (en rojo): Fuente: Raúl Vicente Estrada y Cía.S.A de C.V. 219
Mapa IV.7. Plano de hidrología superficial del área de estudio 220
Mapa IV.8. Ubicación de estaciones meteorológicas y diagrama umbrotérmico 222
Mapa IV.9. ANP´s federales entre los estados de México y Michoacán, y del corredor biológico del Eje Neovolcánico Transversal. 236
Mapa IV.10. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo en el SAR 243
Mapa IV.11. Cobertura vegetal de la nanocuenca Los Tomatillos-Los Saucos 264
Mapa IV.12. Uso de suelo y vegetación del área de estudio 265
Mapa IV.13. Elementos bióticos y abióticos en la nanocuenca (SAR). 363

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Anomalías en la temperatura media en el municipio de Valle de Bravo. Fuente: Atlas de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del INECC. 214
Figura IV.2. Porcentaje de cambio en la precipitación en el municipio de Valle de Bravo. Fuente: Atlas de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del INECC. 214
Figura IV.3. Nivel de vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves en el municipio de Valle de Bravo. Fuente: Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. INECC 214
Figura IV.4. Ubicación del Acuífero 1505, correspondiente a Villa Victoria-Valle de Bravo. 221
Figura IV.5. Tipos de ecosistema de referencia (modificado de White y Walker, 1997) 226
Figura IV.6. Mapa de estaciones de muestreo en el arroyo intermitente Los Saucos y estación (STTUPA 4) de arroyo tributario “Tomatillo 227
Figura IV.7. Regiones Hidrológicas Prioritarias de la CONABIO respecto al Área de Estudio (AE): Fuente: CONABIO. 232
Figura IV.8. Regiones terrestres Prioritarias de la CONABIO respecto al Área de Estudio (AE): Fuente: CONABIO. 232
Figura IV.9. Sitios de Atención Prioritarias para la conservación del a biodiversidad de la CONABIO respecto al Área de Estudio (AE): Fuente: CONABIO. 233
Figura IV.10. Sitios Prioritarios Terrestres para la conservación de la CONABIO respecto al Área de Estudio (AE): Fuente: CONABIO 233
Figura IV.11. Ubicación de las obras a evaluar (punto rojo), dentro del APRN Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec. 237
Figura IV.12. Ubicación de las obras sujetas a estudio (poligonal de acuerdo a la autoridad) en el municipio de Valle de Bravo 238
Figura IV.13. Poligonal topográfico del sitio del proyecto donde se ubican las obras de estudio (curvas de nivel a 1 m.). Fuente: Elaboración propia, sobre imagen satelital copernicus. 239
Figura IV.14. Contexto y colindancias del área de estudio. Elaboración propia 240
Figura IV.15. Subzonificación y unidades de muestreo de campo para identificar la flora presente en el AP. 266
Figura IV.16. Representación gráfica del establecimiento de cada Unidad de Muestreo Tomado de Botello et al., 2022 272

CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 395
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS. 397
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS. 399
V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS. 405
V.4. IMPACTOS RESIDUALES Y ACUMULATIVOS.....415
V.5. CONCLUSIONES. 416

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1. Lista de actividades 397
Tabla V.2. Descripción de actividades 398
Tabla V.3. Factores y subfactores a ser impactados 401
Tabla V.4. Tipos de impactos con base en su capacidad de recuperación (Conesa, 1993, 1997) 404
Tabla V.5. Tipos de impactos con base en la interrelación entre acciones y efectos (Conesa, 1993, 1997) 405
Tabla V.6. Tipos de impactos de acuerdo con su periodicidad (Conesa, 1993, 1997) 405
Tabla V.7. Valoración de los tipos de impacto (Conesa, 1993, 1997) 405
Tabla V.8. Porcentaje del puntaje total de las categorías 406
Tabla V.9. Matriz de interacciones ambientales.....412
Tabla V.10. Interacciones de las actividades del proyecto con los componentes ambientales identificados 413
Tabla V.11. Interacciones de las actividades del proyecto con los componentes ambientales 414
Tabla V.12. Valoración de la importancia ponderada de los impactos ambientales 417
Tabla V.13. Valores de importancia de los impactos ponderados por la importancia de los componentes 428
Tabla V.14. Rangos de significancia de la importancia ponderada de los impactos ambientales identificados 429

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1. Proceso para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales que se ocasionarán por el proyecto. 397
Figura V.2. Composición del ecosistema 400
Figura V.3. Puntos distribuidos en categorías, componentes y parámetros 407
Figura V.4. Puntos distribuidos en categorías, componentes y parámetros para las obras y actividades desarrolladas 408
Figura V.5. Modelo conceptual del sistema ambiental con puntajes y ponderación.....409
Figura V.6. Factores del modelo conceptual del sistema ambiental.....411
Figura V.7. Esquema que ejemplifica la relación acción-efecto-impacto 416

CAPITULO VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. 431
VI.1. ANTECEDENTES. 431
VI.2. JUSTIFICACIÓN SOBRE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 433
VI.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA. 457
VI.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL. 461

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1. Listado de fuentes de información utilizadas para la modelación de servicios ecosistémicos en Sttupa Regeneración 443
Tabla VI.2. Costos utilizados para el análisis costo beneficio social. 445
Tabla VI.3. Resultados de los modelos InVEST 446
Tabla VI.4. Resultados del modelo de almacenamiento de carbono 446
Tabla VI.5. Resultados del modelo de polinización 447
Tabla VI.6. Resultados del modelo de retención de sedimentos 447
Tabla VI.7. Resultados del modelo de retención de agua de lluvia 447
Tabla VI.8. Resultados del modelo de enfriamiento por vegetación 448
Tabla VI.9. Resultados del modelo de calidad del hábitat 448
Tabla VI.10. Resultados del modelo de percolación 449
Tabla VI.11. Resultados económicos 450
Tabla VI.12. Análisis de sensibilidad 453
Tabla VI.13. Estrategias para mitigar los componentes de los ecosistemas vulnerables en la implementación del proyecto. 455

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1 Uso de suelo y vegetación (antes del proyecto) 434
Figura VI.2 Uso de suelo y vegetación (actual) 434
Figura VI.3 Obras proyectadas. 435
Figura VI.4. Distribución del Valor Presente Neto 451
Figura VI.5. Flujo de efectivo 452
Figura VI.6. Flujo de efectivo acumulado 452
Figura VI.7. Flujos de efectivo individuales (pesos por año) 453

CAPITULO VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 465
VII.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 465
VII.2. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL....467
VII.2.1. OBJETIVOS Y ETAPAS DE INSTRUMENTACIÓN DE LOS PROGRAMAS. 468
VII.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL. 483
VII.3.1. INTRODUCCIÓN. 483
VII.3.2. DEFINIENDO LAS UNIDADES DE MUESTREO. 487
VII.3.3. MONITOREO DE FAUNA. 489
VII.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS. 495
VII.5. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. 496

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII.1. Medida en consideración al componente ambiental y por etapas 465
Tabla VII.2. Presupuesto del programa ambiental 468
Tabla VII.3. Objetivos e indicadores de impacto del PMA....469
Tabla VII.4. Síntesis de programas de restauración y compensación 481
Tabla VII.6. Indicadores del sistema de vigilancia y control 484
Tabla VII.5. Fijación de montos para fianzas....495

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VII.1. Trazo de unidad de muestreo 487
Imagen VII.2. Trazo de subunidades de muestreo 487
Imagen VII.3. Compensación de UM....488
Imagen VII.5. Colocación de cámara trampa en la UM....489
Imagen VII.6. Recorrido de transectos....490
Imagen VII.8. Registro de aves en la Unidad de Muestreo....491
Imagen VII.10. Registro del arbolado en cuadrantes de la UM 493

CAPITULO VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 498
VIII.1. ANTECEDENTES. 498
VIII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO. 504
VIII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO. 510
VIII.4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 512
VIII.4.1.1. RESULTADOS DE FLUJOS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. 514
VIII.4.2. INTERPRETACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS. 518
VIII.4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS COSTO BENEFICIO SOCIAL. 520
VIII.4.3.1. VALOR PRESENTE NETO (VPN). 520
VIII.4.3.2. ÍNDICE COSTO BENEFICIO (ICB). 521
VIII.4.3.3. PLAZO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN. 521
VIII.4.3.4. PROBABILIDAD DE ÉXITO 521
VIII.4.3.5. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 521
VIII.4.3.6. FLUJO DE EFECTIVO Y FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO. 521
VIII.4.3.7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD. 522
VIII.4.4. CONCLUSIONES DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 523
VIII.5. PRONÓSTICO AMBIENTAL. 524
VIII.6. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 525

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VIII.1. Emisión de Licencias de Uso Construcciones, Cambios y Subdivisiones del Suelo.....502
Tabla VIII.2. Listado de fuentes de información utilizadas para la modelación de servicios ecosistémicos en Stuppa Ranch. 507
Tabla VIII.3. Linea base obtenidos para determinar el flujo de los ecosistemas (InVEST) en la nanocuenca (SAR) 508
Tabla VIII.4. Costos utilizados para el análisis costo beneficio social 513
Tabla VIII.5. Resultados de los modelos InVEST dentro del predio 514
Tabla VIII.6. Resultados de los modelos InVEST dentro del predio 515
Tabla VIII.7. Resultados del modelo de almacenamiento de carbono 515
Tabla VIII.8. Resultados del modelo de polinización 516
Tabla VIII.9. Resultados del modelo de retención de sedimentos 516
Tabla VIII.10. Resultados del modelo de retención de agua de lluvia 517
Tabla VIII.11. Resultados del modelo de enfriamiento por vegetación 517
Tabla VIII.12. Resultados del modelo de calidad del hábitat 518
Tabla VIII.13. Resultados del modelo de percolación 518
Tabla VIII.14. Resultados económicos.....519
Tabla VIII.15. Análisis de sensibilidad 523

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VIII.1. ANP´s federales entre los estados de México y Michoacán. 500
Imagen VIII.2.Stock de carbono en el SAR 509
Imagen VIII.3. abundancia de polinizadores....509
Imagen VIII.4. Retención de sedimentos 509
Imagen VIII.5. Retención de agua de lluvia....509
Imagen VIII.6. Enfriamiento por vegetación en el SAR 510
Imagen VIII.7. Calidad del Habitat 510
Imagen VIII.8. Percolación en el SAR....510

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VIII.1. Uso de suelo y vegetación (antes del proyecto) 508
Figura VIII.2. Distribución del Valor Presente Neto....520
Figura VIII.3. Flujo de efectivo....521
Figura VIII.4. Flujo de efectivo acumulado 522
Figura VIII.5. Flujos de efectivo individuales (pesos por año) 522

CAPITULO IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. 529
IX.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN. 529
IX.1.1. LINEAMIENTOS PARA UNA ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 529
IX.2. CARTOGRAFÍA. 530
IX.3. FOTOGRAFÍAS. 530
IX.4. VIDEOS. 530
IX.5. OTROS ANEXOS. 530
IX.5.1. MEMORIAS. 530
IX.5.2. LISTA DE ANEXOS. 530

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU)
DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL
MODALIDAD B-REGIONAL

CAPÍTULO I

Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del Documento Técnico Unificado

Proyecto:

“Sttupa Regeneración”

Valle de Bravo, Estado De México

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

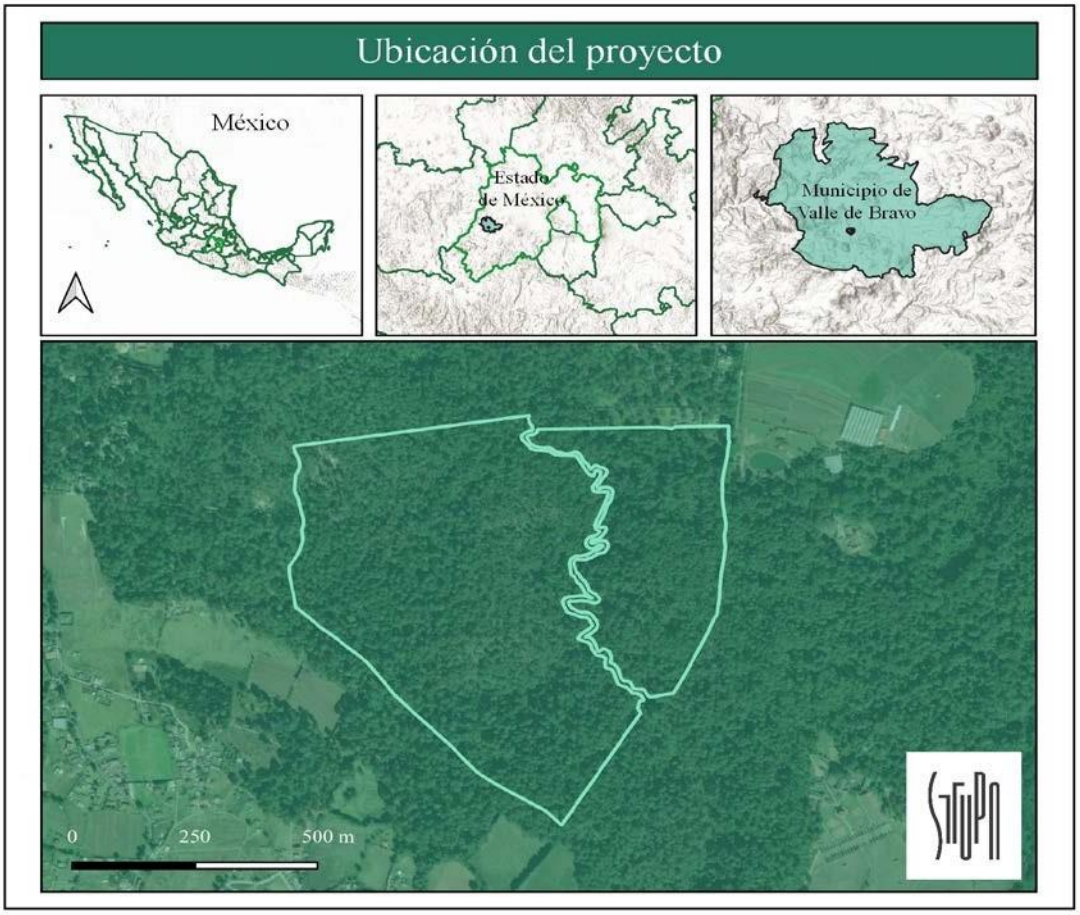
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO.

Documento Técnico Unificado Modalidad B Regional para el proyecto denominado "STTUPA REGENERACIÓN", en Valle de Bravo, Estado de México.

I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto se localiza en el Municipio de Valle de Bravo, Estado de México y dentro del polígono cinco "Cerro Colorado" de la subzona de aprovechamiento sustentable de recursos naturales del Área Natural Protegida Federal denominada Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) "Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepe", al suroeste de Avándaro y al noreste del poblado de Cerro Gordo (Mapa. 1). El acceso al proyecto es mediante la carretera municipal a Avándaro, dirigiéndose al sur, hacia la localidad Cerro Gordo, ubicada a aproximadamente 6.5 kilómetros de la calle Espinos y Tomatillos s/n, colonia Cerro Gordo, localidad de Avándaro, en el municipio de Valle de Bravo.



Mapa I.1. Ubicación del predio de estudio.

Tabla I.1. Coordenadas del polígono de la propiedad.

Vértice	m E	m N	Vértice	m E	m N	Vértice	m E	m N	Vértice	m E	m N
0	380,368.00	2,116,775.00	**40**	379,685.00	2,117,183.00	**80**	380,553.00	2,117,399.00	**120**	380,542.00	2,117,103.00
1	380,366.00	2,116,767.00	**41**	379,685.00	2,117,193.00	**81**	380,552.00	2,117,386.00	**121**	380,542.00	2,117,098.00
2	380,364.00	2,116,759.00	**42**	379,681.00	2,117,206.00	**82**	380,552.00	2,117,368.00	**122**	380,539.00	2,117,078.00
3	380,367.00	2,116,753.00	**43**	379,678.00	2,117,218.00	**83**	380,553.00	2,117,367.00	**123**	380,537.00	2,117,068.00
4	380,370.00	2,116,748.00	**44**	379,675.00	2,117,236.00	**84**	380,554.00	2,117,363.00	**124**	380,536.00	2,117,058.00
5	380,208.00	2,116,494.00	**45**	379,670.00	2,117,250.00	**85**	380,553.00	2,117,360.00	**125**	380,535.00	2,117,047.00
6	380,192.00	2,116,511.00	**46**	379,667.00	2,117,259.00	**86**	380,553.00	2,117,358.00	**126**	380,535.00	2,117,039.00
7	380,173.00	2,116,528.00	**47**	379,670.00	2,117,291.00	**87**	380,552.00	2,117,352.00	**127**	380,534.00	2,117,037.00
8	380,076.00	2,116,587.00	**48**	379,674.00	2,117,298.00	**88**	380,551.00	2,117,345.00	**128**	380,534.00	2,117,035.00
9	380,036.00	2,116,615.00	**49**	379,678.00	2,117,308.00	**89**	380,549.00	2,117,324.00	**129**	380,534.00	2,117,033.00
10	379,979.00	2,116,680.00	**50**	379,678.00	2,117,319.00	**90**	380,548.00	2,117,321.00	**130**	380,533.00	2,117,022.00
11	379,894.00	2,116,765.00	**51**	379,676.00	2,117,327.00	**91**	380,547.00	2,117,314.00	**131**	380,533.00	2,117,011.00
12	379,869.00	2,116,791.00	**52**	379,671.00	2,117,340.00	**92**	380,546.00	2,117,312.00	**132**	380,532.00	2,117,005.00
13	379,862.00	2,116,801.00	**53**	379,665.00	2,117,357.00	**93**	380,545.00	2,117,305.00	**133**	380,531.00	2,116,999.00
14	379,813.00	2,116,866.00	**54**	380,005.00	2,117,405.00	**94**	380,544.00	2,117,300.00	**134**	380,530.00	2,116,991.00
15	379,808.00	2,116,870.00	**55**	380,005.00	2,117,405.00	**95**	380,543.00	2,117,294.00	**135**	380,528.00	2,116,980.00
16	379,794.00	2,116,882.00	**56**	380,122.00	2,117,421.00	**96**	380,541.00	2,117,284.00	**136**	380,526.00	2,116,969.00
17	379,760.00	2,116,912.00	**57**	380,149.00	2,117,425.00	**97**	380,540.00	2,117,276.00	**137**	380,522.00	2,116,963.00
18	379,749.00	2,116,921.00	**58**	380,144.00	2,117,420.00	**98**	380,540.00	2,117,264.00	**138**	380,520.00	2,116,959.00
19	379,737.00	2,116,931.00	**59**	380,147.00	2,117,407.00	**99**	380,540.00	2,117,251.00	**139**	380,514.00	2,116,944.00
20	379,717.00	2,116,946.00	**60**	380,153.00	2,117,400.00	**100**	380,539.00	2,117,241.00	**140**	380,507.00	2,116,928.00
21	379,700.00	2,116,963.00	**61**	380,154.00	2,117,393.00	**101**	380,540.00	2,117,232.00	**141**	380,506.00	2,116,926.00
22	379,678.00	2,116,983.00	**62**	380,163.00	2,117,393.00	**102**	380,540.00	2,117,224.00	**142**	380,496.00	2,116,904.00
23	379,673.00	2,116,987.00	**63**	380,179.00	2,117,393.00	**103**	380,541.00	2,117,217.00	**143**	380,490.00	2,116,893.00
24	379,668.00	2,116,987.00	**64**	380,197.00	2,117,393.00	**104**	380,542.00	2,117,210.00	**144**	380,484.00	2,116,882.00
25	379,659.00	2,117,024.00	**65**	380,226.00	2,117,394.00	**105**	380,543.00	2,117,202.00	**145**	380,474.00	2,116,862.00
26	379,653.00	2,117,064.00	**66**	380,251.00	2,117,394.00	**106**	380,544.00	2,117,196.00	**146**	380,467.00	2,116,848.00
27	379,654.00	2,117,081.00	**67**	380,276.00	2,117,394.00	**107**	380,544.00	2,117,192.00	**147**	380,462.00	2,116,837.00
28	379,655.00	2,117,084.00	**68**	380,304.00	2,117,395.00	**108**	380,546.00	2,117,182.00	**148**	380,456.00	2,116,825.00
29	379,668.00	2,117,102.00	**69**	380,330.00	2,117,395.00	**109**	380,546.00	2,117,179.00	**149**	380,455.00	2,116,823.00
30	379,669.00	2,117,103.00	**70**	380,355.00	2,117,396.00	**110**	380,546.00	2,117,172.00	**150**	380,452.00	2,116,819.00
31	379,671.00	2,117,107.00	**71**	380,384.00	2,117,396.00	**111**	380,546.00	2,117,166.00	**151**	380,445.00	2,116,806.00
32	379,677.00	2,117,122.00	**72**	380,409.00	2,117,396.00	**112**	380,545.00	2,117,163.00	**152**	380,439.00	2,116,796.00
33	379,683.00	2,117,140.00	**73**	380,438.00	2,117,397.00	**113**	380,543.00	2,117,153.00	**153**	380,437.00	2,116,792.00
34	379,683.00	2,117,143.00	**74**	380,446.00	2,117,397.00	**114**	380,543.00	2,117,146.00	**154**	380,428.00	2,116,791.00
35	379,683.00	2,117,151.00	**75**	380,472.00	2,117,397.00	**115**	380,544.00	2,117,138.00	**155**	380,421.00	2,116,790.00
36	379,682.00	2,117,158.00	**76**	380,488.00	2,117,398.00	**116**	380,545.00	2,117,129.00	**156**	380,414.00	2,116,789.00
37	379,682.00	2,117,159.00	**77**	380,490.00	2,117,398.00	**117**	380,545.00	2,117,125.00	**157**	380,405.00	2,116,787.00
38	379,681.00	2,117,166.00	**78**	380,494.00	2,117,398.00	**118**	380,545.00	2,117,121.00	**158**	380,397.00	2,116,785.00
39	379,684.00	2,117,176.00	**79**	380,512.00	2,117,398.00	**119**	380,543.00	2,117,112.00	**159**	380,390.00	2,116,784.00
									160	380,377.00	2,116,777.00
									161	380,368.00	2,116,775.00

El Proyecto se pretende desarrollar en una propiedad privada con una superficie total 555,888.00 m^2 estipulada según los títulos de propiedad, de los cuales el proyecto se desarrollará únicamente en 550,010.30 m^2, de área total.

I.1.3. DURACIÓN DEL PROYECTO.

El Proyecto tendrá una duración de funcionamiento indefinida. El periodo solicitado para la ejecución del Cambio de uso de Suelo en Terrenos Forestales es de 60 meses.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

"BANCO AZTECA SOCIEDAD ANÓNIMA, INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, DIVISIÓN FIDUCIARIA", en su carácter de fiduciaria del Fideicomiso F/11000, cuyo patrimonio lo constituye el inmueble con base en el cual se desarrollará el Proyecto. Se adjuntan: como Anexo 1, tanto la escritura pública número 3,234 de 1º de julio de 2021, pasada ante la fe del [redacted] Linage, notario público número 192 del Estado de México, mediante la cual se constituyó el Fideicomiso referido, como la escritura pública número 98,988 de 10 de marzo de 2015, pasada ante la fe del [redacted], notario público número 140 del entonces Distrito Federal, en la que consta el nombramiento de Delegado fiduciario de Luis Octavio Ramírez Cortés, quien actúa en nombre y representación de la fiduciaria en el Fideicomiso mencionado; y como Anexo 3, el Contrato de Comodato entre la fiduciaria antes mencionada y Stupa Ranch, S.A de C.V. de 19 de junio de 2023, por medio del cual, esta última otorgó en comodato a favor de la primera, un predio adicional, con lo cual, sumado al patrimonio del Fideicomiso F/11000, se conforma la unidad con base en la cual se desarrollará el Proyecto, acreditándose así, además, la posesión de tal inmueble por parte de la promovente.

I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

BAI0205236Y8.

I.2.3. DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL

Luis Octavio Ramírez Cortés, apoderado legal de la moral denominada "Banco Azteca", Sociedad Anónima, Institución de Banca Múltiple, División Fiduciaria.

I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES.

[redacted]

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

I.3.1. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

[redacted]

I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP.

RFC: [redacted]

I.3.3. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO.

[redacted]

[redacted]

[redacted]

I.3.4. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL DOCUMENTO EN MATERIA FORESTAL Y, EN SU CASO, DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

I.3.4.1. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.

El responsable de la elaboración del presente Documento Técnico Unificado en materia forestal es la figura moral: Servicios Técnicos para el Medio Ambiente S.C.

Su responsable técnico es el Ing. David Molina González, Director General, cuya Cédula Profesional No. 2672336, fue expedida por la Dirección General de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública, el 9 de junio de 1998, para ejercer la profesión de Ingeniero Forestal.

En la elaboración del presente estudio participó el equipo técnico de la empresa consultora.

I.3.4.2. INSCRIPCIÓN DEFINITIVA EN EL REGISTRO FORESTAL NACIONAL.

Libro MICH, Tipo VI, Volumen 2, Numero 14 Año 15.

I.3.4.3. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.

RFC: STM 08 08 18 CE3

I.3.4.4. DOMICILIO FISCAL

[redacted]

I.3.4.5. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[redacted]

[redacted].

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU)
DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL
MODALIDAD B-REGIONAL

CAPÍTULO II

Descripción del proyecto

Proyecto:

“Sttupa Regeneración”

Valle de Bravo, Estado De México

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El Proyecto para hábitat regenerativo "Sttupa Regeneración" (en adelante Proyecto), se localiza en el Ejido de Cerro Gordo, en el municipio de Valle de Bravo en el Estado de México. El acceso al Proyecto es mediante la carretera municipal Avándaro, dirigiéndose hacia la localidad Cerro Gordo, ubicada a aproximadamente 6.5 kilómetros de la Calle Espinos y Tomatillos S/N, Colonia Cerro Gordo, Avándaro, Valle de Bravo. El Proyecto se pretende desarrollar en una propiedad privada con una superficie total 555,888.00 m^2 estipulada según los títulos de propiedad, de los cuales el proyecto se desarrollará únicamente en 550,010.30 m^2, de área total.

El proyecto "Sttupa Regeneración", nace de la oportunidad de transformar y evolucionar un proyecto convencional de construcción con impactos ambientales, hasta la reconceptualización y ejecución de un proyecto regenerativo exitoso, el cual implica una serie de prácticas para restaurar la salud y la vitalidad del ecosistema; así mismo, incentiva la no utilización de recursos que no pueden regenerarse ni hacer uso de ningún recurso más rápido de lo que pueda ser regenerado. En este sentido, el proyecto contribuye a promover y difundir --en los medios de comunicación--, los beneficios sociales, ambientales, económicos y climáticos que proveen los ecosistemas a todos los sectores productivos y comunidades dentro y alrededor de las Áreas Naturales Protegidas de México.

El objetivo de Sttupa Regeneración es ser un referente y modelo, debido: a) su cumplimiento efectivo de la normatividad, b) su contribución para la conservación de la biodiversidad, c) su inversión en infraestructura de capacitación para desarrollar capacidades comunitarias y d) su contribución a generar nuevas oportunidades de empleo en turismo sustentable, gastronomía agroecológica y arquitectura regenerativa.



Imagen II.1. Polígono de la propiedad & polígono del proyecto.

II.1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

De acuerdo a las fracciones VII y XI del artículo 28 de la LGEEPA para Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas y para Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; es necesario contar con la autorización en materia de impacto ambiental; así mismo la LGDFS en su artículo 93 menciona que se requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; autorizaciones con las que no contaba la moral "Stupa Ranch, S.A. de C.V." al momento de iniciar obras y/o actividades en el sitio del proyecto, razón por la cual la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), inició procedimientos en su contra por no contar con las autorizaciones correspondientes tanto en materia de impacto ambiental como en materia forestal por el cambio de uso de suelo ubicado por las obras realizadas en la sección poniente del predio.

Actualmente, en la sección poniente (respecto al arroyo tomatillo) del sitio del proyecto se encuentran abiertos 3 procedimientos administrativos en contra de la moral "Stupa Ranch, S.A. de C.V."; de los cuales 2 (dos) en materia forestal y 1(uno) de impacto ambiental. Uno de ellos, cuenta con resolución administrativa, mediante la cual se impusieron medidas de urgente aplicación y una sanción pecuniaria por las irregularidades encontradas en la visita de inspección correspondiente; en tanto, los otros 2 expedientes están en espera de ser emplazados.

Los expedientes son:

- **Procedimiento forestal PFPA/17.3/2C.27.2/00001-21** (delegación del estado de México): Se optó por la compensación ambiental; por lo anterior y para dar cumplimiento al resolutivo se está elaborando el presente Documento Técnico Unificado (DTU), dentro del cual se propone la realización de un nuevo proyecto con medidas bien definidas a fin de garantizar el menor daño ambientalmente posible; así como medidas de compensación y mitigación para resarcir el daño causado con las obras ya existentes. Aunado a lo anterior, y en esa misma tesitura se dará cumplimiento a las medidas propuestas dentro del Proyecto de Mitigación y Compensación, previamente autorizadas.
- **Procedimientos en materia de impacto ambiental PFPA/17.3/2C.27.5/0049-21 y PFPA/4.2/2C.27.2/0086/2022** (en materia Forestal): Aun no hay un procedimiento iniciado. El DTU está indirectamente relacionado con la sección poniente del proyecto. Derivado de la visita de inspección a la sección poniente del predio vinculado al DTU. En espera de ser emplazada la moral "Sttupa Regeneración" del procedimiento correspondiente, se atenderán las medidas y acciones que imponga la Procuraduría a fin de dar cumplimiento con las mismas y se autorice el levantamiento de la Clausura, para estar en condiciones de llevar a cabo las obras correspondientes al Proyecto que nos ocupa.

La gestión de la autorización del proyecto mediante el desarrollo del Documento Técnico Unificado (DTU) se vincula principalmente con la normativa establecidas en el Programa de Manejo del APRN VB, y los criterios y lineamientos establecidos de acuerdo a la ubicación del AP correspondiente a la subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales Valle de Bravo del Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec (APRN-VB), específicamente en el polígono 5 "Cerro Colorado"

II.1.2. NATURALEZA DEL PROYECTO.

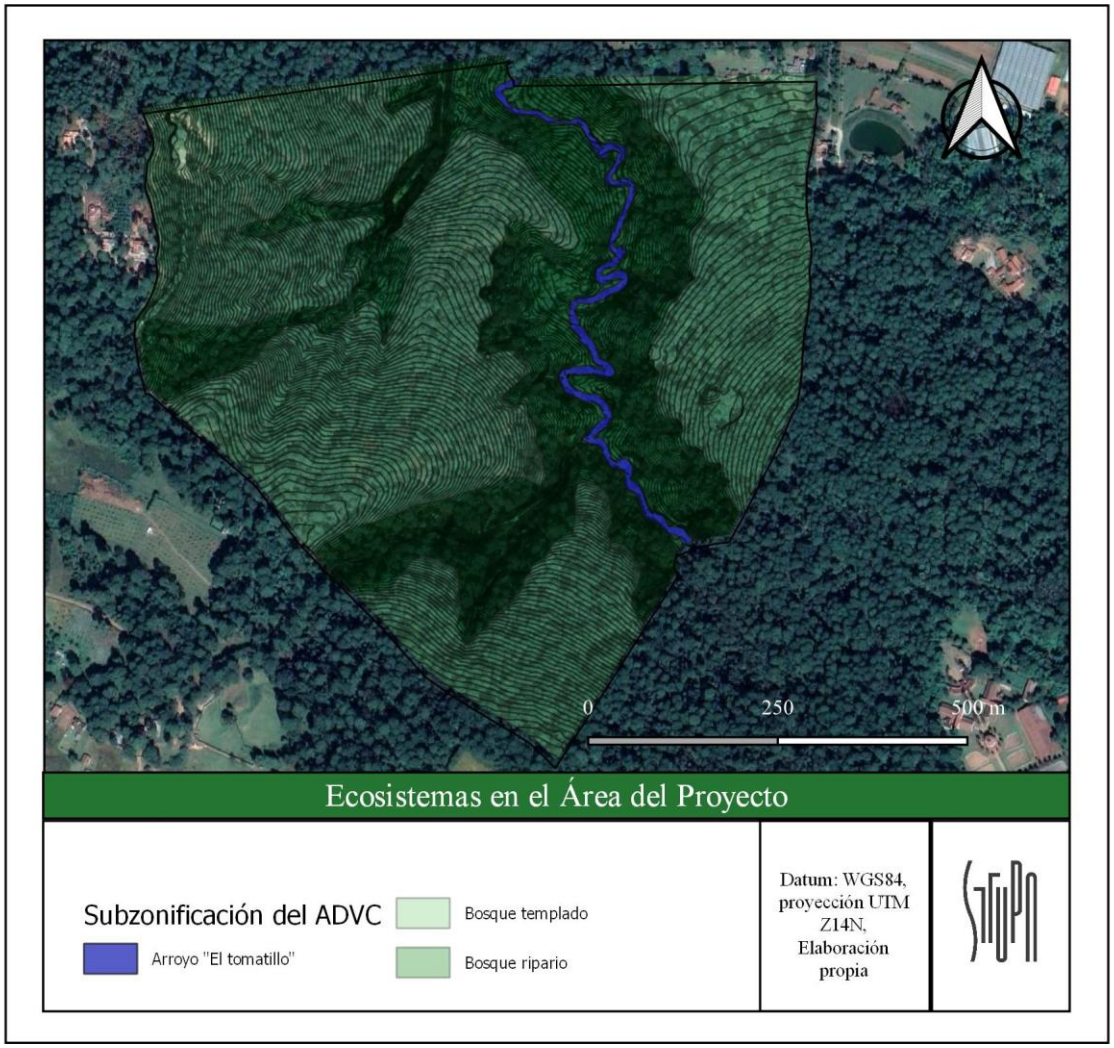
Sttupa Regeneración es un proyecto que pretende ser referente por haber logrado evolucionar desde un diseño convencional inicial de construcción con impactos ambientales, hasta su reconceptualización como un proyecto regenerativo exitoso. Con el compromiso de ser un apoyo para la difusión de los beneficios sociales, ambientales, económicos y climáticos que proveen los ecosistemas a todos los sectores productivos y comunidades dentro y alrededor de las Áreas Naturales Protegidas de México.

Para, entre otras cosas, un mejor control de los fines de conservación medioambiental, jurídicamente, el proyecto se configura a partir de un fideicomiso (ver Anexo 1), al cual ha sido aportado la totalidad de predio por parte de "Stupa Ranch, S.A. de C.V.", a través de la transferencia de propiedades y del comodato de un inmueble adicional (Anexo 3), lo que da como resultado la unidad sobre la cual se desarrollará. La promovente es asimismo propietaria del inmueble y/o poseedor del mismo, así como responsable del proyecto e igualmente de la ejecución de las acciones y medidas que resulten de los procedimientos antes referidos. Dicha fiduciaria centralizará el control y cuidado de los bienes ambientales involucrados.

Así pues, el proyecto se ubica en una superficie de 550,010.30 m^2 en una zona boscosa al Suroeste de Avándaro que conforma una unidad integrada, a su vez, por 22 subunidades (SubU o SubUs, según se abreviará más adelante), para el disfrute y descanso de sus usuarios, las cuales están interconectadas entre sí a través de un área destinada voluntariamente para la conservación (ADVC) de 47.037 ha (85.52%); que mantiene la conectividad en el hábitat de las especies silvestres y permite que los usuarios protejan la calidad de los servicios ecosistémicos de "belleza paisajística, inspiración, aprendizaje, regulación de la temperatura, polinización, control de inundaciones, captura de carbono, control de plagas", entre otros múltiples beneficios sociales y económicos que les confieren mayor atractivo y valor al inmueble en su conjunto a nivel paisaje. De esta forma, se crea un sistema mutuamente recíproco de beneficios continuos entre los usuarios y el medio ambiente.

Cada edificación se ubica dentro de una superficie de mínimo 2 ha, y contará con un desplante promedio de 1,086 m² (máximo el 5% de la subunidad) y una superficie de construcción máxima de 2,000 m² (máximo 10% de la subunidad), además de un Área Recreativa Silvestre de máximo 1,500 m². El área restante se incluye en el Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) de 47.073 hectáreas, que se distribuyen en dos zonas, una Zona Núcleo de 20.40 ha y una Zona de Amortiguamiento de 26.63 ha. La Zona Núcleo incluye las cañadas y sus laderas con mayores pendientes para fortalecer el nivel de protección de las áreas con mayor fragilidad y que funcionan como corredores biológicos permitiendo el flujo natural de las poblaciones de especies de fauna silvestre que habitan adentro y alrededor del predio.

El objetivo de manejo del ADVC es: conservar los ecosistemas forestales, la conectividad ecológica del hábitat para las especies silvestres de flora y fauna; así como contribuir a mantener los servicios ecosistémicos y promover en la sociedad una cultura de conservación y desarrollo sustentable.



Mapa II.1. Ecosistemas presentes en el área del proyecto y Subzonificación para el ADVC.

Las edificaciones corresponden a tres categorías de uso: 1) Casas con arquitectura regenerativa para residentes, 2) Infraestructura para la capacitación y prácticas profesionales en turismo sustentable, agroecología y gastronomía local e internacional, 3) infraestructura para el manejo de un vivero forestal y agroecológico con un área operativa y administrativa del "Área Destinada Voluntariamente para la Conservación (ADVC)".

El proyecto "Sttupa Regeneración" incluye un proceso de aprendizaje y evolución, que inició desde el desarrollo de un Estudio de Daños Ambientales y la identificación de programas de restauración y compensación por las construcciones convencionales realizadas en 7 sitios al interior del inmueble (subunidades 5, 7, 8, 17, 18, 19 y 22), hasta la reconceptualización en impulsar un modelo de coordinación, gestión y coinversión para implementar Sttupa Regeneración que genera beneficios sociales, ambientales y económicos atribuibles al uso sustentable de los servicios ecosistémicos que provee el ANP (Área de Protección de Recursos Naturales "Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec"). Un paso fundamental en el proceso de aprendizaje fue la evaluación del flujo de

servicios ecosistémicos antes, durante y después del proyecto; así como, el análisis costo-beneficio social (ACBS) que permitió comprender y comunicar las ventajas económicas de Sttupa Regeneración.

Las siete subunidades donde se realizaron obras convencionales habitacionales (5, 7, 8, 17, 18, 19 y 22), suman un total de superficie de 5,016.37 m^2 (0.516 ha. que equivale al 0.91% de la superficie total del proyecto. En esta superficie se agregan obras asociadas (caminos, embalses, puentes) que se construyeron en el año de 2022 en una superficie total de 47,955.62 m^2 que actualmente continua en obra negra, y equivalen al 8.72 % del total del área del proyecto. En este contexto, existe un avance de obra en general del proyecto de 60.2 % y a través del proyecto Sttupa Regeneración se construirán el 39.8% restante. Para completar el 5% para desplante de uso habitacional en una superficie de 23,910.40 m^2 (2.3910 ha.) incorporando los sistemas constructivos y los lineamientos descritos en el subcapítulo II.2.2. sobre las viviendas con arquitectura regenerativa.

Además, en las subunidades 16 y 22 se inició la construcción de 244.11m^2 y 873.9 m^2 respectivamente y que equivalen al 1.220 % y al 4.367 % de ellos. El avance de obra negra en ambos sitios se utilizará para concluir dos edificaciones destinadas como Infraestructura para la Capacitación y Prácticas Profesionales en Turismo Sustentable, con lo cual se completarán las obras en el 3.779% y el 0.632% pendiente de construir, incorporando los sistemas constructivos y los lineamientos descritos en el subcapítulo II.2.2. sobre las viviendas con arquitectura regenerativa.

Del total de las 22 subunidades, en 15 se encuentran sin avances en la construcción de casas (sitios: 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20 y 21), los cuales suman un total de superficie por desplantar de 18,894.03 m^2 (1.889 ha.) que equivalen al 3.44 % del total de la superficie del proyecto y el 23.7% de la superficie a desplantar. Asimismo, es preciso señalar que las 22 edificaciones proyectadas, 19 subunidades serán destinados para la construcción de casas con arquitectura regenerativa y 3 subunidades para la construcción de infraestructura para: 1) Manejo de un vivero forestal y agroecológico, 2) Capacitación y prácticas profesionales en turismo sustentable, y 3) Capacitación y prácticas profesionales en agroecología y gastronomía local e internacional. El vivero, contará con espacio para su operación y administración, que compartirá con el personal encargado de manejo del "Área Destinada Voluntariamente para la Conservación (ADVC)" y una sala audiovisual destinada para la educación ambiental.

Es importante clarificar que las obras asociadas para el año 2023 ya se han realizado obras para caminos y accesos, barda perimetral, puentes, pasos vehiculares y embalse en un total de 4.293 ha, que corresponden al 7.81% de la superficie total del proyecto. A través del Proyecto Sttupa Regeneración, se terminarán de construir el muro perimetral y un puente metálico, y la rehabilitación de brechas y terracerías en un total de 1.278 ha.

En resumen, la ejecución del Proyecto Sttupa Regeneración tiene un COS total de 7.963 ha que equivale al 14.48% del total del área del proyecto. De las cuales, el COS para uso habitacional es de 2.391 ha que equivalen al 4.347% de la superficie total del terreno. Las obras asociadas a caminos, accesos y servicios tendrán un total de 5.572 ha que equivale al 10.13% del terreno.

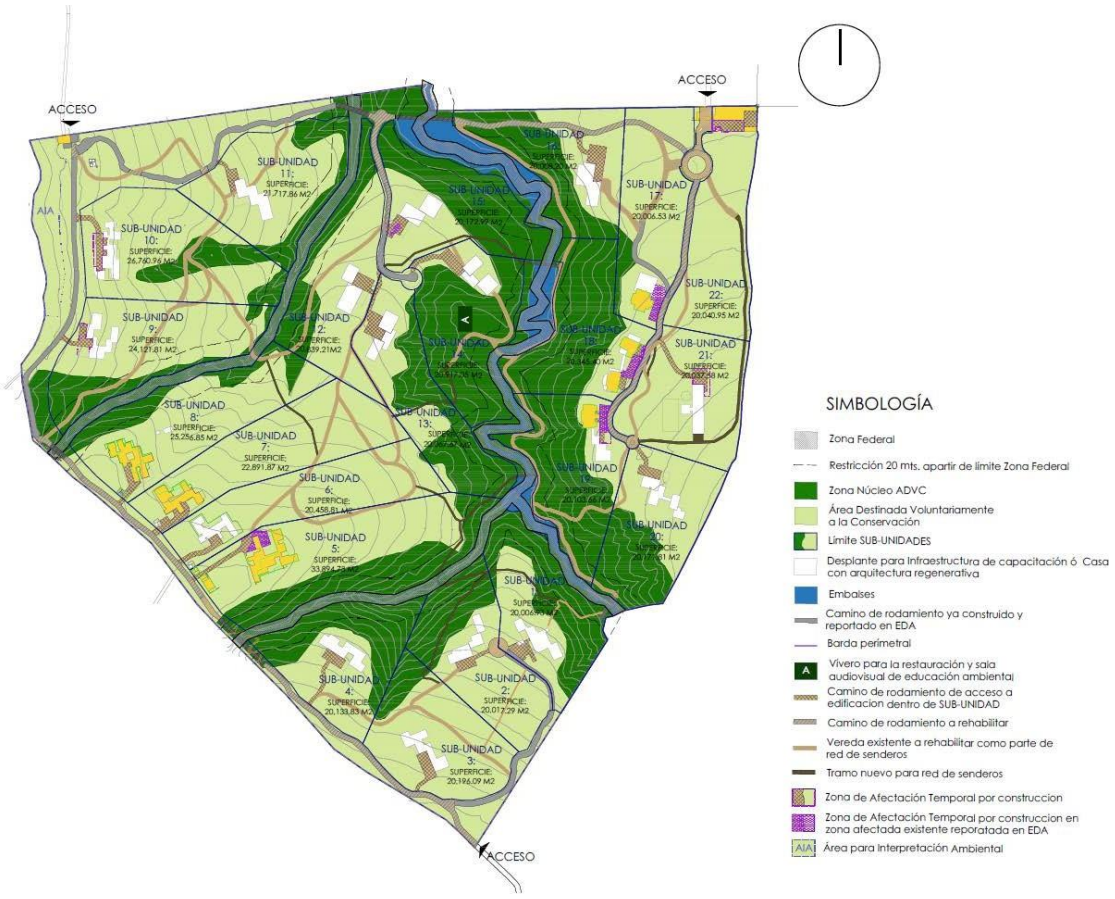


Imagen II.2. Distribución de obras en conjunto del proyecto "Sttupa Regeneración".

II.1.3. JUSTIFICACIÓN.

México es uno de los diez países con mayor biodiversidad en el planeta, y uno de los más vulnerables a los impactos del cambio climático. Actualmente el impacto del crecimiento urbano hacia zonas no urbanizables, boscosas o de importancia ambiental es una constante en detrimento de la riqueza ambiental y sus servicios. Esta tendencia en el medio urbano y rural va en aumento vinculado con el crecimiento poblacional y las necesidades de vivienda.

Al interior y en la zona de influencia del proyecto Sttupa Regeneración, se encuentran ecosistemas y especies representativos de bosques templados y asociaciones de vegetación con elementos hidrófilos que incluyen especies vinculadas a vegetación riparia y de galería. Estos ecosistemas forman parte del corredor biológico del Eje Neovolcánico Transversal, que une a la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca y los Parques Nacionales Iztaccíhuatl – Popocatépetl y la Montaña Malinche o Matlalcuéyatl, constituyendo un complejo de áreas con conectividad ecológica de sitios de hibernación de la mariposa monarca. Por lo tanto, un objetivo primordial en la implementación del Proyecto “Sttupa Regeneración” es contribuir a la conservación de la biodiversidad que alberga el predio, así como mantener la conectividad y los procesos ecológicos a nivel paisaje mediante la implementación de programas de capacitación para el fortalecimiento de capacidades locales en prácticas y medios de vida sustentables integradas en cadenas de valor.

Según el programa de desarrollo urbano del municipio de Valle de Bravo (2020), en los años recientes, ha aumentado el número de licencias de construcción, de uso de suelo, de cambios de densidad, altura y

coeficientes de ocupación y de subdivisiones y fusiones que se han emitido, que, en muchos de los casos, se contraviene la normatividad prevista para su funcionamiento (PMDU, 2020).

Los bosques y cañadas en Valle de Bravo y el APRN, son fundamentales para mantener los procesos de provisión de agua para una población de más de 20 millones de habitantes. Su contribución al Sistema Cutzamala conocido como "La llave del agua del Valle de México" ayuda directamente a reducir la vulnerabilidad y el riesgo por déficit hídrico debido al cambio climático.

El proyecto al estar ubicado en una zona ambiental privilegiada, esta alineado en su concepción, diseño y proceso constructivo y operación, a la normativa ambiental y de construcción en la zona; definida esta por la normativa, estatal y federal en materia ambiental, así como en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo y el Programa de Manejo del Área Natural Protegida destinada a la Protección de Recursos Naturales (APRN), denominada "Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec".

La superficie de las subunidades que abarquen parte de alguna cañada y/o arroyo, contarán con un nivel mayor de restricción como Zona Núcleo del ADVC, que será considerada intocable, por lo que el área de desplante y el área recreativa silvestre deberán ubicarse fuera de esta zona. Los criterios arquitectónicos para el diseño dentro de cada subunidad se describen más adelante en el capítulo "Arquitectura y Edificación Regenerativa" del presente documento.

La implementación exitosa del proyecto Sttupa Regeneración permitirá generar un nuevo modelo de desarrollo sustentable en el municipio de Valle de Bravo, a través del empoderamiento de las comunidades y su integración en cadenas de valor resilientes con inversión del sector privado, para reducir la vulnerabilidad social y ambiental haciendo uso sustentable de los servicios ecosistémicos que provee el Área Natural Protegida.

El Proyecto contempla conservar y recuperar los espacios naturales existentes dentro del Área del Proyecto, así como detener los procesos de deterioro que actualmente se presentan. Para lo cual se realizaron las siguientes consideraciones:

- El establecimiento de las zonas de desplante constructivo de las edificaciones se realizará en los claros forestales y en zonas previamente delimitadas. Los diseños arquitectónicos buscarán reducir su huella de desplante; además los diseños evitarán el movimiento de tierras que afecten la topografía natural del sitio para lo cual consideran estructuras que reduzcan al mínimo (pilotes) el contacto directo sobre el terreno natural. Por ningún motivo se realizará desmonte fuera de las áreas acordonadas con el fin de conservar el bosque natural.
- El diseño de la infraestructura contempla la integración de los elementos arbóreos presentes en cada zona propuesta para su construcción.
- Se prohibirá la construcción de muros divisorios (bardas) internos y se adecuará el muro perimetral para asegurar la conectividad y el libre tránsito de la fauna silvestre a través de todas las 22 subunidades, así como la infiltración del agua pluvial por debajo de las construcciones elevadas de las casas.
- En las áreas recreativas silvestres se contempla establecer un paisaje de bosque natural utilizando especies nativas en diferentes estratos.
- Se utilizarán una serie de caminos preexistentes, con la finalidad de no incrementar las áreas de afectación, solo se realizarán obras de acondicionamiento para garantizar la seguridad del tránsito de los vehículos al interior del Proyecto.

- Cabe destacar que los caminos tendrán la doble función al servir como zonas cortafuego.
- Se asegurará el uso exclusivo del agua para la conservación de la biodiversidad y la reducción de las vulnerabilidades ambientales y sociales del cambio climático. Las laderas de cañadas y los arroyos conformarán la zona núcleo de una Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) que contribuirán a la conservación de la calidad del hábitat para las especies silvestres.
- Dentro del área núcleo únicamente se permitirán actividades de conservación y restauración, y quedará prohibida cualquier tipo de edificación, dado que representa la zona de mayor importancia para mantener los servicios ecosistémicos de retención de suelo, infiltración de agua, conectividad y regulación de temperatura como refugio climático frente a los eventos meteorológicos extremos de sequía y temperaturas extremas.

El Proyecto tiene como finalidad conservar y recuperar los espacios naturales existentes, así como detener los procesos de deterioro derivados de las actividades antropogénicas previamente desarrolladas en la zona de Valle de Bravo. Es por ello que, en la descripción general del proyecto ejecutivo, se hace la anotación entre paréntesis del criterio normativo al cual de cumplimiento (ejemplo L.1.1.), que referirá mediante comentario a la explicación dicho criterio.

El proyecto de Sttupa Regeneración incorpora el lugar, el sitio, la energía, los sistemas, la fauna y la flora, y sus edificaciones arquitectónicas se integran y respetan a la naturaleza en las tres etapas del proyecto (preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento) con el objetivo de restaurar y proteger los servicios ecosistémicos que comparten todas las subunidades en su conjunto, por lo tanto, tiene el potencial para ser un modelo de proyecto de arquitectura regenerativa que influirá exitosamente en el comportamiento de las siguientes generaciones que utilicen el territorio. A través de la difusión de los beneficios atribuibles al Proyecto Sttupa Regeneración, se espera contribuir a la reconexión entre los humanos y la naturaleza a través de la renovación continua de los sistemas socio-ecológicos, demostrando como su efecto regenerativo contribuye con impactos netos positivos, considerando la interconexión del medio ambiente y la salud humana.

II.1.4. SELECCIÓN DEL SITIO.

El sitio donde se ubican los predios está vinculado con varios instrumentos de planificación territorial del ámbito de los tres niveles de gobierno y de naturaleza diversa (ordenamientos ecológicos, territoriales y sub-zonificaciones para el manejo y administración de áreas naturales protegidas).

La sub zonificación del área de protección de recursos naturales “Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec” (APRN-VB) y particularmente, la sub zona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales Valle de Bravo y su polígono número cinco, “Cerro Colorado”, donde se ubica el predio, es la unidad territorial cuyo manejo ambiental imprime las restricciones ambientales para el desarrollo de obras y actividades, las que son retomadas como lineamientos bajo los cuales se construyen y actualizan el resto de los instrumentos de planeación territorial. Es así que se diseñó y publicó el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo 2020, que en su apartado introductorio acota que:

“…Asimismo, destaca el apego del presente PMDUVB al Programa de Manejo del Área Natural Protegida con la categoría de Área de Protección de Recursos Naturales, Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tiloxtoc y Temascaltepec (PMAPRN), publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el viernes 30 de noviembre de 2018. Esto le otorga un carácter inédito al PMDUVB

al constituirse en un instrumento de planeación de localidades urbanas inmersas en un Área Natural Protegida (ANP)…"

El PMAPRN lista las siguientes actividades permitidas que acogen en forma directa e indirecta los criterios considerados para la selección del sitio:

1. Construcción de Infraestructura de apoyo a las actividades de investigación científica, manejo de vida silvestre, operación del Área Natural Protegida, educación ambiental y turismo de bajo impacto ambiental
2. Construcción, operación y utilización de infraestructura exclusivamente con fines habitacionales
3. Establecimiento de UMA con fines de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, recreación, educación ambiental y aprovechamiento extractivo
4. Mantenimiento de brechas y caminos ya existentes, siempre y cuando no se pavimenten ni se modifiquen sus dimensiones y características actuales
5. Mantenimiento de infraestructura existente
6. Obras de conservación de suelos y captación de agua que no modifiquen el paisaje original.
7. Turismo de bajo impacto ambiental
8. Turismo de aventura

Por lo que toca al PMDUVB, la zonificación del territorio mostrada en el plano E-2 ubica los predios en el polígono 12 de la zona de aprovechamiento de los recursos naturales (SSRN12), con uso permitido[1] para actividades habitacionales, de turismo (bajo impacto, de aventura) y las instalaciones hoteleras (Búngalos, cabañas rústicas, casas de huéspedes, moteles, posadas, hoteles). La compatibilidad del propósito de las obras ejecutadas en los predios con las actividades permitidas en la tabla 69 (del PMD VB) contribuyó en la aplicación de criterios para la selección del sitio.

Un criterio más utilizado para la selección del sitio, es la factibilidad del suministro de los servicios de agua potable, dictaminada por el Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del municipio de Valle de Bravo, registrado en las factibilidades FAC/AC/029/2020, FAC/AC/0309/2020, FAC/AC/031/2020 y FAC/AC/032/2020 (Anexo IV.1) donde se señala la existencia de infraestructura hidráulica propia del citado organismo, la cual consiste en una red de agua potable de asbesto de 6" de la cual es viable el suministro del servicio al predio.

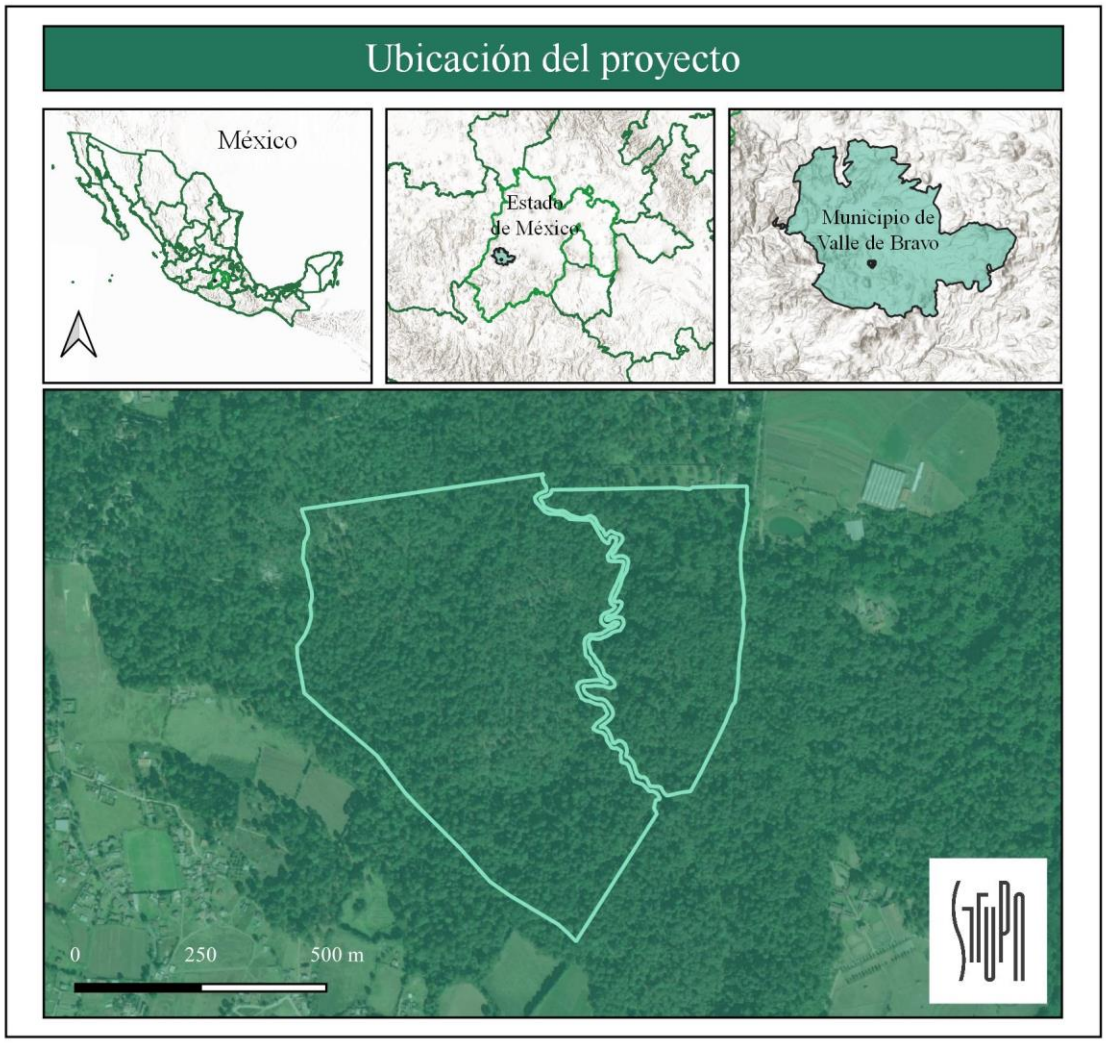
De igual forma, la factibilidad de suministro de energía eléctrica indicada en el oficio DP-041-2019 (Anexo IV.2) firmado por el Ing. Germán Moreno Montoya, jefe del departamento de Planeación Divisional de la Gerencia Divisional de Distribución Centro Sur de la Comisión Federal de Electricidad coadyuvó como criterio técnico para seleccionar el sitio.

II.1.5. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

El Proyecto se localiza en el estado de México, en el municipio de Valle de Bravo, dentro del Ejido de Cerro Gordo. El acceso al Proyecto es mediante la carretera municipal Avándaro, dirigiéndose hacia la localidad Cerro Gordo, ubicada a aproximadamente 6.5 kilómetros de la Calle Espinos y Tomatillos S/N, Colonia Cerro Gordo, Avándaro, Valle de Bravo.

[1] La tabla 69 del PMDU VB, "Actividades permitidas en zonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales"

Partiendo desde la Ciudad de México por la autopista a Valle de Bravo, al llegar a la localidad de Acatitlán, se turna a la izquierda rumbo a Circuito Avándaro, rumbo a la casa de gobierno, a dos km, aproximadamente de iniciar el circuito se encuentra a mano izquierda un camino denominado camino al capulín, de aproximadamente 500 m en línea recta que llega a la puerta del predio.



Mapa II.2. Ubicación nacional, estatal, municipal del proyecto.

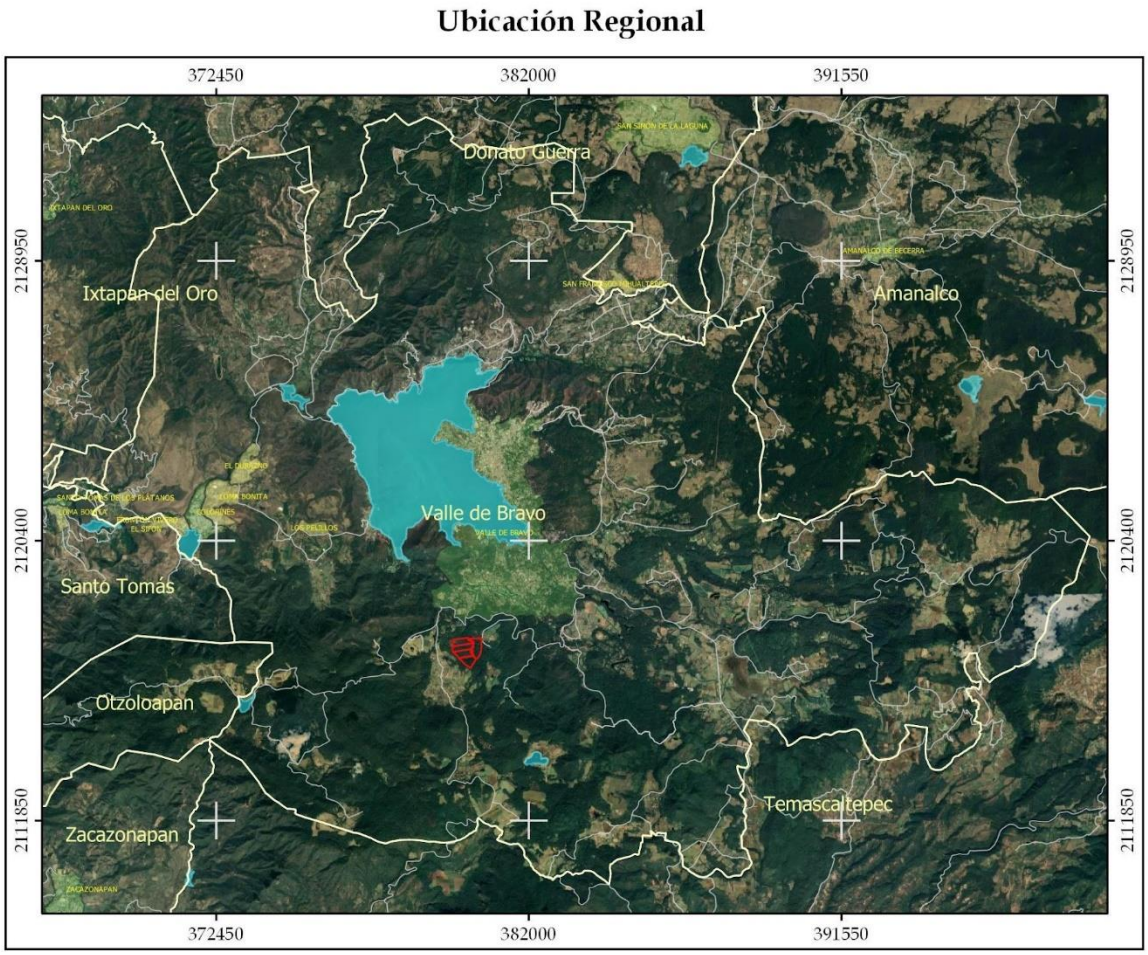


Figura II.1. Ubicación regional del área de análisis

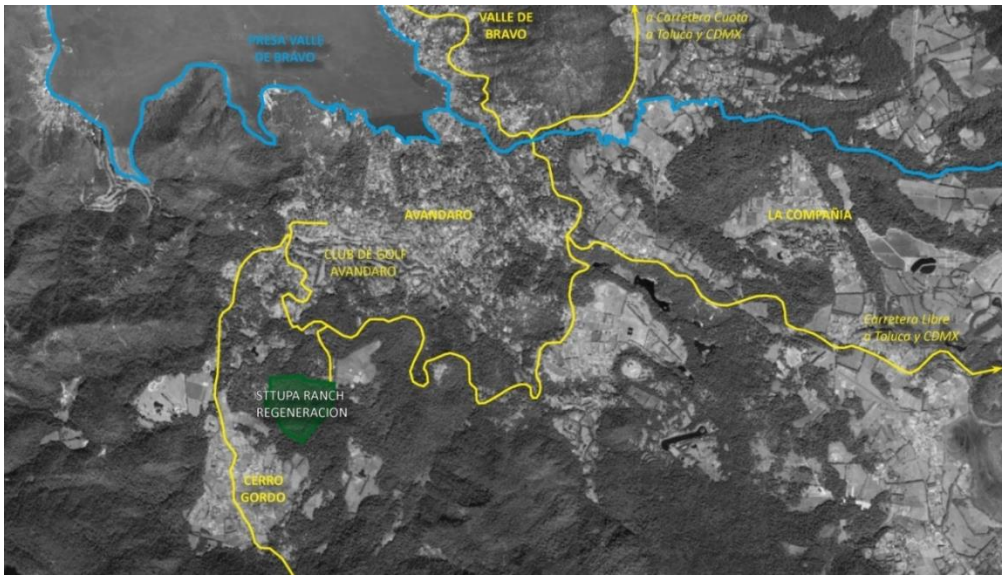


Imagen II.3. Ubicación dentro del municipio de Valle de Bravo del área del proyecto

El predio donde se ubica el proyecto se localiza en las siguientes georreferencias dentro del sistema de coordenadas UTM (universal transversal de Mercator), zona 14 Q:

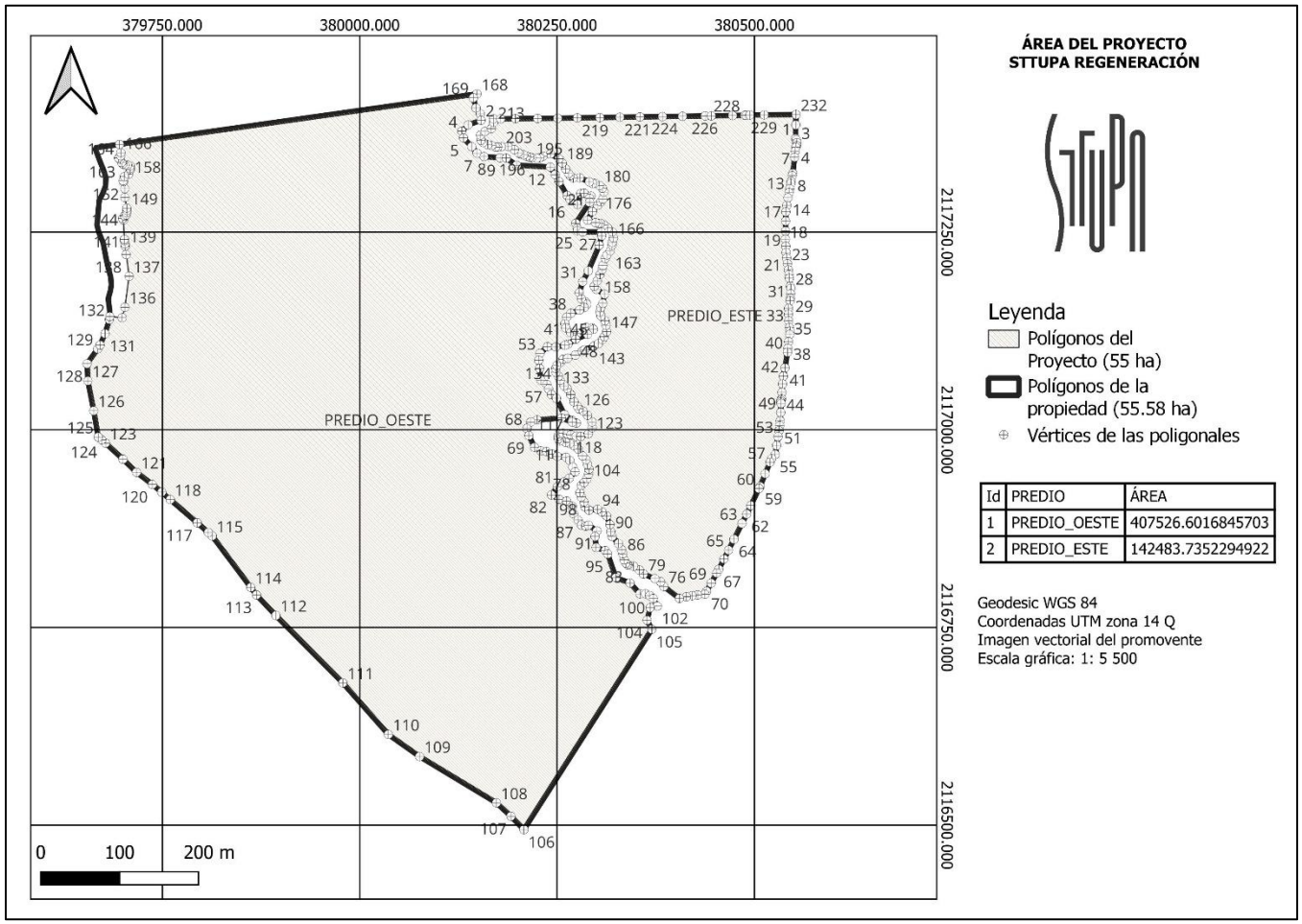
Tabla II.1. Coordenadas del conjunto del polígono de la propiedad

Vértice	m E	m N	Vértice	m E	m N	Vértice	m E	m N	Vértice	m E	m N
0	380,368.00	2,116,775.00	40	379,685.00	2,117,183.00	80	380,553.00	2,117,399.00	120	380,542.00	2,117,103.00
1	380,366.00	2,116,767.00	41	379,685.00	2,117,193.00	81	380,552.00	2,117,386.00	121	380,542.00	2,117,098.00
2	380,364.00	2,116,759.00	42	379,681.00	2,117,206.00	82	380,552.00	2,117,368.00	122	380,539.00	2,117,078.00
3	380,367.00	2,116,753.00	43	379,678.00	2,117,218.00	83	380,553.00	2,117,367.00	123	380,537.00	2,117,068.00
4	380,370.00	2,116,748.00	44	379,675.00	2,117,236.00	84	380,554.00	2,117,363.00	124	380,536.00	2,117,058.00
5	380,208.00	2,116,494.00	45	379,670.00	2,117,250.00	85	380,553.00	2,117,360.00	125	380,535.00	2,117,047.00
6	380,192.00	2,116,511.00	46	379,667.00	2,117,259.00	86	380,553.00	2,117,358.00	126	380,535.00	2,117,039.00
7	380,173.00	2,116,528.00	47	379,670.00	2,117,291.00	87	380,552.00	2,117,352.00	127	380,534.00	2,117,037.00
8	380,076.00	2,116,587.00	48	379,674.00	2,117,298.00	88	380,551.00	2,117,345.00	128	380,534.00	2,117,035.00
9	380,036.00	2,116,615.00	49	379,678.00	2,117,308.00	89	380,549.00	2,117,324.00	129	380,534.00	2,117,033.00
10	379,979.00	2,116,680.00	50	379,678.00	2,117,319.00	90	380,548.00	2,117,321.00	130	380,533.00	2,117,022.00
11	379,894.00	2,116,765.00	51	379,676.00	2,117,327.00	91	380,547.00	2,117,314.00	131	380,533.00	2,117,011.00
12	379,869.00	2,116,791.00	52	379,671.00	2,117,340.00	92	380,546.00	2,117,312.00	132	380,532.00	2,117,005.00
13	379,862.00	2,116,801.00	53	379,665.00	2,117,357.00	93	380,545.00	2,117,305.00	133	380,531.00	2,116,999.00
14	379,813.00	2,116,866.00	54	380,005.00	2,117,405.00	94	380,544.00	2,117,300.00	134	380,530.00	2,116,991.00
15	379,808.00	2,116,870.00	55	380,005.00	2,117,405.00	95	380,543.00	2,117,294.00	135	380,528.00	2,116,980.00
16	379,794.00	2,116,882.00	56	380,122.00	2,117,421.00	96	380,541.00	2,117,284.00	136	380,526.00	2,116,969.00
17	379,760.00	2,116,912.00	57	380,149.00	2,117,425.00	97	380,540.00	2,117,276.00	137	380,522.00	2,116,963.00
18	379,749.00	2,116,921.00	58	380,144.00	2,117,420.00	98	380,540.00	2,117,264.00	138	380,520.00	2,116,959.00
19	379,737.00	2,116,931.00	59	380,147.00	2,117,407.00	99	380,540.00	2,117,251.00	139	380,514.00	2,116,944.00
20	379,717.00	2,116,946.00	60	380,153.00	2,117,400.00	100	380,539.00	2,117,241.00	140	380,507.00	2,116,928.00
21	379,700.00	2,116,963.00	61	380,154.00	2,117,393.00	101	380,540.00	2,117,232.00	141	380,506.00	2,116,926.00
22	379,678.00	2,116,983.00	62	380,163.00	2,117,393.00	102	380,540.00	2,117,224.00	142	380,496.00	2,116,904.00
23	379,673.00	2,116,987.00	63	380,179.00	2,117,393.00	103	380,541.00	2,117,217.00	143	380,490.00	2,116,893.00
24	379,668.00	2,116,987.00	64	380,197.00	2,117,393.00	104	380,542.00	2,117,210.00	144	380,484.00	2,116,882.00
25	379,659.00	2,117,024.00	65	380,226.00	2,117,394.00	105	380,543.00	2,117,202.00	145	380,474.00	2,116,862.00
26	379,653.00	2,117,064.00	66	380,251.00	2,117,394.00	106	380,544.00	2,117,196.00	146	380,467.00	2,116,848.00
27	379,654.00	2,117,081.00	67	380,276.00	2,117,394.00	107	380,544.00	2,117,192.00	147	380,462.00	2,116,837.00
28	379,655.00	2,117,084.00	68	380,304.00	2,117,395.00	108	380,546.00	2,117,182.00	148	380,456.00	2,116,825.00
29	379,668.00	2,117,102.00	69	380,330.00	2,117,395.00	109	380,546.00	2,117,179.00	149	380,455.00	2,116,823.00
30	379,669.00	2,117,103.00	70	380,355.00	2,117,396.00	110	380,546.00	2,117,172.00	150	380,452.00	2,116,819.00
31	379,671.00	2,117,107.00	71	380,384.00	2,117,396.00	111	380,546.00	2,117,166.00	151	380,445.00	2,116,806.00
32	379,677.00	2,117,122.00	72	380,409.00	2,117,396.00	112	380,545.00	2,117,163.00	152	380,439.00	2,116,796.00
33	379,683.00	2,117,140.00	73	380,438.00	2,117,397.00	113	380,543.00	2,117,153.00	153	380,437.00	2,116,792.00
34	379,683.00	2,117,143.00	74	380,446.00	2,117,397.00	114	380,543.00	2,117,146.00	154	380,428.00	2,116,791.00
35	379,683.00	2,117,151.00	75	380,472.00	2,117,397.00	115	380,544.00	2,117,138.00	155	380,421.00	2,116,790.00
36	379,682.00	2,117,158.00	76	380,488.00	2,117,398.00	116	380,545.00	2,117,129.00	156	380,414.00	2,116,789.00
37	379,682.00	2,117,159.00	77	380,490.00	2,117,398.00	117	380,545.00	2,117,125.00	157	380,405.00	2,116,787.00
38	379,681.00	2,117,166.00	78	380,494.00	2,117,398.00	118	380,545.00	2,117,121.00	158	380,397.00	2,116,785.00
39	379,684.00	2,117,176.00	79	380,512.00	2,117,398.00	119	380,543.00	2,117,112.00	159	380,390.00	2,116,784.00
									160	380,377.00	2,116,777.00
									161	380,368.00	2,116,775.00

Tabla II.2. Coordenadas de la poligonal del Área del Proyecto.

Vért.	m Este	m Norte	Vért.	m Este	m Norte	Vért.	m Este	m Norte	Vért.	m Este	m Norte
0	380,552.49	2,117,385.66	102	380,287.90	2,116,938.30	204	380,174.65	2,117,357.67	306	380,236.68	2,116,972.53
1	380,552.16	2,117,368.41	103	380,290.07	2,116,944.12	205	380,172.21	2,117,357.67	307	380,243.85	2,116,969.22
2	380,553.22	2,117,366.77	104	380,290.63	2,116,950.20	206	380,167.19	2,117,359.38	308	380,250.35	2,116,966.49
3	380,553.96	2,117,363.13	105	380,288.68	2,116,956.06	207	380,162.35	2,117,360.41	309	380,261.36	2,116,965.32
4	380,553.49	2,117,359.57	106	380,286.88	2,116,962.28	208	380,156.31	2,117,363.45	310	380,266.22	2,116,961.23
5	380,552.51	2,117,357.53	107	380,282.53	2,116,967.06	209	380,153.73	2,117,366.30	311	380,269.90	2,116,952.86
6	380,551.97	2,117,352.44	108	380,277.09	2,116,975.45	210	380,153.09	2,117,372.75	312	380,273.00	2,116,946.89
7	380,551.05	2,117,344.67	109	380,271.15	2,116,980.25	211	380,158.73	2,117,377.40	313	380,265.53	2,116,938.83
8	380,548.75	2,117,324.41	110	380,266.03	2,116,982.63	212	380,166.86	2,117,381.04	314	380,258.49	2,116,933.91
9	380,547.89	2,117,321.39	111	380,261.28	2,116,984.03	213	380,169.71	2,117,388.96	315	380,250.62	2,116,928.20
10	380,546.64	2,117,314.18	112	380,253.38	2,116,985.75	214	380,169.58	2,117,393.27	316	380,242.88	2,116,917.64
11	380,546.23	2,117,311.51	113	380,251.68	2,116,988.60	215	380,178.56	2,117,393.26	317	380,252.83	2,116,912.00
12	380,544.79	2,117,304.63	114	380,251.55	2,116,991.95	216	380,197.28	2,117,393.48	318	380,262.25	2,116,909.88
13	380,543.85	2,117,300.00	115	380,252.93	2,116,995.16	217	380,225.55	2,117,393.76	319	380,269.30	2,116,903.14
14	380,542.55	2,117,293.53	116	380,257.51	2,116,995.59	218	380,250.83	2,117,394.08	320	380,271.10	2,116,893.75
15	380,541.07	2,117,283.79	117	380,263.42	2,116,994.56	219	380,275.73	2,117,394.44	321	380,276.48	2,116,886.06
16	380,539.81	2,117,275.61	118	380,267.69	2,116,993.70	220	380,304.23	2,117,394.91	322	380,280.83	2,116,879.59
17	380,539.59	2,117,263.96	119	380,274.37	2,116,992.02	221	380,329.62	2,117,395.31	323	380,286.49	2,116,878.12
18	380,539.51	2,117,251.39	120	380,280.10	2,116,991.48	222	380,355.03	2,117,395.71	324	380,289.91	2,116,879.40
19	380,539.43	2,117,241.19	121	380,289.83	2,116,995.12	223	380,383.63	2,117,396.13	325	380,300.64	2,116,872.09
20	380,539.80	2,117,232.18	122	380,294.45	2,117,002.50	224	380,409.03	2,117,396.47	326	380,298.23	2,116,865.02
21	380,540.18	2,117,224.33	123	380,294.32	2,117,009.93	225	380,437.69	2,117,396.97	327	380,299.48	2,116,851.12
22	380,540.90	2,117,217.24	124	380,288.65	2,117,018.33	226	380,445.51	2,117,397.09	328	380,311.11	2,116,847.34
23	380,541.83	2,117,210.17	125	380,282.82	2,117,023.88	227	380,472.39	2,117,397.49	329	380,314.30	2,116,842.96
24	380,543.02	2,117,202.25	126	380,277.70	2,117,026.57	228	380,487.72	2,117,397.70	330	380,324.57	2,116,812.90
25	380,543.75	2,117,196.30	127	380,275.50	2,117,030.40	229	380,489.61	2,117,397.75	331	380,342.48	2,116,806.28
26	380,544.33	2,117,191.67	128	380,271.47	2,117,035.42	230	380,494.36	2,117,398.27	332	380,355.08	2,116,792.49
27	380,545.59	2,117,181.51	129	380,267.16	2,117,044.57	231	380,512.46	2,117,398.34	333	380,362.06	2,116,792.60
28	380,546.25	2,117,178.77	130	380,262.67	2,117,052.33	232	380,552.90	2,117,398.62	334	380,367.40	2,116,790.40
29	380,545.97	2,117,172.00	131	380,259.02	2,117,055.71	233	380,552.49	2,117,385.66	335	380,371.92	2,116,786.72
30	380,545.74	2,117,166.09	132	380,254.05	2,117,062.50	234	380,147.31	2,117,407.02	336	380,377.09	2,116,776.96
31	380,545.40	2,117,163.22	133	380,251.90	2,117,067.77	235	380,152.92	2,117,399.51	337	380,367.95	2,116,774.91
32	380,543.31	2,117,153.45	134	380,248.64	2,117,072.66	236	380,153.68	2,117,391.54	338	380,364.17	2,116,759.18
33	380,543.20	2,117,146.06	135	380,248.37	2,117,077.77	237	380,137.49	2,117,385.66	339	380,370.11	2,116,747.73
34	380,543.57	2,117,137.80	136	380,249.84	2,117,081.54	238	380,129.27	2,117,377.73	340	380,208.04	2,116,494.39
35	380,544.54	2,117,129.36	137	380,254.42	2,117,085.44	239	380,131.49	2,117,369.21	341	380,191.60	2,116,511.24
36	380,545.39	2,117,124.70	138	380,257.75	2,117,089.32	240	380,141.80	2,117,358.16	342	380,173.24	2,116,528.22
37	380,544.79	2,117,120.63	139	380,263.55	2,117,090.57	241	380,148.82	2,117,349.65	343	380,075.94	2,116,586.79
38	380,543.44	2,117,111.52	140	380,273.25	2,117,094.60	242	380,157.61	2,117,345.52	344	380,036.37	2,116,614.65
39	380,542.48	2,117,103.02	141	380,281.77	2,117,099.34	243	380,177.78	2,117,344.07	345	379,978.67	2,116,679.93
40	380,541.94	2,117,098.05	142	380,284.83	2,117,101.19	244	380,185.73	2,117,343.60	346	379,893.79	2,116,765.13
41	380,538.82	2,117,078.31	143	380,296.98	2,117,106.09	245	380,198.90	2,117,334.63	347	379,869.23	2,116,791.15
42	380,536.75	2,117,067.75	144	380,302.37	2,117,108.89	246	380,241.41	2,117,332.41	348	379,861.98	2,116,800.79
43	380,535.72	2,117,057.90	145	380,307.57	2,117,114.16	247	380,247.73	2,117,322.76	349	379,813.09	2,116,865.85
44	380,535.00	2,117,047.37	146	380,309.90	2,117,117.66	248	380,252.65	2,117,313.88	350	379,808.26	2,116,870.07
45	380,534.51	2,117,039.14	147	380,312.99	2,117,124.20	249	380,262.93	2,117,296.30	351	379,794.17	2,116,882.45
46	380,533.77	2,117,037.13	148	380,312.22	2,117,132.10	250	380,266.46	2,117,291.34	352	379,759.98	2,116,911.74
47	380,533.51	2,117,034.97	149	380,310.76	2,117,137.78	251	380,276.06	2,117,284.90	353	379,749.25	2,116,921.15
48	380,533.92	2,117,033.31	150	380,305.73	2,117,143.94	252	380,280.10	2,117,298.84	354	379,737.36	2,116,930.95

Vért.	m Este	m Norte	Vért.	m Este	m Norte	Vért.	m Este	m Norte	Vért.	m Este	m Norte
49	380,533.36	2,117,021.88	151	380,304.30	2,117,149.09	253	380,284.50	2,117,299.33	355	379,717.29	2,116,946.25
50	380,532.85	2,117,011.31	152	380,305.39	2,117,154.55	254	380,293.21	2,117,295.61	356	379,700.13	2,116,962.82
51	380,532.11	2,117,005.29	153	380,308.04	2,117,159.90	255	380,291.25	2,117,292.78	357	379,678.02	2,116,983.21
52	380,531.33	2,116,999.02	154	380,310.29	2,117,171.44	256	380,291.27	2,117,287.68	358	379,672.94	2,116,987.43
53	380,530.02	2,116,991.39	155	380,299.76	2,117,177.72	257	380,273.68	2,117,261.24	359	379,668.78	2,116,990.87
54	380,528.29	2,116,980.27	156	380,297.23	2,117,181.60	258	380,275.41	2,117,254.82	360	379,663.10	2,117,024.10
55	380,526.47	2,116,968.80	157	380,300.91	2,117,188.38	259	380,275.67	2,117,251.99	361	379,655.69	2,117,061.90
56	380,522.02	2,116,963.49	158	380,304.47	2,117,196.44	260	380,282.64	2,117,250.30	362	379,654.68	2,117,083.57
57	380,519.86	2,116,959.03	159	380,307.12	2,117,202.79	261	380,306.07	2,117,250.21	363	379,668.15	2,117,102.43
58	380,513.79	2,116,944.45	160	380,308.15	2,117,207.92	262	380,306.67	2,117,245.52	364	379,671.01	2,117,107.16
59	380,507.30	2,116,928.31	161	380,311.22	2,117,216.72	263	380,303.50	2,117,233.43	365	379,677.41	2,117,121.60
60	380,505.79	2,116,925.68	162	380,313.44	2,117,221.17	264	380,289.76	2,117,201.13	366	379,682.90	2,117,139.51
61	380,495.66	2,116,904.31	163	380,317.57	2,117,226.47	265	380,282.64	2,117,187.43	367	379,683.38	2,117,143.25
62	380,490.42	2,116,893.46	164	380,319.72	2,117,233.87	266	380,278.14	2,117,173.39	368	379,683.37	2,117,143.31
63	380,484.33	2,116,881.58	165	380,319.94	2,117,237.13	267	380,280.96	2,117,165.44	369	379,699.00	2,117,141.82
64	380,474.30	2,116,861.64	166	380,321.66	2,117,242.73	268	380,286.21	2,117,161.70	370	379,702.45	2,117,155.02
65	380,467.31	2,116,847.88	167	380,320.18	2,117,250.09	269	380,287.84	2,117,158.77	371	379,707.84	2,117,194.21
66	380,461.59	2,116,836.56	168	380,314.19	2,117,255.42	270	380,284.45	2,117,154.61	372	379,704.30	2,117,221.64
67	380,454.94	2,116,823.48	169	380,309.25	2,117,259.11	271	380,278.53	2,117,151.56	373	379,702.92	2,117,232.32
68	380,452.35	2,116,818.85	170	380,304.91	2,117,261.33	272	380,267.54	2,117,147.32	374	379,702.53	2,117,235.36
69	380,445.27	2,116,806.13	171	380,301.93	2,117,261.05	273	380,262.35	2,117,142.49	375	379,702.02	2,117,239.26
70	380,439.49	2,116,795.74	172	380,298.68	2,117,262.02	274	380,259.98	2,117,134.16	376	379,701.83	2,117,240.78
71	380,437.46	2,116,792.05	173	380,288.88	2,117,264.96	275	380,261.16	2,117,128.83	377	379,700.64	2,117,265.20
72	380,428.08	2,116,791.16	174	380,294.86	2,117,276.07	276	380,267.32	2,117,122.71	378	379,699.63	2,117,267.24
73	380,421.18	2,116,790.29	175	380,301.72	2,117,284.05	277	380,275.71	2,117,121.70	379	379,702.16	2,117,270.59
74	380,413.92	2,116,788.86	176	380,305.42	2,117,288.19	278	380,286.71	2,117,129.57	380	379,704.35	2,117,271.89
75	380,405.09	2,116,786.80	177	380,308.09	2,117,291.85	279	380,294.67	2,117,128.71	381	379,704.70	2,117,274.54
76	380,385.37	2,116,801.86	178	380,309.31	2,117,300.76	280	380,296.04	2,117,127.00	382	379,705.23	2,117,277.48
77	380,381.21	2,116,807.80	179	380,307.33	2,117,305.75	281	380,288.80	2,117,120.73	383	379,704.89	2,117,280.45
78	380,373.97	2,116,811.82	180	380,303.83	2,117,308.95	282	380,273.69	2,117,114.57	384	379,702.43	2,117,293.94
79	380,359.46	2,116,817.53	181	380,297.70	2,117,311.56	283	380,263.99	2,117,108.55	385	379,702.39	2,117,305.13
80	380,354.15	2,116,822.72	182	380,295.18	2,117,311.42	284	380,260.11	2,117,106.85	386	379,700.71	2,117,313.72
81	380,346.99	2,116,827.55	183	380,291.01	2,117,313.54	285	380,248.43	2,117,104.68	387	379,700.33	2,117,315.04
82	380,340.31	2,116,828.93	184	380,278.74	2,117,318.78	286	380,237.95	2,117,105.07	388	379,701.98	2,117,320.17
83	380,339.10	2,116,829.53	185	380,270.45	2,117,318.66	287	380,228.55	2,117,096.72	389	379,707.16	2,117,323.17
84	380,337.47	2,116,831.36	186	380,266.42	2,117,321.60	288	380,226.77	2,117,087.93	390	379,709.31	2,117,329.10
85	380,334.90	2,116,835.49	187	380,264.63	2,117,324.22	289	380,227.91	2,117,077.63	391	379,709.25	2,117,330.67
86	380,333.41	2,116,843.19	188	380,261.12	2,117,329.84	290	380,229.63	2,117,062.93	392	379,709.26	2,117,333.64
87	380,331.60	2,116,848.59	189	380,256.55	2,117,337.50	291	380,237.16	2,117,057.37	393	379,705.97	2,117,334.79
88	380,327.94	2,116,856.19	190	380,252.67	2,117,342.84	292	380,239.30	2,117,051.75	394	379,702.54	2,117,334.82
89	380,319.75	2,116,865.08	191	380,241.58	2,117,348.71	293	380,242.77	2,117,044.52	395	379,699.90	2,117,336.20
90	380,318.08	2,116,871.18	192	380,232.55	2,117,346.12	294	380,249.16	2,117,039.91	396	379,698.32	2,117,338.16
91	380,317.13	2,116,880.08	193	380,228.18	2,117,344.07	295	380,259.35	2,117,019.16	397	379,696.44	2,117,342.10
92	380,312.92	2,116,891.07	194	380,224.33	2,117,343.42	296	380,269.54	2,117,011.75	398	379,694.56	2,117,343.71
93	380,306.78	2,116,896.29	195	380,218.01	2,117,344.16	297	380,274.49	2,117,008.49	399	379,697.08	2,117,346.54
94	380,301.37	2,116,899.52	196	380,215.48	2,117,344.70	298	380,269.16	2,117,009.86	400	379,697.39	2,117,350.54
95	380,290.49	2,116,898.39	197	380,211.23	2,117,346.13	299	380,255.51	2,117,014.92	401	379,695.70	2,117,361.02
96	380,285.26	2,116,902.73	198	380,207.58	2,117,347.66	300	380,224.89	2,117,012.45	402	380,148.56	2,117,424.89
97	380,284.02	2,116,908.88	199	380,202.99	2,117,348.96	301	380,216.78	2,117,009.82	403	380,143.97	2,117,419.88
98	380,280.69	2,116,915.05	200	380,200.88	2,117,350.59	302	380,211.79	2,117,001.84	404	380,147.31	2,117,407.02
99	380,278.98	2,116,920.37	201	380,195.98	2,117,354.24	303	380,214.46	2,116,992.79			
100	380,280.77	2,116,929.70	202	380,188.05	2,117,358.23	304	380,221.43	2,116,978.01			
101	380,284.11	2,116,933.27	203	380,179.53	2,117,358.07	305	380,229.56	2,116,973.32			



Mapa II.3. Área del proyecto

II.1.6. INVERSIÓN REQUERIDA.

El proyecto se estima en un costo de la inversión de $ 223,287,650.98 (Doscientos veintitrés millones doscientos ochenta y siete mil seiscientos cincuenta pesos 98/100 m.n.), que integra: 1) el costo del proyecto en sus 3 etapas, 2) el monto de la compensación calculada, 3) el costro de la implementación de las medidas, y 4) el pago de derechos correspondiente al trámite para realizar el dictamen técnico; que se desglosan de la siguiente manera:

Tabla II.3. Inversión requerida para el proyecto

	CONCEPTO	COSTO ($)
	Proyecto	**202,000,000.00**
1	Preparación del Sitio	80,000,000.00
2	Construcción	120,000,000.00
3	Mantenimiento	2,000,000.00
	Compensación Ambiental	**2,197,158.30**
4	Compensación	2,197,158.30
	Medidas	**18,978,719.68**
5	Restauración, Reforestación y Proyecto de Flora	1,554,404.38
6	Protección de Fauna	4,106,557.30
7	Prevención y combate de incendios	540,000.00
8	Restauración de Suelos	186,000.00
9	Manejo de Cauce	
10	Turismo Sustentable	3,100,000.00
11	Agroecología y Gastronomía	418,855.00
12	Vivero permanente forestal y agroecológico/Sala Forestal	7,488,903.00
13	Área Destinada Voluntariamente a la Conservación	1,584,000.00
	Dictamen Técnico Unificado	
14	Pago de Derechos	111,773.00
	TOTAL	**223,287,650.98**

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

Una característica fundamental del proyecto, constituye el origen del proceso de la gestión para su autorización, que responde al interés del promovente que ha integrado el valor, la importancia y potencial ambiental que posee el predio para destinarlo prioritariamente para la conservación mediante el establecimiento de una ADVC, y de los cuales 19 subunidades se integran en proyectos de casas habitación con un enfoque de adaptación al Cambio climático con una arquitectura y construcción ecológica regenerativa integrado a la naturaleza (valor potencial del sitio), y cuatro subunidades para fines de fortalecimiento de la educación ambiental, agroalimentario y de capacitación profesional para generar cadenas de valor resilientes.

Ahora bien, el sitio del proyecto tiene obras que se realizaron previamente, sin cotar con la autorización de Cambio de uso de Suelo, e impacto ambiental; razón por la cual en atención al resolutivo respctivo de la autoridad, obra un procedimiento administrativo ambiental para autorizar las medidas de compensación, restauración y reforestación; así como de protección de flora, fauna y calidad del cauce ocasionadas por

la realización de dichas obras. Por consiguiente, es importante declarar aquellas obras que integran al proyecto presente a fin de obtener la autorización para el Cambio de Uso del Suelo, y someter a evaluación el impacto y las medidas pertinentes a fin de evitar daños a los ecosistemas, sus servicios ambientales.

Por lo anterior, se tiene que el proyecto presenta obras existentes en distintas etapas del proceso constructivo, en una superficie de 47,955.62 m^2, que por sus características son de permanente, no restaurables, por consiguiente, susceptibles a compensar. Estas representan el 7.81% de la superficie total del Proyecto. Ahora bien, se encontraron obras que, derivadas de actividades necesarias para el proceso constructivo, y que no generaron impactos permanentes, por lo que las superficies afectadas son restaurables, así como su funcionalidad, correspondiendo a una superficie de afectación temporal de 38, 294.17 m^2, mismas que están integradas al procedimiento de restauración respectivo, y que serán integradas 22,000 m^2 de superficie de afectación temporal durante la ejecución del proyecto.

Tabla II.4. Obras existentes dentro del proyecto

OBRA EXISTENTES	SUPERFICIE
Obras habitacionales	5,016.34
Obras generales	42,939.25
Total	**47,955.62**

Tabla II.5. Distribución de áreas de edificaciones y superficies de afectación permanente (COS) y temporales.

ESPACIO		Sub Unidad m²	PROYECTO m²	EDA					DTU						
				Avance Obra Negra %	Estimado Obra Negra m² (CUS)	Desplante m² Afectación Permanente m² (COS)	Desplante m² Afectación permanente % del lote	Afectación Temporal fuera del area de desplante	Por construir (CUS) m²	CUS %	Desplante m² Afectación Permanente m² (COS)	Desplante m² Afectación Temporal m²	Desplante m² Desplante total del proyecto Stupa Ranch %	Afectación Temporal fuera del area de desplante	COS m²
Sub-unidad 1	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,006.93	2,000.00						2,000.00	10.00	1,000.35	500.00	5.00	500.00	1,000.35
Sub-unidad 2	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,017.29	2,000.00						2,000.00	9.99	1,000.86	500.00	5.00	500.00	1,000.86
Sub-unidad 3	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,196.09	2,000.00						2,000.00	9.90	1,009.80	500.00	5.00	500.00	1,009.80
Sub-unidad 4	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,133.83	2,000.00						2,000.00	9.93	1,006.69	500.00	5.00	500.00	1,006.69
Sub-unidad 5	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	33,894.73	1,956.52	65%	1,271.74	1,350.70	3.98		**684.78**	5.77	**344.04**		5.00	500.00	1,694.74
Sub-unidad 6	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,458.82	2,000.00						2,000.00	9.78	1,022.94	500.00	5.00	500.00	1,022.94
Sub-unidad 7	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	22,891.88	1,081.25	30%	324.38	227.05	0.99		**756.88**	4.72	**917.54**		5.00	500.00	1,144.59
Sub-unidad 8	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	25,256.85	1,554.94	50%	777.47	950.68	3.76		**777.47**	6.16	**312.16**		5.00	500.00	1,262.84
Sub-unidad 9	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	24,121.81	2,000.00						2,000.00	8.29	1,206.09	500.00	5.00	500.00	1,206.09
Sub-unidad 10	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	26,760.96	2,000.00						2,000.00	7.47	1,338.05	500.00	5.00	500.00	1,338.05
Sub-unidad 11	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	21,707.64	2,000.00						2,000.00	9.21	1,085.38	500.00	5.00	500.00	1,085.38
Sub-unidad 12	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,839.21	2,000.00						2,000.00	9.60	1,041.96	500.00	5.00	500.00	1,041.96
Sub-unidad 13	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,067.67	2,000.00						2,000.00	9.97	1,003.38	500.00	5.00	500.00	1,003.38
Sub-unidad 14	*Infraestructura de capacitación en agroecología y gastronomía, viveros forestal - agroecológico y oficinas administrativas del ADVC con sala audiovisual educativa*	20,917.05	2,000.00						2,000.00	9.56	1,045.85	500.00	5.00	500.00	1,045.85
Sub-unidad 15	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,172.99	2,000.00						2,000.00	9.91	1,008.65	500.00	5.00	500.00	1,008.65
Sub-unidad 16	*Infraestructura de capacitación y prácticas profesionales en Turismo Sustentable*	20,008.20	2,000.00	2.44%	48.71	244.11	1.22		**1,951.29**	10.00	**756.30**		5.00	500.00	1,000.41
Sub-unidad 17	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,006.53	2,000.00	21.87%	437.39	511.12	2.55		**1,562.61**	10.00	**489.21**		5.00	500.00	1,000.33
Sub-unidad 18	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,432.22	2,000.00	7.29%	145.80	350.46	1.72		**1,854.20**	9.79	**671.15**		5.00	500.00	1,021.61
Sub-unidad 19	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,097.86	2,000.00	3.64%	72.80	508.35	2.53		**1,927.20**	9.95	**496.54**		5.00	500.00	1,004.89
Sub-unidad 20	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,171.81	2,000.00						2,000.00	9.91	1,008.59	500.00	5.00	500.00	1,008.59
Sub-unidad 21	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,037.58	2,000.00						2,000.00	9.98	1,001.88	500.00	5.00	500.00	1,001.88
Sub-unidad 22	*Infraestructura de capacitación y prácticas profesionales en Turismo Sustentable*	20,010.01	2,000.00	50.18%	1,003.60	873.90	4.37		**996.40**	9.99	**126.60**	500.00	5.00	500.00	1,000.50
Subtotal uso habitacional		**478,207.96**	42,592.71			**5,016.37**	**0.91**		**38,510.84**		**18,894.03**	**7,500.00**		**11,000.00**	**23,910.40**
						6.30%									
General	Caseta 2		232.00	100%	232.00	232.00									
	Caseta 4		59.85	100%	59.85	59.85									
Caminos	Caminos de rodamiento (*incluye estacionamientos)											**9,900.00**			
	Caminos de piedra y concreto (Vialidades)		20,943.55	100%	20,943.55	20,943.55									
Caminos y accesos	Caminos y brechas rehabilitados (terracerías)		18,541.77	37%		6,899.34									11,642.43
	Barda perimetral (piedra)		3,081.85	67%	2,054.85	2,491.60									1,027.00
Puentes	Puente metalico	71,802.34	312.00	62%	194.30	194.30									117.70
	Puente piedra		122.27	100%		122.27									**12,787.13**
Pasos vehiculares	Cortina 1		287.33	100%		287.33									
	Cortina 2		233.42	100%		233.42									
	Cortina 3		80.96	100%		80.96									
	Cortina 4		65.94	100%		65.94									
Diversas	Otras obras y actividades temporales		38,294.17	100%				**38,294.17**							
Embalse	Vasos de presa		11,328.69	100%		11,328.69									
Subtotal áreas generales			**93,583.80**			**42,939.25**	**7.81%**								
TOTALES		**550,010.300**				**47,955.62**	**8.72%**								

RESUMEN DE RESULTADOS CLAVE			
	m2	**%**	
COS / Proyecto SRR	79,636.776	14.48	**Compensar**
ÁDVC / Proyecto SRR	470,373.524	85.52	
	550,010.300	**100.000**	
Afectación temporal	59,194.170	10.762	**Restaurar**

ESPACIO		Sub Unidad (m²)	OBSERVACIONES
AIA	Area para Interpretación Ambiental	5,877.70	Esta Subunidad NO esta incluido en el DTU actual, complementa los m² totales contra escrituras. No existen afectaciones en su interior, y la idea es preservarlo en su estado natural como un Area para Interpretacion Ambiental

II.2.1. SUBUNIDADES.

El proyecto se compone por **22 subunidades** con áreas de entre 2 y 3.3 ha. Dentro de cada uno se permitirá un área de Desplante máxima de 1,000 m² (máx. 5% del área de la subunidad) y un Área Recreativa Silvestre máxima de 1,500 m² (máx. 7.5% del área de la subunidad). El resto del área de cada subunidad se considera Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC). Cuando la subunidad abarque parte de la Zona Núcleo ADVC y la cual se considera intocable, por lo que se prohíbe cualquier actividad, instalación u obra, por consiguiente, de acceso restringido; por ello, el área de desplante y el área recreativa silvestre deben ubicarse fuera de esta zona. El proyecto se atiene a lineamientos, especificaciones, y criterios establecidos como se analiza en el Capítulo II. 2.2 sobre viviendas en el presente documento. No se permite la delimitación de las subunidades mediante bardas ni muros divisorios, y donde se requiera privacidad se contará con una paleta de especies que cumplen con los lineamientos del PM del ANP-VB, evitando la introducción de plantas de jardinería que sean exóticas e invasoras, aplicando diseños y materiales, que garanticen la movilidad de la fauna silvestre, y la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes.

II.2.2. CASA HABITACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE CAPACITACIÓN.

Las 22 edificaciones se distribuyen de manera espaciadas para no generar impacto visual, o conglomeración de construcciones, para dar cumplimiento a la normativa ambiental. La superficie de desplante de las subunidades suma un total 23,910.40 m^2 que corresponde al 5% del total de la superficie para uso habitacional (478,207.96 m^2), y el 4.35% de la superficie total del área del proyecto, el resto de la superficie es destinada para el establecimiento de la ADVC. La superficie de las subunidades varía de entre 2,006.53 y 33,894.73 m^2 (2 ha); con un desplante de superficie para construcción (COS) de entre 1000-1,694.74 m^2 (1,086 m^2 promedio) y un Coeficiente de Uso del Suelo (CUS) estándar de 2,000 m^2 por subunidad. Estas se ubicarán en claros o terrenos sin vegetación leñosa correspondiente a bosque templado, en pendiente menor a 35%, sobre terrenos con vegetación templada, de bosque de pino-encino. Todas las construcciones cumplen con criterios normativos ambientales y habitacionales, de los cuales destacan que:

- Se localiza su desplante y áreas recreativas (buffer habitacional) en pendientes menores de 35%.
- Su altura no rebasa la altura promedio del arbolado.
- Se localizan en claros de bosque templado, o de menor densidad y volumen.
- Respetan cañadas, y zonas federales.

Para la construcción en las subunidades con avance de obras, serán complementadas con un diseño constructivo de menor impacto. En total de las obras de edificaciones proyectadas, se estima un COS de 18,894.03 m^2, que corresponde a la culminación de las obras iniciadas y la conclusión del resto de las edificaciones proyectadas.

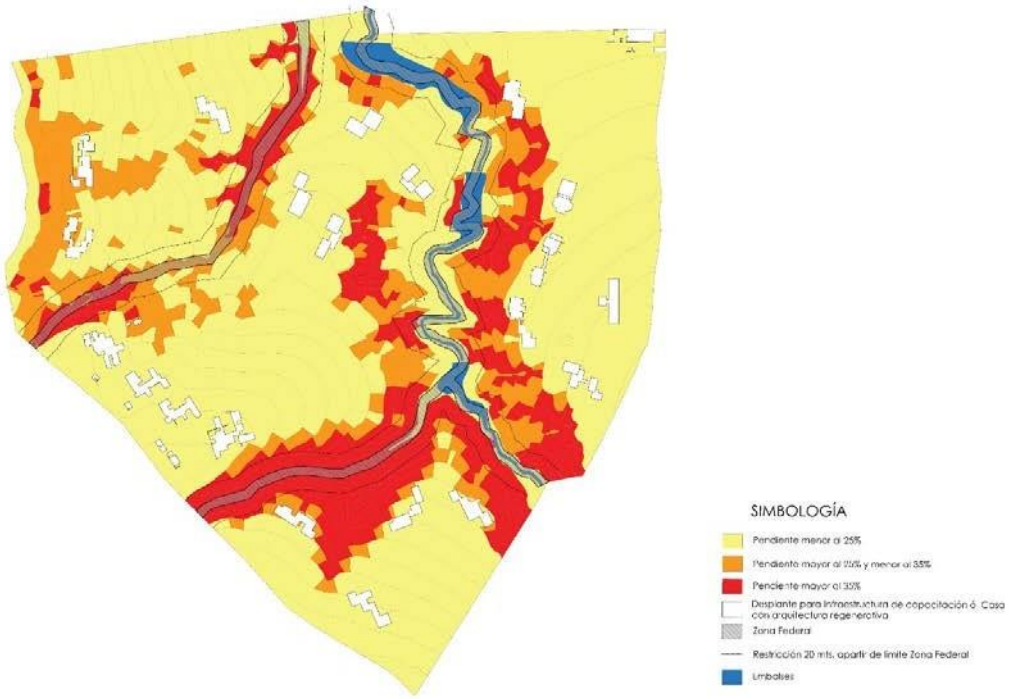


Imagen II.4. Rangos de pendientes en la topografía del área del proyecto, y la distribución de edificaciones, respetando las restricciones normativas.

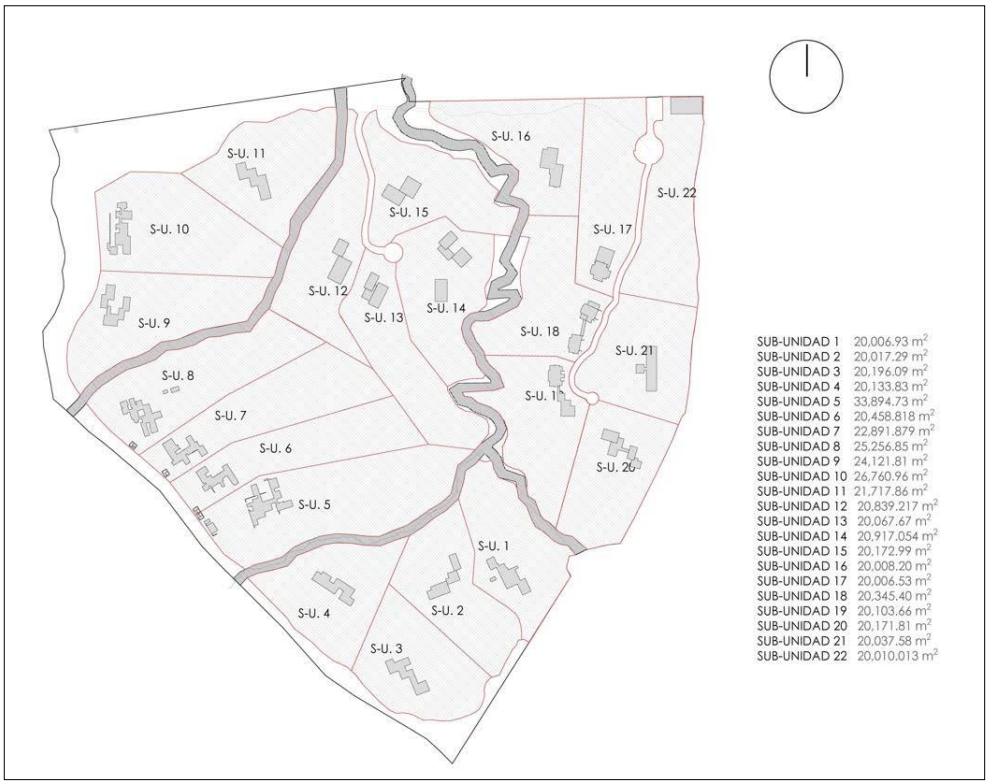


Imagen II.5. Distribución de las subunidades dentro del Área del Proyecto, y superficie de cada una

La arquitectura diseñada en todas las subunidades tiene una clara orientación medio ambiental regenerativa, respetando las especificaciones del programa de manejo del área natural protegida y del programa municipal de desarrollo urbano Valle de Bravo. El diseño de los edificios se concibe mediante pabellones conectados, aprovechando los claros existentes detectados en cada subunidad, evitando el derribo de árboles. Se respetan las limitaciones al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

El diseño busca el confort en todos los espacios arquitectónicos, integrando a la vez vistas y puntos de conexión con el exterior de manera recurrente manteniendo la sensación de inmersión en el bosque. Además, los diseños consideran una Arquitectura desplantada sobre “pilotes”, resultando en estructuras que reducen al mínimo el contacto directo sobre el terreno natural, minimizando el movimiento de tierras que afecten la topografía natural del sitio. Los diseños arquitectónicos buscan reducir su huella de desplante (manteniéndose en un máximo de 1,000 m² dentro de cada subunidad).



Imagen II.6. El proyecto en convivencia con el entorno

El diseño busca orientaciones, apertura de vanos, volados, muros pantalla, parteluces, etc., que maximicen el aprovechamiento de la iluminación natural, pero a la vez protejan de la incidencia solar directa, así como la captación, tratamiento e infiltración de agua pluvial.



Imagen II.7. Aprovechamiento de la orientación para la iluminación interna de las edificaciones.

Todas estas medidas buscan permitir el libre tránsito de la fauna local a través de todo el conjunto, así como la infiltración del agua pluvial por debajo de las construcciones elevadas.

En cuanto a los materiales y sistema constructivo se propone el uso de elementos prefabricados para la estructura (columnas y trabes principales), reduciendo lo más posible la construcción de elementos en el sitio. En caso de uso de vigas de madera (aserradas o laminadas), deberán provenir de fuentes certificadas. La envolvente de las edificaciones usa materiales aislantes tales como cristales DuoVent, y materiales térmicamente aislantes en muros perimetrales y cubiertas. En el diseño de terrazas, andadores, caminos y zonas de estacionamiento exteriores está planteado con pavimentos permeables.

II.2.3. SISTEMA ELÉCTRICO.

Se seleccionarán equipos de última tecnología y luminarios de bajo consumo, que en conjunto con un diseño que maximice el aprovechamiento de la iluminación natural, reduzcan el consumo eléctrico. Así mismo se instalarán sensores de vacancia y sistemas de iluminación en exteriores controlados mediante sensores o programados con reloj astronómico que optimicen el consumo. En todos los lugares donde sea posible se propondrán paneles solares para generación eléctrica en azoteas que reduzcan la dependencia de las redes de alimentación eléctrica externas. Así mismo, la iluminación en exteriores se abastecerá con lámparas solares o de bajo consumo de energía, y que empleen tecnología probada para evitar afectar a la fauna nocturna.

II.2.4. SISTEMAS VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN (HVAC).

Con la idea de reducir o evitar el uso de sistemas de climatización artificial el diseño procurará el buen aislamiento de los muros y aplicar criterios pasivos tales como ventilación cruzada, uso de materiales aislantes en cubiertas y fachadas, buscar las mejores orientaciones para aprovechar la luz solar, todo esto sin descuidar las vistas privilegiadas hacia el bosque que provee el sitio con los objetivos de reducir el consumo energético de las casas, reducir la huella de carbono y aumentar la capacidad adaptativa ante los eventos meteorológicos extremos (temperatura extrema, lluvias torrenciales, sequías, heladas, granizadas, incendios). En los espacios de servicio también se procurará utilizar ventilación natural, sobre ventilación mecánica, dejando esta como último recurso.

Se seleccionarán equipos de última generación que reduzcan el consumo eléctrico, esto podrían funcionar en base a las redes de agua fría y agua caliente descritas en el capítulo siguiente (II.2.5.4. Sistema Hidráulico & Sanitario).

II.2.5. SISTEMA SANITARIO.

En lo referente a la instalación hidráulica y sanitaria, se proponen sistemas de alta eficiencia en ahorro y consumo de agua que reduzcan lo más posible la dependencia de redes municipales, selección de muebles y equipos de bajo consumo.

Cada edificio contará con instalaciones para captar el agua pluvial desde cubiertas y terrazas. Una vez captada el agua pluvial, será tratada, almacenada y reutilizada para riego o sanitarios. Toda el agua residual de las edificaciones será tratada mediante Biodigestores y finalmente mandada a campos de infiltración subterráneos o humedales o biopiscinas, minimizando el impacto del proyecto en el sistema hidráulico natural del sitio.



Imagen II.8. Diseño de techos para la captación de agua pluvial



Imagen II.9. Biopiscinas o campos de infiltración propuestos para el proyecto

Se proponen sistemas solares para precalentamiento de agua en cada edificio, logrando así que calentadores o calderas sean sistemas complementarios. Otra opción para el calentamiento (o enfriamiento) de agua seria la implementación de sistemas de Bombas de Calor usando como fuentes de captación esquemas híbridos geotérmicos complementados con Unidades Aerotérmicas.



Imagen II.10. Construcciones respetando las zonas de pendientes menores al 35%



Imagen II.11. Orientación solar para el máximo aprovechamiento de la luz.

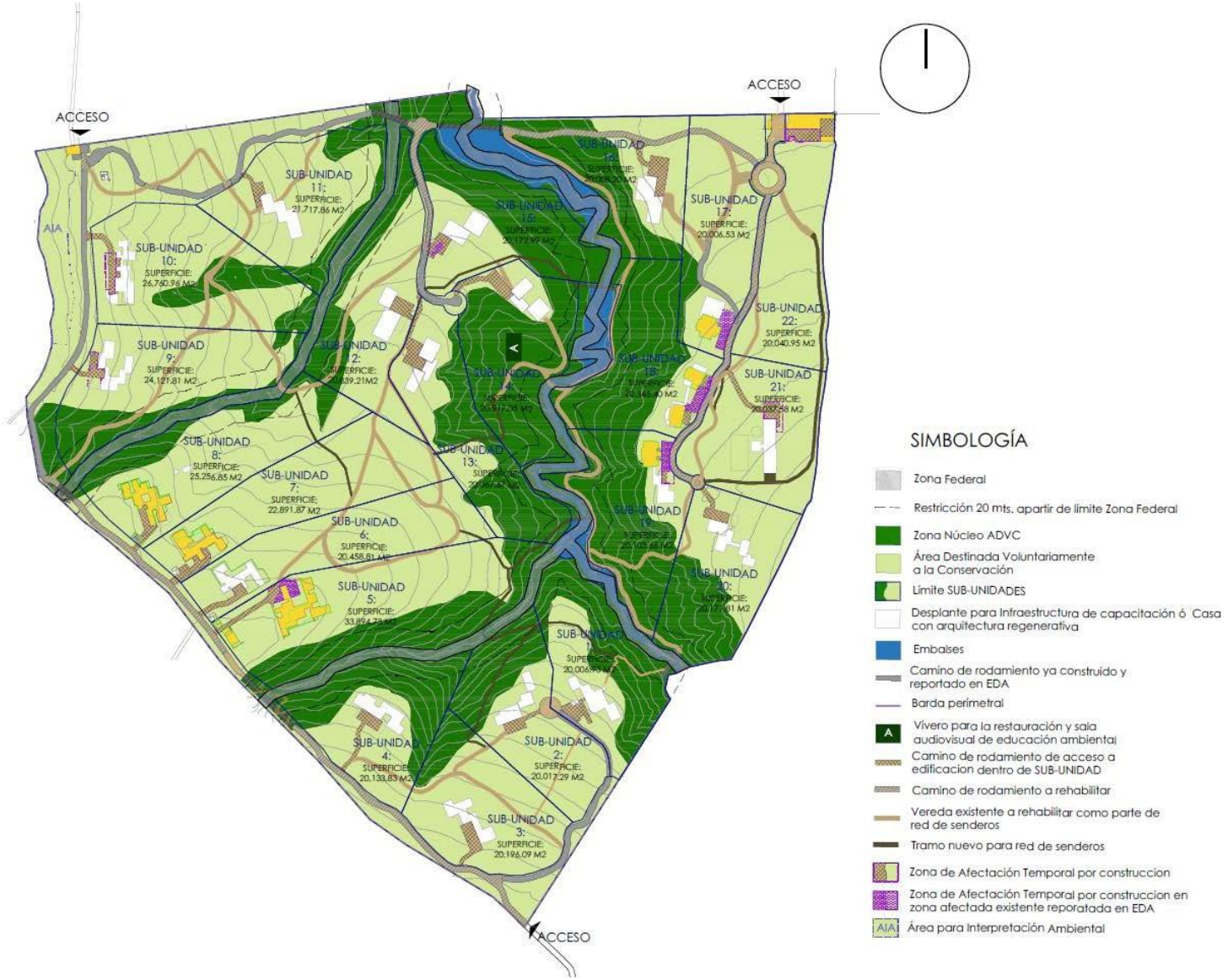


Imagen II.12. Plano de conjunto de las obras del proyecto. Las construcciones en amarillo representan obras con avance de construcción, y en blanco las proyectadas.

II.2.6. INSTALACIONES PARA LA INFRAESTRUCTURA DE CAPACITACIÓN Y PRÁCTICAS PROFESIONALES DE TURISMO SUSTENTABLE.

La construcción de la infraestructura de capacitación y prácticas profesionales de turismo sustentable se respetará el mismo criterio del porcentaje de CUS y COS previsto para las subunidades. Las subunidades 16 y 22 serán destinadas a ello; y tienen como objetivo de crear capacidades e incrementar el número de personas que realizan turismo sustentable dentro del ADVC del proyecto Sttupa Regenerativo, así como fortalecer las capacidades profesionales de las personas de la comunidad de Cerro Gordo, en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México. Lo cual se logrará, a través de la implementación del programa de capacitación y prácticas profesionales en turismo (Anexo 8. Programa Turismo Regenerativo) que se impartirá de forma periódica y permanente para impulsar el establecimiento de cadenas de valor de turismo regenerativo. Las cadenas de valor se integrarán con las personas de la comunidad de Cerro Gordo que estén interesadas en el Turismo Regenerativo como un medio de vida sustentable y que buscan contribuir a la conservación de la biodiversidad y el uso activo de sus servicios ecosistémicos de belleza paisajística, recreación, inspiración, identidad cultural y atractivo turístico que posee Valle de Bravo.

La importancia de este espacio se sustenta en los siguientes datos del contexto en valle de Bravo:

a) Valle de Bravo recibió aproximadamente 1.7 millones de turistas, quienes generaron una derrama económica de alrededor de 2,300 millones de pesos, según datos de la Secretaría de Turismo del Estado de México.

b) El turismo en Valle de Bravo contribuye significativamente a la economía local, generando alrededor del 45% del Producto Interno Bruto (PIB) del municipio, según datos de la Secretaría de Turismo del Estado de México.

c) La ocupación hotelera promedio durante todo el año fue del 66%, con un pico en la temporada alta de diciembre y enero, donde alcanzó el 90%.

d) Los turistas nacionales representaron el 98% del total de visitantes, mientras que los turistas internacionales representaron el 2% restante.

e) Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2018 el gasto promedio por turista en Valle de Bravo fue de alrededor de 1,400 pesos por día.

f) Se registró un gasto turístico total de alrededor de 2,500 millones de pesos mexicanos en Valle de Bravo durante el año 2019.

g) Los principales mercados emisores de turismo hacia Valle de Bravo fueron la Ciudad de México, el Estado de México, Michoacán, Guanajuato y Querétaro.

h) Las actividades turísticas más populares en Valle de Bravo durante el año 2019 incluyeron deportes acuáticos, turismo de naturaleza, turismo religioso y turismo cultural.

Este espacio de capacitación está alineado a los ODS (Objetivos de Desarrollo Sustentable establecidos por la ONU) y a los objetivos propuestos en la reunión celebrada en Rann of Kutch (7-9 de febrero) para impulsar el turismo rural como un motor de desarrollo rural y atenuación de la pobreza a través de proyectos y programas que buscan aprovechar los cambios en el comportamiento de los consumidores y el creciente interés en nuevos destinos atractivos debido a valor escénico ambiental y su contribución a la resiliencia de las comunidades frente al cambio climático.

Nuestras instalaciones de capacitación contribuyen a la sostenibilidad del turismo en una zona rural, que en Valle de Bravo requiere urgentemente de la implementación de una estrategia participativa de turismo

sustentable que articule a los agentes interesados para integrar un nuevo modelo de turismo regenerativo, tales como representantes de las instituciones del gobierno federal y estatal a cargo del manejo de las áreas naturales protegidas (Federal - CONANP), y (Estatal - CEPANAF) así como expertos en turismo sustentable representantes del sector, la sociedad civil, las comunidades y los turistas.

El programa está alineado al Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 (PROSECTUR), como documento rector de la política nacional turística que atiende los ordenamientos jurídicos que conforman el Sistema Nacional de Planeación Democrática para el Desarrollo Nacional, establece los siguientes objetivos prioritarios: 1) Garantizar un enfoque social y de respeto de los derechos humanos en las actividades turísticas del país, 2) Impulsar el desarrollo equilibrado de los destinos turísticos de México, 3) Fortalecer la diversificación de mercados turísticos en los ámbitos nacional e internacional, 4) Fomentar el turismo sostenible en el territorio nacional.

Finalmente, a través del programa se espera detonar una mayor capacidad en la comunidad, en la cuenca y en el municipio para que el sector turístico sea un gran generador de empleos y divisas, protegiendo la biodiversidad y fomentando el respeto de los recursos naturales y culturales como una medida de mitigación y adaptación basada en ecosistemas frente al cambio climático.

Por lo tanto, la visión estratégica del beneficio de este espacio es que catalizará un proceso de desarrollo del potencial operativo del proyecto Sttupa Regeneración como modelo de turismo regenerativo en México.

El manejo de este espacio incluye la implementación de un plan de trabajo que ofrece un modelo de gestión para catalizar el proceso de desarrollo del potencial operativo del proyecto como modelo de turismo regenerativo en México. En el cual se implementen sistemas que faciliten: la operación de actividades que sirvan para satisfacer las necesidades de los usuarios de las construcciones al interior del predio, establecer métricas en las relaciones de las cadenas de valor, la capitalización de los esfuerzos del proyecto y la creación de modelos de conservación del entorno y los procesos de capacitación.

Los objetivos específicos en el uso de este espacio serán los siguientes:

1. Capitalizar el potencial que tiene el turismo regenerativo para ser una fuente de desarrollo empresarial y sumar coordinadamente esfuerzos para cumplir con las metas de beneficios atribuibles al proyecto Sttupa Regeneración.
2. Establecer las mejores prácticas de turismo regenerativo a nivel nacional basado en estándares operativos y capacidad logística con reconocimiento internacional.
3. Crear capacidades para el desarrollo de actividades turísticas sustentables que puedan servir para atender las necesidades del mercado local y entender el mercado regional.
4. Involucrar a la comunidad de Cerro Gordo para entender integralmente la mentalidad empresarial del turismo regenerativo y detonar las capacidades necesarias para operar y dar servicio a los usuarios de las casas de Sttupa Regeneración y visitantes de la comunidad.
5. Desarrollar experiencias, mediante la optimización del proceso de diseño y documentación de experiencias de turismo regenerativo, con una plataforma de codiseño de experiencias calendarizadas de actividades turísticas bio-culturales a lo largo del año y que generen beneficios tanto para el turista como para el entorno.
6. Establecer alianzas estratégicas con los aliados potenciales para el desarrollo de capacidades y el aprendizaje en actividades de turismo regenerativo.

7. Gestionar los recursos humanos, técnicos y financieros requeridos para implementar el programa de capacitación comunitario en experiencias de turismo biocultural.
8. Desarrollo de mercado. Establecimiento de las bases para emprender actividades que satisfagan las necesidades en el aumento de la demanda y/o en la oferta de productos y servicios turísticos responsables socio-ambientalmente e incentivar la diversificación del turismo, promover la conservación, generar empleo y catalizar el desarrollo económico de la región.
9. Difundir y transparentar la adopción de instrumentos operativos encaminados a promover la conservación de la naturaleza y biodiversidad, a través de mecanismos de compensación de emisiones de CO2 a la atmósfera incidiendo en la reducción del cambio climático.
10. De ser posible implementar, evaluar y escalar resultados del Programa en otras comunidades que integran el ANP-VB con capacidades adquiridas y demostradas sobre los modelos de turismo regenerativo.
11. Comunicar los resultados y apalancar la replicación de este modelo en otras sedes de manera regional y eventualmente en destinos distribuidos en el territorio Nacional.



Imagen II.13. Ubicación de la infraestructura para capacitación y producción

II.2.7. INFRAESTRUCTURA DE CAPACITACIÓN Y PRÁCTICAS PROFESIONALES AGROECOLÓGICAS – GASTRONÓMICAS.

Esta infraestructura se desarrollará en la subunidad 14, y tiene como objetivo principal promover los beneficios en la alimentación e inducir la mejora en la calidad de vida en las comunidades rurales del municipio de Valle de Bravo, a través de la implementación de huertos de traspatio agrobiodiversos. Estos huertos, se basarán en prácticas agroecológicas y en la conservación y promoción de la agrobiodiversidad funcional.

Los huertos de traspatio agrobiodiversos se presentan como una solución viable para mejorar la disponibilidad de alimentos saludables y adecuados, fortalecer la resiliencia comunitaria y conservar la biodiversidad regional. Estos sistemas no solo proveen una amplia variedad de alimentos, sino que también son productivos y más resilientes frente a eventos climáticos adversos. Además, contribuyen con servicios ambientales clave como la captura de carbono, la retención de humedad, la reducción de la erosión del suelo, entre otros.

Al finalizar el proyecto, se espera que los participantes logren conocimientos que orienten a una mayor autonomía y seguridad alimentaria y mejoren su calidad de vida. Asimismo, se busca promover la conservación de la agrobiodiversidad y el rescate de los conocimientos tradicionales.

Objetivos

1. Impulsar la valoración y rescate de los sistemas de producción tradicionales y sus prácticas, integrando los conocimientos locales con enfoques técnico agroecológicos, con el fin de desarrollar modelos de sistemas agrobiodiversos funcionales.
2. Sensibilizar y concienciar a la comunidad sobre la importancia de la soberanía alimentaria y la agroecología, a través de un proceso participativo de diagnóstico, enseñanza, debate y de formulación de conocimiento.
3. Fortalecer las capacidades y conocimientos en el diagnóstico, diseño, establecimiento y manejo de huertos de traspatio agroecológicos y agrobiodiversos, mediante un proceso de capacitación y seguimiento técnico.
4. Generar un modelo replicable y escalable que pueda ser implementado en comunidades rurales, contribuyendo así al desarrollo rural sustentable.

Metas

1. Establecer y mantener huertos de traspatio agrobiodiversos dentro de Sttupa Regeneración, con el objetivo de asegurar la disponibilidad de alimentos nutritivos.
2. Realizar sesiones de sensibilización, transmitiendo información sobre la relevancia de la soberanía alimentaria, la agroecología y la agrobiodiversidad.
3. Llevar a cabo sesiones de capacitación con participantes en el manejo de los huertos agroecológicos, brindándoles conocimientos y habilidades prácticas de diagnóstico, planeación, manejo del cultivo y preparación de bioinsumos.

II.2.8. VIVERO FORESTAL Y AGROECOLÓGICO (INCLUYE LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS DEL ADVC CON SALA AUDIOVISUAL).

La subunidad 14 será destinada tanto para la edificación de una infraestructura para la capacitación y prácticas profesionales en agroecología y gastronomía local e internacional, como para instalación de un Vivero Forestal. El vivero, contará con un espacio de oficinas para su operación y administración, así como una sala audiovisual, que utilizarán las personas contratadas como personal administrativo, instructores y técnicos de campo responsables del manejo del "Área Destinada Voluntariamente para la Conservación (ADVC)".

El área del vivero tendrá los siguientes objetivos particulares:

1. Producir plantas forestales requeridas para la implementación del programa de restauración del total de la superficie con afectaciones temporales dentro del área del proyecto 5.919 ha que equivalen al 10.762 % del predio.
2. Producir plantas forestales requeridas para la implementación del programa de compensación de un total inicial de al menos 21.3 ha, que contribuirá a la reforestación de áreas degradadas para la restauración de suelos y la infiltración de agua.
3. Realizar actividades de manejo del vivero forestal permanente, considerando los tiempos para la recolección temporal de germoplasma por especie, su almacenamiento y manejo.
4. Implementar un plan de manejo, capacitación, monitoreo y evaluación del vivero, así como las medidas para el rescate de flora, recuperación de germoplasma forestal considerando la NOM-059-SEMARNAT-2010 a 5 años.



Imagen II.14. Ejemplo de vivero forestal

II.2.9. ACCESOS.

Se edificaron dos casetas de control de accesos para vigilancia del lugar, estas edificaciones se construyeron a base de Piedra tipo recinto para su mejor integración a la zona y con materiales locales.

Descripción de la ubicación de los accesos.

- Se cuenta con tres accesos al Proyecto Sttupa Regeneración, la primera por el lado norponiente, la segunda por el lado nororiente y una tercera por el lado surponiente. Los tres accesos se ubicaron en puntos y caminos previamente existentes, y al igual que el resto de los Caminos, se procedió a rehabilitarlos únicamente.

- ***Casetas de vigilancia***

Constan de un área de aproximadamente 60 m^2. Dichas casetas se edificaron en puntos donde previamente ya había accesos y el área restante, se rehabilitó al igual que el resto de los caminos (sin cambios de uso de suelo). En los accesos norponiente y nororiente, se edificaron casetas de control y vigilancia, en el acceso sur-poniente, se hizo el trazo para una caseta de control y vigilancia, sin que a la fecha se haya edificado.

El proceso constructivo fue el siguiente:

- Rehabilitado de área ya utilizada como camino.
- Maposteria con enchapado exterior de piedra brasas local.
- Cimentación a base de piedra local de 1.20 de profundidad, firme de concreto, muros de piedra y losa de concreto inclinada para la correcta recuperación de agua.

El uso que se pretende dar a las casetas es de Control y Vigilancia de los Accesos a la propiedad, así como centralizar cualquier tipo de Equipo de Electricidad, Intercomunicación y Monitoreo.

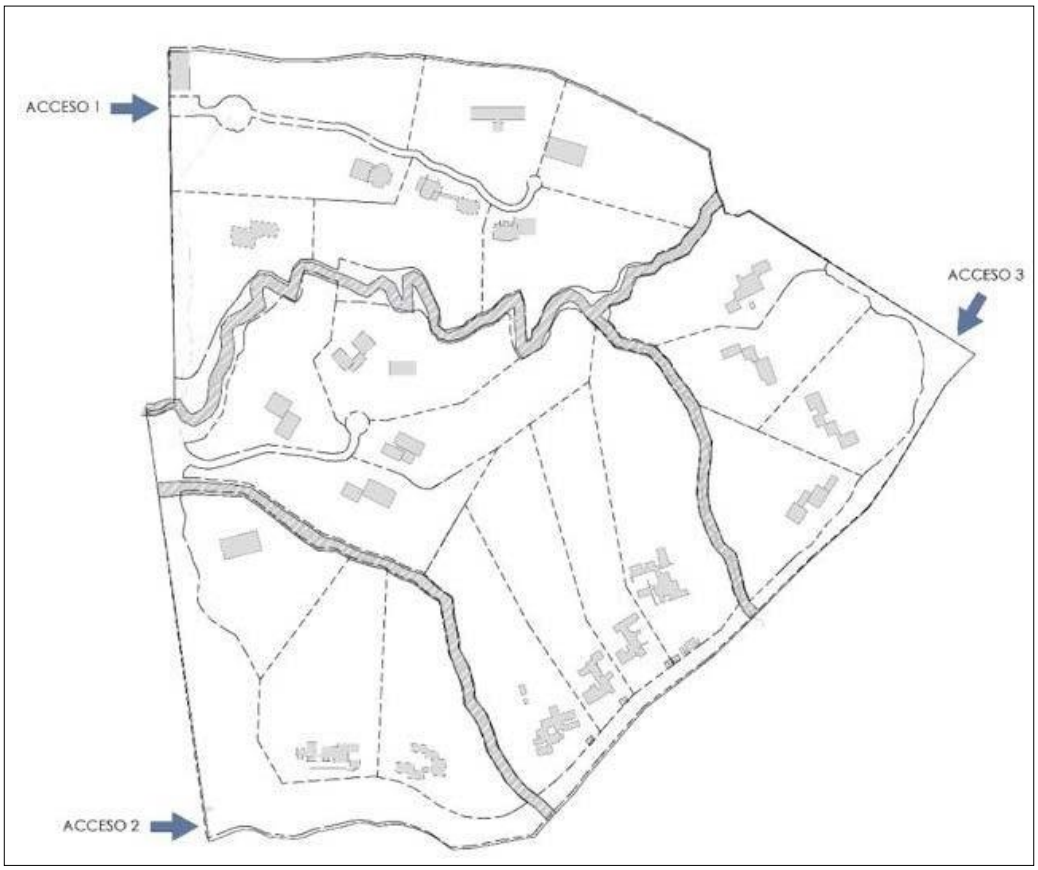


Imagen II.15. Accesos establecidos para el ingreso al área del proyecto



Imagen II.16. Plano de caseta 2 construida

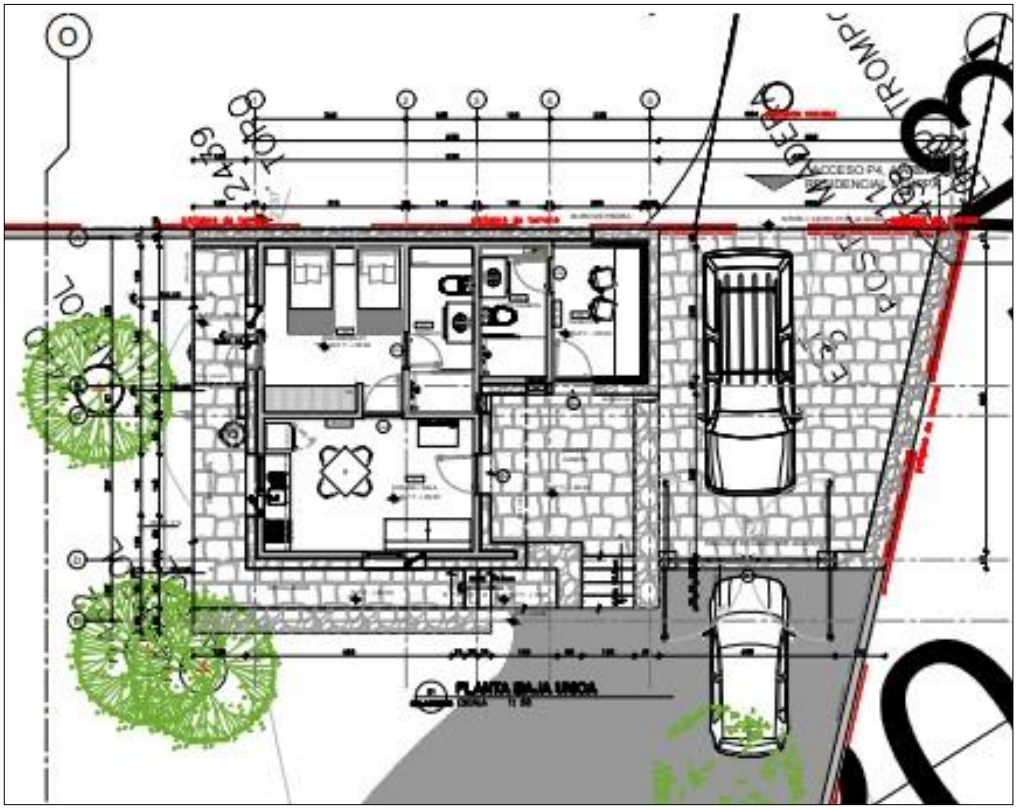


Imagen II.17. Plano de caseta 2

II.2.10. ACONDICIONAMIENTO Y/O CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS INTERNOS.

En el área del proyecto existen caminos de uso construido hace muchos años. Y en proceso de construcción, mismos que se llevaron a cabo se la siguiente manera:

- Trazo; sin derribar un solo árbol y respetando tanto raíces como fronda.
- Despalme del terreno y recuperación de toda la tierra para su reusó.
- Uso de Balastro Suelto para dar estabilidad y permeabilidad a los caminos.
- Uso de Piedra tipo Recinto (de bancos de Piedra de la Zona) para la superficie del área de circulación vehicular y un camino lateral adjunto hecho de concreto para uso como andador peatonal y de ciclismo.

La totalidad de los caminos terminados llevan canalones laterales para la captación y encause de agua de lluvias hacia los distintos arroyos y/o cañadas existentes en el terreno.

Los caminos contemplados en la rehabilitación que incluyen para accesos a las diferentes propiedades dando como resultado las sumatoria de 11,642.23 m2 a intervenir y adaptándolos a la topografía y respetando los árboles y la naturaleza en su mayor esplendor.

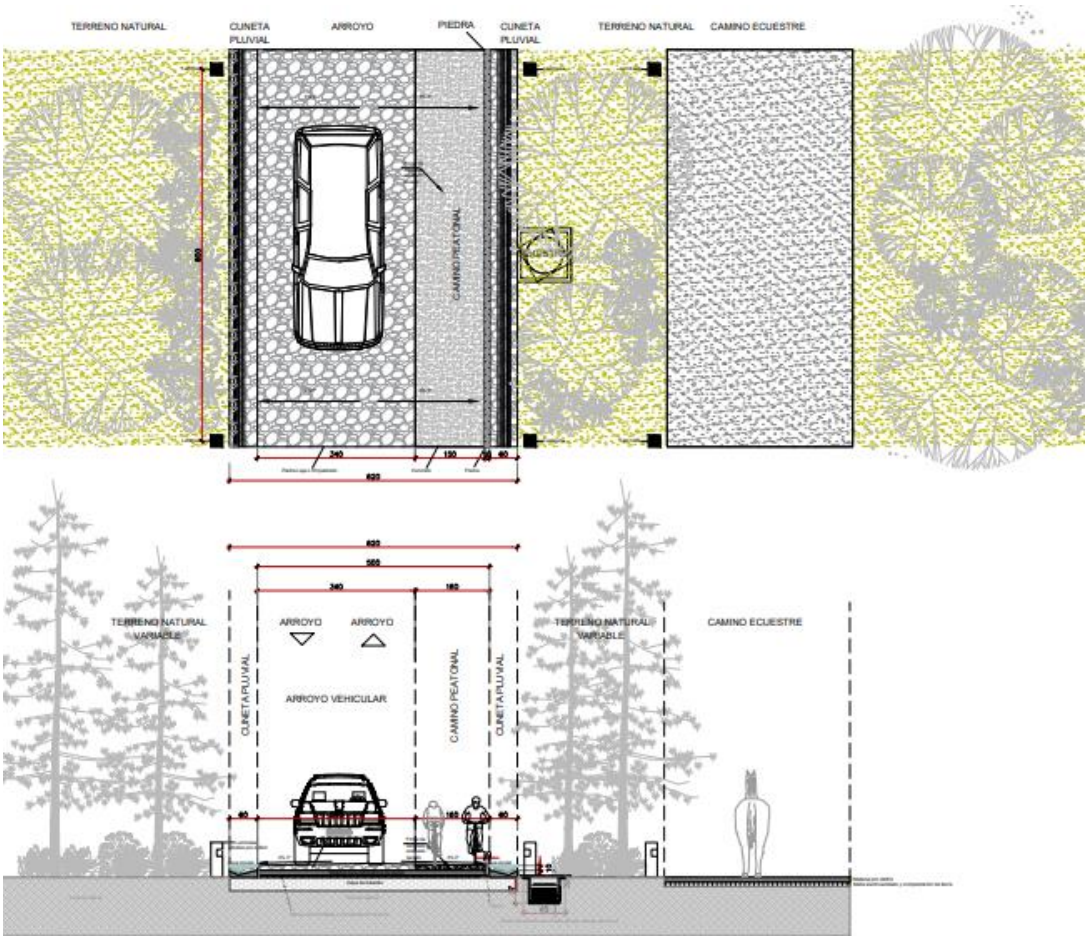


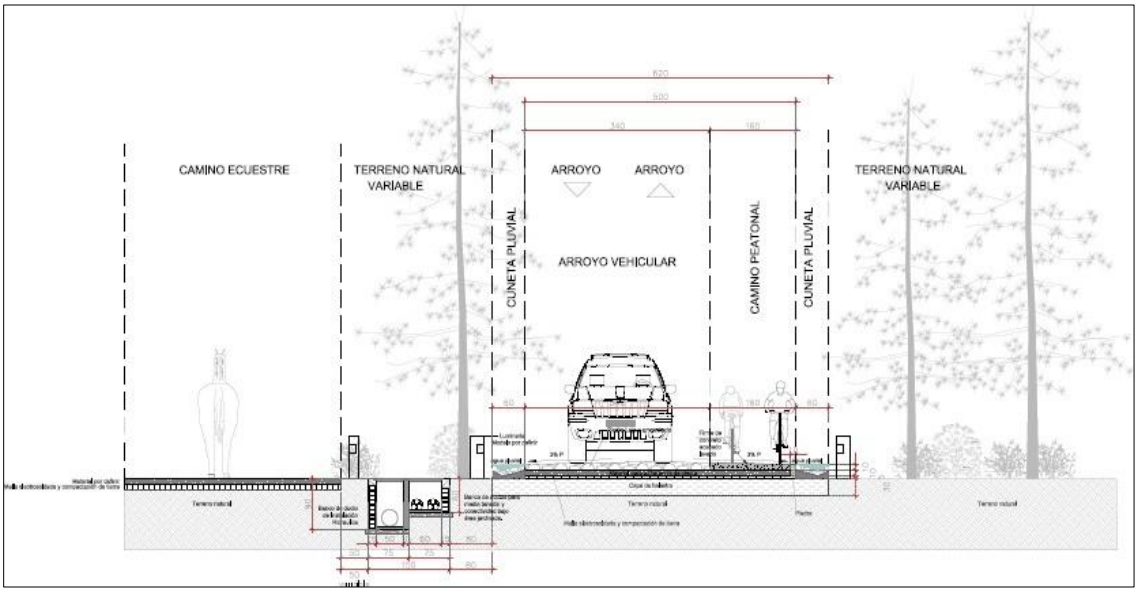
Imagen II.18. Estructura de los caminos contemplados

Se rehabilitarán las terracerías y brechas existentes en una superficie estimada de 1.16 ha. Para la construcción de vialidades con materiales naturales permeables con el objetivo de asegurar la infiltración de agua al subsuelo y evitar las avenidas de agua y la erosión. En este sentido, se considera que durante las temporadas de ejecución de obras en estiaje y lluvias, el transporte de materiales reblandece el suelo de los caminos tipo brecha, por lo que se tienen que acondicionar con balastro de la zona, que permite una accesibilidad mayor y establece a base de volteo de dicho material y acomodo con una retroexcavadora. El viaje de un camión cuenta con 6 m3 de balastro. La superficie de estos caminos internos de cada subunidad, utilizan materiales permeables para permitir la infiltración del agua. En temporada de lluvias no se hacen adecuaciones a dichos caminos. Estos caminos y vialidades se utilizarán para el combate de incendios forestales y los senderos se destinarán a la recreación y la educación ambiental a través de la observación de fauna y flora silvestre, los cuales contarán con señalética sobre la presencia e importancia de las especies silvestres y reglamento de protección de la biodiversidad

II.2.11. SERVICIOS.

SISTEMA ELÉCTRICO

Las líneas de Servicios tales como Electricidad, telefonía e Internet se encuentran sembrados en su totalidad; van de forma paralela a un costado del camino dentro de mangueras asignadas a cada servicio y enterrados en una Cepa cuya tierra se recuperó en su totalidad así como la vegetación de superficie.



Actualmente, para el desarrollo del proyecto se tiene contratado lo siguiente:

- Carga contratada: 1,488 kVA 1,339 kW
- Demanda contratada: 893 kVA 803 kW
- Tensión de suministro: 220 V

Aunado a lo anterior, se cuenta con las siguientes obras:

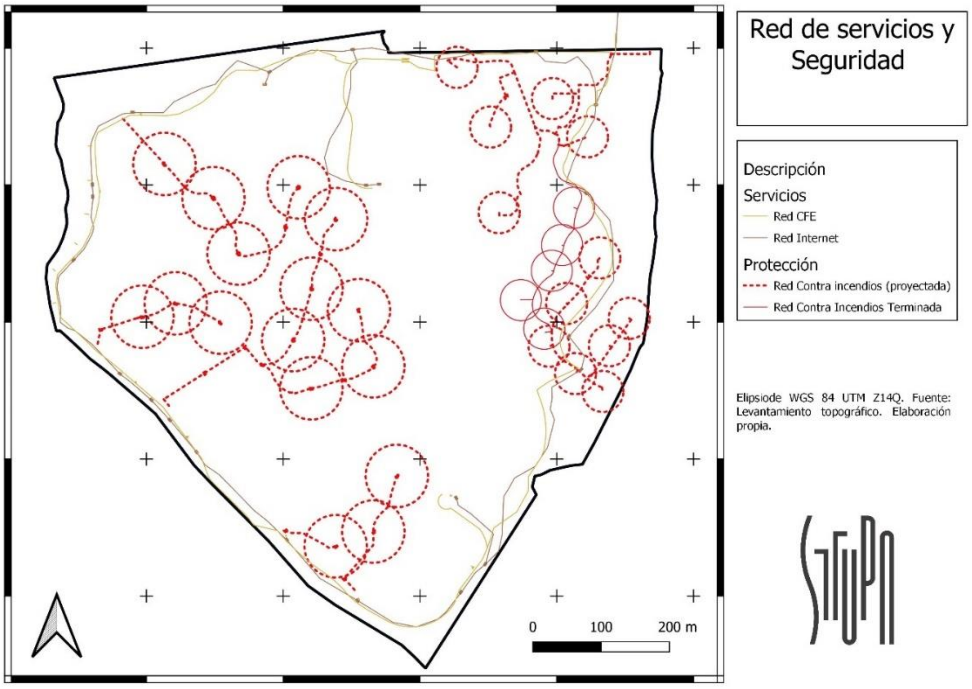
- Recalibración de 600 m 1C-3F-3H 13 kV 266.8 KCM SA AAC
- Construcción de 3,500 m de red de media tensión subterránea 13 kV-3F-4H-3/0-AL-XPL
- Instalación de un seccionalizador de 3 vías para 13 kV (200/200 PE)

- Preparación para derivación de acometida en MT (murete, conector, derivador J3 y codo fusible)
- Encofrado de banco de ductos en cruces de arroyos y desniveles pronunciados
- Construcción de 1,200 m de red de baja tensión subterránea 220 v-3F-4H-AL-XLP-3/0-1/0
- Instalación de 18 acometidas subterráneas en baja tensión
- Medidores de MT para equipo compacto de medición
- Instalación de 5 transformadores tipo pedestal D3SP-13200/7620-220/127, 1T-112.5 Kva, 4t-225 Kva
- Transición área a subterránea con cuchillas monopolares 3F MT 13 kV AL-3/0 e instalación de COGC 13 kV
- El tiempo necesario para la construcción será de 12 meses
- Bombeo de agua “UNO, COLONIA CERRO GORDO”, en la colonia Ampliación Ejido San Id
- Carga contratada: 5 kVA 4 kW
- Demanda contratada: 5 kVA 4 kW
- Tensión de suministro: 220 V

El área del proyecto cuenta con las siguientes obras de introducción de servicios:

- Construcción, instalación y conexión de 372 m de media tensión aérea 2F-3H-13 Kv- 1AL-XLP-1/0 no urbanizado, terreno normal
- Construcción de transición aéreo-subterránea en baja tensión
- Instalación y conexión de una acometida subterránea 2F-3H CON AL-XLP
- Suministro, instalación y conexión de un transformador tipo poste 2F de 10 Kva-13200-240/120

Se dota de servicios tales como Electricidad, telefonía e Internet, que van de forma paralela a un costado de los caminos rehabilitados dentro de mangueras asignadas e identificadas para cada servicio y siempre enterrados en un acepa cuya tierra se recuperó en su totalidad, así como la vegetación de superficie. Se colocan registros para revisión y servicio de tal manera que no se afecten ni raíces de árboles ni vegetación menor y siempre dentro del área de los caminos rehabilitados.



Mapa II.4. Red de servicios y de seguridad contra incendios

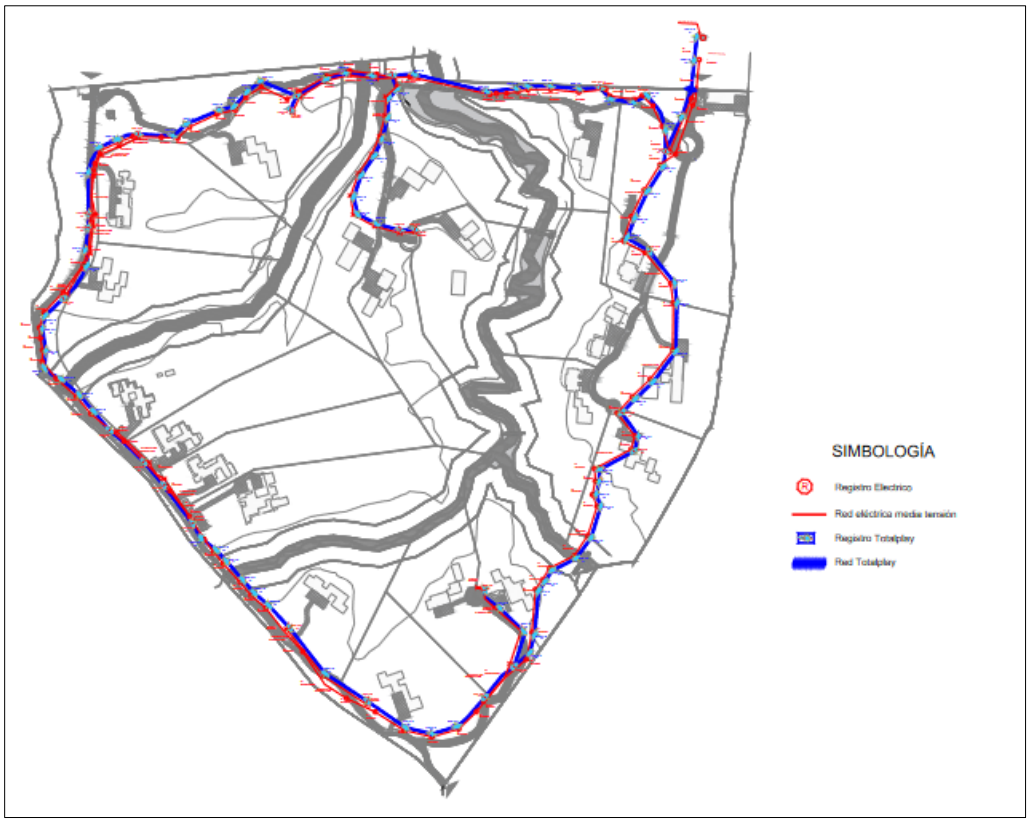


Imagen II.19. Red eléctrica de del área de análisis

Tabla II.6. Grupo de servicios del área de análisis

Servicio	Instalados (m)	Por instalar
Red eléctrica	3175	409
Red de cable tv-Internet	3175	409

Dado la extensión del proyecto, para la distribución de la energía eléctrica, se contara con una acometidas aéreosubterráneas en media tensión 13.2kV de una línea troncal de CFE, para lo cual el inmueble contara con un medidor a la entrada del predio y de dicho medidor se generara una red interior de media tensión, para la alimentación de cada una de las subestaciones que componen el predio en forma radial, de tal suerte que dichas subestaciones se ubiquen cerca del (los) edificio(s) que atienden, es decirlo más cercano posible de los consumos, para evitar que los recorridos en baja tensión sean muy largos y con el consiguiente problema de sobredimensionar los conductores en baja tensión para cumplir con la caída de tensión que permite la norma

Cada edificio o grupo de ellos contara con una subestación eléctrica la cual se encargará de suministrar energía eléctrica a todos los servicios que lo requieran dentro de cada inmueble en un voltaje de 220V, 3 Fases, 4 hilos.

Energía de emergencia: Cada subestación contara con un equipo de generación de energía eléctrica de emergencia para respaldar al 100% las cargas eléctricas de todos los inmuebles, dado que en la zona suele haber cortes frecuentes del suministro eléctrico por parte de CFE, así mismo cada edificio contara con tableros de distribución generales y subgenerales ubicados en cada subestación, para de ahí alimentar los equipos principales de fuerza, como bombeos, ventiladores, etc. ya de dichos tableros generales se alimentarían a los tableros de iluminación y contactos, alojados dentro de cada uno de los edificios en un espacio destinado para ello

Sistema de tierras.

Se deberá proveer para cada uno de los inmuebles un sistema tierra basados en electrodos y cable en forma de malla, enterrados a 60cm del piso, al cual se deberán conectar el acero estructural del edificio y a los sistemas de tuberías del edificio. Deberá contar con barras de cobre en cada subestación para la conexión al sistema de tierras de los tableros generales, transformadores, equipos de generación de energía de emergencia y demás equipos que lo requieran, también deberá conectarse a este sistema de tierras los sistemas de telecomunicaciones por medio de una barra de tierra que provenga directamente del sistema de tierras.

Sustentabilidad

El ahorro y uso racional de la energía es un tema de actualidad y de vital importancia para las construcciones actuales, por lo que es fundamental tenerlo en cuenta en el diseño de las instalaciones de las edificaciones en cuestión. Existen algunas alternativas que podrían implementarse en el diseño, los cuales bien aplicadas pueden redundar en ahorros importantes en los consumos particulares de las construcciones, y que podrían ser: Iluminación.- Se propone la selección de luminarias basadas en las tecnologías más recientes, que ofrecen buenos niveles de alumbrado y bajos consumos energéticos, como podrían ser las lámparas a base de LEDS que podrían aplicarse para iluminación en áreas comunes, estacionamientos, cuartos técnicos, cajillos de iluminación e iluminación general, así como luminarias basadas en LED’s con fuente de alimentación fotovoltaica que podrían aplicarse en iluminación general de exteriores. Se debe de concentrar la iluminación del edificio, en un solo sistema de medición, esto para

visualizar los consumos de energía en este rubro a lo largo de los años y verificar que los consumos de energía se mantengan estables dentro de los rangos aceptables.

Controles.- Se implementa sensores de presencia para el control de los ciclos de encendido y apagado de los equipos de iluminación en las áreas comunes , así como los estacionamientos y áreas similares, proporcionando un uso racional de la energía al operar solo al detectar presencia de personas o vehículos en las zonas a controlar, impidiendo el encendido cuando no sea necesario, así como sistemas de control automático de la iluminación por medio de paneles automáticos controlados desde el BMS de cada edificio. Entre los sensores de presencia se pueden utilizar los sensores tipo multitecnologia, que permiten el encendido o apagado del sistema ya sea por una señal de ultrasonido o por rayos infrarrojos, evitando falsos encendidos, ya sea por corriente de aire o por calor que no corresponde a una presencia humana, dichos sensores se encuentran en diferentes marcas y en diferentes áreas por cubrir, dependiendo de la aplicación. Otro tipo de control es por sensores de luz de día, estos activan la iluminación dependiendo de la cantidad de luz natural que entre al edificio, es decir, a medida que se oscurece, los sensores detectan el nivel de luz y cuando es necesario encienden las luces artificiales, para mantener los niveles de iluminación constantes. Así mismo, estos dos tipos de sensores se pueden mezclar para tener un sistema de ahorro de energía eléctrica más precisa, encendiendo la iluminación dependiendo de las condiciones del lugar y horario, todos estos controles, pueden ser monitoreados por un tablero central de alumbrado, donde se tiene el control total del alumbrado del edificio, esto son solo alternativas de control que pueden ser aplicadas en este proyecto.

Otros

Por parte de otros especialistas, deberán buscarse opciones de equipamiento con motores de bajos consumos y alta eficiencia, así como tecnologías alternativas, que redunden en ahorros energéticos y operativos, mismos que serán definidos por los diseñadores de las ingenierías involucradas en el proyecto. Tales alternativas pueden ser motores de lata eficiencia que contengan arrancadores suaves para eliminar el par de arranque y el consumo alto en ese momento, o en su caso variadores de frecuencia que, de acuerdo con la demanda del sistema, dosifiquen el consumo eléctrico del sistema, ya sea hidráulico o equipos de aire acondicionado. Estos sistemas de arranque y regulación de energía eléctrica resultan favorables en conjunto para el ahorro energético del edificio, también se propone implementar un sistema de generación de energía a base de celdas fotovoltaicas, en alguna azotea para la colocación de este sistema, el cual genera energía e inyecta al sistema eléctrico y por medio de un medidor bidireccional poder inyectar energía a la red de CFE.

SISTEMA DE PARARRAYOS

Debido a la gran cantidad de rayos que se presentan en la zona de Avándaro, se toma la precaución de contar con un especialista encargado del diseño de un sistema de pararrayos que proteja la propiedad, el medio ambiente y su entorno físico.

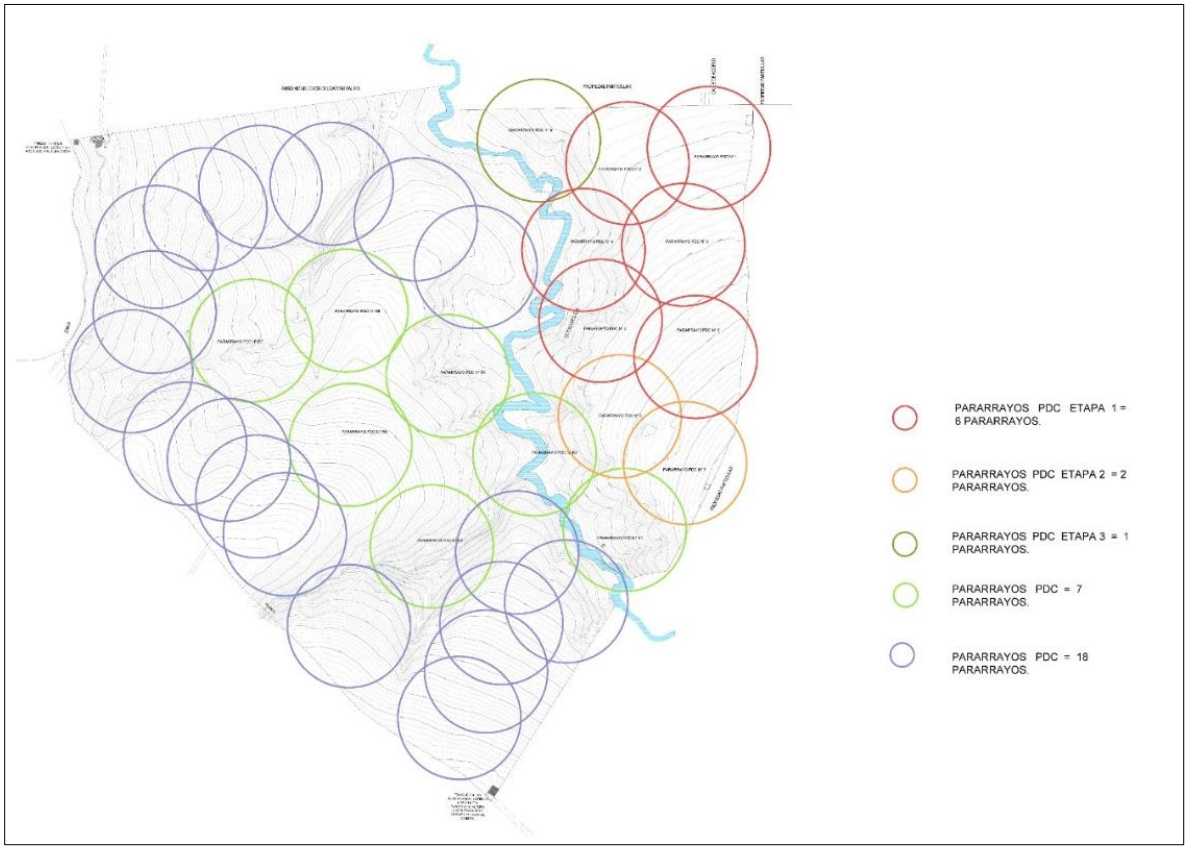


Imagen II.20. Sistema de protección de pararrayos.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

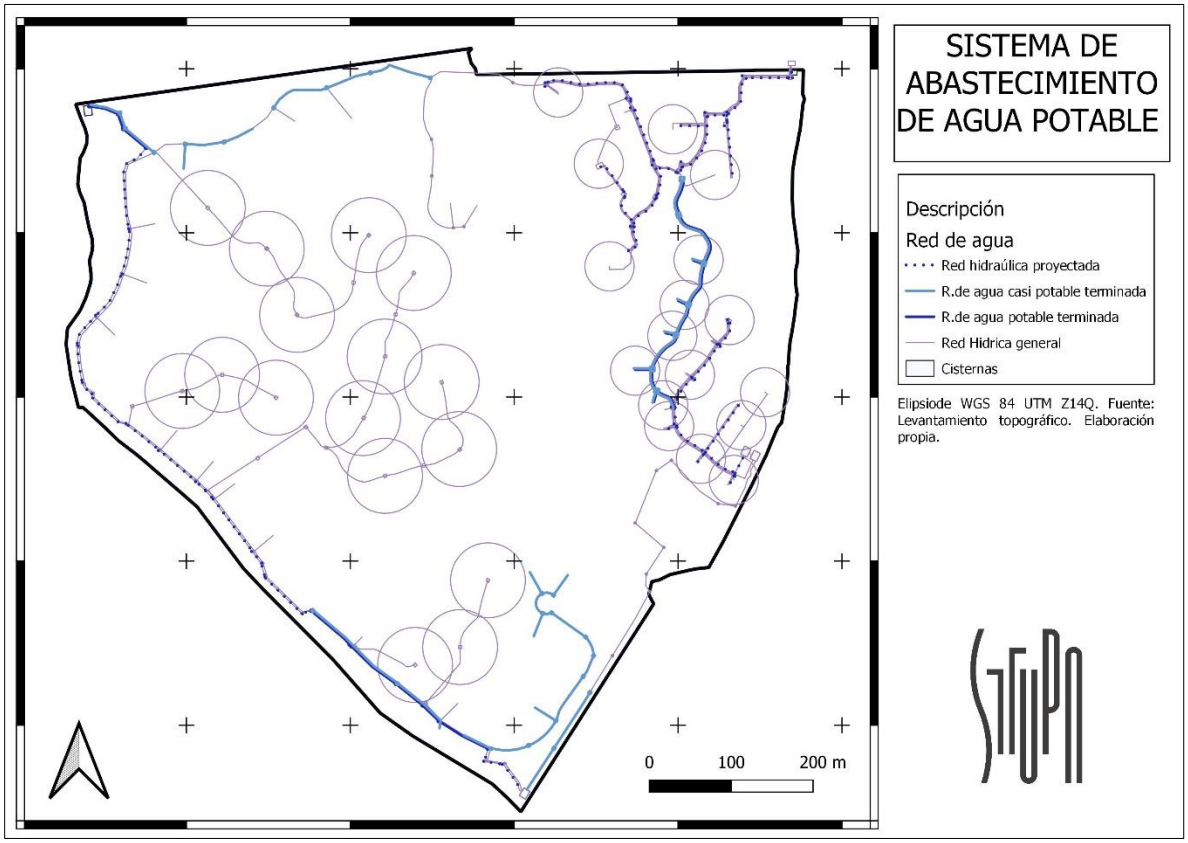
El proyecto "Sttupa Regeneración ", ubicado en el municipio de Valle de Bravo, destaca por su enfoque técnico y vanguardista en la gestión del agua. El diseño y la implementación de sistemas avanzados de captación y aprovechamiento del agua de techos, así como el tratamiento y reutilización del agua servida, han sido elementos fundamentales para asegurar una gestión sostenible y eficiente de este recurso vital para los habitantes y la fauna local.

Atendiendo la normativa del estado[2], las vialidades y las edificaciones habitacionales y de servicios contemplan sistemas para la recolección de agua pluvial, para ser aprovechada en el riego de áreas verdes o aquellas actividades que no requieran la utilización de agua potable.

En este sentido, el Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Valle de Bravo, ODAPAS, otorgó cuatro factibilidades para hacer cuatro tomas de 1/2” de diámetro desde la red de dicho organismo, en particular de una línea de 6”, desarrollando su propia cisterna y red interna de distribución de agua potable. Estas conexiones pueden servir como un complemento para la dotación de agua potable en caso de ser necesario.

La infraestructura de distribución interna de agua potable cuenta con un proyecto de cuatro cisternas y 7,550 m de tubería PEAD, Instaladas en zanjas junto a los caminos a 50 cm de profundidad.

[2] Artículo 92 de la Ley del Agua del Estado de México



Mapa II.5. Red de servicio de agua potable

El sistema de captación de agua de techo en "Sttupa Regeneración" se ha desarrollado cuidadosamente para maximizar la recolección de agua proveniente de las precipitaciones. Se han instalado superficies inclinadas en los techos de las estructuras, junto con sistemas de canalización y almacenamiento adecuados, que permiten la recolección y conducción del agua hacia depósitos especiales como son cisternas y aljibes. Estos depósitos cuentan con sistemas de filtración y purificación para garantizar la calidad del agua captada, y se emplean para abastecer las necesidades internas del rancho, reduciendo significativamente la dependencia de fuentes externas de agua.

En cuanto al tratamiento y reutilización del agua servida, se ha implementado un sistema avanzado de tratamiento de aguas residuales. A través procesos biológicos, las aguas residuales son tratadas de manera eficiente, eliminando contaminantes y asegurando su calidad para su posterior reutilización. Estas aguas tratadas se destinan al riego de campos de infiltración y/o biopiscinas ajardinados presentes en los linderos de los predios creando fronteras verdes como elementos paisajísticos, y suministro de agua para la fauna local.



Imagen II.21. Imágenes representativas de elementos dentro STTUPA REGENERACIÓN

Análisis del consumo de agua en los elementos que componen Sttupa Regeneración

Con el objetivo de fomentar prácticas sostenibles y conscientes del uso del agua, se ha llevado a cabo un análisis del consumo hídrico de los diferentes elementos y equipamientos que conforman el complejo Sttupa Regeneración. En la Tabla II.7 se presenta de manera concisa la estimación del volumen de agua utilizado por tipo de estructura, considerando una dotación diaria, así como un total anual.

Las diversas estructuras que conforman el proyecto "Sttupa Regeneración" consumen 14,395.60 metros cúbicos de agua al año, con un gasto medio de agua estimado en 0.46 litros por segundo, lo que nos brinda un indicador relevante sobre la tasa de consumo promedio en el rancho.

Tabla II.7. Cálculo de volumen de agua para servicios domésticos

SUBUNIDAD	ELEMENTO	USUARIOS	DOT (l/día)	VOL (m3/año)
SUB UNIDAD 1	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 2	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 3	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 4	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00

SUBUNIDAD	ELEMENTO	USUARIOS	DOT (l/día)	VOL (m3/año)
SUB UNIDAD 5	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 6	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 7	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 8	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 9	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 10	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 11	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 12	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 13	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 14	Infraestructura de capacitación y practicas profesionales en agroecología y gastronomía local e internacional + Vivero Forestal para la restauración (200 m2)	8.00	40.00	116.80
SUB UNIDAD 15	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	40.00	58.40
SUB UNIDAD 16	Infraestructura de capacitación y practicas profesionales en Turismo Sustentable	30.00	100.00	1,095.00
SUB UNIDAD 17	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 18	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 19	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 20	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 21	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	4.00	250.00	365.00
SUB UNIDAD 22	Infraestructura de capacitación y practicas profesionales en Turismo Sustentable	30.00	100.00	1,095.00
			VOLUMEN (m^3/año)	**8,935.20**
			GASTO MEDIO	**0.28**

Continuando con la Tabla 1, los elementos 1 al 13 representan los predios ocupados con casas unifamiliares, estimando 4 usuarios en promedio por vivienda, con una dotación diaria de 250 litros/habitante/día. Por lo que en promedio el volumen anual de agua consumida para cada una de estas casas es de 365 metros cúbicos al año, dato que será importante para el dimensionamiento de cisternas de captación pluvial y el revestimiento con geomembrana y el uso de matrices AquaCell, y aprovechar esa isoyeta para instalar techos verdes o vivos.

Los elementos 14 y 15 representan una UMA (Unidad de Manejo Ambiental) y una infraestructura agrícola respectivamente. Ambas se estiman con una ocupación de 8 usuarios (encargados del mantenimiento y operación) con una dotación de 40 litros usuario/día. El volumen anual de agua consumida para cada una de estas infraestructuras es de 116.8 metros cúbicos.

El elemento 16 representa una infraestructura turística con una capacidad de atender hasta 30 usuarios, con un consumo diario de 100 litros por usuario. Esta infraestructura consume 1,095 metros cúbicos de agua al año.

Los equipamientos 17 al 20 representan cuatro edificaciones, cada una con 6 usuarios y un consumo diario de 200 litros/habitante/día. El volumen anual de agua consumida para cada una de estas edificaciones es de 438 metros cúbicos al año.

Finalmente, los elementos 21 y 22 representan infraestructuras turísticas adicionales con capacidad de atender hasta 30 usuarios cada una, pero debido a su presentación arquitectónica particular, se incrementó la dotación a 300 litros/usuario/día. Cada infraestructura consume 3,285 metros cúbicos de agua anualmente.

Fuentes externas de agua.

El Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Valle de Bravo, ODAPAS, otorgó cuatro factibilidades para hacer cuatro tomas de 1/2” de diámetro desde la red de dicho organismo, en particular de una línea de 6”, desarrollando su propia cisterna y red interna de distribución de agua potable. Estas conexiones pueden servir como un complemento para la dotación de agua potable en caso de ser necesario. La infraestructura de distribución interna de agua potable cuenta con un proyecto de cuatro cisternas y 7,550 m de tubería PEAD, Instaladas en zanjas junto a los caminos a 50 cm de profundidad.

Sin embargo, es relevante señalar que el enfoque principal del rancho se basa en la utilización del agua pluvial captada en cisternas pluviales tipo AquaCell. Dado que el proyecto cuenta con sistemas de captación y almacenamiento de agua de techo, se priorizará el uso de este recurso renovable y sostenible para satisfacer las necesidades de abastecimiento de agua en las diferentes estructuras del rancho. Esto no solo permite reducir la dependencia de fuentes externas, como el suministro de agua potable proveniente de la toma antes mencionada, sino que también fomenta la conservación de los recursos hídricos y promueve una gestión eficiente y responsable del agua.

CISTERNAS Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

El suministro de agua proveniente de las cuatro tomas de agua potable, y se destinará específicamente para el abastecimiento de las cuatro cisternas ya instaladas ubicadas estratégicamente dentro del predio de "Sttupa Regeneración". Como se observa en la figura 1, las cisternas de almacenamiento se localizan en los extremos norte y sur del predio, posteriormente el agua almacenada será distribuida internamente por una red perimetral a los 22 equipamientos, edificaciones y casas que conforman el proyecto. Esta planificación de la red de distribución permite que opere eficientemente por gravedad, cumpliendo con las necesidades diarias de consumo de agua de cada equipamiento y casa.

Así mismo en la figura 1 se muestran dos aspectos importantes: la red terminada y la red proyectada, junto con la ubicación de las cisternas al norte y al sur del predio.

La red de distribución de agua potable terminada se visualiza en la figura por líneas continuas de color verde, mientras que la red de distribución de agua casi potable terminada se representa por líneas punteadas de color verde.

En cuanto a la red proyectada, se muestra con líneas continuas y punteadas de color rojo, indicando que su instalación está planificada pero aún no se ha completado. Esta red proyectada tiene como objetivo ampliar la capacidad de distribución de agua en el predio, permitiendo alcanzar nuevas áreas y estructuras dentro del proyecto.

La cisterna de la puerta sur se encuentra terminada, identificada por color verde, representando su finalización y funcionamiento actual. En contraste, las cisternas del norte se representan como un contorno rojo, indicando que su construcción está en proceso o son proyecto.

FUENTES INTERNAS DE AGUA, APROVECHAMIENTO Y REUSÓ DE AGUA PLUVIAL.

Dadas las características del proyecto “Sttupa Regeneración”, se plantea una estrategia integral para maximizar la autosuficiencia hídrica. En la zona se presenta una precipitación media anual de 1005 mm.

Conscientes de esta abundancia de lluvia, se busca aprovechar hasta el 50% de estas precipitaciones para garantizar un suministro hídrico sostenible en el rancho. Con el objetivo de reducir la dependencia de fuentes externas de agua, se propone la implementación de cisternas pluviales utilizando un enfoque innovador basado en la excavación, el revestimiento con geomembrana y el uso de matrices AquaCell.



En la Tabla II.8 se presenta información sobre la superficie de las techumbres, la lluvia media anual, el porcentaje aprovechable de dichas lluvias, el volumen estimado de la cisterna de agua de lluvia para cada elemento, así como su porcentaje de autosuficiencia. Dichos valores pertenecen a los elementos como casas, infraestructuras agrícolas, infraestructuras turísticas y edificaciones.

Tabla II.8. Análisis de recolección de agua de lluvia y porcentaje de autosuficiencia hídrica de los elementos que componen el proyecto Sttupa Regeneración.

SUBUNIDAD	ELEMENTO	ÁREA APROVECHABLE (m2)	LLUVIA MEDIA ANUAL (mm)	% APROVECHABLE	VOL CISTERNA PLUVIAL (m3)	% AUTOSUFICIENCIA
SUB UNIDAD 1	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 2	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 3	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 4	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 5	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	489.13	1005	0.5	246	67%
SUB UNIDAD 6	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 7	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	270.31	1005	0.5	136	37%
SUB UNIDAD 8	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	388.74	1005	0.5	195	54%
SUB UNIDAD 9	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 10	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 11	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 12	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 13	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 14	Infraestructura de capacitación y practicas profesionales en agroecología y gastronomía local e internacional + Vivero Forestal para la restauración (200 m2)	500.00	1005	0.5	251	215%
SUB UNIDAD 15	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	430%
SUB UNIDAD 16	Infraestructura de capacitación y practicas profesionales en Turismo Sustentable	500.00	1005	0.5	251	23%
SUB UNIDAD 17	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 18	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 19	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 20	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 21	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	500.00	1005	0.5	251	69%
SUB UNIDAD 22	Infraestructura de capacitación y practicas profesionales en Turismo Sustentable	500.00	1005	0.5	251	23%
				VOLUMEN T	5,350.71	60%

En general, todas las casas cuentan con techumbres de diferentes tamaños, pero comparten características similares en términos de lluvia media anual, porcentaje aprovechable y volumen de la cisterna pluvial. Tienen un porcentaje de autosuficiencia promedio del 147%. Sin embargo, se observa que la Casa 5 tiene una techumbre considerablemente más grande y una capacidad de cisterna pluvial más amplia, lo que resulta en un porcentaje de autosuficiencia del 214%.

Por otro lado, las edificaciones cuentan con techumbres de tamaño similar por lo que su porcentaje de autosuficiencia es del 115%, Por lo que no sería necesario depender de fuentes externas de agua, ya que el volumen de la cisterna pluvial sería suficiente para satisfacer las necesidades de agua de los elementos mencionados, lo que los hace independientes en términos de abastecimiento de agua.

La infraestructura turística presenta cierta variabilidad en función de sus programas arquitectónicos, mientras que la primera tiene un porcentaje de autosuficiencia del 44%, las últimas dos apenas alcanzan el 15%. Esto indica que dependerán en gran medida de fuentes externas para cubrir su demanda de agua. A diferencia de otros elementos analizados, el volumen de la cisterna pluvial disponible no es suficiente para abastecer por completo las necesidades hídricas de estas infraestructuras.

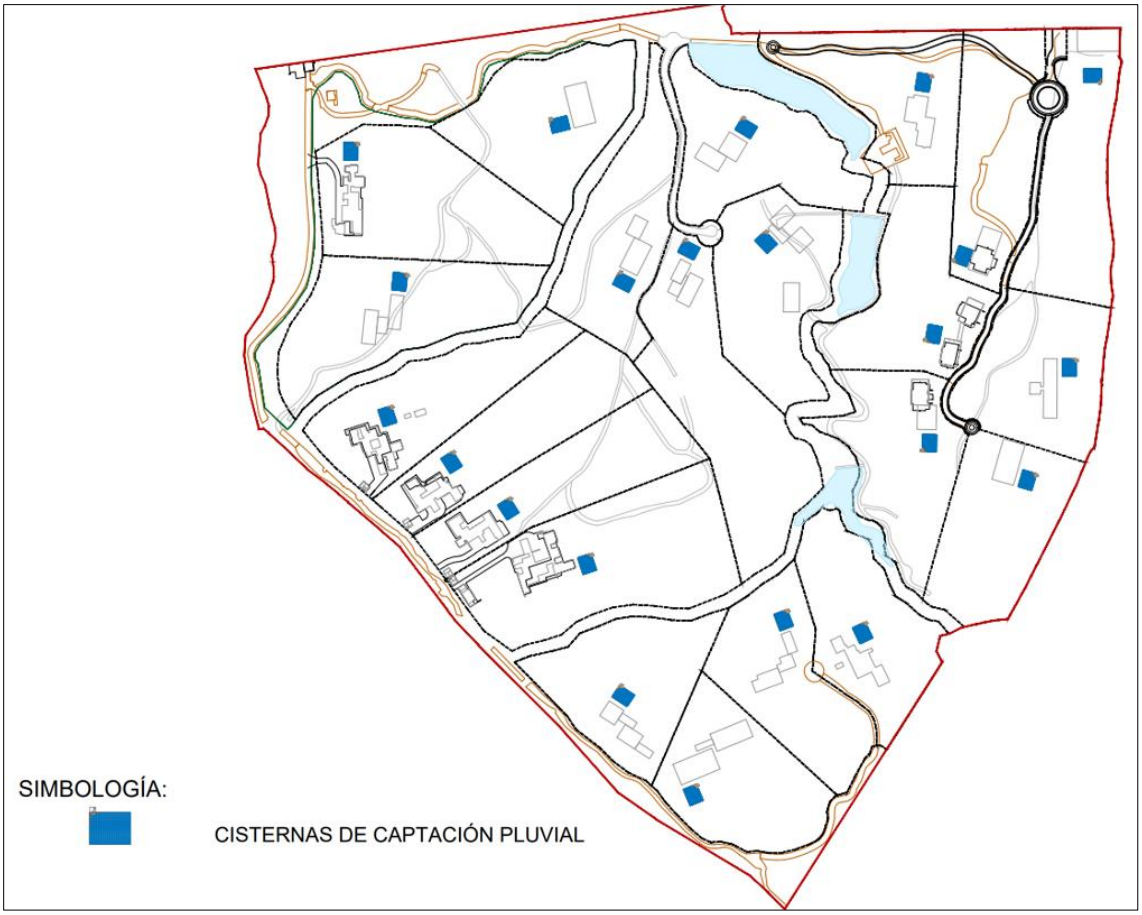


Imagen II.22. Localización de elementos de proyecto y cisternas pluviales tipo AquaCell

La Imagen II.22 muestra la ubicación de las cisternas pluviales en relación con los elementos mencionados anteriormente. Como se muestra las cisternas pluviales se localizan en un terreno más bajo que las diferentes estructuras, como las casas, la UMA y la infraestructura agrícola, con la intención que su llenado se por gravedad.

SISTEMA SANITARIO

Cada casa contará con un biodigestor de 3,000 litros y posteriormente enviará sus aguas tratadas a un campo de infiltración en los límites de cada subunidad interno para dotar de humedad a la vegetación nativa establecida en dichos límites.

Una vez que el agua es utilizada en estos elementos, se somete al proceso de tratamiento en los biodigestores individuales ubicados en cada subunidad o próximo a cada uno de los equipamientos como edificaciones e infraestructuras. Los biodigestores son sistemas que descomponen los residuos orgánicos dando un pretratamiento al agua.

A continuación, se presentan los diagramas de funcionamiento y conexiones del biodigestor de 3,000 litros de capacidad, Imagen II.22 y 23.

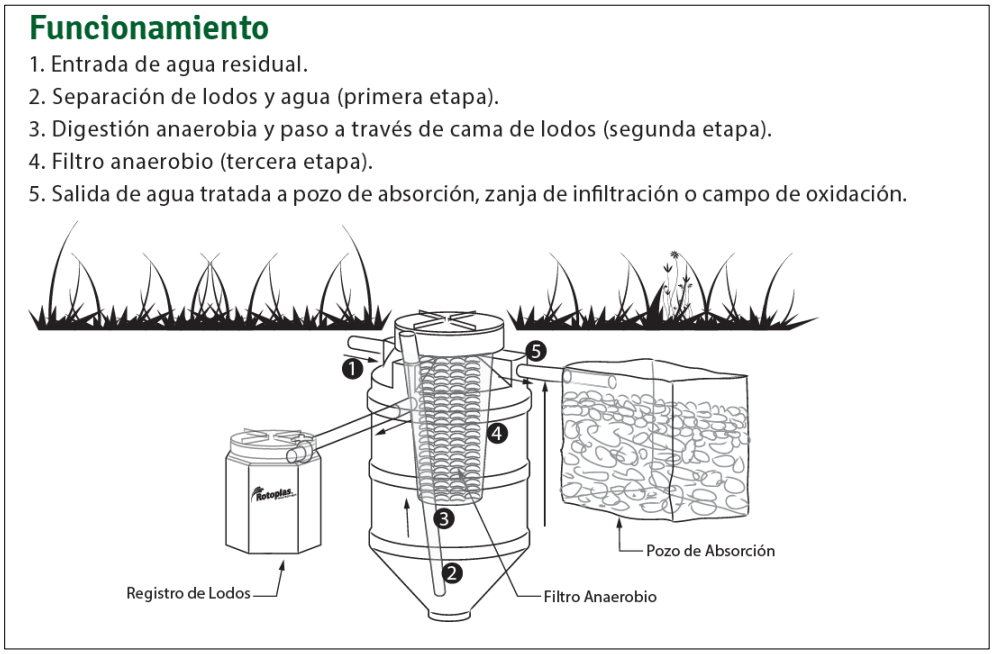


Imagen II.23. Diagrama de funcionamiento de biodigestor de 3,000 litros de capacidad.

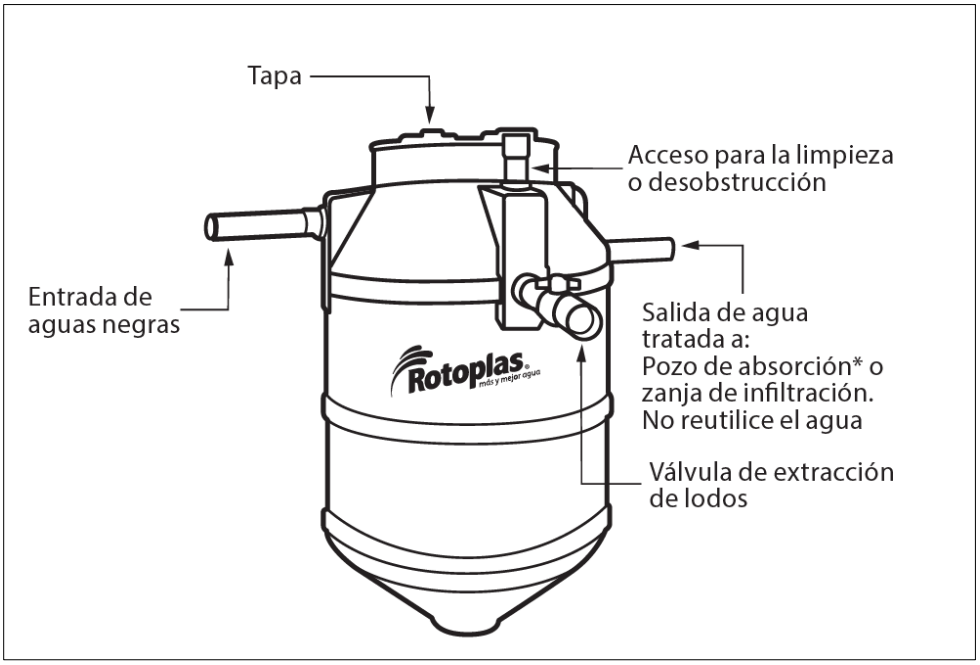


Imagen II.24. Diagrama de conexiones de biodigestor de 3,000 litros de capacidad.

APROVECHAMIENTO Y REÚSO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA.

Una vez tratada en el biodigestor, el agua residual se envía a un campo de infiltración que se encuentra ubicado en los límites de cada subunidad, con el propósito de proporcionar un área específica para la vegetación de delimitación verde. Este campo de infiltración actúa como un sistema de filtración natural, permitiendo que el agua se infiltre lentamente en el suelo, lo que ayuda a recargar los acuíferos y favorece el crecimiento de la vegetación.

Tabla II.9. Aprovechamiento del agua residual tratada y disponibilidad de agua para riego de campos de infiltración.

SUBUNIDAD	ELEMENTO	ART (m3/día)	Lamina de riego (mm)	Superficie a regar (m2)	CAMPO Infiltración LINEAL DE
SUB UNIDAD 1	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 2	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 3	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 4	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 5	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 6	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 7	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 8	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 9	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 10	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 11	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 12	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 13	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 14	Infraestructura de capacitación y practicas profesionales en agroecología y gastronomía local e internacional + Vivero Forestal para la restauración (200 m2)	0.256	10	26	26
SUB UNIDAD 15	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.128	10	13	13
SUB UNIDAD 16	Infraestructura de capacitación y practicas profesionales en Turismo Sustentable	2.4	10	240	240

SUBUNIDAD	ELEMENTO	ART (m3/día)	Lamina de riego (mm)	Superficie a regar (m2)	CAMPO Infiltración LINEAL DE
SUB UNIDAD 17	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 18	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 19	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 20	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 21	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	0.8	10	80	80
SUB UNIDAD 22	Infraestructura de capacitación y practicas profesionales en Turismo Sustentable	2.4	10	240	240

En la Tabla 8, se presenta un resumen de los volúmenes de agua residual generada por cada elemento del conjunto STTUPA REGENERACIÓN. A continuación, se describe cada columna de la tabla:

En la primera columna se presentan los elementos generadores de agua residual como casas, UMA, infraestructura agrícola, edificaciones e infraestructuras turísticas.

La columna de ART (m^3/día), presenta la cantidad de agua residual tratada (ART) en metros cúbicos por día. Este valor indica la cantidad de agua residual tratada diaria disponible para el riego de campos de infiltración.

La columna de lámina de riego (mm), hace referencia a la lámina de riego en milímetros. Indica la cantidad de agua utilizada en el riego de cada elemento en términos de milímetros por metro cuadrado de superficie.

Superficie a regar (m^2), representa la superficie en metros cuadrados que se pueden regar en función de la disponibilidad de agua residual tratada generada por cada elemento.

Finalmente, la columna de Longitud de campo de Infiltración lineal de 1 metro de ancho, indica la longitud en metros que puede tener el campo de infiltración lineal, considerando un metro de ancho, utilizado para la disposición final del agua residual tratada. Localizado principalmente en el lindero entre predios.

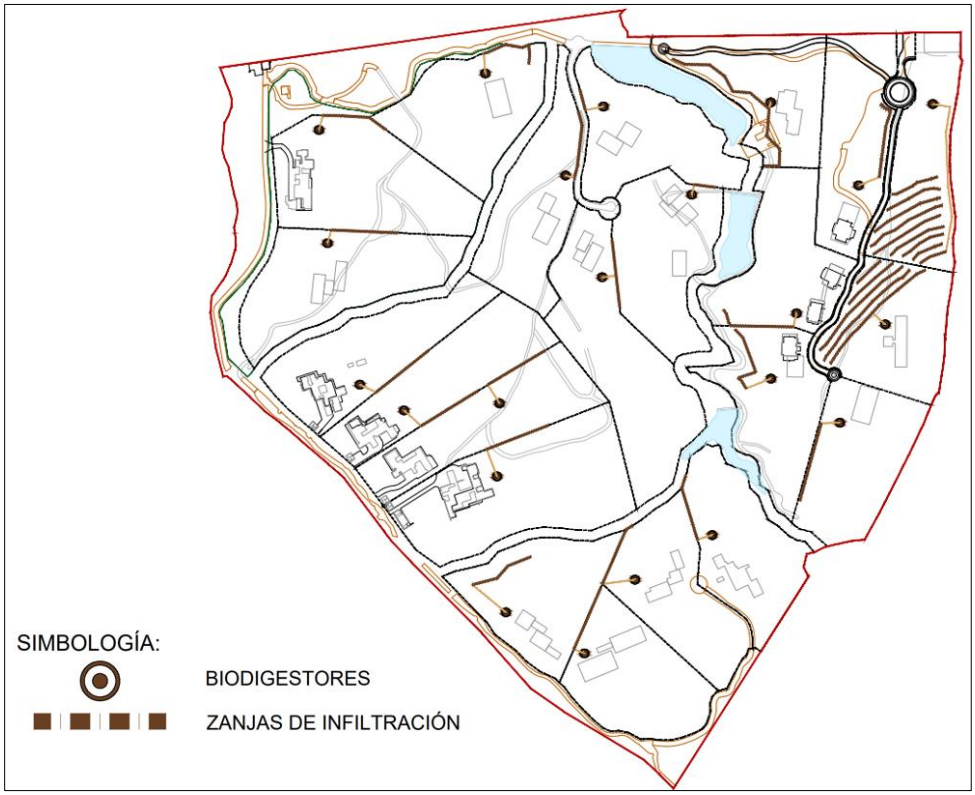


Imagen II.25. Localización biodigestores adosados a los elementos de proyecto y campos de infiltración de agua residual tratada en el lindero entre predios.

En la Imagen II.24 se muestra la ubicación de los biodigestores adosados a cada uno de los elementos mencionados anteriormente. Cada elemento, como las casas, la UMA, la infraestructura agrícola, las edificaciones y las infraestructuras turísticas, contará con su propio biodigestor adyacente.

Los biodigestores están representados en la figura por símbolos distintivos que indican su ubicación específica en relación con cada elemento. Además, se muestra la presencia de campos de infiltración lineales que están localizados en los linderos entre los predios. Estos campos de infiltración, indicados con una línea café, se utilizan como áreas designadas para el proceso de infiltración del agua residual tratada. Su ubicación estratégica en los linderos garantiza una distribución equitativa y efectiva del agua tratada en el suelo, contribuyendo a la recarga de los acuíferos y al fomento de la vegetación en las áreas limítrofes generando fronteras naturales entre los predios.

II.2.12. CÁLCULO DE COS Y CUS Y SUPERFICIE REQUERIDA).

Si bien, como se ha descrito en capítulos anteriores, la subunidad mínima será de 2 ha (20,000 m²), y en base a esta subunidad mínima se han establecido los máximos de 1,000 m² de desplante por subunidad (COS 5%) y 2,000 m² de construcción por subunidad (CUS 10%), gracias al tipo de arquitectura propuesta sobre pilotes la afectación permanente al terreno será menor al área de desplante indicada.

Las zonas de contacto permanente de las edificaciones serán solo los “pilotes” de apoyo estructural y algunos espacios de servicio, tales como cisternas y cuartos de máquinas. El resto del área de desplante quedara libre, y se restaurará de manera que el impacto final de las edificaciones sea aún menor.

Queda claro que durante el proceso de la obra habrá una afectación temporal de mayor superficie a la permanente (debido a las sobre-excavaciones necesarias para la cimentación, patios de materiales, bodegas de obra, etc.), sin embargo, todas estas son susceptibles de ser restauradas e integrarse dentro de las áreas previstas como "Área Recreativa Silvestre" dentro de cada subunidad.

Tabla II.10. Distribución de las subunidades

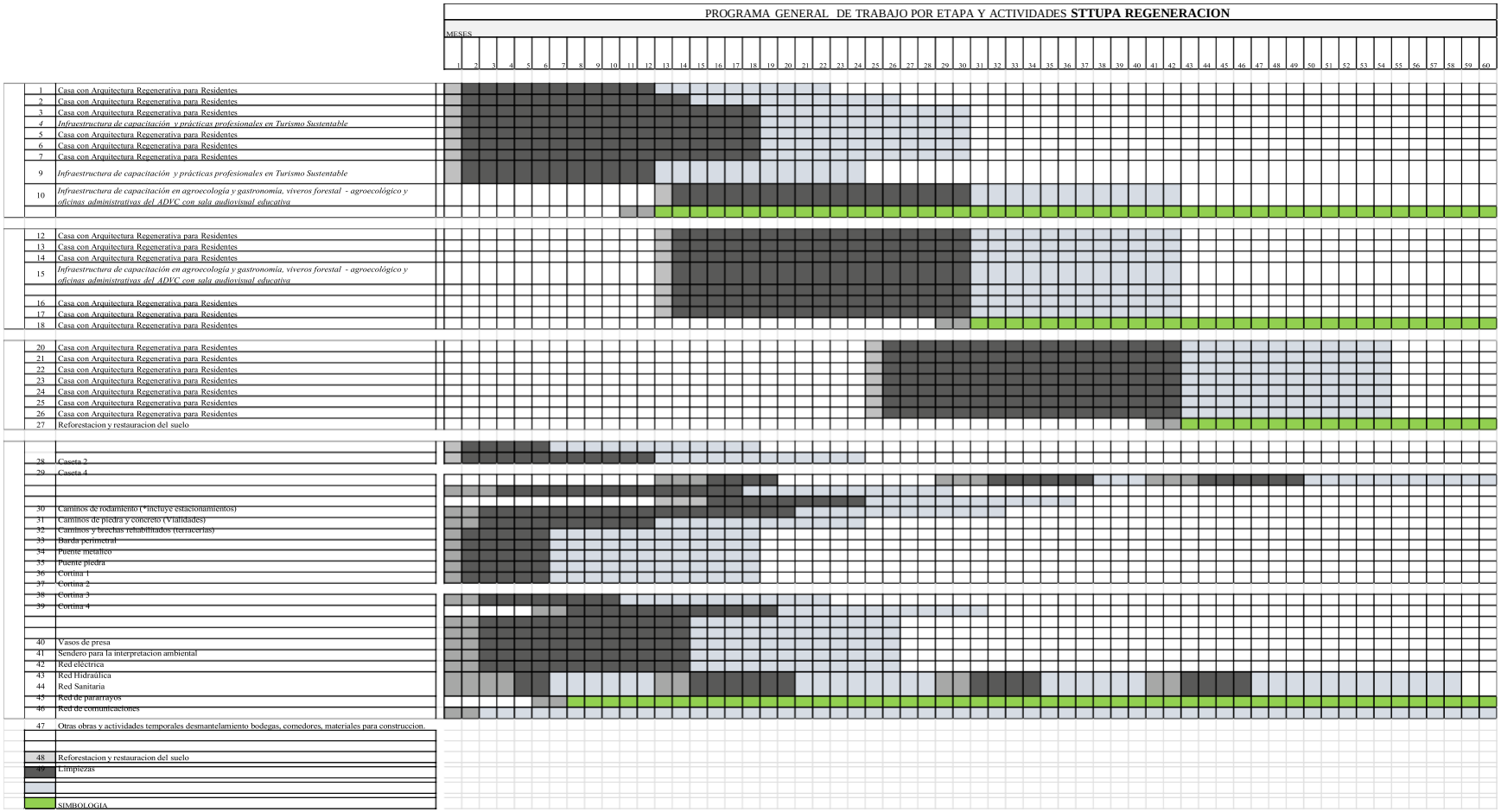
ESPACIO		SubU m²	PROYECTO m² (CUS)	DTU COS m²
SubU 1	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,006.93	2,000.00	1,000.35
SubU 2	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,017.29	2,000.00	1,000.86
SubU 3	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,196.09	2,000.00	1,009.80
SubU 4	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,133.83	2,000.00	1,006.69
SubU 5	Casa con Arquitectura Regenerativa	33,894.73	1,956.52	1,694.74
SubU 6	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,458.82	2,000.00	1,022.94
SubU 7	Casa con Arquitectura Regenerativa	22,891.88	1,081.25	1,144.59
SubU 8	Casa con Arquitectura Regenerativa	25,256.85	1,554.94	1,262.84
SubU 9	Casa con Arquitectura Regenerativa	24,121.81	2,000.00	1,206.09
SubU 10	Casa con Arquitectura Regenerativa	26,760.96	2,000.00	1,338.05
SubU 11	Casa con Arquitectura Regenerativa	21,707.64	2,000.00	1,085.38
SubU 12	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,839.21	2,000.00	1,041.96
SubU 13	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,067.67	2,000.00	1,003.38
SubU 14	*Infraestructura de capacitación en agroecología y gastronomía, viveros forestal - agroecológico y oficinas administrativas del ADVC con sala audiovisual educativa*	20,917.05	2,000.00	1,045.85
SubU 15	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,172.99	2,000.00	1,008.65
SubU 16	*Infraestructura de capacitación y prácticas profesionales en Turismo Sustentable*	20,008.20	2,000.00	1,000.41
SubU 17	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,006.53	2,000.00	1,000.33
SubU 18	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,432.22	2,000.00	1,021.61
SubU 19	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,097.86	2,000.00	1,004.89
SubU 20	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,171.81	2,000.00	1,008.59
SubU 21	Casa con Arquitectura Regenerativa	20,037.58	2,000.00	1,001.88
SubU 22	*Infraestructura de capacitación y prácticas profesionales en Turismo Sustentable*	20,010.01	2,000.00	1,000.50
Subtotal uso habitacional		**478,207.96**	42,592.71	**23,910.40**

Para llevar a cabo el proyecto, se contemplan las siguientes etapas del proceso y sus actividades respectivas.

El proyecto tendrá una duración indefinida. La duración del periodo de preparación de terreno y construcción (incluido el CUSTF) se estima en 60 meses a partir de la expedición de la Autorización en materia de Impacto Ambiental y Cambio de Uso del suelo.

Plazo que podría ser prorrogable de acuerdo con circunstancias ajenas al proyecto.

Tabla II.11. Cronograma de actividades del proyecto



II.2.13. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL, INSUMOS, MATERIALES, EQUIPO Y MAQUINARIA.

REQUERIMIENTO DE PERSONAL

Se considera que en el trascurso de los 60 meses de obra habrá un promedio de 40 personas de diferentes especialidades por edificación determinada, al principio de albañilería y se irán intercalando con los especialistas de instalaciones y acabados. Ninguno de ellos pernoctará en la obra.

El personal de obra está capacitado con platicas de concientización para llevar a cabo las distintas estrategias de control de erosión y sedimentación, manejo de agua, reducción en la generación y manejo de residuos, entre otras implicaciones para reducir el impacto ambiental durante la construcción.

REQUERIMIENTO DE AGUA

Se tiene identificado que el recurso del agua en esta zona es limitado, por lo que se considera la adaptación de prácticas de manejo específicas con el objeto de minimizar el riesgo potencial de daño al medio ambiente y a la salud de las personas, asociadas con el agua contaminada.

REQUERIMIENTO DE COMBUSTIBLE Y ENERGÍA.

Durante la etapa de construcción, existen actividades donde se requiere energía eléctrica es por esto importante considerar la conexión a través de una acometida del Servicio Eléctrico (CFE). Y para el uso eficiente de la energía se tienen contempladas las siguientes estrategias a implementar:

- Se cuenta con equipos eficientes, como cortadoras, pulidoras, entre otras que se ocupan en alguna etapa de las actividades de obra.
- La seguridad del trabajador es sustancial, por ello es importante contar con los correctos niveles de iluminación para realizar sus actividades durante horas de trabajo, en caso de requerirlo. Los horarios con los que consideran no incluyen trabajos nocturnos.
- Todos los nuevos accesorios de oficinas de obra, como: computadoras, impresoras, copiadoras son de bajo consumo de energía eléctrica, (etiquetado) donde se visualice el rendimiento de eficiencia energética del producto.
- En las construcciones, se eligen accesorios electrodomésticos: cafetera, horno, pantallas T.V.; así como equipos de HVAC o Calefacción con etiquetado de bajo consumo de energía. Donde se aprecie el etiquetado de rendimiento de eficiencia energética, o bien Energy Star.
- Para los distintos proyectos se instala iluminación con tecnología LED, tanto en obra, como en los proyectos en construcción, contribuyendo a disminuir la carga eléctrica.
- Los materiales que se emplean para la envolvente de las construcciones son de acuerdo con los atributos térmicos y acústicos que contribuyan al confort del usuario final, aportando a la reducción de la carga térmica de los espacios.

El consumo de electricidad para las construcciones esta medido, posteriormente se generará un plan de reducción de consumo de energía con base a los consumos bimestrales reportados en los recibos de CFE.

A continuación, se mencionan las estrategias a implementadas para realizar durante la operación y mantenimiento de los distintos inmuebles.

- La iluminación instalada en los distintos edificios no contiene sustancias peligrosas, tales como mercurio, además de que se encuentran reguladas por la normativa correspondiente.

- Se instalan dispositivos de control automático para apagar la iluminación en todos los espacios; este dispositivo de control automático deberá funcionar de forma programada o con un sensor de ocupación.
- Se contempla instalar sensores de movimiento y fotoceldas.
- La iluminación exterior nocturna, es de igual forma eficiente, a discreción de alumbrar hacia abajo, para no perturbar a las especies que realizan actividad nocturna.
- Al contemplar la instalación de equipos de HVAC en los proyectos, cuentan con eficiencia energética para no generar mayor consumo de energía, además el refrigerante que se requiere el equipo es de menor impacto al ambiente.
- En el proyecto se contempla energía renovable, a través de la instalación de paneles fotovoltaicos y precalentamiento de agua mediante, lo cual beneficia la reducción de carga térmica y su funcionamiento será casi auto sostenible.

COMBUSTIBLES.

El uso de combustible, es considerado una actividad altamente riesgosa. Así mismo durante todas las actividades en las distintas etapas del proyecto y dentro de su área, no se dispondrá de contenedores, depósitos de cualquier dimensión o capacidad que pudiese contener combustibles o sustancias peligrosas que pudieran poner en riesgo las actividades del proyecto o generar algún accidente. Se establecerán señalamientos visibles para todo el personal, así como la capacitación e instrucción de todo el personal que labore en el proyecto para evitar cualquier acto no autorizado respecto al uso o contención de sustancias peligrosas. Así mismo la supervisión del cumplimiento de las especificaciones de trabajo será supervisada regular y periódicamente.

MATERIALES

Para las construcciones la selección de los materiales se considerados son de la región o lo más cercano al proyecto para contribuir a la economía del lugar, además de la huella de carbono, la energía y agua que se utilizan para su elaboración en cada producto impacta al ambiente.

Las siguientes consideraciones en la etapa de selección de los materiales, productos e insumos:

- Todo el papel de la fotocopia y de impresión debe contener por lo menos el contenido reciclado el 80% con la documentación para verificar sus calidades ambientales.
- Todos los productos de madera que se ocupen en la construcción son de fuentes legales comprobadas, que cuenten con la documentación reconocida de la industria.
- Todos los materiales de acabados, como: pinturas, alfombras, mobiliario, sellantes, pegamentos usados en los espacios interiores son de bajos niveles de emisión de compuestos orgánicos no volátiles (VOC).
- Todo el equipo de la refrigeración y/o de enfriamiento no contiene Clorofluoro de Carbono (CFC), debido a que perjudica la capa de ozono y contribuye al calentamiento global.

Se considera la reutilizar materiales existentes que están disponibles en el sitio del proyecto, adquiriendo materiales durables y que se usa en múltiples ocasiones antes de la disposición final.

Los requerimientos de materiales pétreos se abastecerán de fuentes de suministro bancos autorizados o de expendios que comprueben la legal procedencia de los materiales. Así mismo se procederá para los

requerimientos de madera. Las actividades de suministro estarán registradas en las bitácoras correspondientes de obra, señalando día, hora, origen, destino, responsable, y quien autoriza el suministro diario de dichos materiales. A continuación, una lista de bancos autorizados por el estado para extracción, procesamiento y venta de materiales pétreos, cercanos al sitio del proyecto.

Listado de minas autorizadas, con información de la Dirección de Evaluación del Impacto Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México.

Tabla II.12. Ubicación de los bancos de materiales pétreos autorizados por el Estado de México

Banco de materiales pétreos	Localidad	Municipio	Tipo de material	Empresa	m al Este	m al Norte
Mina Velázquez	San Juan Xoconusco	Donato Guerra	Arena, grava, granzón y balastre	Juan Andrés Velásquez	367459	2135196
San Francisco Oxtotitlán	San Francisco Oxtotitlán	Temascaltepec	Arena, grava, granzón y balastre	Comisariado de Bienes Comunales San Francisco Oxtotitlán	403865	2121743



Imagen II.26. Ubicación de los bancos de materiales pétreos autorizados por el Estado de México

EQUIPO Y MAQUINARIA

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se considera que la generación de polvo por la operación de la maquinaria y equipo es poco significativa por el movimiento de tierras, debido a que las áreas de tránsito interior se mantendrán húmedas (agua tratada) y el material transportado estará en la misma condición y cubiertos con lona.

Además, el equipo permanece debidamente resguardado y la maquinaria está en un área asignada para realizar acciones de mantenimiento preventivo que no perjudique el lugar, ya sea por contaminación del suelo y la emisión de partículas fugitivas a la atmósfera.

El uso de maquinaria de motor de combustión a gasolina y/o diésel, puede generar monóxido de carbono. Sin embargo, este será usado por un corto periodo de horas al día. En cuando a líquidos que se puedan generar y emitir al ambiente, se contempla acciones de mantenimiento preventivo fuera de la obra o en lugar asignado previamente.

Se considera que la maquinaria no opere más de 6 horas efectivas por jornada. Y esta se ocupará por periodo de construcción.

Las emisiones de PST (Partículas Suspendidas Totales) no obedecen a un proceso de generación continuo, ya que todos se manejan dentro del predio y por etapas de construcción.

Durante la etapa de preparación y construcción no se llevará a cabo mantenimiento del equipo y maquinaria del área del proyecto, para evitar derrames de material o sustancias peligrosas. Cualquier mantenimiento de menor importancia de la planta (generador de energía) o de cualquier otro equipo no se realizará en sitio, se realiza de acuerdo con una evaluación de riesgos y dentro de un área de mantenimiento menor apropiada apoyada por controles inmediatamente accesibles del derramamiento y el almacenamiento. Los expedientes del mantenimiento deben ser fácilmente disponibles para la inspección. Se establecerán registro de supervisión de estas actividades que se llevarán a cabo periódicamente. El mantenimiento Preventivo y correctivo de la maquinaría se llevará a cabo fuera de sitio de las obra o área del proyecto.

II.3. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

II.3.1. PREPARACIÓN DEL SITIO.

Las construcciones se harán en un periodo de 60 meses de acuerdo al programa de Obra anexo. Las construcciones nuevas en total corresponden a una superficie sujeta a Cambio de uso del suelo de 1.99 ha, y diferenciada para cada subunidad y la barda y al cual se accederá mediante caminos interiores de rodamiento temporales para llegar al sitio de construcción. Cabe señalar que el trazado y delimitación de estos caminos de rodamiento temporal se diseñarán salvando y respetando todo arbolados que se encuentre, por lo que está prohibido realizar derribo del arbolado. Las actividades consistirán de manera inicial con en el despalme y nivelación del terreno. Para el caso de las construcciones en obra negra existentes, estas ya cuentan con caminos de rodamiento que serán utilizados para minimizar afectaciones. El despalme y nivelación se realiza por cada edificación que se ira construyendo de manera progresiva, de igual modo se acondicionará conforme al desarrollo, la infraestructura necesaria para habilitar los servicios de energía eléctrica, drenaje y agua potable. Para realizar las actividades de la obra la secuencia general de preparación del sitio y construcción será la siguiente:

- La lotificación y deslinde de cada subunidad se realizará de acuerdo con la subdivisión antes mencionada, dando cumplimiento a la Licencia de Uso de Suelo.

- Se desarrollará el rescate y reubicación de fauna y flora, y delimitación perimetral (acordonamiento) de las superficies sujetas a Cambio de uso del suelo destinada para uso recreativo y las áreas colindantes susceptibles (de 500 m^2) a afectaciones temporales fuera del las áreas sujetas a cambio de uso del suelo, durante el proceso constructivo para evitar impactos en las áreas aledañas. La zona acordonada correspondiente a las superficies sujetas a cambio de uso del suelo, como en las áreas susceptibles a afectaciones temporales se mantendrá el arbolado presente, y queda estrictamente

prohibido la remoción del mismo y la violación perimetral por obras, materiales o actividades propias o inherentes al proceso constructivo.

- Durante las actividades mencionadas, se estará al pendiente de la existencia de nichos de anidación o madrigueras usadas por la fauna o de indicios de su presencia para su rescate. Por lo que el personal estará capacitado para los eventuales interacciones con la fauna a fin de no afectar su hábitat o dañarlas.
- Se procederá a la identificación de los individuos arbolados dentro de la superficie sujeta a Cambio de uso del suelo para su marcaje para fines de conservación y vigilancia de su permanencia en cada subunidad. Todo arbolado mayor a 10 cm. Será respetado y conservado en el área, no obstante contar con la autorización para el cambio de uso del suelo. Por consiguiente, el personal estará capacitado para mantener y conservar el arbolado, quedando estrictamente prohibido la remoción de vegetación leñosa en el área del desplante.
- Se ocupará un máximo de superficie de desplante de 500 m^2 de superficie por cada subunidad (en las construcciones nuevas), en donde se colocarán las zapatas, cimentación o través de desplante de las obras. Se realizará la colecta del suelo superior o capa orgánica, mismo que será depositado dentro de las áreas por impactar para su posterior dispersión en las zonas de andadores para nivelar su superficie.
- Dentro de los 500 m^2 de desplante por subunidad, se realiza también remoción de suelo para el área de jacuzzi y cuarto de máquinas e instalación de biodigestor, este material será utilizado para nivelación de la superficie en general. **Nada de este material será trasladado a otro sitio**.
- En caso de ser localizado alguno o cualquier espécimen faunístico será capturado y reubicado en la zona aledaña de acuerdo con procedimientos apropiados para el tipo de especie que se pueda encontrar.
- Una vez retirada la capa superior del suelo, se procede a la extracción de la próxima capa de material, siendo este momento la culminación del cambio de uso del suelo forestal y el inicio de las labores de construcción.

TRAZO Y DELIMITACIÓN

Con plano de proyecto se instalan puntos de control GPS y se inicia el trazo por medio de una brigada de topógrafos, cadeneros y estadaleros que ayudan a trazar con cal, estacas y cintas en los diferentes proyectos.

El trazo y delimitaciones, en los diferentes espacios a construir de dará según los tiempos estimados para las distintas etapas del proyecto.

DESMONTE Y DESPALME

Se consideran dos etapas principalmente:

a) Desmonte o deshierbe que es remoción de la vegetación herbácea propuestos para su eliminación en el área de cambio de uso del suelo, tomando en cuenta la programación o cronología de las obras a construir, ésta será removida con el uso de herramientas mecánicas y manuales para el retiro de hierbas y pastos de la superficie del terreno. Con lo anterior se busca que las superficies que tendrán cambio de uso de suelo, no queden totalmente descubiertas con lo que se pretende reducir los procesos erosivos durante la preparación y construcción a los que se pueden someter durante estas actividades.

b) Despalme. Para llevar a cabo la obra civil se requiere del retiro de la cubierta superficial del terreno únicamente en aquellas áreas de ubicación de las zapatas, trabes o columnas de sostén

de cada obra, respectivamente, evitando el despalme en toda la superficie del cambio de uso del suelo. Dicha capa del terreno incluye tanto sustrato orgánico como inorgánico. El primero será almacenado en un área adyacente para su conservación, ya que posteriormente será utilizado en actividades relacionadas con la regeneración de la vegetación; y el segundo podrá ser empleado en actividades de relleno y nivelación de otras partes de los terrenos a construir.

Para evitar el maltrato al arbolado ya que este formará parte del paisaje interno del proyecto, se trazará el circuito interno de la futura vialidad para poder acceder a la subunidad interna de cada casa, disminuyendo de esta forma el impacto a dicho componente. Se protegerá el arbolado remanente con malla ciclónica para evitar daños en el fuste, y se capacitará al personal obrero en lo referente a la protección de la flora.

En los caminos de obra se utilizan los caminos y brechas existentes y se les hace una leve corte con el bote frontal para que este se encuentre homogéneo, además se completan por lo menos 4 m de ancho para que sean accesible para el traslado de materiales. El espesor se mantiene en 50 cm, en dado caso de que se vaya asentando hasta la mitad de dicho espesor se vuelve a complementar el material para contar con dicho espesor.

El desmonte en los llanos existente donde se implementan represas se realiza igualmente con el bote frontal de la retroexcavadora y el material se dispone en sitios erosionados para que se establezca el material y la materia orgánica.

CORTES

Se harán exclusivamente los cortes al terreno que sean necesarios para albergar a la cimentación y a las obras permitidas en el porcentaje de desplante autorizado, los cortes se harán con la maquinaria adecuada del menor tamaño posible o de manera manual dependiendo el lugar lo requiera.

NIVELACIONES

No se pretenden hacer rellenos para nivelación o hacer plataformas previas para construcciones, se respetará lo más posible el terreno natural

El diseño arquitectónico y urbanización se adaptará respetando la topografía del lugar lo mas posible.

Las nivelaciones de caminos se harán con material excavado y mejorado con capas de balastro al menos en capas de 20 cm, para poder transitar en ellos.

Se harán una vez terminadas las excavaciones y construcciones y se harán con el producto mismo de las excavaciones el cual fue acomodado en un área aparte para no sufrir contaminación con otros productos de la obra.

Los trabajos se harán a mano o con maquinaria, tratando de conservar el mismo perfil que tenían antes de las excavaciones.

EXCAVACIONES Y RELLENOS

Las excavaciones serán exclusivamente las necesarias para la cimentación y las áreas permitidas en el porcentaje de desplante tales como cuartos de máquinas, cisternas, bodegas etc.

Las excavaciones se realizarán con máquina y los rellenos con medios manuales conservando el perfil topográfico anterior en la medida de los posible.

El material retirado se dispone en bancos cercanos para su uso en el interior del polígono para mejorar zonas erosionadas o posterior relleno y nivelación del suelo. Estos bancos áreas de almacenamiento

temporal, se encuentran ubicadas y georreferenciadas, y son consideradas como superficies de afectación temporal, integradas en la evaluación del impacto para su posterior restauración.

II.3.2. CONSTRUCCIÓN.

PRELIMINARES

Se colocarán tinacos para almacenamiento de agua durante la temporada de construcción. No se establecerán campamentos para los trabajadores porque será mano de obra local, los cuales llegarán en sus respectivos transportes que se pueden estacionar dentro del predio.

Dentro del polígono de cambio de uso del suelo se designará un sitio para uso de trabajadores, el que contempla un sanitario portátil con que la empresa constructora tendrá que contar. Lo anterior será únicamente para uso durante el día, ya que el personal del proyecto acudirá diariamente al sitio de obra y sólo estará de forma permanente una persona para cuidar por las noches, esta persona ocupará una pequeña construcción de block que ya existe dentro del predio sólo será acondicionada para ello.

Se tiene considerado un sistema de tratamiento de agua de lluvia en obra, es por ello la importancia de captarla, almacenarla y utilizar en actividades esenciales de las distintas actividades de obra, aunado a esto, considerar lo siguiente:

- Aspersión de caminos
- No dejar los grifos y mangueras abiertos cuando el agua no se requiera.
- Se colocan carteles de sensibilización para la minimización del consumo de agua (Utilizar el agua en la cantidad necesaria).
- Se cuentan con los depósitos de almacenamientos necesarios en obra como tambos, tinas, bidones, u otros recipientes que permitan almacenar agua para reutilización.

De igual forma se tienen contempladas prácticas de reutilización de agua, a través de las siguientes medidas:

- Almacenamiento de las aguas resultantes de los lavados de las ollas de concreto y mezcladoras en tinas, para la reutilización posterior, a través de la incorporación de esas aguas en producción de nuevo concreto.
- En cada punto de agua colocar tambos destinados al almacenamiento de aguas excedentes y en casos eventuales de pérdidas de agua de las mangueras, para posterior reutilización/reaprovechamiento en usos como Lavados.

Inodoros portátiles:

- La recolección periódica de las aguas residuales será antes de llegar al volumen máximo, siendo esta operación realizada con una periodicidad establecida y acordada con la entidad local de estos equipamientos.
- Las aguas residuales recogidas tendrán un destino final adecuado, comprobado con la declaración de entrega de la empresa gestora (baños portátiles).
- Se asegura que las aguas residuales de las actividades de obra no serán enviadas a un biodigestor.
- Al final de la obra, se envía todo el contenido del biodigestor a una depuradora.

Durante el proceso constructivo se asegura el mantenimiento continuo de las estrategias implementadas para controlar la erosión y sedimentación de lugar, sobre todo después de acontecimientos relevantes.

- Se cuenta con el personal responsable del control y ejecución de las estrategias (diferentes frentes).
- Actualmente se encuentra una barda perimetral de block en varios frentes del predio y se continúa elaborando para que queden contenidas las actividades de construcción del proyecto.
- Revisar continuamente que los taludes se encuentren protegidos o estabilizados de manera tal, que se reduzca la erosión de estos por efecto del agua o viento.
- El agua de achique será inyectada al subsuelo para la carga de mantos freáticos; sin haber sido previamente tratada para evitar el arrastre de suelos.
- Los montículos de tierra producto de excavaciones, se mantienen protegidos y estabilizados de tal manera, que se evite su erosión por acción del viento o agua.
- Se verifica de manera continua que el material de demolición, escombros o residuos se encuentre en el área previamente asignada.
- Los excesos de concreto son acopiados para ser retirados posteriormente a reciclaje
- A la salida de la obra, los vehículos se retirarán sin ningún tipo de residuos o lodos en las llantas, para evitar ensuciar las calles y/ o avenidas, desmejorando el aspecto de las calles circundantes; para tal fin se coloca ráunas rejillas vibratorias, con carretillas y personal que realice limpieza al final de la jornada laboral.
- El contratista coloca señalización necesaria indicando que los vehículos permanezcan afuera del terreno, apagando los motores y así evitar una contaminación innecesaria.
- Se tiene contemplado un sistema de recolección, tratamiento y distribución del agua recolectada (ya sea de lluvia o de achique) para su eventual utilización para las actividades en obra.

A continuación, se exponen una serie de evidencias fotográficas de las estrategias implementadas y a implementar durante las distintas etapas de la construcción.

Pruebas visuales de cumplimiento



Delimitar el área de construcción para evitar polvo y residuos a terrenos colindantes.



Una capa de roca-estabilizada, colocada encima de un geotextil, localizado en la salida de vehículos de la obra y/ camino público o privado pavimentado (reducción de generación de polvo).



Se instalar entradas estabilizadas (en los accesos) al proyectos lo cual permitirá remover el sedimento de los neumáticos de los camiones y vehículos antes de salir del proyecto hacia las vías de acceso.



Utilizado como control del perímetro, cerca del légamo también se utiliza para proteger entradas del dren de la tormenta, los canales y manejo de drenaje, capturar el sedimento de reservas y dirigir el agua superficial.

Se ejecuta revisión mantenimiento preventivo periódico en todos los puntos de agua de la obra, para asegurar que estos se encuentran en buen estado; conexiones correctamente ejecutadas y mantenidas, grifos operacionales, mangueras sin roturas, etc.

Identificación en obra de las tuberías susceptibles de ser dañadas por máquinas y restringir la circulación de éstas en las zonas consideradas críticas (con elevada probabilidad de dañar las tuberías).

Siempre que sea detectada una fuga/rotura de agua por un trabajador de la obra, procede:

- Registro de la situación ocurrida, a través del cumplimentado del procedimiento de "Detección de Fugas/Pérdidas/Rotura de conductos de agua" para un mejor control de seguimiento y reparación, evitando así el desperdicio de este recurso no renovable.
- Avisar de inmediato al responsable de ambiente del proyecto o al encargado de mantenimiento, que asegura la reparación de la fuga cuanto antes.
- Consumo de agua
- El consumo de agua potable durante la operación de las construcciones es supervisado para monitorear el consumo y mejorar el ahorro de agua.
- Accesorios y aplicaciones de plomería
- En las construcciones se utilizan accesorios y aplicaciones de plomería el 20% más eficiente de lo que cita el estándar de EPA 1992[3]: para los inodoros y los accesorios.
- En la siguiente tabla muestra los requerimientos de los accesorio y mobiliario sanitario con una reducción del 20% de cada dispositivo una vez instalado, lo cual permitirá reducir los consumos durante la operación del proyecto.

[3] EPA. Environmental Protection Agency

Tabla II.13. Requerimientos de los accesorios y mobiliario sanitario

Accesorio, colocación o aplicación	Línea base (EPA)	Requisito de STTUPA
Inodoros (tanque de agua)	1.6 gpf	1.26 gpf (máx)
Urinales	1.0 gpf	Sin agua o 0.13 gpf
Regaderas	2.5 gpm	1.5 gpm (máx)
Grifos para lavabos públicos	0.5 gpm	0.35 gpm*
Grifos de cocina	2.2 gpm	0.5 gpm (máx)
gpf= galones por flush **gpm= galones por minuto**	*Aereador	

Todos los accesorios y grifería cumplen con estándares antes mencionados, de grado ecológico y ahorradores de agua.

DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

Se hará un despalme de terreno de aproximadamente 500 m^2 que funciona para recibir los agregados a granel y zona de trabajo de albañilería en previstas para misma área que se reforestará al término de la obra. Lo mismo para el camino de servicio de acceso a la obra.

Se implementarán construcciones provisionales de madera de obra y lámina de cartón, según requiera el lugar donde se comienza una construcción, funciona como bodega de obra. Mismas que estarán ubicadas al interior del perímetro acordonado destinado para las obras, respetando el arbolado existente. Cabe señalar que no se realizará el corte o uso de madera del arbolado en pie presente dentro o fuera del área permitida, para fines constructivo.

Se implementará un área de comedor para los trabajadores la cual controla no estén deambulando por varios lugares, teniendo como ventaja, que la basura orgánica e inorgánica, serán recolectados en tambos rotulados para su separación y posterior traslado a centro de acopio de desecho reciclables según sea su tipo. Los desechos orgánicos de provenientes de las necesidades alimentarias de los trabajadores serán depositados en contenedores para su disposición en composteros instalados en los comedores temporales. Para lo anterior, los trabajadores estarán capacitados para tal fin, y supervisados para evitar contaminación por desechos en el área de proyecto.

Relativo al mantenimiento y reparación mecánica de equipo y vehículos, estará estrictamente prohibido realizarlo dentro del área del proyecto, previniendo descomposturas mediante acciones de mantenimiento preventivo a los mismos equipos y vehículos. No obstante, aquellas eventualidades se evitarán al máximo, registrando estas en la bitácora respectiva para dar solución fuera del lugar dentro del sitio del proyecto y en casos extremos bajo autorización previa dentro del área; No obstante, y en cuyo caso de una eventualidad se hará el traslado del elemento a reparar o que requiera de mantenimiento a talleres externos, localizados en las comunidades aledañas o en la cabecera municipal de Valle de Bravo.

No es necesaria la apertura de zonas o bancos de préstamo de material, ni acarreo de este, ya que el mismo material producto de la preparación en el sitio será utilizado para las actividades de relleno y nivelación en el terreno que así lo requiera dentro de las áreas de cambio de uso del suelo.

Cada construcción establecerá una delimitación perimetral acordonada y visible para determinar su área de patio de maniobras, trabajo, bodegas y almacenamiento de materiales, contemplado el metraje de las áreas temporales asignadas., que corresponden a 500 m^2 aledaños a las áreas para la construcción sujetas

a cambio de uso del suelo, considerando que esta estrictamente prohibido remover arbolado leñozo, dentro y fuera de esas áreas.

Cada área o instalación de trabajo contará con contenedores adecuados para la disposición de los diversos desechos que serán generados en cada etapa del proyecto; periódicamente dichos residuos serán recolectados para su adecuada disposición.

Cabe señalar que ya existe sitios con afectaciones eventuales derivadas del proceso constructivo derivado de las obras ya existentes realizadas con anterioridad, para lo cual está previsto en el Programa de restauración correspondiente.

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS VIVIENDAS

La estructura de cimentación de los entrepisos y losas será de concreto armado, los muros de tabique rojo de la zona aplanados con Mortero cemento - arena y algunos muros de piedra negra de la región.

La cimbra de las losas se hará con vigas de madera estructural aparente y enduelado como cimbra perdida, firmes de concreto para recibir los acabados pétreos, de madera o de teja. A los barrotes y polines de apuntalamiento se le darán cuando menos 5 usos para poder optimizar su uso.

Los andamios para colocar la piedra de los muros o la teja de las cubiertas se harán con andamios metálicos para no usar más madera y se retirarán al finalizar la obra.

Las instalaciones eléctricas con tubería Conduit PVC de trabajo pesado.

Las hidráulicas sanitarias serán de Tubo plus y PVC

El suministro de los materiales agregados y retiro del cascajo se hará con camiones máximo de 6m3 y deberán salir el mismo día que entran y utilizar los caminos provisionales habilitados expresamente así como las áreas de almacenamiento a granel de los mismos.

Durante la etapa de construcción se establecen acciones y/o actividades, las cuales se prevé diferentes impactos al ambiente que serán mitigados, restaurados o compensados:

Tabla II.14. Descripción de los impactos por etapa y actividad a realizar

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
PREPARACIÓN DEL SITIO	Delimitación de SubUs	El Predio está delimitado por una barda de block de 2.8 metros de altura. Esta delimitación no generará impactos debido a que las actividades están comenzadas en sitio.
	Desplante y remoción de materia orgánica	Para la planeación del diseño de las construcciones con Arquitectura Regenerativa se establece la conservación de todos los árboles existentes en el predio, por lo que el estrato arbóreo de la superficie del predio permanecé intacto. El resto de la superficie pertenece al estrato herbáceo. En esta actividad el desplante y remoción de materia orgánica ocasiona que los factores como el suelo pierda su capacidad de retención e infiltración del agua, evitando que el agua subterránea disminuya su infiltración, así como ocasionará un impacto en el aire, en cuanto a la calidad, ya que esto provocará una emisión de polvos y partículas y ruido.
	Trazo y Nivelación del terreno	Esta actividad solo genera compactación del suelo y provoca erosión, así como la modificación de las características biológicas del lugar y la capacidad productiva.
CONSTRUCCIÓN	Cimentación	Para esta actividad se llevará un cambio de uso de suelo, afectando en forma negativa diversos factores, entre ellos el suelo, el agua, el paisaje. Sin embargo, representará impactos positivos en el factor socioeconómico.

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	Estructura	Esta actividad impacta de manera negativa al suelo, pero sobre todo al paisaje, la estructura se integra de manera que seguirá las curvas de nivel para intentar en lo posible integrase con el paisaje. Conforme a los impactos positivos, se crearán empleos que impulsan el desarrollo económico y el consumo de bienes y servicios.
	Albañilería	Esta actividad genera impactos negativos por partículas, ruido, y como impactos positivos; genera empleos temporales y apoyo a diversas familias en forma directa e indirecta.
	Acabados	Los acabados de las construcciones pudiesen generar impactos negativos, sin embargo, se considerarán estrategias de contención de polvo y la vegetación en áreas verdes será endémica.
	Instalación de Biodigestor	La instalación del Biodigestor ocasiona perdida de suelo, generación de residuos y un cierto nivel de ruido. Los impactos positivos es la generación de empleos de forma directa e indirecta.
	Áreas verdes	Esta actividad generará cambios en el paisaje y favorece el paisaje del lugar, el riego es mínimo y se crea biodiversidad y microclima del lugar, manteniendo óptimos niveles de los mantos freáticos. La generación de empleos directos e indirectos será el impacto positivo.

Antes de comenzar los trabajos de obra, como señalamos en párrafos anteriores, se tiene contemplado la implementación de una serie estrategias durante las distintas etapas de construcción, así como la asignación de las áreas para almacenamiento de materiales, áreas destinadas al ingreso, permanencia y egreso de vehículos, zonas de acopios de materiales inflamables y/o tóxicos, áreas de acopio y clasificación de residuos, medidas de control de taludes, medidas de control de polvo, medidas ambientales y de seguridad.

EXCAVACIÓN

Durante la excavación se generan puntos bajos, el riesgo y las medidas de control se tienen identificadas para evitar que el agua de lluvia se introduzca a las áreas excavadas.

Áreas protegidas

Durante la construcción, las áreas perturbadas serán limitadas a la huella de la construcción (caminos, líneas para uso general). Las áreas naturales perturbadas durante actividades de construcción revegetadas o “reseeded” con especie nativa al término del proceso constructivo establecido en el programa de “restauración” (Anexo 5. Programa de Reforestación y Restauración de Flora). El mantenimiento de la vegetación en los sitios del proyecto, serán protegidos a través del acordonamiento de las especies.

Proceso siguiente para las construcciones por concluir:

- La Construcción esta desplantada en una serie de zapatas y contratrabes.
- La estructura de cimentación y de los entrepisos y losas será de concreto armado, los muros de tabique rojo de la zona aplanados con Mortero cemento: arena y algunos muros de piedra negra de la región.
- La cimbra de las losas se hará con vigas de madera estructural aparente y enduelado como cimbra perdida, firmes de concreto para recibir los acabados pétreos, de madera o de teja. A los barrotes y polines de apuntalamiento se le darán cuando menos 5 usos para poder optimizar su uso,

- Los andamios para colocar la piedra de los muros o la teja de las cubiertas se harán con andamios metálicos para no usar más madera y se retirarán al finalizar la obra.
- Las instalaciones eléctricas con tubería Conduit PVC de trabajo pesado.
- Las hidráulicas sanitarias serán de Tubo plus y PVC
- El suministro de los materiales agregados y retiro del cascajo se hará con camiones máximo de 6m3 y deberán salir el mismo día que entran uy utilizar los caminos provisionales habilitados expresamente, así como las áreas de almacenamiento a granel de estos.
- El material eléctrico e hidráulico se descargará directamente en las bodegas, nunca permaneciendo a descubierto.

ACCESOS

Se cuenta con Tres Accesos al Proyecto Sttupa Regeneración, la primera por el lado NorPoniente, la segunda por el lado NorOriente y una Tercera por el lado SurPoniente. Los Tres Accesos se ubicaron en puntos y caminos previamente existentes, y al igual que el resto de los Caminos, se procedió a rehabilitar los únicamente.

En los Accesos NorPooniente y NorOriente, se edificaron casetas de control y vigilancia, en el AccesoSurPoniente, se hizo el trazo para una Caseta de control y vigilancia, sin que a la fecha se haya edificado.

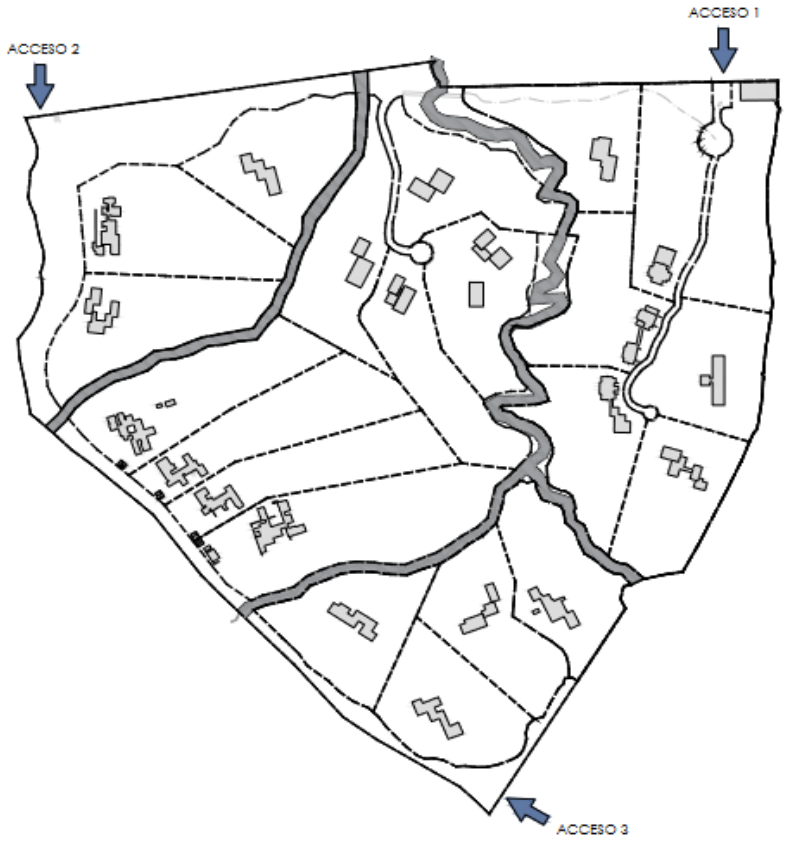


Imagen II.27. Accesos y caminos del área de análisis

SUPERVISIÓN Y MANTENIMIENTO DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Supervisión continúa de la especificación y compra de materiales en pro de la salud del trabajador de obra, así como del bienestar de los usuarios finales; libres de plomo, cobre, cromo.

Las personas responsables realizan inspección in situ de manera continua para prevenir la acumulación del inventario y registrar las observaciones de cada inspección. Cualquier condición de almacenamiento incorrecta conocida durante una inspección será comunicada al personal responsable para acciones correctivas.

- Todos los tambos se mantienen en posición horizontal con el fin de llenar otros envases tendrán un cubo de goteo bajo punto de descarga para coger los pequeños escapes. Las válvulas usadas en los tambores de dispensación serán examinadas y serán substituidas periódicamente. Todas las válvulas tendrán capacidades del cierre automático.
- Las cantidades limitadas de almacenamiento químico (envases de galones de quitamanchas del hogar, de cubos de la pintura, de pequeños envases de la gasolina) son almacenadas dentro en armarios de almacenamiento inflamables o en un área con la suficiente ventilación y la contención secundaria.

Plan de la respuesta del derramamiento

Se contempla un plan que dé respuesta al derramamiento si ocurriera, el cual menciona el procedimiento de la manipulación de materiales, requisitos de almacenamiento y las acciones necesarias para reducir potencial e impactos del derramamiento en calidad de la precipitación excesiva.

Las medidas para detener la fuente de un derramamiento de materiales peligrosos, es contar con el equipo necesario para la descontaminación de las áreas afectadas, realizando una limpieza del lugar, para disponer de los materiales contaminados y el personal deber gestionar la prevención y control de derramamientos futuros.

CAMINOS, PUENTES, PASOS VEHICULARES Y BRECHAS (ANDADORES).

El área del proyecto cuenta con pasos vehiculares, caminos de piedra (vialidades dentro del complejo), brechas y terracería que se establecieron con anterioridad; no obstante, dentro del proyecto se tiene estimado rehabilitar caminos y brechas preexistentes, de conectividad interna dentro del área total del proyecto y caminos de acceso a los predios. Estos caminos, puentes y pasos vehiculares ocupan una superficie de 2.9 ha de superficie construida de obra permanente, y 0.69 ha. de brechas o andadores rehabilitados. Cabe señalar que el proyecto contempla la rehabilitación de 1.6 ha de brechas por rehabilitar existentes en el área del proyecto.

Los caminos por rehabilitar se llevarán a cabo se la siguiente manera:

- Trazo; sin derribar un solo árbol y respetando tanto raíces como fronda.
- Despalme del terreno y recuperación de toda la tierra para su reusó.
- Uso de Balastro Suelto para dar estabilidad y permeabilidad a los caminos.
- Uso de Piedra tipo Recinto (de bancos de Piedra de la Zona) para la superficie del área de circulación vehicular y un camino lateral adjunto hecho de concreto para uso como andador peatonal y de ciclismo.

- La totalidad de los caminos llevan canalones laterales para la captación y encause de agua de lluvias hacia los distintos arroyos y/o cañadas existentes en el terreno.

El proyecto contempla la culminación de un paso vehicular metálico en obras negra en una sección que comunica una ladera con otra, ubicado en la colindancia sur dentro del área del proyecto. Con una longitud proyectada de 60 m de longitud, y una superficie del paso de 312 m^2 . Del cual requiere la colocación del puente metálico.



Imagen II.28. Brechas o andadores y caminos a ser rehabilitados.

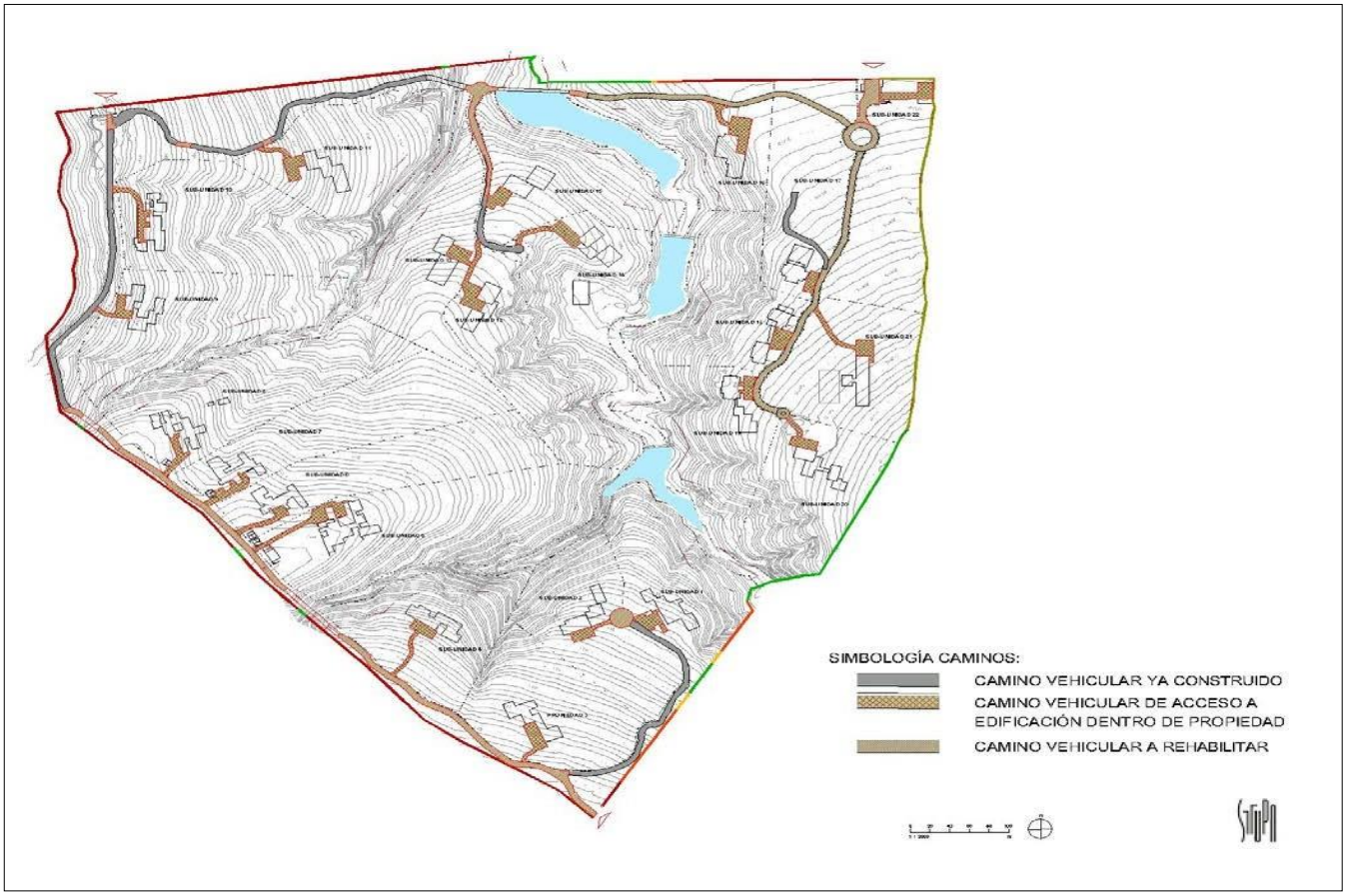


Imagen II.29. Ilustración de caminos de piedra, puentes, pasos vehiculares y brechas en distinto proceso constructivo, y por desarrollar.



Imagen II.30. Vialidades, puentes de piedra y caminos de piedra ya construídos

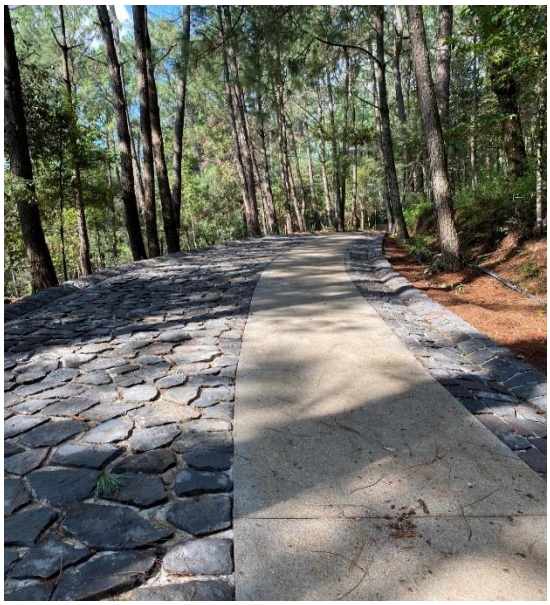


Imagen II.31. Camino por rehabilitarse & camino rehabilitado con material ecológico

Para obtener mayor permeabilidad en la rehabilitación de los caminos se propone el siguiente material:

Adocreto permeable elaborado con concreto elaborado a base de cantidades controladas de cemento, agregado grueso, agua y aditivos. Su peso volumétrico es de 2000 kg/m3. Resistencia, 270 kg/cm2. **Permeabilidad 0.33 cm/segundo 100%**

Este tipo de material convierten a los caminos en superficies 100% permeables , su uso disminuye la inversión en drenajes para el manejo de aguas pluviales, no requiere mano de obra especializada ,aumenta la irrigación natural de vegetación y arboles cercanos, se puede fabricar en diferentes colores, su base y sistema constructivo es más barato que los pavimentos tradicionales, es un producto no contaminante que ayuda a mejorar la ecología de las ciudades, es un producto limpio en su aplicación ya que no deja cascajo ni basura de obra, evita encharcamientos y mitiga inundaciones, recarga los mantos acuíferos.

ACONDICIONAMIENTO Y/O CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS INTERNOS

La existencia previa de brechas y caminos en el sitio del proyecto se rehabilitarán para su aprovechamiento. En este sentido, se considera que, durante las temporadas de ejecución de obras en

estiaje y lluvias, se prevé que durante las lluvias, el transporte de materiales reblandece el suelo de los caminos tipo brecha, por lo que se tienen que acondicionar con balastro de la zona, que permite una accesibilidad mayor y establece a base de volteo de dicho material y acomodo con una retroexcavadora. El viaje de un camión cuenta con 6 m^3 de balastro. La superficie de estos caminos internos de cada subunidad utiliza materiales permeables para permitir la infiltración del agua. En temporada de estiaje no se hacen adecuaciones a dichos caminos. La superficie a intervenir son 11642.43 m^2.

Los caminos internos de acceso privado a las viviendas y son exclusivamente para uso particular construidos con materiales permeables, con un ancho de vía de 6.00m, y una base de 30 cm de suelo. El material extraído durante el proceso constructivo será reutilizado para fines de jardinería en las subunidades, a fin de incorporarlo al suelo y regeneración de la vegetación.

El total de la superficie de la rehabilitación de caminos es de 28,943m^2, de los cuales falta por rehabilitar 7000 m^2, que se proponen rehabilitarlos con materiales que permitan la permeabilidad del agua al terreno y den una superficie estable para la circulación vehicular y peatonal. (se anexa ficha técnica).

Los caminos preexistentes por senderos, se mantiene intactos y por las rutas donde ya se encontraban serán usados por como senderos de caminata y recreación.

Tabla II.15. Caminos interiores particulares

CAMINOS INTERIORES PARTICULARES			
SubUs	Superficie m^2	SubU	Superficie m^2
SubU 1	455	SubU 12	384
SubU 2	360	SubU 13	764
SubU 3	350	SubU 14	686
SubU 4	576	SubU 15	425
SubU 5	856	SubU 16	883
SubU 6	427	SubU 17	253
SubU 7	516	SubU 18	422
SubU 8	407	SubU 19	336
SubU 9	439	SubU 20	445
SubU 10	622	SubU 21	714
SubU 11	608	SubU 22	714
Total	**11,642**		

BARDA PERIMETRAL

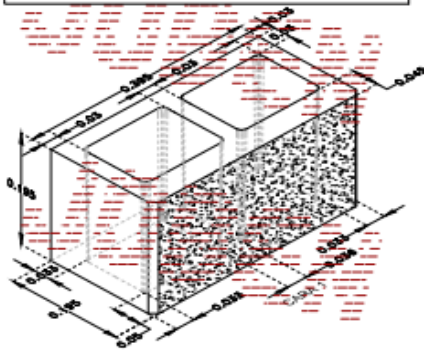
El perímetro de la predio esta bardeado por obras preexistentes en un 67% del perímetro proyectado de obra, para proporcionar Seguridad y respetando siempre los causes acuíferos y paso de fauna. Esta barda se ejecutó con una longitud de 2,054.85 metros lineales de la siguiente manera:

- Cimentación a base de mampostería de piedra proveniente de bancos de piedra locales y muros de block con una terminación y acabado natural para NO aplanar ni pintar (se adjunta especificación).

BLOCK HUECO RÚSTICO UNA CARA
20X20X40

BLOCK DE ALTA RESISTENCIA FABRICADO CON PROCESO DE VIBROCOMPACTACIÓN

Dimensiones nominales	20 x 20 x 40	cm
Dimensiones reales	19.5 x 19.5 x 39.5	cm
Área Bruta	770 = 100%	cm²
Área neta	466.15 =53%	cm²
Peso por pieza	16.41	Kg
Piezas por m²	12.5	Piezas
Peso por m²	192.57	Kg
Resistencia a la compresión	90 = 100%	Kg/cm²
Resistencia mínima a la compresión NOM NMX-C-404-ONNCCE-2012	90	Kg/cm²
Recomendaciones de instalación	*Junta de 1 cm. *Reforzar de acero cada 3 a cada 90 cm. en muros y remates de muro. *Colocar una escalerilla cada 3 hiladas	
Peso Volumétrico	1,950 kg/m³ = 114%	
Peso Volumétrico Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería	> 1,700 kg/m³	
Absorción Max. 9%		



ISOMÉTRICO - Cotas en Metros

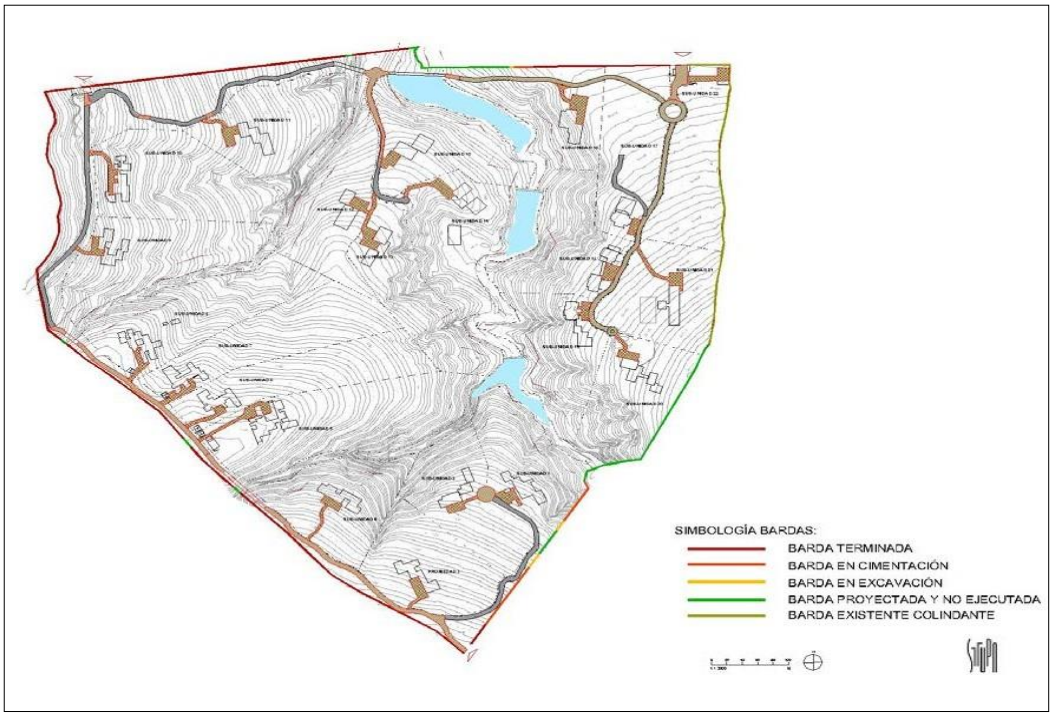


Imagen II.32. Barda perimetral en sus distintas etapa del proceso de construcción y la proyectada



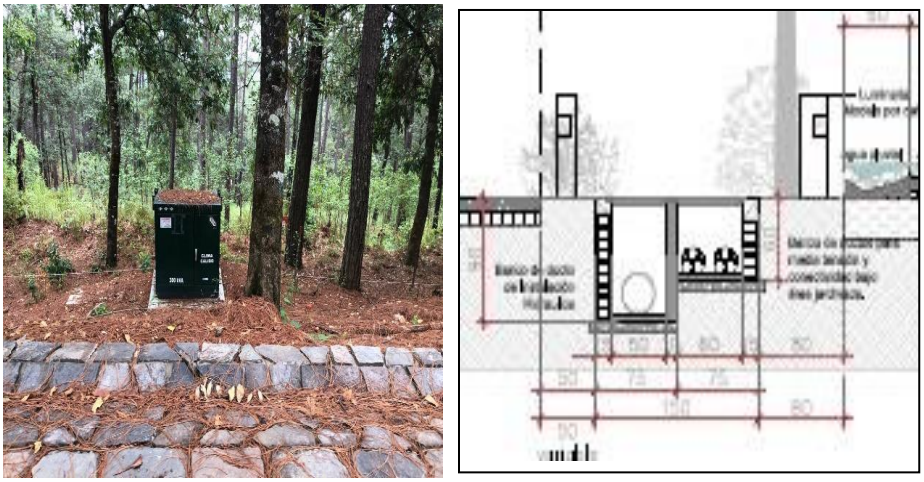
Imagen II.33. Bardas perimetrales del área del proyecto. Obras existentes

En este proyecto se contempla el cercado perimetral faltante de 1,027 metros lineales, del mismo material.

SERVICIOS

Las líneas de Servicios tales como Electricidad, telefonía e Internet, van de forma paralela a un costado del camino dentro de mangueras asignadas a cada servicio y enterrados en una Cepa cuya tierra de recuperó en su totalidad, así como la vegetación de superficie. Esta ya se realizó en su totalidad observando la recuperación de la vegetación en las superficies del sembrado.





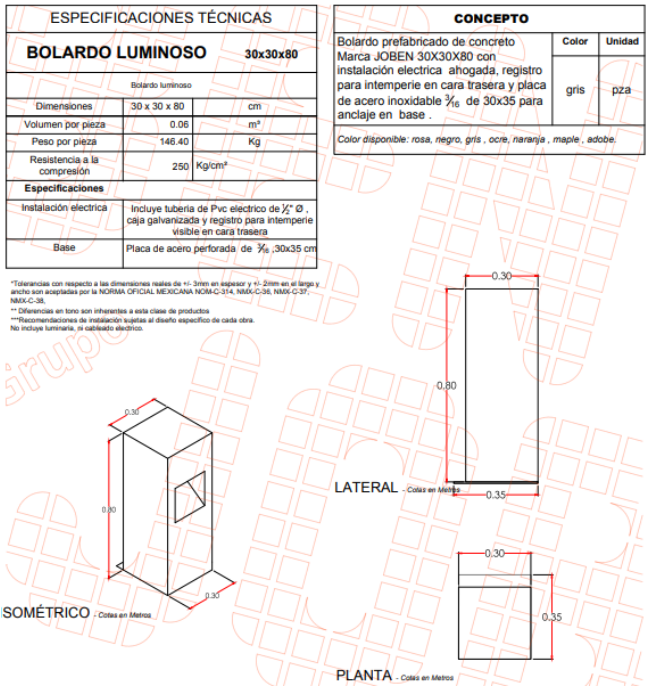




Introducción de servicios (equipamiento)

Iluminación Exterior

Se proponen luminarias ubicadas a cada 20m de distancia en ambos lados de los caminos rehabilitados cuya alimentación eléctrica va por la misma línea lateral de los demás servicios. Estos luminarios son cubos de concreto de 20cmX20cm X 60cm de altura con un nicho de iluminación.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

BOLARDO LUMINOSO		30x30x80
Bolardo luminoso		
Dimensiones	30 x 30 x 80	cm
Volumen por pieza	0.06	m³
Peso por pieza	146.40	Kg
Resistencia a la compresión	250	Kg/cm²
Especificaciones		
Instalación electrica	Incluye tuberia de Pvc electrico de ½" Ø , caja galvanizada y registro para intemperie visible en cara trasera	
Base	Placa de acero perforada de 5/16 ,30x35 cm	

*Tolerancias con respecto a las dimensiones reales de +/- 3mm en espesor y +/- 2mm en el largo y ancho son aceptadas por la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-C-314, NMX-C-36, NMX-C-37, NMX-C-38.
** Diferencias en tono son inherentes a esta clase de productos
***Recomendaciones de instalación sujetas al diseño específico de cada obra.
No incluye luminaria, ni cableado electrico.

CONCEPTO		
	Color	Unidad
Bolardo prefabricado de concreto Marca JOBEN 30X30X80 con instalación electrica ahogada, registro para intemperie en cara trasera y placa de acero inoxidable 5/16 de 30x35 para anclaje en base .	gris	pza
Color disponible: rosa, negro, gris , ocre, naranja , maple , adobe.		

SOMÉTRICO - Cotas en Metros

LATERAL - Cotas en Metros

PLANTA - Cotas en Metros

DISEÑO DEL PAISAJE.

Dadas las características particulares del predio, su Proyecto y su paisaje natural, topografía, vegetación, escurrimientos pluviales, orientación y El Plan Maestro, consideramos que el tratamiento paisajístico parta de la siguiente manera:

El arroyo "El tomatillo" divide ambas zonas y se convierte en un atractivo imán del Conjunto.

Las Construcciones, el bosque natural existente se verá afectado ya que aparecerán paulatinamente las diferentes construcciones e instalaciones que lo conformen, lo cual implicará necesariamente complementarse con un tratamiento fundamentalmente con vegetación tanto por restaurar los efectos de las diferentes obras por las construcciones y desde luego como complemento y parte de la Arquitectura y su ambientación tanto de carácter ornamental como funcional, mediante una jardinería paisajista adecuada y un muy cuidadoso manejo del relieve del suelo en cada caso pues la topografía natural será importante adecuarla.

Para lo anterior consideramos que se pueden incorporar algunos árboles y plantas atractivas que le impriman armonía y carácter al conjunto, como ejemplo, árboles como Magnolias y Podocarpus, enredaderas Wisterias y Cissus y arbustos como Viburnos, Helechos y varios cubre-suelos y otras plantas atractivas.

En cuanto a las márgenes del Rio y los estanques, se contempla formar bosquetes con Ahuehuetes y otras plantas palustres adecuadas ya sea acompañando a los senderos o como remates visuales.

En cuanto a las bardas del predio y la vialidad, se contempla lograr cortinas o barreras visuales mediante arboles apropiados como Podocarpus, Araucaria biidwilli y laurel noble, en donde existen construcciones vecinas y otros sitios que convenga para lograr intimidad tanto del Conjunto como entre las residencias y otros elementos para la ambientación del desarrollo. Sobre las bardas se integrarán plantas trepadoras y colgantes, así como grupos de arbustos para restarles presencia visual. Cissus, Hiedras, Jasmines y arbustos como Eleagnus, Abelias, Viburnos.

Sobre los linderos frontales y acceso a las lotificaciones se buscará lograr un tratamiento armónico y naturalista mediante el uso de arbustos con imagen natural.

Los accesos al Conjunto serán sin duda sitios que ameritan particular atención para lograr una muy buena primera impresión al acceder, al igual que los entornos de los diferentes elementos de las construcciones, así como los estacionamientos y otros servicios.

Todo esto acompañado de pinos y encinos que son los árboles fundamentales y que caracterizan al bosque existente, tanto dentro de los predios como particularmente en el bosque central y demás espacios libres y naturales del Conjunto, ya que el bosque es elemento fundamental y el gran atractivo que caracterizará al Sttupa Regeneración.

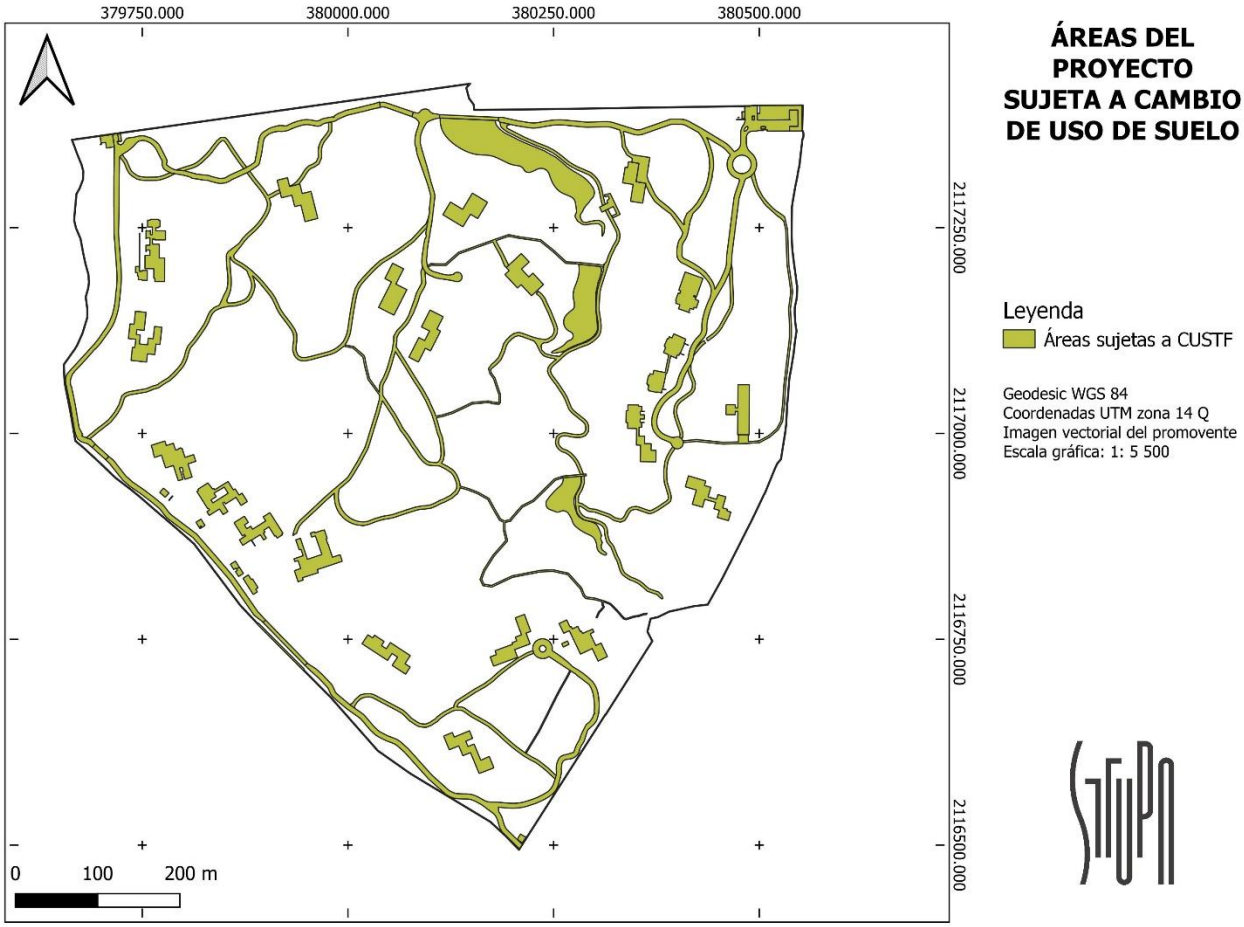
II.4. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

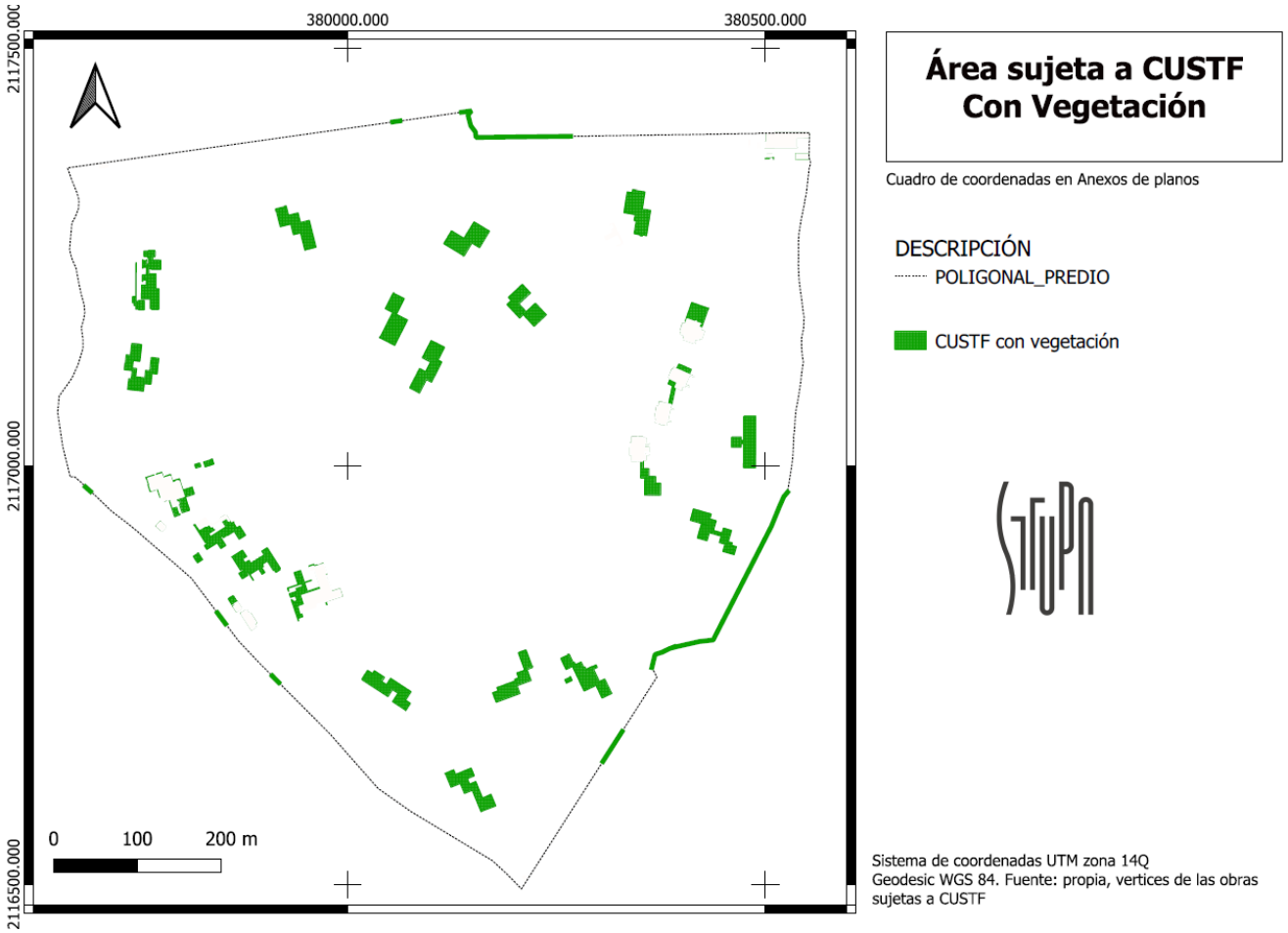
Se plantea como Área del Proyecto (AP) la unión de 22 subelementos, con obras asociadas como son los caminos y cuerpos de agua que en conjunto suman una superficie de 55.00 hectáreas de bosque templado y ripario; de las cuales se **propone el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) en una superficie total de 79,636.78 m2 (**7.96 ha., 14.48% del total del AP) de los cuales presentan actualmente vegetación en una superficie de 19,921.03 m^2 (1.99 hectáreas, 25.01% del área para CUSTF). El resto del

área propuesta a CUSTF presenta obras en distintas etapas de la construcción que comprende una superficie afectada de 47,955.72 m^2 (4.79 ha.,) es decir, el 74.84 % del área de CUSTF sin vegetación.

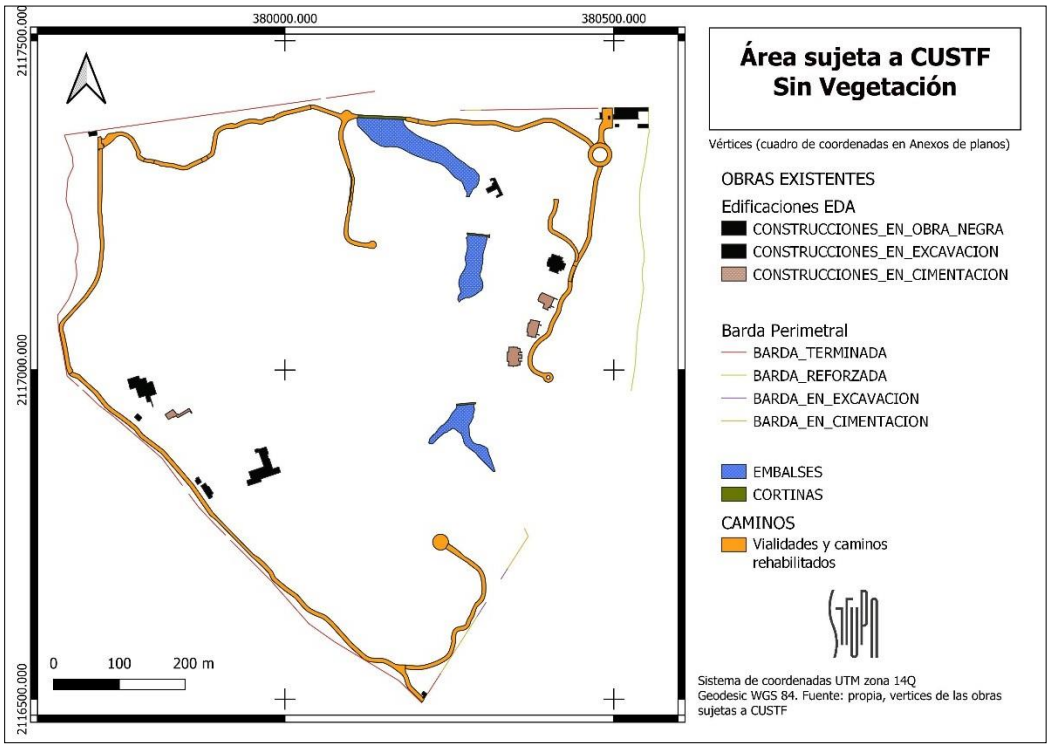
Por consiguiente, la propuesta de cambio de uso del suelo en una superficie de 7.9 ha, solo **se estimó el volumen de materias primas forestales susceptibles a ser removidas para una superficie de 1.9 ha, por ser las que cuentan con vegetación forestal.** Cabe señalar que el proyecto plantea evitar al máximo el derribo de arbolado, por lo que las estimaciones van enfocadas a mantener los volúmenes existentes, afectando lo menos posible al arbolado existente.

En este mismo sentido, cabe señalar que las áreas afectadas con anterioridad, están registradas dentro de un procedimiento administrativo contencioso ambiental, mismo que ya emitió el resolutivo del mismo, y por el cual el promovente elaboró el estudio de daño ambiental correspondiente, con las medidas de restauración y compensación respectivas. Por ello, no se estimó volumen total de madera de la superficie propuesta para el CUSTF, dado que el 25.01% de la superficie propuesta no posee vegetación alguna; no obstante, para fines informativos presentamos el cálculo de VTA realizado por la autoridad correspondiente registradas en las actas de inspección levantadas en el área del proyecto, del cual estimaron un volumen VTA de 70.829 m^3 /ha. de madera removida.





Mapa II.6. Área propuesta para el CUSTF que presenta vegetación



Mapa II.7. Área propuesta para el CUSTF sin vegetación

Tabla II.16. Uso de suelo de las áreas propuestas

ESPACIO		Subunidad m²	DESCRIPCIÓN	PROYECTO m²	CUSTF (m²)			
					Con arbolado (V.T.A.)	Sin arbolado	SubTotal	Total
Lado Este del Arroyo	Subunidad 1	20,006.93	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,000.35	0.00	1,000.35	**23,910.40**
	Subunidad 2	20,017.29	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,000.86	0.00	1,000.86	
	Subunidad 3	20,196.09	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,009.80	0.00	1,009.80	
	Subunidad 4	20,133.83	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,006.69	0.00	1,006.69	
	Subunidad 5	33,894.73	Casa con Arquitectura Regenerativa	1,956.52	344.04	1,350.70	1,694.74	
	Subunidad 6	20,458.82	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,022.94	0.00	1,022.94	
	Subunidad 7	22,891.88	Casa con Arquitectura Regenerativa	1,081.25	917.54	227.05	1,144.59	
	Subunidad 8	25,256.85	Casa con Arquitectura Regenerativa	1,554.94	312.16	950.68	1,262.84	
	Subunidad 9	24,121.81	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,206.09	0.00	1,206.09	
	Subunidad 10	26,760.96	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,338.05	0.00	1,338.05	
	Subunidad 11	21,707.64	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,085.38	0.00	1,085.38	
	Subunidad 12	20,839.21	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,041.96	0.00	1,041.96	
	Subunidad 13	20,067.67	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,003.38	0.00	1,003.38	
	Subunidad 14	20,917.05	*Infraestructura de capacitación en agroecología y gastronomía, viveros forestal - agroecológico y oficinas administrativas del ADVC con sala*	2,000.00	1,045.85	0.00	1,045.85	
	Subunidad 15	20,172.99	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,008.65	0.00	1,008.65	
Lado Oeste del Arroyo	Subunidad 16	20,008.20	*Infraestructura de capacitación y prácticas profesionales en Turismo Sustentable*	2,000.00	756.30	244.11	1,000.41	
	Subunidad 17	20,006.53	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	489.21	511.12	1,000.33	
	Subunidad 18	20,432.22	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	671.15	350.46	1,021.61	
	Subunidad 19	20,097.86	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	496.54	508.35	1,004.89	
	Subunidad 20	20,171.81	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,008.59	0.00	1,008.59	
	Subunidad 21	20,037.58	Casa con Arquitectura Regenerativa	2,000.00	1,001.88	0.00	1,001.88	

	Subunidad 22	20,010.01	*Infraestructura de capacitación y prácticas profesionales en Turismo Sustentable*	2,000.00	126.60	873.90	1,000.50	
Subtotal uso habitacional		**478,207.96**		**-**	**18,894.03**	**5,016.37**	**23,910.40**	
General			Caseta 2	232.00			232.00	**55,726.38**
			Caseta 4	59.85			59.85	
Caminos, puentes y accesos			Caminos de piedra y concreto (Vialidades)	20,943.55			20,943.55	
			Caminos y brechas rehabilitados (terracerías)	6,899.34		11,642.43	18,541.77	
			Puente metalico	194.30		117.70	312.00	
			Puente piedra	122.27			122.27	
Embalse			Cortina 1	287.33			287.33	
			Cortina 2	233.42			233.42	
			Cortina 3	80.96			80.96	
			Cortina 4	65.94			65.94	
			Vasos de presa	11,328.69	1,027.00		12,355.69	
Barda			Barda perimetral (piedra)	2,491.60			2,491.60	
Subtotal áreas generales				***42,939.25***	**1,027.00**	**11,760.13**	***55,726.38***	
Total General del Superficie sujeta a Cambio de uso del suelo								**79,636.78**

Las coordenadas de las áreas sujetas a CUSTF con vegetación y sin vegetación se pueden consultar en la sección de Anexos (ANEXO 23. Planos de obras, CUSTF y coordenadas) del capítulo IX.

II.4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN.

Para la descripción de la vegetación, su análisis e interpretación que se presenta en este apartado fueron necesario dividir el trabajo en etapas: etapa de preparación, la fase en campo y la fase de gabinete; a continuación, se describen las actividades para cada una de ellas.

a) ETAPA DE PREPARACIÓN.

Se llevó a cabo el acomodo de datos para llevar a campo la información preliminar, con la finalidad de conocer las áreas y así comprobar sus características en la fase de campo.

Se ubicó en la carta topográfica e imagen satelital la poligonal del proyecto, así como los polígonos de CUSTF para definir los límites y colindancias, y así, conocer de forma anticipada la superficie a muestrear, que se corrobora en la siguiente etapa y se modifica con datos reales. Se determinó una superficie total de CUSTF de 1.99 ha, en la cual se llevó a cabo la distribución de sitios de muestreo arbóreo.

Para tener una visión más clara y asertiva de los componentes dentro del área del proyecto se optó por realizar dos tipos de levantamiento de información. Con el fin de obtener los volúmenes maderables dentro de las áreas del proyecto se planteó **22 sitios dasométricos** y para los individuos arbustivos y herbáceas se planteó **5 sitios de biodiversidad**.

DISEÑO DE MUESTREO:

Sitios de biodiversidad.

El diseño del muestreo conlleva, en primer lugar, a dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que, de forma conjunta incluyen el conjunto de la población para posteriormente dibujar una muestra independiente a partir de cada estrato[4].

[4] http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES__4_.pdf

Como fue mencionado, dentro del AP se encontraron dos tipos de vegetación correspondientes a Bosque templado y Vegetación riparia. Para lograr una mejor caracterización de la flora silvestre se realizaron 14 puntos de muestreo de biodiversidad que incluyen los estratos Arbóreo, Arbustivo y herbáceo; del total de los puntos 5 corresponden al tipo de vegetación interesado.



Imagen II.34. Distribución de los puntos de muestreo de biodiversidad.

El diseño de muestreo empleado en estos puntos fue de manera **aleatorio simple estratificado**. En él se selecciona una muestra aleatoria simple de cada conjunto, esto con la finalidad de contar con elementos estadísticos que permitan estimar la confiabilidad del inventario e intensificar el muestreo en las zonas con mayor dinámica de cambio y con las estructuras vegetativas más complejas. Las unidades de muestreo son las unidades de la población para la aplicación de la investigación y contiene a los elementos de la muestra. En la realización de inventarios forestales, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados o sitios circulares de tamaño determinado como unidad para la toma de datos, estos deben satisfacer tres requisitos importantes:

1. Distinguirse claramente.
2. Las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos.
3. Una vez seleccionados, la forma y el tamaño, deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Sitios dasométricos.

Para una mejor obtención de datos, se empleó un **muestreo del estrato arbóreo** de las zonas propuestas para cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Utilizando la metodología de los sitios de biodiversidad

se plantea la obtención de datos como altura, diámetro a la altura del pecho y cobertura de copa, se proponen 22 sitios circulares asemejando los Subunidades que corresponden a la superficie del proyecto.

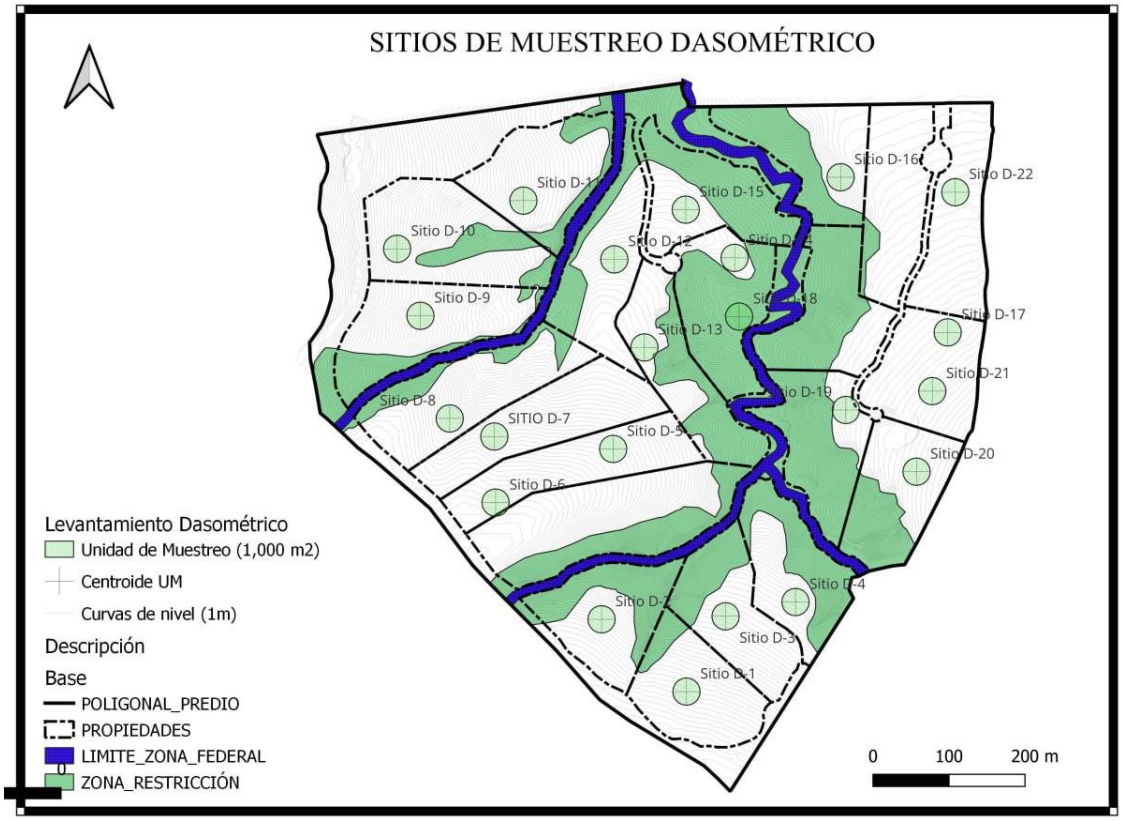


Figura II.2. Distribución de los puntos de muestreo dasométrico del CUSTF

Tabla II.17. Ubicación de los sitios dasométricos en formato UTM

Unidad de muestreo	Coordenada UTM	
	X	Y
Sitio D-1	380150	2116625
Sitio D-2	380039	2116720
Sitio D-3	380202	2116724
Sitio D-4	380294	2116743
Sitio D-5	380054	2116944
Sitio D-6	379899	2116874
Sitio D-7	379852	2116912
Sitio D-8	379839	2116984
Sitio D-9	379800	2117119
Sitio D-10	379770	2117207
Sitio D-11	379936	2117270
Sitio D-12	380056	2117193
Sitio D-13	380095	2117077
Sitio D-14	380214	2117195

Unidad de muestreo	Coordenada UTM	
	X	Y
Sitio D-15	380149	2117258
Sitio D-16	380353	2117301
Sitio D-17	380494	2117097
Sitio D-18	380220	2117118
Sitio D-19	380360	2116995
Sitio D-20	380453	2116914
Sitio D-21	380474	2117020
Sitio D-22	380504	2117281

Tamaño de muestra.

Para determinar el tamaño de muestra se realizó un pre-muestreo del área para calcular el número correcto de sitios por levantar en la superficie del proyecto.

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, *et al.*, 2011[5]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[6]).

Los criterios que generalmente se utilizan para determinar el tamaño de la muestra son la relación entre la superficie a muestrear y la superficie total, y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse. En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Con la finalidad de determinar si el muestreo realizado en el área de CUSTF fue suficiente y estadísticamente representativo, se empleó el siguiente modelo matemático, mismo que fue propuesto por *Mostacedo* y *Fredericksen* en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muéstrales estadísticamente representativas.

E = Error con el que se quiere obtener los valores (*en ecología vegetal generalmente es del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000*).

Bautista-Zúñiga, Francisco; Palacio-Prieto, José-Luis; Delfín-González, Hugo; Paéz-Bistrain, Rosaura; Carmona-Jiménez, Estela; Delgado-Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM.

[6] Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

t = Valor que se obtiene de las tablas "t de Student", con 95 % de probabilidad y dos colas

N = Total de unidades muéstrales en toda la población.

CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Donde:

S = Desviación estándar

$\bar{x}$ =Promedio

Determinación del tamaño de muestra

Tabla II.18. Determinación del tamaño de muestra.

Tipo de vegetación	PM (Orig)	PM	Número de especies registradas
Bosque templado	Sitio D-2	2	9
Bosque templado	Sitio D-3	3	7
Bosque templado	Sitio D-4	4	8
Bosque templado	Sitio D-5	5	3
Bosque templado	Sitio D-6	6	4
Bosque templado	Sitio D-7	7	6
Bosque templado	Sitio D-8	8	3
Bosque templado	Sitio D-9	9	2
Bosque templado	Sitio D-10	10	6
Bosque templado	Sitio D-11	11	5
Bosque templado	Sitio D-12	12	3
Bosque templado	Sitio D-13	13	6
Bosque templado	Sitio D-14	14	4
Bosque templado	Sitio D-15	15	2
Bosque templado	Sitio D-17	17	5
Bosque templado	Sitio D-18	18	6
Bosque templado	Sitio D-19	19	5
Bosque templado	Sitio D-20	20	5
Bosque templado	Sitio D-21	21	6
Bosque templado	Sitio D-22	22	8
Promedio (ẋ)			5
VARIANZA			4
Muestras (n)			20
Desviación estándar (S)			1.9808
Coeficiente de variación (CV)			38.4627
95% de probabilidad t=			2.0930
E=			20
N=			478
Total de sitios 95% (n=)			**16**

De acuerdo con la superficie total de las subunidades para el tipo de vegetación de bosque templado (47.82 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 478, considerando que cada unidad maestral tuvo una superficie de 1,000 m².

Tabla II.19. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra

Tipo de vegetación	Superficie de SUBUNIDADES		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque templado	47.820796	478,207.96	1,000	478

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

$$n = \frac{2.093^2 * 38.4627^2}{20^2 + \frac{2.093^2 * 38.4627^2}{478}} = 16$$

De acuerdo con el resultado del modelo matemático empleado, con **16 unidades muéstrales** es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo.

Con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual de las zonas involucradas se realizó 22 puntos de muestreo. El tamaño de muestra estimado con base al pre-muestreo realizado, es menor a la cantidad de sitios tomados en campo, por lo tanto, el pre-muestreo es suficiente para el uso de información y se asegura confiabilidad en los datos tomados en el área donde se llevará a cabo dicho proyecto.

Intensidad de muestreo

Con fundamento en el artículo 37 fracción III, inciso f, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en la metodología del inventario forestal para cumplir con una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 10%, para el tipo de vegetación de bosque templado se levantaron 22 sitios en una superficie de 48.03 ha, las cuales presentaron características homogéneas en cuanto a la estructura de la población. Aunado a lo anterior significa una intensidad de muestreo de 4.6 %.

Tabla II.20. Intensidad de muestreo para las áreas de CUS arbolado

IM		
HA	M^2	%
48.03	480,300	100
2.2	22,000	**4.6**

b) FASE EN CAMPO.

Para la toma de datos se requirió de material de apoyo como GPS, tablet con imagen satelital, lápiz y pluma, formatos de captura, clinómetro, cinta diamétrica y cámara fotográfica. La forma de realizar el levantamiento de información fue la siguiente.

Sitios de biodiversidad (muestreo de los tres estratos):

- *Estrato arbóreo:*
  - ✓ Se ubicaron los sitios a través de un GPS (marca GARMIN) con una precisión del ±3 grados de error.
  - ✓ Se establecieron 14 sitios de muestreo circulares de 1,000 m^2, cada uno de ellos con un radio de 17.84 metros. Para eso se delimito el sitio conforme a los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) y la toma de información se dividió por cuadrantes.
- *Estrato arbustivo:*
  - ✓ Se ubicaron los sitios a partir del centro de los sitios establecidos del estrato arbóreo.
  - ✓ Se establecieron 13 sitios de muestreo circulares de 250 m^2, cada uno de ellos con un radio de 8.92 metros. Para eso se delimito el sitio conforme a los puntos cardinales (noreste, sureste, suroeste y noroeste) y la toma de información se dividió por cuadrantes nuevamente.
- *Estrato herbáceo:*
  - ✓ Se establecieron 4 sitios cuadrangulares de 1 m^2, es decir 4m^2 por sitio de biodiversidad levantado.
  - ✓ Posteriormente se registró la ubicación los sitios a través de un GPS (marca GARMIN) con una precisión del ±3 grados de error.
  - ✓ Para el estrato herbáceo se realizó la delimitación del sitio para la posterior cuantificación de individuos. Este procedimiento se repitió en cada uno de los puntos que fueron establecidos para tomar la información.

Sitios Dasométricos (estrato Arbóreo):

- ✓ Con ayuda del GPS e imagen satelital, se llevó a cabo la delimitación de cada uno de los sitios correspondientes al CUSTF arbolado (1,000 m^2), los limites se marcaron con ayuda de aerosol para evitar afectar las áreas continuas del proyecto.
- ✓ Se contabilizaron todos los individuos iguales y mayores a 3.50 cm de diámetro y se complementó con el dato de altura y cobertura de copa para dichos individuos.

❖ **Arbustos y hierbas:**

Dentro de los sitios dasométricos no se realizó un inventario de los arbustos y hierbas, no obstante, durante los recorridos de campo se observó una homogeneidad de dichos estratos respecto al tipo de vegetación a intervenir (bosque templado), por lo que se determinó utilizar los sitios de biodiversidad como referencia de lo que podemos encontrar en las áreas de cambio de uso de suelo.

Para la identificación de especies florísticas, se tomaron fotografías y muestras de la botánica de los individuos (fuste, hojas, flor y fruto, en caso de estar presente).

c) FASE EN GABINETE:

Con la información registrada durante la fase anterior, en esta etapa se procede con la captura y procesamiento de la información, desde la identificación de las especies, hasta el cálculo del volumen maderable.

- **Muestreo de biodiversidad.**

Durante la etapa de campo se establecieron 5 sitios de levantamiento de información para los estratos arbóreo y herbáceo en el tipo de vegetación de bosque templado, para arbustos se levantaron 4; por otra parte, para la vegetación riparia se realizaron 9 sitios de muestreo para todos los estratos.

Tabla II.21. Registros del estrato arbóreo encontrados en Bosque templado

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
Sitio B-T1ap	*Ageratina areolaris*	17
	Clethra mexicana	21
	Cornus disciflora	16
	Fraxinus uhdei	13
	Mimosopsis aculeaticarpa	1
	Pinus montezumae	153
	Quercus scytophylla	3
Subtotal		**224**
Sitio B-T2ap	*Clethra mexicana*	60
	Pinus leiophylla	240
	Pinus montezumae	30
	Quercus castanea	2
	Quercus scytophylla	39
	Styrax argenteus	122
Subtotal		**493**
Sitio B-T3ap	*Clethra mexicana*	111
	Cleyera integrifolia	65
	Fraxinus uhdei	61
	Meliosma dentata	31
	Morella lindeniana	819
	Pinus leiophylla	424
	Pinus montezumae	10
	Quercus laurina	96
	Quercus scytophylla	98
	Symplocos citrea	64
	Ternstroemia lineata	27
Subtotal		**1,806**

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
Sitio B-T4ap	*Pinus hartwegii*	268
	Quercus scytophylla	45
Subtotal		**313**
Sitio B-T5ap	*Arbutus xalapensis*	1
	Pinus leiophylla	17
	Quercus scytophylla	18
Subtotal		**36**
Total general		**2,872**

Tabla II.22. Registros del estrato arbóreo encontrados en Vegetación riparia

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
Sitio B-R1ap	*Carpinus caroliniana*	8
	Clethra mexicana	8
	Morella lindeniana	9
	Pinus leiophylla	1
	Pinus montezumae	2
	Quercus scytophylla	18
	Ternstroemia lineata	5
Subtotal		**51**
Sitio B-R2ap	*Clethra mexicana*	2
	Cleyera integrifolia	1
	Pinus montezumae	15
	Quercus scytophylla	6
Subtotal		**24**
Sitio B-R3ap	*Clethra mexicana*	5
	Morella lindeniana	1
	Pinus leiophylla	3
	Pinus montezumae	2
	Quercus scytophylla	23
	Styrax argenteus	3
	Symplocos citrea	6
Subtotal		**43**
Sitio B-R4ap	*Clethra mexicana*	31
	Cleyera integrifolia	13
	Morella lindeniana	1
	Oreopanax xalapensis	1
	Pinus leiophylla	9
	Quercus scytophylla	6
	Styrax argenteus	1
	Symplocos citrea	21
	Urticaceae	1
Subtotal		**84**
Sitio B-R5ap	*Carpinus caroliniana*	6
	Clethra mexicana	10

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
	Cleyera integrifolia	9
	Morella lindeniana	3
	Oreopanax xalapensis	4
	Pinus douglasiana	5
	Quercus scytophylla	4
	Styrax argenteus	17
	Zinowiewia integerrima	1
Subtotal		**59**
Sitio B-R6ap	*Clethra mexicana*	10
	Cleyera integrifolia	20
	Morella lindeniana	1
	Pinus leiophylla	9
	Quercus scytophylla	5
Subtotal		**45**
Sitio B-R7ap	*Carpinus caroliniana*	4
	Clethra mexicana	23
	Cleyera integrifolia	7
	Cornus disciflora	2
	Morella lindeniana	1
	Nectandra salicifolia	2
	Pinus leiophylla	4
	Quercus scytophylla	12
	Zinowiewia integerrima	1
Subtotal		**56**
Sitio B-R8ap	*Arbutus xalapensis*	1
	Carpinus caroliniana	4
	Clethra mexicana	4
	Cleyera integrifolia	1
	Pinus leiophylla	20
	Quercus scytophylla	32
Subtotal		**62**
Sitio B-R9ap	*Carpinus caroliniana*	30
	Clethra mexicana	4
	Cleyera integrifolia	1
	Cornus disciflora	1
	Dendropanax arboreus	4
	Nectandra salicifolia	1
	Oreopanax xalapensis	1
	Pinus leiophylla	3
	Quercus scytophylla	3
	Zinowiewia integerrima	1
Subtotal		**49**
Total general		**473**

Tabla II.23. Registros del estrato arbustivo encontrados en Bosque templado

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
Sitio B-T1apA	*Ageratina areolaris*	2
	Alloispermum scabrum	22
	Cestrum thyrsoideum	8
	Monnina ciliolata	4
	Rubus liebmannii	1
	Salvia mexicana	7
	Symplocos citrea	3
Subtotal		**47**
Sitio B-T2apA	*Clethra mexicana*	3
	Fuchsia thymifolia	3
	Lepechinia nelsonii	2
	Monnina ciliolata	19
	Roldana albonervia	13
	Roldana hederifolia	2
	Symplocos citrea	3
Subtotal		**45**
Sitio B-T3apA	*Cestrum anagyris*	2
	Dendropanax arboreus	74
	Oreopanax xalapensis	17
	Rubiaceae	26
	Styrax argenteus	4
Subtotal		**123**
Sitio B-T4apA	*Comarostaphylis discolor*	1
	Quercus laurina	5
Subtotal		**6**
Total general		**221**

Tabla II.24. Registros del estrato arbustivo encontrados en Vegetación riparia

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
Sitio B-R1apA	*Ageratina areolaris*	1
	Calliandra grandiflora	15
	Cestrum thyrsoideum	1
	Clethra mexicana	7
	Fraxinus uhdei	3
	Monnina ciliolata	2
	Quercus scytophylla	17
	Symplocos citrea	3
	Ternstroemia lineata	36
Subtotal		**85**
Sitio B-R2apA	*Ternstroemia lineata*	1
Subtotal		**1**
Sitio B-R3apA	*Ageratina areolaris*	1
	Carpinus caroliniana	1
	Cestrum anagyris	1
	Dendropanax arboreus	27
	Nectandra salicifolia	10
	Oreopanax xalapensis	3
	Quercus scytophylla	47
	Rubiaceae frecuente	19
Subtotal		**109**

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
Sitio B-R4apA	*Agarista mexicana*	1
	Arracacia atropurpurea	2
	Carpinus caroliniana	1
	Celastrum pringlei	4
	Cestrum anagyris	16
	Cleyera integrifolia	8
	Dendropanax arboreus	6
	Fuchsia thymifolia	1
	Meliosma dentata	3
	Monnina ciliolata	1
	Parathesis melanosticta	4
	Quercus castanea	3
	Roldana hederifolia	3
	Rubus liebmannii	2
	Styrax argenteus	6
Subtotal		**61**
Sitio B-R5apA	*Clethra mexicana*	1
	Cleyera integrifolia	5
	Dendropanax arboreus	8
	Fraxinus uhdei	2
	Fuchsia thymifolia	1
	Meliosma dentata	1
	Nectandra salicifolia	1
	Styrax argenteus	2
	Symplocos citrea	6
	Ternstroemia lineata	13
Subtotal		**40**
Sitio B-R6apA	*Clethra mexicana*	3
	Cleyera integrifolia	2
	Dendropanax arboreus	7
	Monnina ciliolata	3
	Morella lindeniana	3
	Solanum marginatum	4
	Styrax argenteus	9
Subtotal		**31**
Sitio B-R7apA	*Dendropanax arboreus*	16
	Nectandra salicifolia	4
	Oreopanax xalapensis	3
	Quercus scytophylla	8
	Roldana hederifolia	10
	Rubiaceae frecuente	14
	Styrax argenteus	2
	Symplocos citrea	3
	Zinowiewia integerrima	1
Subtotal		**61**
8 Sitio B-R8apA	*Agarista mexicana*	3
	Ageratina areolaris	1
	Calliandra grandiflora	3
	Cestrum anagyris	3
	Cleyera integrifolia	1
	Dendropanax arboreus	1
	Fraxinus uhdei	1
	Fuchsia thymifolia	5

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
	Monnina ciliolata	6
	Morella lindeniana	1
	Pinus leiophylla	2
	Quercus scytophylla	4
	Symplocos citrea	3
Subtotal		**34**
Sitio B-R9apA	*Celastrum pringlei*	1
	Cestrum anagyris	3
	Dendropanax arboreus	14
	Meliosma dentata	1
	Nectandra salicifolia	1
	Oreopanax xalapensis	3
	Parathesis melanosticta	9
	Roldana hederifolia	7
	Rubiaceae frecuente	26
Subtotal		**65**
Total general		**487**

Tabla II.25. Registros del estrato herbáceo encontrados en Bosque templado

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
Sitio B-T1apH	*Argemone ochroleuca*	15
	Desmodium grahamii	7
	Erigeron longipes	16
	Melampodium divaricatum	25
	Oplismenus hirtellus	14
	Oxalis tetraphylla	10
	Paspalum notatum	24
	Phytolacca icosandra	3
	Pleopeltis polypodioides	6
	Pteridium aquilinum	12
Subtotal		**132**
Sitio B-T2apH	*Fuchsia thymifolia*	7
	Melampodium divaricatum	7
	Oxalis tetraphylla	7
	Paspalum notatum	23
	Persicaria nepalensis	10
	Tagetes lunulata	8
	Trifolium repens	18
Subtotal		**80**
Sitio B-T3apH	*Bouvardia ternifolia*	3
	Bromus carinatus	9
	Euphorbia sp.	1
	Euphorbia sp. 1	7
	Paspalum notatum	23
	Smilax sp.	2
	Solanum appendiculatum	4
	Xanthium strumarium	6
Subtotal		**55**
Sitio B-T4apH	*Muhlenbergia rigens*	13
	Tagetes tenuifolia	8
Subtotal		**21**
Sitio B-T5apH	*Ageratina sp.*	67

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
	Muhlenbergia rigens	4
Subtotal		**71**
Total general		**359**

Tabla II.26. Registros del estrato herbáceo encontrados en Vegetación riparia

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
Sitio B-T1apH	*Datura stramonium*	1
	Kearnemalvastrum lacteum	1
	Lopezia miniata	1
	Melampodium divaricatum	2
	Oplismenus hirtellus	1
	Oxalis sp.	2
	Oxalis tetraphylla	1
	Paspalum notatum	2
	Polygonum sp.	1
	Pteridium aquilinum	1
	Tagetes lunulata	2
	Trifolium repens	1
Subtotal		**16**
Sitio B-T2apH	*Adiantum sp.*	6
	Ageratina sp.	6
	Bidens ostruthioides	30
	Crusea coccinea	36
	Didymaea mexicana	8
	Euphorbia macropus	7
	Oplismenus sp.	20
	Roldana hederifolia	2
	Smilax sp.	1
	Zeugites americana	2
Subtotal		**118**
Sitio B-T3apH	*Melampodium divaricatum*	3
	Oplismenus hirtellus	2
	Oplismenus sp.	1
	Oxalis tetraphylla	3
	Paspalum notatum	1
	Tagetes lunulata	1
	Trifolium repens	1
	Tropaeolum majus	1
	Xanthium strumarium	1
Subtotal		**14**
Sitio B-T4apH	*Bromus carinatus*	3
	Desmodium molliculum	1
	Oplismenus hirtellus	1
	Pteridium aquilinum	2
	Spermacoce verticillata	1
	Trifolium repens	1
	Xanthium strumarium	2

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
Subtotal		**11**
Sitio B-T5apH	*Bidens ostruthioides*	25
	Didymaea mexicana	24
	Oplismenus sp.	6
	Vitis tiliifolia	3
	Zeugites americana	9
Subtotal		**67**
Sitio B-T6apH	*Ageratina sp.*	4
	Castilleja arvensis	1
	Crusea longiflora	16
	Didymaea mexicana	1
	Eriosema sp.	1
	Helichrysum luteoalbum	1
	Hosackia repens	5
	Lobelia laxiflora	1
	Monnina ciliolata	2
	Oplismenus sp.	19
	Solanum marginatum	1
	Vitis tiliifolia	2
	Zeugites americana	1
Subtotal		**55**
Sitio B-T7apH	*Bidens pilosa*	1
	Crusea longiflora	8
	Roldana hederifolia	14
	Smilax sp.	3
	Tillandsia prodigiosa	1
Subtotal		**27**
Sitio B-T8apH	*Bidens ostruthioides*	2
	Crusea longiflora	1
	Desmodium sp.	7
	Eriosema sp.	2
	Fuchsia thymifolia	3
	Funkiella sp.	1
	Hieracium sp.	4
	Lepechinia sp.	32
	Monnina ciliolata	8
	Pteridium aquilinum	2
	Tephrosia sp.	2
	Vitis tiliifolia	1
	Zeugites americana	2
Subtotal		**67**
Sitio B-T9apH	*Crusea longiflora*	8
	Peperomia sp.	5
	Roldana hederifolia	12
	Rubus sp.	2
	Solanum appendiculatum	2
	Zeugites americana	4

SITIO	ESPECIE	REGISTROS
Subtotal		**33**
Total general		**408**

❖ Arbustos y hierbas:

En cuanto al estrato arbustivo y herbáceo, se tomó en cuenta el muestreo de biodiversidad y se infirió a las zonas de cambio de uso de suelo, esto debido a las condiciones similares que podemos encontrar dentro del tipo de vegetación "Bosque templado". Es por ello que a continuación se presenta los números de individuos estimados por especie y por estrato a intervenir.

Tabla II.27. Estimación de los individuos arbustivos del CUSTF

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
1	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	740	1,473
2	Araliaceae	*Oreopanax xalapensis*	Macuilillo	170	338
3	Asteraceae	*Ageratina areolaris*	Raíz de Serpiente	20	40
4	Asteraceae	*Alloispermum scabrum*	Hoja de pescado	220	438
5	Asteraceae	*Roldana albonervia*	Senecio	130	259
6	Asteraceae	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	20	40
7	Clethraceae	*Clethra mexicana*	Mamojuaxtle	30	60
8	Ericaceae	*Comarostaphylis discolor*	Garambullo	10	20
9	Fagaceae	*Quercus laurina*	Encino Laurelillo	50	100
10	Lamiaceae	*Lepechinia nelsonii*	Verbena	20	40
11	Lamiaceae	*Salvia mexicana*	Tlacote	70	139
12	Onagraceae	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo	30	60
13	Polygalaceae	*Monnina ciliolata*	Tintorea	230	460
14	Rosaceae	*Rubus liebmannii*	Zarzamora	10	20
15	Rubiaceae	-	Rubiaceae	260	517
16	Solanaceae	*Cestrum anagyris*	Agua bendita	20	40
17	Solanaceae	*Cestrum thyrsoideum*	Zapotillo	80	159
18	Styracaceae	*Styrax argenteus*	Capulin	40	80
19	Symplocaceae	*Symplocos citrea*	Chico	60	119
TOTAL				**2,210**	**4,400**

Tabla II.28. Estimación de los individuos herbáceos del CUSTF

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
1	Asteraceae	*Ageratina sp.*	Ageratina	134,000	266,660
2	Asteraceae	*Erigeron longipes*	Chalchuán	32,000	63,680
3	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	64,000	127,360
4	Asteraceae	*Tagetes lunulata*	Cinco Llagas	16,000	31,840
5	Asteraceae	*Tagetes tenuifolia*	Cempasúchil de Campo	16,000	31,840
6	Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Abrojo	12,000	23,880
7	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho Águila	24,000	47,760
8	Euphorbiaceae	*Euphorbia sp.*	-	2,000	3,980

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
9	Euphorbiaceae	*Euphorbia sp. 1*	-	14,000	27,860
10	Fabaceae	*Desmodium grahamii*	Pegaropa	14,000	27,860
11	Fabaceae	*Trifolium repens*	Trébol Blanco	36,000	71,640
12	Onagraceae	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo	14,000	27,860
13	Oxalidaceae	*Oxalis tetraphylla*	Oxalis tetraphylla	34,000	67,660
14	Papaveraceae	*Argemone ochroleuca*	Cardo Santo	30,000	59,700
15	Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra*	Mazorquilla	6,000	11,940
16	Poaceae	*Bromus carinatus*	Bromo de California	18,000	35,820
17	Poaceae	*Muhlenbergia rigens*	Liendrilla de Venado	34,000	67,660
18	Poaceae	*Oplismenus hirtellus*	Pasto Sombra	28,000	55,720
19	Poaceae	*Paspalum notatum*	Pasto Estrella	140,000	278,600
20	Polygonaceae	*Persicaria nepalensis*	Sangrina del Himalaya	20,000	39,800
21	Polypodiaceae	*Pleopeltis polypodioides*	Helecho Siempre Viva	12,000	23,880
22	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	6,000	11,940
23	Smilacaceae	*Smilax sp.*	Zarzaparrilla	4,000	7,960
24	Solanaceae	*Solanum appendiculatum*	Tomate Silvestre	8,000	15,920
TOTAL				**718,000**	**1,428,820**

- **Arboles:**

Para obtener una máxima representatividad del estrato arbóreo, se realizó un muestreo poblacional lo más acercado de los individuos presentes en cada área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Es importante mencionar que se realizó con el objetivo de tener una mayor exactitud de las existencias dentro de cada polígono.

II.4.2. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS.

Como medida de conservación dentro del proyecto productivo, se plantea la **no remoción de los individuos arbóreos** dentro de cada uno de los polígonos de CUSTF, es por ello que no es requerido movilizar o transportar materias primas. No obstante, para tener una idea clara de las existencias volumétricas que deberán permanecer en los sitios, se realizó el levantamiento de información en campo que a continuación se presenta.

1. Se realizó la delimitación en la carta topográfica de cada poligonal de los predios para tener bien definidos sus límites y tener una primera idea de la cantidad de vegetación presente dentro de los mismos.
2. Se hizo un recorrido por el perímetro de la superficie propuesta para identificar la cubierta que sería afectada por el cambio de uso del suelo.
3. Se contabilizaron todos los árboles iguales y mayores a 3.5 cm de diámetro, en una superficie circular de 1,000 metros cuadrados.
4. Se muestreo un total de 22 sitios circulares que conforman un total de 2.2 hectáreas (4.6% de los subunidades).

5. Se ejecutó la medición de las variables dasométricas de cada individuo necesarias para la estimación de las existencias volumétricas dentro del área (diámetro, altura y número de individuos) por especie.
6. Se determinó los volúmenes mediante la utilización de las tablas de volumen, definidas por el inventario estatal forestal para el estado de México.
7. Se agregó un 20% para coníferas y 30% para hojosas al resultado obtenido de la tabla de volumen para compensar la presencia de las ramas.

FORMULAS Y MODELOS PARA ESTIMAR EL VOLUMEN.

Una vez organizada la información, se procedió a realizar los cálculos de promedios de cada una de las variables dasométricas levantadas en el muestreo, lo cual se hizo por especie para no mezclar información.

A continuación, se describen las fórmulas matemáticas y los métodos usados para obtener los promedios de cada una de las variables.

Al realizar el muestreo mediante sitios, se hace necesaria la extrapolación de la información a la hectárea para después poder expandirlo a la superficie total. La fórmula utilizada para expandir la información a la hectárea es la siguiente:

$$Fe=\frac{1}{A}=\frac{10000}{a}$$

Donde:

Fe: Es el factor de expansión a hectárea.
1: Corresponde a 1 hectárea, la cual se convierte a m^2 para poder aplicar la formula.
a: Es el área de la unidad muestral expresada en metros cuadrados (m^2).

Área basal.

El área basal es una medida que sirve para estimar el volumen de especies arbóreas. Por definición, el área basal es la superficie de una sección transversal tomada a 1.3 m de altura en un fuste, o sea a la altura del diámetro normal, se denomina “área basal”. A la suma de las áreas basales de los árboles en una hectárea se le llama área basal total y es expresada en m^2/ha.

Para obtener el área basal por hectárea, primero calculamos el área basal individual mediante la siguiente formula:

$$AB=\frac{\pi}{4} * Dn^2$$

Donde:

AB = Área basal individual
Dn = Diámetro normal en metros a 1.30 m.

Ahora se procede a calcular el AB/Ha

$$\text{Área basal por hectárea}=(AB*Fe) * F /n$$

Dónde:

AB = Área basal individual.
Fe= Factor de expansión a hectárea.
F = Frecuencia
n = Número de sitios de levantados

$$\text{Altura promedio (m)} = (\Sigma H)/n$$

Donde:

H = Altura individual por especie.
n = Número de individuos muestreados por especie.

$$\text{Diámetro promedio (cm)} = (\Sigma Dn)/n$$

Dónde:

Dn = Diámetro individual por especie
n = Número de individuos muestreados por especie.

Existencias volumétricas reales.

Para la estimación de los volúmenes de las especies maderables se utilizaron las tablas de volumen del inventario forestal del estado de México[7], publicado en el año 1984[8], documento en el cual se encuentran tablas de volúmenes para las 4 zonas que comprende el estado.

Las formulas volumétricas que se presentan en el Inventario Estatal Forestal de la zona y utilizadas para el presente proyecto son las siguientes:

Tabla II.29. Modelos volumétricos para las zonas del proyecto

MODELOS PARA EL CÁLCULO DEL VOLUMEN	
GENERO	**FORMULA**
Pinus	Vol= EXP(-1.08569+1.916254*LN(DN/100)+1.006618*LN(HT))
Quercus - Otras hojosas	Vol= EXP(-1.128349+1.782485*LN(DN/100)+0.924868*LN(HT))

[7] CONACYT-CONAFOR. 2016. Modelos Biométricos, Proyecto "Sistema biométrico para la planeación del manejo forestal en ecosistemas con potencial productivo en México", financiado con recursos del Fondo Sectorial CONACYT-CONAFOR, 2016 . http://fcfposgrado.ujed.mx/sibifor/inicio/.

[8] Publicaciones estatales del primer Inventario Nacional Forestal (INF) 1961-1985.

II.4.2.1. CÁLCULO DE VOLÚMENES.

A continuación, se presentan los resultados de la estimación del volumen total de las especies maderables dentro de las áreas de CUSTF; en los SUBUNIDADES con una superficie de 1.89 hectáreas y en la zona de obras correspondiente a una Barda de piedra perimetral con 0.10 ha, sumando una superficie total de **1.99 ha**. Posteriormente se presenta las especies y los metros cúbicos específicamente por Subunidad.

Tabla II.30. Volumen General de las áreas de CUSTF correspondiente a los SUBUNIDADES.

SUPERFICIE (ha)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. ÁRBOLES/HA	NO. ÁRBOLES TOTALES	ÁREA BASAL/HA (m2)	DAP (cm)	ALTURA (m)	V.T.A./HA (m3)	V.T.A. (m3)
1.89	Arbutus xalapensis	Madroño	1.4	3	0.015	11.1	5.8	0.072	0.136
	Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	10	0.735	32.5	16.7	7.501	14.172
	Clethra sp.	Cletra	36.4	69	1.975	18.8	11.8	21.100	39.866
	Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	13	0.155	16.3	11.1	1.275	2.410
	Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	13	0.080	11.7	8.1	0.510	0.964
	Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	8	0.226	24.3	15.7	2.357	4.454
	Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	4	0.087	20.5	14.4	0.921	1.741
	Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	1	0.002	7.6	9.0	0.016	0.031
	Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	2	0.007	9.9	6.2	0.037	0.069
	Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	77	10.050	53.7	30.9	187.532	354.323
	Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	192	12.503	34.3	19.9	178.993	338.190
	Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	133	4.012	22.1	12.1	38.734	73.183
	Styrax argenteus	Capulin	24.5	46	0.471	13.3	9.2	3.136	5.926
	Symplocos citrea	Chico	19.1	36	0.606	17.0	10.5	5.214	9.851
	Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	3	0.008	8.5	7.5	0.048	0.091
	Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	1	0.019	22.9	17.0	0.209	0.395
TOTAL GENERAL			**-**	**611**	**30.950**	**-**	**-**	**447.654**	**845.800**

Tabla II.31. Volumen General de las áreas de CUSTF correspondiente a la Barda

SUPERFICIE (ha)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. ÁRBOLES/HA	NO. ÁRBOLES TOTALES	ÁREA BASAL/HA (m2)	DAP (cm)	ALTURA (m)	V.T.A./HA (m3)	V.T.A. (m3)
0.10	*Carpinus caroliniana*	Lechillo	5.5	1	0.735	32.5	16.7	7.501	0.770
	Clethra sp.	Cletra	36.4	4	1.975	18.8	11.8	21.100	2.167
	Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	1	0.155	16.3	11.1	1.275	0.131
	Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	1	0.080	11.7	8.1	0.510	0.052
	Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4	10.050	53.7	30.9	187.532	19.260
	Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10	12.503	34.3	19.9	178.993	18.383
	Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7	4.012	22.1	12.1	38.734	3.978
	Styrax argenteus	Capulin	24.5	3	0.471	13.3	9.2	3.136	0.322
	Symplocos citrea	Chico	19.1	2	0.606	17.0	10.5	5.214	0.535
TOTAL GENERAL			**-**	**33**	**30.586**	**-**	**-**	**443.994**	**45.598**

Sumando ambas cantidades tenemos en total un volumen de **891.398 m^3 (V.T.A.)**. Una vez determinado el volumen general presente en las áreas de CUSTF, se estimó el volumen que se puede tener por Subunidad de manera independiente.

Tabla II.32. Volumen por unidad, por especie y por hectárea.

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
SUBUNIDAD 1	0.1000	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.5	7.501	0.750
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.6	21.100	2.111
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.128
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.051
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.236
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.092
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.1	187.532	18.760
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.1	178.993	17.905

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.0	38.734	3.875
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.5	3.136	0.314
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.9	5.214	0.522
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.021
Subtotal				-	**32**	-	**44.7810**
SUBUNIDAD 2	0.1001	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.5	7.501	0.751
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.6	21.100	2.112
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.128
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.051
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.236
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.092
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.1	187.532	18.769
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.1	178.993	17.915
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.1	38.734	3.877
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.5	3.136	0.314
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.9	5.214	0.522
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.021
Subtotal				-	**32**	-	**44.8041**
SUBUNIDAD 3	0.1010	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.6	7.501	0.757
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.7	21.100	2.131
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.129
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.052
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.238
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.093
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.1	187.532	18.937
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.2	178.993	18.075
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.1	38.734	3.911
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.5	3.136	0.317
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.9	5.214	0.526
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.021
Subtotal				-	**33**	-	**45.2043**
SUBUNIDAD 4	0.1007	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.5	7.501	0.755
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.7	21.100	2.124
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.128
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.051
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.237
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.093
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.1	187.532	18.879
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.2	178.993	18.019
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.1	38.734	3.899
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.5	3.136	0.316
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.9	5.214	0.525
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.021
Subtotal				-	**32**	-	**45.0650**
SUBUNIDAD 5	0.0344	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.0	0.072	0.002
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.2	7.501	0.258
		Clethra sp.	Cletra	36.4	1.3	21.100	0.726
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.2	1.275	0.044
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.2	0.510	0.018
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.1	2.357	0.081
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.1	0.921	0.032

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.001
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.0	0.037	0.001
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	1.4	187.532	6.452
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	3.5	178.993	6.158
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	2.4	38.734	1.333
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	0.8	3.136	0.108
		Symplocos citrea	Chico	19.1	0.7	5.214	0.179
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.0	0.048	0.002
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.007
Subtotal				-	**11**	-	**15.4009**
SUBUNIDAD 6	0.1023	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.6	7.501	0.767
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.7	21.100	2.158
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.130
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.052
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.241
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.094
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.2	187.532	19.183
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.4	178.993	18.310
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.2	38.734	3.962
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.5	3.136	0.321
		Symplocos citrea	Chico	19.1	2.0	5.214	0.533
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.021
Subtotal				-	**33**	-	**45.7924**
SUBUNIDAD 7	0.0918	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.5	7.501	0.688
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.3	21.100	1.936
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.6	1.275	0.117
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.6	0.510	0.047

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.216
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.085
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.003
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	3.8	187.532	17.207
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	9.3	178.993	16.423
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	6.5	38.734	3.554
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.3	3.136	0.288
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.8	5.214	0.478
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.004
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.019
Subtotal				-	**30**	-	**41.0743**
SUBUNIDAD 8	0.0312	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.0	0.072	0.002
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.2	7.501	0.234
		Clethra sp.	Cletra	36.4	1.1	21.100	0.659
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.2	1.275	0.040
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.2	0.510	0.016
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.1	2.357	0.074
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.1	0.921	0.029
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.001
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.0	0.037	0.001
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	1.3	187.532	5.854
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	3.2	178.993	5.587
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	2.2	38.734	1.209
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	0.8	3.136	0.098
		Symplocos citrea	Chico	19.1	0.6	5.214	0.163
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.0	0.048	0.002
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.007
Subtotal				-	**10**	-	**13.9741**
SUBUNIDAD 9	0.1206	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.2	0.072	0.009
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.7	7.501	0.905
		Clethra sp.	Cletra	36.4	4.4	21.100	2.545

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.8	1.275	0.154
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.8	0.510	0.062
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.5	2.357	0.284
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.3	0.921	0.111
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.1	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.9	187.532	22.618
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	12.2	178.993	21.588
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	8.5	38.734	4.672
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	3.0	3.136	0.378
		Symplocos citrea	Chico	19.1	2.3	5.214	0.629
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.2	0.048	0.006
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.1	0.209	0.025
Subtotal				-	**39**	-	**53.9912**
SUBUNIDAD 10	0.1338	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.2	0.072	0.010
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.7	7.501	1.004
		Clethra sp.	Cletra	36.4	4.9	21.100	2.823
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.9	1.275	0.171
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.9	0.510	0.068
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.5	2.357	0.315
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.3	0.921	0.123
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.1	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.005
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	5.5	187.532	25.093
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	13.6	178.993	23.950
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	9.4	38.734	5.183
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	3.3	3.136	0.420
		Symplocos citrea	Chico	19.1	2.6	5.214	0.698
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.2	0.048	0.006
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.1	0.209	0.028
Subtotal				-	**43**	-	**59.8983**
	0.1085	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.008

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
SUBUNIDAD 11		*Carpinus caroliniana*	Lechillo	5.5	0.6	7.501	0.814
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.9	21.100	2.290
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.138
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.055
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.256
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.100
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.4	187.532	20.354
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	11.0	178.993	19.428
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.6	38.734	4.204
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.7	3.136	0.340
		Symplocos citrea	Chico	19.1	2.1	5.214	0.566
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.023
Subtotal				-	**35**	-	**48.5876**
SUBUNIDAD 12	0.1042	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.6	7.501	0.782
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.8	21.100	2.198
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.133
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.053
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.246
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.096
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.3	187.532	19.540
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.6	178.993	18.650
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.3	38.734	4.036
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.6	3.136	0.327
		Symplocos citrea	Chico	19.1	2.0	5.214	0.543
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.022

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
Subtotal				**-**	**34**	**-**	**46.6438**
SUBUNIDAD 13	0.1003	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.5	7.501	0.753
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.6	21.100	2.117
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.128
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.051
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.237
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.092
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.1	187.532	18.817
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.2	178.993	17.960
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.1	38.734	3.886
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.5	3.136	0.315
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.9	5.214	0.523
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.021
Subtotal				**-**	**32**	**-**	**44.9169**
SUBUNIDAD 14	0.1046	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.008
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.6	7.501	0.784
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.8	21.100	2.207
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.133
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.053
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.247
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.096
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.3	187.532	19.613
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.6	178.993	18.720
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.4	38.734	4.051
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.6	3.136	0.328
		Symplocos citrea	Chico	19.1	2.0	5.214	0.545

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.022
Subtotal				-	**34**	-	**46.8181**
SUBUNIDAD 15	0.1009	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.6	7.501	0.757
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.7	21.100	2.128
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.129
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.051
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.238
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.093
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.1	187.532	18.915
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.2	178.993	18.054
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.1	38.734	3.907
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.5	3.136	0.316
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.9	5.214	0.526
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.021
Subtotal				-	**33**	-	**45.1526**
SUBUNIDAD 16	0.0756	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.005
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.4	7.501	0.567
		Clethra sp.	Cletra	36.4	2.8	21.100	1.596
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.5	1.275	0.096
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.5	0.510	0.039
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.3	2.357	0.178
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.070
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.001
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.003
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	3.1	187.532	14.183
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	7.7	178.993	13.537
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	5.3	38.734	2.929

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	1.9	3.136	0.237
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.4	5.214	0.394
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.004
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.016
Subtotal				-	**24**	-	**33.8561**
SUBUNIDAD 17	0.0489	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.004
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.3	7.501	0.367
		Clethra sp.	Cletra	36.4	1.8	21.100	1.032
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.3	1.275	0.062
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.3	0.510	0.025
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.2	2.357	0.115
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.1	0.921	0.045
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.001
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.0	0.037	0.002
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	2.0	187.532	9.174
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	5.0	178.993	8.756
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	3.4	38.734	1.895
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	1.2	3.136	0.153
		Symplocos citrea	Chico	19.1	0.9	5.214	0.255
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.002
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.010
Subtotal				-	**16**	-	**21.8995**
SUBUNIDAD 18	0.0671	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.005
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.4	7.501	0.503
		Clethra sp.	Cletra	36.4	2.4	21.100	1.416
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.5	1.275	0.086
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.5	0.510	0.034
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.3	2.357	0.158
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.062
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.001
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.002
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	2.7	187.532	12.586

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	6.8	178.993	12.013
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	4.7	38.734	2.600
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	1.6	3.136	0.210
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.3	5.214	0.350
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.003
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.014
Subtotal				-	**22**	-	**30.0444**
SUBUNIDAD 19	0.0497	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.004
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.3	7.501	0.372
		Clethra sp.	Cletra	36.4	1.8	21.100	1.048
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.3	1.275	0.063
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.3	0.510	0.025
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.2	2.357	0.117
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.1	0.921	0.046
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.001
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.0	0.037	0.002
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	2.0	187.532	9.312
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	5.0	178.993	8.888
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	3.5	38.734	1.923
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	1.2	3.136	0.156
		Symplocos citrea	Chico	19.1	0.9	5.214	0.259
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.002
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.010
Subtotal				-	**16**	-	**22.2280**
SUBUNIDAD 20	0.1009	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.6	7.501	0.757
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.7	21.100	2.128
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.129
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.051
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.238
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.093
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.1	187.532	18.914
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.2	178.993	18.053
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.1	38.734	3.907
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.5	3.136	0.316
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.9	5.214	0.526
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.021
Subtotal				-	**33**	-	**45.1500**
SUBUNIDAD 21	0.1002	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.1	0.072	0.007
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.5	7.501	0.751
		Clethra sp.	Cletra	36.4	3.6	21.100	2.114
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.7	1.275	0.128
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.7	0.510	0.051
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.4	2.357	0.236
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.2	0.921	0.092
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.002
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.1	0.037	0.004
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	4.1	187.532	18.788
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	10.2	178.993	17.933
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	7.1	38.734	3.881
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	2.5	3.136	0.314
		Symplocos citrea	Chico	19.1	1.9	5.214	0.522
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.1	0.048	0.005
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.021
Subtotal				-	**32**	-	**44.8496**
SUBUNIDAD 22	0.0127	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1.4	0.0	0.072	0.001
		Carpinus caroliniana	Lechillo	5.5	0.1	7.501	0.095
		Clethra sp.	Cletra	36.4	0.5	21.100	0.267
		Cornus disciflora	Xochilcorona	6.8	0.1	1.275	0.016
		Dendropanax arboreus	Zapotillo	6.8	0.1	0.510	0.006
		Fraxinus uhdei	Fresno	4.1	0.1	2.357	0.030

UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	N°. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M^3 V.T.A.)
		Meliosma dentata	Jaboncillo	2.3	0.0	0.921	0.012
		Nectandra salicifolia	Capulincillo	0.5	0.0	0.016	0.000
		Oreopanax xalapensis	Macuilillo	0.9	0.0	0.037	0.000
		Pinus douglasiana	Pino avellano	40.9	0.5	187.532	2.374
		Pinus leiophylla	Pino Chimonque	101.4	1.3	178.993	2.266
		Quercus scytophylla	Encino blanco	70.5	0.9	38.734	0.490
		Styrax argenteus	Capulin	24.5	0.3	3.136	0.040
		Symplocos citrea	Chico	19.1	0.2	5.214	0.066
		Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	1.4	0.0	0.048	0.001
		Zinowiewia integerrima	Jicarillo	0.5	0.0	0.209	0.003
Subtotal				-	**4**	-	**5.6673**
-	**1.89**	**TOTAL**		**-**	**610**	**-**	**845.800**

II.5. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

De acuerdo al Artículo 7 Fracción XLVI de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable,[9] se entiende que los Recursos biológicos forestales; *las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación*. No menos importante, es relevante considerar a los recursos asociados, entendiéndose por "*las especies silvestres animales y vegetales, así como el agua, que coexisten en relación de interdependencia y funcionalidad con los recursos forestales*" (Fracción XLV).

La importancia de la valoración económica ambiental radica en el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo o si son o no comercializables que nos permita analizar en qué medida se estará aprovechando o afectando el entorno natural.

II.5.1.1. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA BIODIVERSIDAD.

Con el fin de desarrollar una perspectiva en la valoración de la biodiversidad, y por ende de los servicios ecosistémicos, es necesario en primer lugar, proporcionar una discusión clara de lo que significa el valor y del papel de la "valoración" en la formulación de políticas ambientales[10].

En este sentido, las cuestiones ambientales y los ecosistemas han sido el centro de muchos debates recientes sobre el valor filosófico (NRC, 2004). Fundamentalmente, estos debates sobre el valor de los ecosistemas se derivan de dos puntos de vista.

El primero es que los valores de los ecosistemas y sus servicios no son antropocéntricos y que las especies no humanas tienen derechos en sí mismos. El otro, que incluye el enfoque económico de la valoración, es que todos los valores son antropocéntricos. Sin embargo, se reconoce que todas las formas de valor en última instancia, puede contribuir a las decisiones sobre el uso de los ecosistemas, la preservación, o la restauración.

En este nivel, el medio natural constituye un gran obstáculo en la aplicación del criterio de racionalidad de costo-beneficio tradicionales: algunos bienes y servicios ambientales prestados a la comunidad no son intercambiados en un mercado, la ausencia de un indicador del valor del medio ambiente en una forma monetaria (precios) no permite evaluar el cambio en el bienestar de las personas, resultantes de una modificación en la calidad del medio ambiente.

El concepto de valor económico total (VET) ayuda a incorporar los diversos servicios ecosistémicos, el cual reconoce explícitamente que el valor económico de un bien o servicio se compone de diferentes partes, algunos de los cuales son tangibles y se utilizan directamente, y otros son intangibles o muy remotos. Los valores de uso se refieren al valor de los servicios ecosistémicos que son usados para propósitos de consumo y producción, incluyen servicios tangibles e intangibles que son usados directa e indirectamente o tienen el potencial de usos futuros. Los valores de no uso reflejan los beneficios que se derivan de la existencia de los activos ambientales (valor intrínseco), para el placer de los demás (altruismo) o para las futuras generaciones (valor de legado).

[9] Diario Oficial de la Federación. 2015. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 80 p.

[10] Caballero, K. y E. Rojas. (2009). "La economía de la biodiversidad", en, La Revista Economía Informa Núm. 360., México. 103-104 pp. http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/360/08karinacaballero.pdf fecha de consulta 01 de julio de 2013.

[11]Antes de valorar económicamente la biodiversidad es necesario cuantificarla físicamente, subdividirla en elementos más tangibles a los cuales es más fácil asignar precios de mercado. De manera general, la biodiversidad se puede describir en términos de genes, especies y ecosistemas que corresponden a los tres niveles fundamentales y jerárquicos de organización biológica.

La biodiversidad genética es la suma de la información genética contenida en los genes de los individuos de plantas, animales y micro–organismos. Las especies son la población en la cual cada flujo de genes ocurre bajo condiciones naturales.

La diversidad ecosistémica se refiere a los distintos hábitats, comunidades bióticas y procesos ecológicos en la biósfera, así como la diversidad en los ecosistemas. Sin embargo, para efectos de valoración, la siguiente caracterización de los bienes de biodiversidad nos permitirá expresar su valor en el mercado, ya que para éstos existen usos actuales y potenciales:

- **Funciones Ecosistémicas.**

Son las relaciones (flujos energéticos) entre los distintos elementos de un ecosistema.

- **Bienes Ambientales.**

Son los recursos tangibles utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo que se gastan y transforman en el proceso.

- **Servicios Ambientales.**

Tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor, como, por ejemplo, el paisaje que ofrece un ecosistema. Son las funciones ecosistémicas utilizadas por el hombre y al que le generan beneficios económicos.

Diferencia entre bienes ambientales y servicios ambientales.

De la misma manera como se diferencian las funciones ecosistémicas y los servicios ambientales, se pueden visualizar las diferencias entre bienes y servicios ambientales. Esto facilita el análisis de cualquier problemática ambiental.

Los bienes ambientales son las materias primas que utiliza el hombre en sus actividades económicas o también son los recursos tangibles utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo final y que se gastan y transforman en el proceso (tangibles).

Los servicios ambientales son funciones ecosistémicas que tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor, como, por ejemplo, el paisaje que ofrece un ecosistema. Son las funciones ecosistémicas utilizadas por el hombre y al que le generan beneficios económicos (no tangibles).

El valor económico total de bienes y servicios ambientales.

El valor de los bienes, servicios y funciones que los recursos naturales y ambientales generan pueden ser divididos en varias categorías.

[12]El valor económico total ayuda a incorporar los diversos servicios ecosistémicos, el cual reconoce explícitamente que el valor económico de un bien o servicio se compone de diferentes partes, algunos de

[11] Barzev R. 2002. Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. *Corredor Biológico Mesoamericano y CCAD*. Serie Técnica 04. 15-17, 50-53 pp.
[12] Caballero K. y E. Rojas. 2009. La Economía de la Biodiversidad. *Economía informa* 360. 97-113 pp.

los cuales son tangibles y se utilizan directamente y otros son intangibles o muy remotos. Los valores de uso se refieren al valor de los servicios ecosistémicos que son usados para propósitos de consumo y producción, incluyen servicios tangibles e intangibles que son usados directa e indirectamente o tienen el potencial de usos futuros. Los valores de no uso reflejan los beneficios que se derivan de la existencia de los activos ambientales (valor intrínseco).

No obstante, todos ellos constituyen, directa o indirectamente, beneficios importantes para el hombre. Se distingue, de esta forma, dos tipos de valores:

- Valores de bienes de mercado
- Valores de bienes de no–mercado

Según se determinen en el uso directo o no–directo

[13]Generalmente se ha aceptado una clasificación para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores. Se distingue, de esta forma, dos tipos de valores:

- Valores de uso directo
- Valores de uso indirecto

Métodos de valoración directa.

Estos métodos se basan en precios de mercado disponibles o en observación de cambios en la productividad (Valores Directos de Mercado).

Métodos de valoración indirecta.

Hacen uso de los precios de mercado en forma indirecta. Estos métodos se usan cuando diversos aspectos o atributos de los recursos naturales o servicios ambientales no tienen precios reflejados en un mercado establecido (valores sustitutos de mercado, uso de mercados subrogados).

II.5.1.2. USO DE LA BIODIVERSIDAD.

Uso de flora silvestre.

El aprovechamiento forestal en México, regulado a través de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, consta de la producción maderable o cosecha de árboles en bosques, selvas y zonas áridas, así como la recolección de plantas leñosas, hongos, aprovechamiento de partes y extractos de vegetación forestal.

De acuerdo con el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2015, se consideran dos categorías la maderable y no maderable. En los productos maderables se incluye escuadría, celulosa, chapa y triplay,

leña, carbón, durmientes, postes pilotes y morillos. En los productos no maderables se tienen tierra de monte, resinas, rizomas, fibras, gomas, ceras, y otros (hongos, semillas, hojas, nopal, tallos frutos, musgo, heno y los demás que vallan incluyendo).

Las especies maderables extraídas por excelencia son el pino (*Pinus sp.*), cuyo volumen representa el 74.8% de la producción forestal maderable 2015, respecto a la valoración económica, se tiene que el pino

[13] De Alba E. y M. E. Reyes. 2000. Valoración económica de los recursos biológicos del país. *Manejo de los recursos naturales*. 212-234.

representa el 83.4% del valor total de la producción. Asimismo, en cuanto a los productos no maderables con mayor representatividad en el país es la categoría de otros con un 66.8% de la producción total no maderable 2015, sin embargo, los que aportan mayor valor económico son el grupo de las resinas con el 40% del valor total de la producción.

II.5.1.3. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS FLORA Y FAUNA DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO.

Para la valoración económica de los recursos biológicos forestales por afectar, fue necesario realizar una investigación bibliográfica de las especies sujetas al área del proyecto, así mismo se consultaron los precios de mercado de los recursos comercializados de flora y fauna, mismos que son utilizados para asignar valores indirectos a los recursos que no tengan un mercado existente.

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LA FLORA EN EL ÁREA DE CUSTF

En el área del proyecto sujeto a cambio de uso de suelo, se consideraron especies maderables y no maderables que fueron valorados de forma directa e indirecta según el uso potencial de la especie, clasificándolos en 3 estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo definido básicamente por su comportamiento, considerando los tipos de vegetación presentes en el área.

En el estrato arbóreo se estimaron 644 individuos, pertenecientes a 16 especies registradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), en una superficie de 1.99 hectáreas.

Para el estrato arbustivo se estimaron 4,398 individuos, pertenecientes a 19 especies registradas en el área sujeta a CUSTF, cuyo costo fue estimado mediante valoración directa e indirecta.

Para el estrato herbáceo se registraron 1,428,820 individuos pertenecientes a 30 especies distribuidas en el área bajo CUSTF, para la estimación económica se empleó el método de valoración indirecta, por causa de que la mayoría de las especies no tienen un aprovechamiento forestal como tal, en este caso no maderable y no tienen un mercado definido.

Estimación económica de la flora arbórea:

Para la estimación económica de los recursos biológicos forestales que se encuentran dentro del CUSTF, primero se realizó la cuantificación de los mismos mediante el siguiente procedimiento:

- Levantamiento de 22 sitios para estimar los recursos biológico-forestales en toda la superficie del cambio de uso de suelo.
- Se midió el diámetro a 1.30 m de altura del suelo y la altura total de todos los árboles que se encontraron dentro de los sitios.
- Una vez obtenidos los promedios de las variables dasométricas de los árboles se cuantificaron las existencias volumétricas maderables para cada especie.
- Considerando la conformación de los troncos de los árboles, se llevó a cabo una distribución de productos de los tipos de materia prima que podrían ser susceptibles de obtenerse.

Posteriormente se consideraron precios vigentes por m^3 para los géneros encontrados, tomando en cuenta los de la zona principalmente.

Tabla II.33. Distribución de materias primas del volumen por aprovechar en el área de CUSTF

Género	Distribución de productos						TOTAL (m3 v.t.a.)
	MENOR A 8'		LEÑA		DESPERDICIO		
	%	m3	%	m3	%	m3	
Pinus	70	511.108	20	146.031	10	73.015	730.155
Quercus	30	23.148	58	44.754	12	9.259	77.161
Otras hojosas	0	0	88	73.992	12	10.090	84.082
TOTAL							**891.398**

Tabla II.34. Estimación económica de las materias primas maderables

GÉNERO	MATERIA PRIMA	PRECIO ($)/$m^3$	CANTIDAD (m^3)	TOTAL ($)
Pinus	Menor a 8'	$1,680.00	511.108	$858,662.04
	Leña	$350.00	146.031	$51,110.84
	Desperdicio	$0.00	73.015	$0.00
Quercus	Menor a 8'	$650.00	23.148	$15,046.44
	Leña	$100.00	44.754	$4,475.35
	Desperdicio	$0.00	9.259	$0.00
Otras hojosas	Menor a 8'	$0.00	0.000	$0.00
	Leña	$250.00	73.992	$18,497.99
	Desperdicio	$0.00	10.090	$0.00
TOTAL				**$947,792.67**

Para el volumen maderable, se tiene un total de $947,792.67 en vegetación de Bosque Templado.

Estimación económica de la flora arbustiva:

En cuanto a la valoración económica del estrato arbustivo se consultó el valor unitario por especie que existe en el mercado local y en establecimientos que se dedican a la venta de estas especies principalmente, realizando una comparación en su caso de las que tienen un mercado fijo potencial con las que no son potencialmente comercializables.

La consulta de costos por planta se realizó de manera directa con personas que se dedican a la venta de esas especies.

Tabla II.35. Valor económico de las especies de porte arbustivo

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS	PRECIO UNITARIO ($)	VALOR TOTAL M.N
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	40	$2.00	$79.60
Alloispermum scabrum	Hoja de pescado	438	$3.00	$1,313.40
Cestrum anagyris	Agua bendita	40	$3.00	$119.40
Cestrum thyrsoideum	Zapotillo	159	$3.00	$477.60
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	60	$15.00	$895.50

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS	PRECIO UNITARIO ($)	VALOR TOTAL M.N
Comarostaphylis discolor	Garambullo	20	$4.00	$79.60
Dendropanax arboreus	Palo de danta	1,473	$4.00	$5,890.40
Fuchsia thymifolia	Adelaida	60	$3.00	$179.10
Lepechinia nelsonii	Verbena	40	$2.50	$99.50
Monnina ciliolata	Tintorea	460	$3.00	$1,380.00
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	338	$3.00	$1,014.90
Quercus laurina	Encino Laurelillo	100	$15.00	$1,492.50
Roldana albonervia	Senecio	259	$4.00	$1,034.80
Roldana hederifolia	Hediondilla	40	$4.00	$159.20
Rubiaceae	Rubiaceae	517	$10.00	$5,174.00
Rubus liebmannii	Zarzamora	20	$10.00	$199.00
Salvia mexicana	Tlacote	139	$5.00	$696.50
Styrax argenteus	Chilacuate	80	$10.00	$796.00
Symplocos citrea	Chico	119	$10.00	$1,194.00
TOTAL		**4,398**	**-**	**$22,275.00**

Estimación económica de la flora herbácea:

Para el caso del estrato herbáceo las especies se estimaron haciendo una comparación con plantas ornamentales, obteniendo de esa forma un costo unitario por especie obtenida de los mercados locales principalmente y en establecimientos dedicados a la venta de plantas de este tipo. El precio asignado fue en relación al uso potencial.

Tabla II.36. Valor económico de las especies de porte herbáceo

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS	PRECIO UNITARIO ($)	VALOR TOTAL M.N
Ageratina sp.	Ageratina	266,660	$0.80	$213,328.00
Erigeron longipes	Chalchuán	63,680	$0.30	$19,104.00
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	127,360	$0.20	$25,472.00
Tagetes lunulata	Cinco Llagas	31,840	$0.20	$6,368.00
Tagetes tenuifolia	Cempasúchil de Campo	31,840	$0.20	$6,368.00
Xanthium strumarium	Abrojo	23,880	$0.50	$11,940.00
Pteridium aquilinum	Helecho Águila	47,760	$0.80	$38,208.00
Euphorbia sp.	-	3,980	$0.50	$1,990.00
Euphorbia sp. 1	-	27,860	$0.50	$13,930.00
Desmodium grahamii	Pegaropa	27,860	$0.30	$8,358.00
Trifolium repens	Trébol Blanco	71,640	$0.20	$14,328.00
Fuchsia thymifolia	Aretillo	27,860	$0.50	$13,930.00
Oxalis tetraphylla	Oxalis tetraphylla	67,660	$0.50	$33,830.00
Argemone ochroleuca	Cardo Santo	59,700	$0.30	$17,910.00

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS	PRECIO UNITARIO ($)	VALOR TOTAL M.N
Phytolacca icosandra	Mazorquilla	11,940	$0.80	$9,552.00
Bromus carinatus	Bromo de California	35,820	$0.50	$17,910.00
Muhlenbergia rigens	Liendrilla de Venado	67,660	$0.30	$20,298.00
Oplismenus hirtellus	Pasto Sombra	55,720	$0.20	$11,144.00
Paspalum notatum	Pasto Estrella	278,600	$0.20	$55,720.00
Persicaria nepalensis	Sangrina del Himalaya	39,800	$0.30	$11,940.00
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Viva	23,880	$0.80	$19,104.00
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	11,940	$0.50	$5,970.00
Smilax sp.	Zarzaparrilla	7,960	$0.80	$6,368.00
Solanum appendiculatum	Tomate Silvestre	15,920	$0.50	$7,960.00
TOTAL		**1,428,820**	**-**	**$591,030.00**

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LA FAUNA EN EL ÁREA DE CUSTF

Para la estimación económica de estos recursos, se tomó como base la información generada en el capítulo IV del Documento Técnico Unificado para cambio de uso de suelo en Valle de Bravo en cuanto a la cantidad y a los usos registrados.

La valoración del medio ambiente presenta una dificultad sustancial con la que se topa la economía ambiental al definir quién le da valor al mismo, especificar cuáles son los derechos de aquellos usuarios de bienes y servicios ambientales y cuáles los de los no usuarios. Este punto resulta sumamente complejo dado que es muy frecuente que aquellos que provocan un efecto nocivo sobre el medio ambiente son distintos de aquellos que deben padecerlo, y tal hecho es extensivo tanto a comunidades como a regiones y a países. Además, al determinar quiénes son los afectados, puede resultar un error considerar únicamente a aquellas personas que ven modificados los valores de uso inmediatos del medio ambiente.

Generalmente se ha aceptado una clasificación para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética (De Alba y Reyes 1998, Reyes y Alba 2001).

En este sentido, Cristeche y Penna (2008), estudiaron el paradigma de valor utilitarista antropocéntrico - del que se derivan los métodos de valoración económica – que generalmente clasifica a los bienes y a los servicios del ecosistema de acuerdo a como éstos son utilizados. Los bienes y servicios ambientales pueden poseer un valor desigual para diversos individuos y grupos de personas.

En la elaboración de este informe, la clasificación que se utilizó es la de Munasinghe (1993), quienes reconocen los valores de uso y de no uso, (Tabla 38; adaptado de Pérez-Gil *et al.* 1996). Claramente, los valores descritos en ésta varían de acuerdo con el ecosistema, área, hábitat o especie al que se quieran aplicar, no sólo en cuanto al valor mismo, sino en cuanto a la aplicabilidad del concepto.

Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera, explotación pesquera; obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; recolección de leña, y el pastoreo del

ganado; entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas). Algunas clasificaciones abren el valor directo en valor de uso extractivo y de uso no extractivo.

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el reciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el auto-sostenimiento del sistema biológico, entre otros.

A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

Tabla II.37. Valores de los vertebrados silvestres (adaptado de Pérez-Gil et al. 1996).

VALOR DE USO			**VALOR DE NO USO**	
DIRECTO	**INDIRECTO**	**DE OPCIÓN**	**DE HERENCIA**	**DE EXISTENCIA**
Productos de consumo o servicios directos	**Beneficios funcionales**	**Uso directo o indirecto futuro**	**Valor de legar valores a los descendientes**	**Valores éticos**
Usos extractivos:	***Ecosistémicas:***	□ Continuidad de la especie	□ Protección del hábitat	□ Conocimiento de la existencia
□ *Cacería:*	Auto-preservación y evolución de las especies	□ Obtención de nueva materia prima	□ Evitar cambios irreversibles	* Protección del hábitat
- de subsistencia	Reciclaje de nutrientes	□ Nuevos conocimientos	□ Herencia cultural	□ Evitar cambios irreversibles
- deportiva y comercial	□ Conocimiento e investigación científica actual	□ Bancos de semen		□ Culturales, estéticos y religiosos
- legales o furtiva	□ *Elementos indicadores:*	□ Recurso de emergencia		
- Materia prima	*del estado del ecosistema:*			
- industrial	- Banco genético			
- artesanal	*Ambientales:*			
- taxidermia	- Control de plagas			
□ Alimentos	- Daños por especies nocivas			
□ Colecta y captura de especímenes y material genético				
- mamíferos				
- aves de ornato y cantoras				
- huevos				
- otras				
□ Medicinales				
□ Religiosos				

VALOR DE USO			VALOR DE NO USO	
DIRECTO	**INDIRECTO**	**DE OPCIÓN**	**DE HERENCIA**	**DE EXISTENCIA**
Criaderos				
Mascotas				

Para realizar la asignación de costos a algunas especies, se utilizó el *método de los costos evitados o inducidos* (Cristeche y Penna 2008). Este método corresponde al típico caso en que el bien o servicio ambiental bajo análisis no se comercia en el mercado, pero está relacionado con un bien que sí lo es, o sea, que posee un precio; y que el vínculo entre ambos radica en ser sustitutos en el marco de una determinada función de producción. En este contexto se admiten dos posibilidades:

1. El bien o servicio ambiental es un insumo más dentro de la función de producción ordinaria de un bien o servicio privado.
2. El bien o servicio ambiental forma, junto con otros bienes y servicios, parte de la función de producción de utilidad de un individuo o una familia.

En la mayoría de los casos no se pudo llegar a datos específicos sobre el valor económico para los diferentes usos de las especies reportadas.

Este documento está basado en la revisión bibliográfica, entrevistas a personas de la zona, entrevistas a comerciantes de aves y de mascotas de zonas aledañas, así como de censos por transecto. Los censos fueron realizados en dos tipos de hábitats diferenciados, bosque templado y bosque de pino-encino, donde ocurrieron en total 115 especies de mamíferos, aves y reptiles. Entre los cuales las aves fueron los más abundantes con 94 especies.

Mamíferos

Las especies de mamíferos silvestres, en general, se cazan con el objeto de obtener carne, trofeos y, ocasionalmente, las pieles con fines de subsistencia, deportivos o bien, se pueden comercializar (Naranjo y Cuarón 2010, Pérez-Gil *et al.* 1996). En algunas áreas, aunque con menor regularidad, las ardillas, tlacuache, también se utilizan con propósitos alimenticios. Los carnívoros como el coyote, la zorra gris, el mapache, el cacomixtle y los zorrillos ocasionalmente son cazados cerca de las comunidades rurales, primordialmente como método de control de la depredación de animales domésticos y, en forma eventual, se aprovechan comercialmente las pieles, colmillos y garras de algunos de ellos.

Tabla II.38. Valor económico y de uso de los Mamíferos silvestres

Especie	Nombre común	Costo	Valor de uso		Valor de no uso
			Directo	indirecto	Valores de herencia y existencia
Bassariscus astutus	Cacomixtle	$30-$300	Piel, ejemplar (mascota)		Protección del hábitat
Canis latrans	Coyote	Sin determinar	Recreación		
Didelphis virginian	Tlacuache		Carne, grasa (medicinal)	Control de plagas	
Lasiurus blossevillii	Murciélago cola peluda			Control de plagas, polinización	
Mephitis macroura	Zorrillo listado		Carne, grasa (medicinal)		
Procyon lotor	Mapache	$30-$300	Cinegético, carne, piel, ejemplar (mascota)		
Sciurus aureogaster	Ardilla gris	$30- $100	Carne, piel, ejemplar (mascota)		

Especie	Nombre común	Costo	Valor de uso		Valor de no uso
			Directo	indirecto	Valores de herencia y existencia
Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	$30- $100	Carne, piel		
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	$30-$300	Cinegético, piel, ejemplar (mascota)		

Aves

Las chachalacas son cazadas con fines de subsistencia, son una fuente importante de proteínas para los habitantes de muchas comunidades rurales, particularmente las más aisladas y empobrecidas. En algunas localidades se capturan o sacrifican ya sea para vender individuos jóvenes como mascotas, elaborar artesanías con sus plumas, o bien, para tratar de controlar la depredación sobre aves de corral y mamíferos domésticos pequeños.

Un caso especial de aprovechamiento de este grupo faunístico es la captura y venta de aves canoras vivas para ornato, usos medicinales, trofeos y amuletos. En la tabla 40 se muestran sus costos y usos.

Tabla II.39. Valor económico y de uso de las Aves silvestres

Especie	Nombre común	Costo	Valor de uso		Valor de no uso
			Directo	indirecto	Culturales, estéticos y religiosos
Antrostomus arizonae	Tapacaminos Cuerporruín Mexicano	Sin determinar	Recreación	Control de plagas	Mal agüero
Aphelocoma ultramarina	Chara Transvolcánica	$125	Canora y de ornato		
Arremon virenticeps	Rascador Cejas Verdes	$125	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Atlapetes pileatus	Rascador Gorra Canela	$125	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Basileuterus belli	Chipe Cejas Doradas		Recreación	Control de plagas	
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela	Sin determinar	Recreación	Control de plagas	
Basilinna leucotis	Zafiro Orejas Blancas		Medicinal, Recreación	Polinización	Amuletos de buena suerte
Bubo virginianus	Búho Cornudo			Control de plagas	Mal agüero
Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja		Ornato/ trofeo	Control de plagas	
Campylorhynchus mealopterus	Matraca Barrada		Recreación	Control de plagas	
Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra		Recreación	Control de plagas	
Cardellina rubra	Chipe Rojo		Recreación	Control de plagas	
Cardellina rubrifrons	Chipe Cara Roja		Recreación	Control de plagas	
Catharus aurantiirostris	Zorzal Pico Naranja	Sin determinar	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Catharus guttatus	Zorzal Cola Canela		Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Catharus occidentalis	Zorzal Mexicano		Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Certhia americana	Trepadorcito Americano		Recreación	Control de plagas	
Coccothraustes abeillei	Picogrueso Encapuchado	Sin determinar	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común		Medicinal		

Especie	Nombre común	Costo	Valor de uso		Valor de no uso
			Directo	indirecto	Culturales, estéticos y religiosos
Colibri thalassinus	Colibrí Orejas Violetas		Medicinal	Polinización	Amuletos de buena suerte
Contopus pertinax	Papamoscas José María		Recreación	Control de plagas	
Corthylio calendula	Reyezuelo Matraquita		Recreación	Control de plagas	
Diglossa baritula	Picochueco Vientre Canela		Recreación		
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano		Medicinal, Recreación		
Dryobates villosus	Carpintero Albinegro Mayor		Medicinal, Recreación		
Empidonax fulvifrons	Papamoscas Pecho Canela		Recreación	Control de plagas	
Empidonax hammondii	Papamoscas de Hammond		Recreación	Control de plagas	
Empidonax occidentalis	Papamoscas Amarillo Barranqueño		Control de plagas		
Empidonax sp.	Papamoscas		Recreación	Control de plagas	
Eugenes fulgens	Colibrí Magnífico		Medicinal, Recreación	Polinización	Amuletos de buena suerte
Geothlypis tolmiei	Chipe Lores Negros		Recreación	Control de plagas	
Glaucidium gnoma	Tecolote Serrano		Recreación	Control de plagas	Mal agüero
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	$25-$50	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Icterus bullockii	Calandria Cejas Naranjas	$700	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Junco phaeonotus	Junco Ojos de Lumbre	Sin determinar	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Lampornis amethystinus	Colibrí Garganta Amatista		Medicinal	Polinización	Amuletos de buena suerte
Lampornis clemenciae	Colibrí Garganta Azul		Medicinal	Polinización	Amuletos de buena suerte
Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo		Recreación	Control de plagas	
Leiothlypis ruficapilla	Chipe Cabeza Gris		Recreación	Control de plagas	
Lepidocolaptes leucogaster	Trepatroncos Mexicano		Recreación	Control de plagas	
Loxia curvirostra	Picotuerto Rojo	Sin determinar	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Megaceryle alcyon	Martín Pescador Norteño		Recreación		
Melanerpes formicivorus	Carpintero Bellotero		Medicinal	Dispersión de semillas	
Melanotis caerulescens	Mulato Azul	$700	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	Sin determinar	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Melozone fusca	Rascador Viejita		Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas Copetón		Recreación	Control de plagas	
Mniotilta varia	Chipe Trepador		Recreación	Control de plagas	
Myadestes occidentalis	Clarín Jilguero	$800-$1000	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas Triste		Recreación	Control de plagas	
Myioborus miniatus	Pavito Alas Negras		Recreación	Control de plagas	

Especie	Nombre común	Costo	Valor de uso		Valor de no uso
			Directo	indirecto	Culturales, estéticos y religiosos
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas		Recreación	Control de plagas	
Myiopagis viridicata	Mosquerito Verdoso		Recreación	Control de plagas	
Oreothlypis superciliosa	Chipe Cejas Blancas		Recreación	Control de plagas	
Ortalis poliocephala	Chachalaca Pálida	Sin determinar	Carne	Dispersión de semillas	
Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado		Recreación	Control de plagas	
Parkesia motacilla	Chipe Arroyero		Recreación	Control de plagas	
Passer domesticus	Gorrión Doméstico	$25-$50	Canora y de ornato		
Passerina versicolor	Colorín Morado	$250-$400	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Peucedramus taeniatus	Ocotero Enmascarado		Recreación	Control de plagas	
Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado	$250-$400	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Pheucticus melanocephalus	Picogordo Tigrillo	$250-$400	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Pipilo maculatus	Rascador Moteado	Sin determinar	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Piranga bidentata	Piranga Dorso Rayado		Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Piranga flava	Piranga Encinera		Recreación	Dispersión de semillas	
Piranga ludoviciana	Piranga Capucha Roja	Sin determinar	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Piranga rubra	Piranga Roja		Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris		Recreación	Control de plagas	
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	Sin determinar	Canora y de ornato	Control de plagas	
Ptiliogonys cinereus	Capulinero Gris	$250-$400	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	$250-$401	Canora y de ornato	Control de plagas	
Saucerottia beryllina	Colibrí Berilo	Sin determinar	Medicinal	Polinización	Amuletos de buena suerte
Sayornis nigricans	Papamoscas Negro		Recreación	Control de plagas	
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla		Recreación	Control de plagas	
Setophaga graciae	Chipe Cejas Amarillas		Recreación	Control de plagas	
Setophaga occidentalis	Chipe Cabeza Amarilla		Recreación	Control de plagas	
Setophaga townsendi	Chipe de Townsend		Recreación	Control de plagas	
Sialia sialis	Azulejo Garganta Canela	$25-$50	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Sitta carolinensis	Bajapalos Pecho Blanco		Recreación		
Spinus notatus	Jilguerito Encapuchado		Recreación	Dispersión de semillas	
Spinus pinus	Jilguerito Pinero		Recreación	Dispersión de semillas	
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	$25-$50	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas		Medicinal	Control de plagas	
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	$500	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	

Especie	Nombre común	Costo	Valor de uso		Valor de no uso
			Directo	indirecto	Culturales, estéticos y religiosos
Troglodytes aedon aedon	Saltapared Común migratorio		Recreación	Control de plagas	
Troglodytes aedon brunneicollis	Saltapared Común residente		Recreación	Control de plagas	
Trogon mexicanus	Coa Mexicana		Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Turdus assimilis	Mirlo Garganta Blanca	$250-$400	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Turdus migratorius	Mirlo Primavera	$250-$400	Canora y de ornato	Dispersión de semillas	
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú		Recreación	Control de plagas	
Vireo cassini	Vireo de Cassin		Recreación	Control de plagas	
Vireo gilvus	Vireo Gorjeador		Recreación	Control de plagas	
Vireo huttoni	Vireo Reyezuelo		Recreación	Control de plagas	
Vireolanius melitophrys	Vireón Arlequín		Recreación	Control de plagas	

Reptiles y anfibios

En la región no se reportan reptiles con fines de alimentación, pero algunos por sus características peculiares, pueden ser utilizadas como mascotas. Desafortunadamente, como sucede con otros grupos de vertebrados carnívoros, las culebras en general son sacrificadas indistintamente por el temor exagerado a los daños (mordeduras y depredación) que algunas especies podrían causar a las personas o a sus animales domésticos. En cuanto a los anfibios, solamente se han observado la venta de estos como mascotas. En la Tabla 41 se muestran los costos y valores de uso de los reptiles y anfibios.

Tabla II.40. Valor económico y de uso de los Reptiles y anfibios

Especie	Nombre común	Costo	Valor de uso		Valor de no uso
			Directo	indirecto	Valores de herencia y existencia
Craugastor hobartsmithi	Rana ladradora	$800	Mascota, Colecta y captura de especímenes y material genético	Elementos indicadores del estado del ecosistema	Continuidad de la especie, Protección del hábitat, Evitar cambios irreversibles
Craugastor pygmaeus	Rana ladradora pigmea	$800			
Lithobates neovolcanicus	Rana leopardo	$800		Control de plagas	
Lithobates spectabilis	Rana manchada	$800			
Sceloporus subniger	Lagartija espinosa de Toluca	$450			
Sceloporus grammicus	Lagartija del mezquite	$450			
Sceloporus torquatus	Lagartija de collar	$450			
Plestiodon indubitus	Eslizón de nariz corta	$1,700			
Storeria storerioides	Culebra parda	$850			
Thamnophis cyrtopsis	Culebra de agua	$1,200			
Thamnophis pulchrilatus	Culebra listonada	$1,200			
Conopsis biserialis	Culebra terrestre de dos líneas	$1,200			

En términos generales, el aprovechamiento de vertebrados silvestres en los bosques de pinos y bosque templados de la zona de estudio donde se realizó el muestreo y registro de las especies mencionadas (el Área del Proyecto y la Región Ecológica Determinada), puede considerarse como una actividad desestimada, debido a que las actividades principales de la zona son destinadas al uso de vivienda residencial, donde el valor asignado en mayor medida es el disfrute y la recreación de los elementos naturales que los rodean.

Existe una notable insuficiencia de información cualitativa y cuantitativa sobre el uso de la fauna silvestre en los bosques de pinos y bosque templados de la región centro del país. En particular, es necesario investigar sobre las características del aprovechamiento de los animales silvestres, incluyendo la cacería de subsistencia, los usos comerciales y el tráfico ilegal de especies, así como el impacto de dichas actividades sobre la distribución, abundancia y estructura de las poblaciones faunísticas. De igual importancia es la evaluación de los efectos de la pérdida y fragmentación del hábitat sobre las especies más frecuentemente valoradas en esta región.

II.6. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Una vez terminada la etapa de construcción comienza la etapa de operación y mantenimiento para esto se establecen acciones y/o actividades, las cuales tendrán diferentes impactos al ambiente:

Tabla II.41. Descripción de los impactos por etapa y actividad a realizar

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Ocupación de las viviendas	La ocupación de viviendas es un impacto negativo en varios factores, genera ruido, modificará el paisaje, sin embargo, tiene impactos positivos donde el factor benéfico es el socioeconómico, ya que ayudará a la calidad de vida, salud, educación y consumo de bienes y servicios.
	Contratación de personal de obra	Se contempla que el personal que trabaja en los distintos frentes del proyecto cumpla con los requerimientos ambientales: Erosión, ruido, generación de residuos. Los beneficios están relacionados a los componentes socioeconómicos y culturales, debido a que proyecto representa una fuente de empleo fomentando actividad económica en bienes y servicios.
	Generación de residuos domésticos	Se dispone de un sitio adecuado para el confinamiento de residuos evitando la acumulación que provoca proliferación de fauna nociva. Esta actividad genera una fuente de empleo tanto para su recolección, separación como disposición final.
	Mantenimiento en líneas de agua y drenaje	Para prolongar la vida útil de las viviendas se establece un manual de mantenimiento que impacta relativamente de manera negativa, debido a que el proyecto contempla estrategias de bajo consumo hídrico y de energía, así como manejo de residuos de menor impacto. Se generan empleos temporales que impulsan el desarrollo económico y el consumo de bienes y servicios.
	Mantenimiento o remodelación (viviendas, barda, vialidad interna)	Para prolongar la vida útil de las viviendas se genera un manual de actividades de manteamiento que impactan relativamente de manera negativa, debido a que el proyecto contempla estrategias de bajo consumo hídrico y de energía, así como manejo de residuos de menor impacto. Genera empleos temporales que impulsan el desarrollo económico y el consumo de bienes y servicios.
	Mantenimiento de áreas verdes	Al ejecutar esta actividad se impacta de forma negativa a factores ambientales, agua y fauna. Sin embargo, los impactos positivos son que la vegetación del proyecto es endémica y se integra al resto del paisaje del lugar, además de la generación de empleos temporales

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
		y permanentes que impulsan el desarrollo económico y el consumo de bienes y servicios.

De manera general, las construcciones requieren un permanente mantenimiento para que la función que cumplen este en las mejores condiciones para lo que fueron establecidas. Las recomendaciones generales son:

Tabla II.42. Recomendaciones de mantenimiento para obras de vivienda Sttupa Regeneración.

IMPERMEABILIZACION	REFUERZO CADA 5 AÑOS
BARNIZ A CARPINTERIA Y VIGAS	2 VECES AL AÑO
PINTURA	1 VEZ AL AÑO
EQUIPOS JACUZZI,	BOMBAS 1 VEZ AL AÑO
	FILTROS CADA 3 MESES
EQUIPOS HIDRONEUMATICO Y BOMBEO	BOMBAS 1 VEZ AL AÑO
	EMPAQUES Y MANTENIMIENTO MENOR CADA 6 MESES
PANELES SOLARES	MANTENIMIENTO MENOR LIMPIEZA DE PANELES CADA MES
	MANTENIMIENTO MAYOR DE ESTRUCTURA DE SOPORTE Y CONEXIONES ELECTRICAS 1 VEZ AL AÑO
PANELES DE CALENTAMIENTO DE AGUA	MANTENIMIENTO MENOR LIMPIEZA DE PANELES CADA MES
INSTALACION HIDRAULICA	REVISION DE EMPAQUES LLAVES CADA 6 MESES
INSTALACION SANITARIA	REVISION DE REGITRSO CADA 6 MESES
	REVISION DE BIODIGESTORES CADA 6 MESES
INSTALACION ELECTRICA	REVISION DE LAMPARAS CADA MES
	REVISION DE TABLERO PRINCIPAL Y TIERRAS CADA AÑO
CANCELERIA DE ALUMINIO	ENGRASADO DE CARRETILLAS Y BISAGRAS CADA 6 MESE
JARDINERIA	1 VEZ POR SEMANA PER MEJOR QUE TE DIGA EL ARQ ARREDONDO
ALBAÑILERIA	LIMPIEZA DE TEJA EN TECHUMBRES 1 VEZ AL MES

II.6.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS VIVIENDAS.

El mantenimiento inicia una vez que se concluyen las obras de construcción y se encuentran las viviendas en condiciones de ser habitadas, a continuación, describimos en dos actividades:

- HABITACION: Una edificación con condiciones adecuadas de habitación: dormir, comer, convivir, disfrutar del entorno que ofrece el bosque y la vegetación circundante, y estar a las inmediaciones del rio, que permite el ejercicio del derecho humano a un medio ambiente sano y promueve la vida en condiciones de sustentabilidad, es decir vivir en armonía con la naturaleza.
- LIMPIEZA: Es una actividad continua y consiste básicamente en actividades de limpieza por dentro y por fuera de la casa, y el aseo de los materiales y mobiliario de uso doméstico. Se realizará esta actividad en jardines y fuera de las construcciones, en espacios de uso común, procurando que el material vegetal producto de los jardines sea procesado para composta en un espacio destinado para ello.

Dentro de las casas y fuera de ellas, se realizará la separación de residuos en orgánicos y residuos reciclables.

Las actividades contempladas durante esta etapa comenzarán con la ocupación de cada inmueble. El amueblado y acondicionamiento los realizará de forma personalizada las personas que posean el inmueble. Se requerirá asimismo la contratación de personal de apoyo permanente para la vigilancia, aseo y mantenimiento de las construcciones, para el mantenimiento de instalaciones, hidrosanitarias, eléctricas; para almacenamiento y conducción de gas doméstico, estructuras, pinturas, acabados y, en general, de todo lo que complemente las actividades de ocupación de las viviendas.

Para las actividades de mantenimiento se contará con personal encargado de dichas actividades, se tendrá personal encargado de la limpieza de cada una de las casas y personal del mantenimiento de toda la infraestructura restante como son las áreas verdes, estacionamientos, vialidad y demás áreas de usos común. Las actividades de mantenimiento que se desarrollaran en Inmueble son las que se mencionan a continuación.

Una vez habitadas cada vivienda, como toda infraestructura sufre un desgaste por las actividades que se realizan dentro del hogar y los fenómenos meteorológicos provocando posibles deterioros del inmueble por lo cual es necesario llevar a cabo actividades de mantenimiento permanente de toda la infraestructura. El mantenimiento de las casas se realizará por parte de las personas que habiten en ella y este se realizará de manera individual, el mantenimiento general de conjunto será de forma periódica y general esto será responsabilidad de todos los habitantes.

El personal encargado la limpieza general del conjunto será responsable de limpiar, barrer, lavar, etc., al término de cada actividad se colocarán los residuos en los contenedores indicados, para ello se cuenta con contenedores específicos para cada tipo de residuo, generando una separación adecuada. Los residuos líquidos como pueden ser los resultantes de lavar ropa, trastes o limpiar la casa serán dispuestos a la red de drenaje interna que será procesada de acuerdo con norma por el biodigestor.

La infraestructura de la casa necesitará de un mantenimiento periódico como lo es: pintar, barnizar, resanar, colocar impermeabilizante, entre otras, para estas actividades se contratará personal capacitado en estas actividades y se podrán realizar una vez cada 2 años o según sean requeridas por cada vivienda, se tendrán en cuenta todas las medidas necesarias para no verter desechos tóxicos en el suelo como sea el caso de pinturas, aceites, thinner, entre otras para lo cual se contratara personal que realice estas actividades y tenga experiencia en el manejo de los residuos, los desechos resultantes se colocaran en contenedores especiales y se les podría colocar una etiqueta mencionando el tipo de desecho y se pondrán a disposición del área de limpieza del ayuntamiento municipal

Se revisarán todas las instalaciones hidráulicas; baños, coladeras, lavabo, lava-trastes, drenaje, etc. la tubería vieja será reemplazada por material nuevo. Todas las actividades de mantenimiento eléctrico, plomería e instalaciones hidráulicas se realizarán por personal calificado que se contratara, en todas las obras que se realicen se tendrá el mayor cuidado de no verter algún desecho toxico al suelo o al drenaje, los residuos que resulten como cables viejos, tubos de cobre, fierro o plástico o todo aquel material resultante se colocara en contenedores y se trasladara a un área de confinamiento para dicho material y en su caso para que se recicle o en centros de residuos de manejo especial.

Se revisará el funcionamiento optimo del sistema de tratamiento de las aguas negras y grises, y se reportará y evaluará periódicamente que se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento.

Se dará mantenimiento periódico a las instalaciones de agua y gas, para evitar que pongan en riesgo la integridad de las casas, la flora y fauna del lugar, así como para evitar incendios forestales.

Los residuos líquidos como pueden ser los resultantes de lavar ropa, trastes o limpiar la casa serán dispuestos a la red de drenaje interna que será procesada de acuerdo con norma de cuidado del agua y suelo.

La infraestructura de las edificaciones en las subunidades 14, 16 y 22 destinadas para las capacitaciones requerirán de mantenimiento periódico y actividades tales como: pintar, barnizar, resanar, impermeabilizar. Por lo tanto, se contratará personal capacitado una vez cada dos años o según sean requeridas por el estado de los espacios de capacitación. Durante tales actividades, se implementarán medidas para verificar que el personal contratado tenga experiencia en el manejo de los residuos y se evite verter desechos tóxicos en el suelo y cuerpos de agua.

II.6.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS ÁREAS DE CAPACITACIÓN Y PRÁCTICAS PROFESIONALES EN TURISMO SUSTENTABLE, AGROECOLÓGICAS – GASTRONÓMICAS, VIVERO FORESTAL Y ÁREA ADMINISTRATIVA – OPERATIVA DEL ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE PARA LA CONSERVACIÓN (ADVC).

Las actividades de operación y mantenimiento de las áreas de capacitación y prácticas profesionales en turismo sustentable, agroecológicas – gastronómicas, vivero forestal y área administrativa – operativa del Área Destinada Voluntariamente para la Conservación (ADVC) se realizarán a través de la contratación de personal de limpieza y servicios de mantenimiento de las instalaciones. Se capacitará al personal de vigilancia y mantenimiento en la aplicación de un reglamento de protección de la biodiversidad, calidad del agua, suelos y manejo de desechos orgánicos e inorgánicos; asi como el manejo preventivo e identificación de plantas de jardinería ornamentales que sean exóticas e invasoras desde las áreas de jardines, y/o que pudieran ser portadoras de plagas y enfermedades que pudieran infectar a las especies silvestres de flora.

Para mantener el estado óptimo de las instalaciones eléctricas, se revisará periódicamente y se reportará el estado de los equipos electrónicos para los talleres y eléctricos para los servicios de cafetería y alimentos preparados o calentados para los asistentes a los talleres de capacitación para lograr reducir el riesgo ante cortos que afecten las instalaciones.

Los servicios de jardinería se realizarán semanalmente con un protocolo de manejo, separación y procesamiento de los residuos orgánicos en el área de compostaje. Se separarán los residuos orgánicos y se destinarán al compostaje y producción de tierra y abono para los viveros de producción de especies de plantas forestales.

Se realizará un manejo adecuado y depósito de cualquier residuo potencialmente contaminante de la calidad del aíre, suelo, agua, flora y fauna silvestre. Para ello, se evitará el uso de productos tóxicos para la fauna y flora silvestre durante las actividades de mantenimiento.

Dentro del área de capacitación estará prohibida la introducción de mascotas que cacen especies silvestres de aves, mamíferos y reptiles. Asimismo, se instalarán estratégicamente señalamientos que ayuden a reducir el riesgo de choque de las aves en los cristales.

La gestión y supervisión del mantenimiento de los espacios de capacitación serán total responsabilidad del equipo administrativo asignado como responsable de los procesos de evaluación, selección, contratación, capacitación y supervisión del personal que participe en las operaciones y en el mantenimiento. Que incluirá, además la supervisión del personal técnico de campo y prestadores de servicios profesionales que apoyen en actividades de manejo, monitoreo, reporte y evaluación de los resultados de la capacitación para el manejo del vivero forestal, agroecología, gastronomía, turismo y del ADVC.

Los desechos generados por los procesos de mantenimiento (pintura e impermeabilización) se colocarán en contenedores especiales etiquetados como desechos separados para su disposición con el servicio de limpieza del municipio de Valle de Bravo.

Estará estrictamente prohibido y será sancionada cualquier actividad de quema de basura, tales como desechos orgánicos e inorgánicos.

Los detergentes e insumos de limpieza serán preferentemente biodegradables o aquellos que por sus características generen la menor afectación ambiental.

El manejo del área destinada para el aprendizaje práctico en producción de alimentos en sistemas agroecológicos, contará con medidas preventivas, tales como la capacitación para el uso exclusivo de productos orgánicos, y evitar la adquisición y aplicación de productos con agroquímicos, tales como fertilizantes, herbicidas, plaguicidas altamente tóxicos y contaminantes.

II.6.3. MANTENIMIENTO DE ÁREAS VERDES.

Este aspecto en particular, toma relevancia en el proyecto porque la superficie de área del mismo está divido en las subunidades en dos tipos: área recreativa silvestre, área destinada a la conservación; ambas dentro de cada subunidad.

El área recreativa silvestre comprende una superficie de 1,500 m^2 en cada subunidad; y el resto de la superficie (exceptuando la superficie de desplante) es área destinada a la conservación. Por lo anterior el tratamiento es diferenciado. En ambas áreas aplicará todos los programas establecidos para el proyecto, a excepción del programa de manejo de cauce: 1) Anexo 5. programa de reforestación y restauración de flora, 2) Anexo 6. programa de protección de fauna, 3) Anexo 7. programa de restauración de suelos 4) Anexo 9. programa de prevención de incendios y Complementos; y se desarrollará conforme al calendario de trabajo de cada programa respectivamente.

Para las verdes denominadas áreas recreativas silvestres se contempla lo siguiente:

- Realizar el control de plagas y enfermedades forestales mediante la observación continúa para detectar cualquier foco de infección (Anexo 5.1. Subprograma Control Biológico de plagas y enfermedades).
- El programa de restauración y protección de flora, que incluyan las obligaciones para trabajadores, y visitantes en al respeto a la flora y fauna silvestre, así como a la conservación del ambiente.
- Revegetación con especies nativas en espacios donde no se encuentre infraestructura o la casa-habitación.
- Realización de actividades de restauración de suelos que permita asegurar la calidad de los mismos, y revertir la pérdida por algún tipo de erosión.
- En los espacios donde no se haga construcción serán cubiertos por vegetación nativa, y esta será atendida con mantenimiento permanente para mantener el paisaje.

II.6.4. MANTENIMIENTO A ESTACIONAMIENTOS.

El mantenimiento de estas áreas son mínimas ya que se considera la combinación de área verde y la mínima infraestructura de materiales permeables para los autos, en cuanto al piso, la actividad principal es el mantenimiento de la infraestructura con limpieza periódica, en su caso restitución de partes dañadas, estas actividades son realizadas en periodos que sean requeridos, Cuando se lleven a cabo estas obras no

habrá ninguna ampliación solamente se hará restitución de aquella parte dañada y se dejara prácticamente igual sin causar ningún impacto al área. Al termino de las obras los residuos se colocarán en los contenedores indicados y serán dispuestos a la dirección de servicios municipales del ayuntamiento municipal.

II.6.5. MANTENIMIENTO A CAMINOS.

Para el mantenimiento de esta área se limpiará diariamente de cualquier desecho orgánico como hojas o basura que pudiera encontrarse, obras como rehabilitación de la vialidad son llevadas a cabo mayor a diez años. Cuando se lleven a cabo estas obras no habrá ninguna ampliación solamente se hará restitución de aquella parte dañada y se dejara prácticamente igual sin causar ningún impacto al área. Al termino de las obras los residuos se colocarán en los contenedores indicados y serán dispuestos a la dirección de servicios municipales del ayuntamiento municipal.

El material permeable puede obstruirse con sedimentos y materiales orgánicos con el tiempo disminuyendo la velocidad con la que este sistema drena el agua, para evitar que este se obstruya, use regularmente una escoba para remover basura, hojas, etc., si hay alguna maleza creciendo entre el material permeable use su mano o un trinche de jardinería para removerlo antes de que se extienda por todo el sistema. evite almacenar tierra, arena, hojas o materiales de construcción en o cerca del material permeable, si hay plantas, árboles o tierra que rodee material permeable asegúrese de barrerlos con frecuencia especialmente después de que llueva, se debe usar una manguera a alta presión siempre usándola en un Angulo de 30°.

Si hay un área donde el agua comienza a acumularse en lugar de infiltrarse entre los materiales permeables, seguramente esta obstruido. Con un cepillo de alambre se retira la arena adherida a cada adoquín. Una vez realizada esta labor, se procede a intervenir la base para ejecutar las labores necesarias para la correcta rehabilitación de la estructura del pavimento. Se deberá reemplazar la grava de esa zona. • Si un material permeable está roto, este puede ser removido y reemplazado sin afectar las piezas a su alrededor.

II.6.6. MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA SERVICIOS.

El personal encargado de mantenimiento se encargará de vigilar esta infraestructura y se reportará a los encargados especialistas para su correcta puesta en marcha según diagnóstico. Cuando se lleven a cabo estas obras no habrá ninguna ampliación solamente se hará restitución de aquella parte dañada y se dejara prácticamente igual sin causar ningún impacto al área. Al termino de las obras los residuos se colocarán en los contenedores indicados y serán dispuestos a la dirección de servicios municipales del ayuntamiento municipal.

II.6.7. MANTENIMIENTO A BARDA PERIMETRAL (ADLER).

El mismo personal de mantenimiento se encargará de esta infraestructura, en si necesita poco mantenimiento ya que se eligió el material pensando en su funcionamiento sea aparente, se revisará con una periodicidad de cada anual o más según sea requerido, cuando se realicen esta actividad solo re restituirán las piezas dañadas y se dejara prácticamente sin causar ningún impacto al área. Al termino de las obras los residuos se colocarán en los contenedores indicados y serán dispuestos a la dirección de servicios municipales del ayuntamiento municipal.

II.6.8. MANTENIMIENTO PARA PUENTES DE CONCRETO Y MAMPOSTERÍA Y PASOS DE AGUA.

1.-Inspecciones visuales regulares: Realiza inspecciones visuales periódicas para identificar cualquier daño o deterioro visible en los puentes de mampostería y los pasos de agua. Presta especial atención a grietas, desplazamientos, desprendimientos de material y signos de erosión.

2.-Limpieza y despeje: Elimina cualquier obstrucción, como ramas, hojas o sedimentos acumulados en el área del puente o paso de agua. Esto ayudará a prevenir problemas de drenaje y posibles daños causados por el exceso de peso o presión sobre la estructura.

3.-Reparaciones de rutina: Realiza reparaciones menores de manera regular, como el relleno de grietas con mortero adecuado y la sustitución de ladrillos o piedras dañadas. Estas reparaciones deben hacerse tan pronto como se identifiquen para evitar que los daños empeoren con el tiempo.

4.-Control de la vegetación: Mantén controlada la vegetación cercana a los puentes de mampostería y los pasos de agua. Las raíces de los árboles y arbustos pueden dañar la estructura y provocar problemas de estabilidad. Realiza podas regulares y retira cualquier vegetación no deseada.

5.-Control del agua: Asegúrate de que el agua se canalice correctamente a través del puente o paso de agua. Verifica que los sistemas de drenaje estén funcionando correctamente y que no haya acumulación de agua alrededor de la estructura. Si es necesario, realiza reparaciones o mejoras en las obras de toma.

6.-Inspecciones especializadas: A intervalos regulares, es recomendable realizar inspecciones más detalladas a cargo de profesionales en ingeniería estructural. Estas inspecciones pueden incluir pruebas de carga, análisis de materiales y evaluaciones de la integridad estructural.

II.6.9. MANTENIMIENTO PARA PUENTE DE ACERO.

1.-Inspecciones visuales regulares: Realiza inspecciones visuales periódicas para identificar cualquier daño, corrosión u otros problemas visibles en la estructura del puente de acero. Busca signos de corrosión, como óxido, especialmente en áreas expuestas a la intemperie y al agua.

2.-Limpieza y protección contra la corrosión: Limpia regularmente la estructura del puente para eliminar el polvo, la suciedad y los contaminantes que podrían acelerar la corrosión. Aplica un revestimiento protector, como pintura anticorrosiva, para proteger las superficies de acero contra los efectos corrosivos del ambiente.

3.-Mantenimiento del sistema de drenaje: Asegúrate de que los sistemas de drenaje del puente estén limpios y funcionando correctamente para evitar la acumulación de agua. La presencia de agua estancada puede acelerar la corrosión y dañar la estructura. Limpia los desagües y canaletas regularmente y repara cualquier sistema de drenaje dañado o bloqueado.

4.-Inspección y mantenimiento de las juntas de expansión: Las juntas de expansión permiten el movimiento y la dilatación de las partes del puente de acero. Verifica regularmente el estado de las juntas y realiza el mantenimiento necesario, como la lubricación y el reemplazo de partes desgastadas o dañadas.

5.-Reparación de daños y deformaciones: Realiza reparaciones de manera oportuna para corregir cualquier daño o deformación identificados durante las inspecciones. Esto puede incluir la reparación de soldaduras, el reemplazo de elementos de acero dañados y el refuerzo de secciones debilitadas.

6.-Pruebas de carga y evaluaciones estructurales: Realiza pruebas de carga y evaluaciones periódicas a cargo de ingenieros estructurales capacitados. Estas pruebas ayudarán a identificar posibles problemas de carga, capacidad estructural y necesidades de refuerzo.

7.-Mantenimiento de la señalización y la iluminación: Verifica regularmente el estado de la señalización y la iluminación del puente. Asegúrate de que las señales, las luces y los sistemas de iluminación estén funcionando correctamente para garantizar la seguridad de los usuarios del puente.

II.6.10. MANTENIMIENTO PARA CUERPOS DE AGUA.

Los cuerpos de agua en este caso los embalses, son ecosistemas naturales o artificiales que proporcionan hábitats acuáticos para una variedad de organismos y desempeñan un papel crucial en el ciclo del agua y la biodiversidad. Estos cuerpos de agua pueden estar expuestos a la contaminación, la eutrofización, la sedimentación y otros problemas que requieren un mantenimiento adecuado.

1. Limpieza y remoción de desechos: Realiza limpiezas periódicas para remover residuos sólidos, como basura y escombros, que pueden acumularse en el cuerpo de agua. Establece una frecuencia adecuada para llevar a cabo la limpieza, dependiendo de la cantidad y tipo de desechos presentes.
2. Monitoreo de calidad del agua: Realiza estudios regulares para evaluar la calidad del agua en términos de pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, nutrientes y presencia de contaminantes. Estos estudios pueden ayudar a identificar problemas y tomar medidas correctivas. La frecuencia de monitoreo dependerá del comportamiento del cuerpo de agua en cuestión.
3. Tratamiento del agua: Si se detectan problemas de calidad del agua, implementa medidas de tratamiento adecuadas para mantener o mejorar su calidad. Estas medidas pueden incluir la aplicación de tratamientos químicos, como la cloración, la coagulación o la desinfección, según sea necesario. Asegurándose de cumplir con las regulaciones ambientales y de salud aplicables.
4. Control de la eutrofización: La eutrofización es el enriquecimiento excesivo de nutrientes en el agua, lo que puede provocar el crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas.
5. Control de la sedimentación: La sedimentación excesiva puede reducir la capacidad de almacenamiento y la calidad del agua en un cuerpo de agua. Solo si es necesario se implementarán medidas para controlar la sedimentación, como la construcción de estructuras de retención de sedimentos, la revegetación de áreas erosionadas y la implementación de prácticas de conservación del suelo en las áreas circundantes.
6. Control de especies invasoras: Realiza seguimiento y control de especies invasoras que puedan afectar negativamente la biodiversidad y la salud del cuerpo de agua. Implementa estrategias de control adecuadas, como la remoción manual, la aplicación de herbicidas selectivos o la introducción de depredadores naturales, según sea apropiado y siguiendo las regulaciones ambientales.

II.6.11. SUPERVISIÓN DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Polvo aerotransportado y emisiones

Durante las actividades de construcción, incluyendo el proceso, el transporte, o el almacenamiento de materiales a granel; vaciamiento o clasificación de la tierra o habilitado de caminos; de construcciones, o de otras estructuras; construcción de estructuras de acero; y el trabajo de la excavación para la utilidad/los

artículos subterráneos; **el personal utiliza precauciones necesarias para evitar que la materia en partículas (polvo) llegue a ser aerotransportada.**

Usar en lo posible, agua reciclada para el control del polvo en las operaciones de la construcción. Utilizar los rociadores de agua u otras medidas para suprimir emisiones de polvo durante el manejo de residuos de construcción.

Cubrir con lonas las cajas de carga de los camiones durante el transporte de estas para evitar emisiones de polvo.

Mantenimiento de caminos en condiciones adecuadas de limpieza. Esto incluye el retiro de tierra o de otro material de las calles pavimentadas cuando la tierra o el otro material que ha sido transportada por los camiones o el equipo móvil o por erosión de la tierra provocada por el agua.

Durante cualquier actividad definida arriba, no se permitirá ningunas emisiones de polvo fuera del límite del predio.

Se adjunta un listado con ejemplos de las actividades de la construcción y de los medios sugeridos para eliminar el polvo aerotransportado/los agentes contaminadores:

Controles respiratorios y de higiene:

- No fumar dentro de la obra, al menos una distancia considerable de cualquier entrada del proyecto.
- Se mantendrán limpias las instalaciones de las áreas de trabajo.
- Uso de los respiradores apropiados basados en la determinación de los niveles aerotransportados de polvo.
- Aislar los espacios donde se estén realizando cortes, de espacios terminados.

Impactos relacionados con el ruido

La persona responsable incorporará regulaciones aplicables y las considerará, con aportación de los personales que realizan el trabajo, la operación y el equipo que son utilizados y la proximidad de residencias ocupadas o de negocios al área de trabajo para determinar si el ruido será considerado un “disturbio” o “molestia” y lo que, eventualmente, necesitan las medidas ser terminadas para controlar el ruido.

Puntos de supervisión del ruido

Si se requiere por parte de la autoridad local y antes del comienzo de la construcción, la línea baja lecturas del ruido será obtenida de los puntos de supervisión del ruido permanente situados alrededor del sitio. Se revisará las actividades diarias de la construcción que se emprenderán cada día y determinar es ruido. Las actividades siguientes de la construcción, las debido a sus salidas inherentes del ruido y de la vibración se requieren típicamente para utilizar medios aceptables de atenuar ruido:

- Cercas de la construcción de la barrera del perímetro
- Bafles temporales de la barrera de sonidos
- Barrera movible

Actividades que son intrínsecamente “ruidosas”:

- Martinetes
- Martillos de Jack

- Espolones de la azada
- Voladura
- Excavadores del vacío
- Camiones de volteo
- Grúas
- Aparejos de taladro del taladro
- Alarmas de respaldo
- Sierras concretas

Supervisión

- Obtener las lecturas de puntos de supervisión del ruido durante la construcción basada en preocupaciones reguladoras o públicas.
- Si las lecturas exceden el umbral, parar el trabajo y un instrumento un plan del remedio
- Si ocurre la agencia de regulación, la denuncia o el otro incidente, ejecutar un plan del remedio.

Todo el equipo móvil traído in situ se debe registrar usando el registro del equipo del proyecto, incluyendo las fechas que entran en y que salen del sitio (el registro se debe guardar por la seguridad). Sobre llegada al sitio del equipo habrá experimentado un control de seguridad por las personas competentes con la documentación proporcionada a y mantenida. Todo el sitio que entra del equipo debe proporcionar la documentación apropiada de los fabricantes incluyendo la operación manual, requisitos de mantenimiento y cumplir ruido y requisitos apropiados del extractor.

Todos los controles deben dirigir los criterios de la inspección del fabricante, en un mínimo. Además, las inspecciones semanales formales se deben hacer por el subcontratista para asegurarse que los registros diarios son actualizados y por horario y pautas de los fabricantes.

II.7. DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES TEMPORALES DE APOYO.

Esta Etapa es de suma importancia para la recuperación de los espacios con afectaciones o impactos temporales inherentes a todo proceso constructivo; superficies que entran a una etapa de restauración. El desmantelamiento de la infraestructura, almacenes de material, depósitos temporales, entre otros, ocupan una superficie de 5.9 ha. mismas que se incorporan al programa de restauración dentro de la superficie destinada para ADVC.

II.7.1. ETAPA DE DESMANTELAMIENTO DE BODEGAS.

Las instalaciones temporales de apoyo como bodegas se desmantelarán una vez terminados los trabajos y se volverá a colocar la capa vegetal que se retiró en su momento al inicio de los trabajos en el área ocupada, lo mismo para los caminos de acceso provisional

Se buscará la forma de desmantelar la bodega de obra una vez que se tenga un espacio propicio dentro de la misma obra usando algún cuarto disponible o el mismo cuarto de máquinas, esto con el objeto de que las obras temporales estén el menos tiempo posible sobre el terreno.

Los comedores y bodegas se realizan únicamente con madera de cimbra reutilizada y láminas de cartón, por lo que el desmontaje de dichos elementos es muy ágil y prácticamente no quedan huellas de estos.

II.7.2. RECUPERACIÓN DE ESPACIOS UTILIZADOS PARA ALMACENES DE MATERIALES, COMEDORES, LETRINAS, DEPÓSITOS DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN.

La recuperación de estos espacios temporales utilizados para los distintos almacenamientos de materiales a granel como lo son gravas, arenas, varilla, piedras y demás, con forme se libere espacio se contempla hacer una limpieza de la zona para recuperar el suelo, en su caso rellenar con la tierra previamente se almaceno de excavaciones, así conformar plataformas para el diseño del paisaje.

Limpieza de lugar

La limpieza de los lugares se llevará a cabo de forma manual y se separarán los distintos materiales, los residuos orgánicos y restos de hojarascas serán llevados a lugar asignado para compostas.

Los materiales de desmontaje y restos de construcción (concreto, tubería, cable, madera, etc) se realizará en camiones de 6m3, llevado a tiros autorizados.

Mejoramiento del suelo

El mejoramiento del suelo se hará con la misma tierra del lugar almacenada previamente, con esta se conformará distintos terraplenes y montículos de tal manera que se comienza a conformar y adaptar el diseño de paisaje, mejorando más las vistas del lugar.

Se prevé que la afectación o impacto temporal de las actividades y obras temporales derivadas e inherentes al proceso de construcción tengan un impacto en una superficie distribuida en el total de 5.91 ha. (10.7% del total de la superficie del proyecto), mismo que será recuperable con la aplicación del programa de restauración definido en este estudio. Estas áreas se reintegran a la superficie destinada como Área Destinada Voluntaria a la Conservación dentro del área del proyecto. Cabe señalar que dichos impactos temporales son analizados y evaluados en este documento para establecer las estrategias de prevención, mitigación y restauración correspondientes.

II.8. RESIDUOS.

En la industria de la construcción son considerados residuos aquellos materiales No deseados o sobre comprados, objetos dañados, subproductos derivados de la actividad en el sitio, y retazos en general generados en el sitio. Los residuos procedentes de procesos constructivos

II.8.1. RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN.

De acuerdo con la caracterización general de los residuos de la construcción y demolición contenida en el Plan de Manejo de los Residuos de la Construcción y la Demolición de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, la cual tomó como base los parámetros porcentuales propuestos y los valores presentados en otras caracterizaciones de residuos de la construcción y la demolición, identificados en los artículos analizados en el anexo I (Estudios Previos Relacionados con los residuos de la construcción y la demolición) del Plan citado, el tipo de residuo generado se identifica en la tabla siguiente:

Tabla II.43. Clasificación y estimación de los residuos de la construcción y la demolición

Grupo	Subproducto	Porcentaje de incidencia
Material de excavación	Material de relleno	39
Concreto	Bases hidráulicas, concretos hidráulicos, adocretos, adopastos	24
Asfalto	Carpetas asfálticas	0.3
Elementos mezclados prefabricados y pétreos	Piedra, block, tabique, tabicones, mortero, adoquines, tubos de albañal, mamposterías, ladrillos	24

Grupo	Subproducto	Porcentaje de incidencia
Otros	Yeso, muro falso, madera, cerámica, plástico, metales, lámina, vidrios, papel y cartón	12
Residuos sólidos urbanos: Residuos orgánicos producto del despalme	Hojas, ramas, troncos y raíces	0.7
Total		100

Tomado de: Plan de manejo de la construcción y la demolición de la Cámara Mexicana de la Construcción

Cabe aclarar que, aunque la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción clasifica el material de excavación como "residuos", el suelo y subsuelo removido de su sitio natural de formación es en realidad un recurso natural que, de hecho, se utiliza como material de relleno, razón por la cual, en este estudio no es considerado un residuo.

Para estimar la generación de residuos de la construcción, se tomó como base 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, a través de los talleres de revisión, que utiliza el algoritmo que se presenta a continuación:

GRC=MC fv i PRC

Donde:

- G_{RC}=Generación de Residuos de la Construcción (Ton).
- M_C=Superficie de Obra Construida (m^2).
- f_v=Factor de Volumen de Obra (0.85 m^3/m^2).
- i=6.8% (Porcentaje de Residuos de Construcción por m^3).
- P_{RC}=Peso Volumétrico Promedio de RCD (1.5 ton/m^3).

Para este caso, y para obtener la cantidad generada en metros cúbicos, para mantener congruencia dimensional con la utilizada en la norma oficial mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo, se eliminó del algoritmo el peso volumétrico promedio (PRC=1.5 ton/m3).

De esta forma, se estimó el volumen generado de residuos de la construcción y la demolición por etapa, considerando las banquetas como superficie de obra construida, ya que las obras de urbanización se desplantarán en forma subterránea en estas superficies, principalmente

Se dispondrán de contenedores (depósitos) temporales de residuos de la construcción en las zonas destinadas a afectación temporal en cada subunidad, mismos que serán recolectados periódicamente en camiones de 6 m^3 y serán enviados a tiros autorizados de residuos de manejo especial**.**

Tabla II.44. Estimación de la generación de residuos de la construcción y demolición (RCU)

	Espacio	SubU m²	Residuos generados	
			m² por construir (CUS)	RCD m³
SubU 1	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,006.93	2,000.00	115.60
SubU 2	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,017.29	2,000.00	115.60
SubU 3	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,196.09	2,000.00	115.60
SubU 4	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,133.83	2,000.00	115.60
SubU 5	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	33,894.73	684.78	39.58
SubU 6	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,458.82	2,000.00	115.60
SubU 7	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	22,891.88	756.88	43.75
SubU 8	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	25,256.85	777.47	44.94
SubU 9	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	24,121.81	2,000.00	115.60
SubU 10	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	26,760.96	2,000.00	115.60
SubU 11	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	21,707.64	2,000.00	115.60
SubU 1	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,006.93	2,000.00	115.60
SubU 2	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,017.29	2,000.00	115.60
SubU 3	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,196.09	2,000.00	115.60
SubU 4	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,133.83	2,000.00	115.60
SubU 5	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	33,894.73	684.78	39.58
SubU 6	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,458.82	2,000.00	115.60
SubU 7	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	22,891.88	756.88	43.75
SubU 8	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	25,256.85	777.47	44.94
SubU 9	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	24,121.81	2,000.00	115.60
SubU 10	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	26,760.96	2,000.00	115.60
SubU 11	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	21,707.64	2,000.00	115.60

Por lo que toca a la clase de residuos de la construcción y la demolición, los residuos generados corresponden a los grupos “Concretos”, “Elementos mezclados prefabricados y pétreos” (cascajo) y “Otros”.

En lo que respecta a los residuos sólidos urbanos, y considerando que cada etapa podrá emplear a 40 personas los cuales generarán al día, con una estimación bastante conservadora, 24.76 kg, a razón de 0.619 kg/hab/d. Considerando un mes laboral de 26 días, se tendrá 643.76 kg de residuos con características domiciliarias al mes y 11,587.68 kg durante la etapa de construcción.

Los residuos con características domiciliarias generados se conforman principalmente de desechos de empaques o contenedores de plástico utilizados para transportar alimentos, así como envases de agua y en menor proporción, materia orgánica derivada del desperdicio de alimentos. Finalmente, en menor proporción los subproductos como papel, cartón y lata entre otros.

Los residuos sólidos de tipo orgánico, como lo son restos de alimentos, papel, cartón y de tipo inorgánico como envases de plástico, metal y vidrio serán clasificados por los propios usuarios y depositados en

contendores rotulados para ser entregados para su manejo integral y eventualmente, para su disposición final por el servicio de limpia municipal.

Tratándose de los desechos sanitarios, estos serán manejados por la empresa que presta el servicio de letrinas portátiles.

El inventario de los residuos generados en la realización de los trabajos encomendados se detalla a continuación:

RESIDUOS NO PELIGROSOS	
Residuo	Descripción Tipo de Almacenamiento
Residuos de demolición	En contenedores
Basura doméstica	Contenedor de plástico
Madera	En contenedores
Metal	En contenedores
Plástico	Contenedor de plástico
Papel, cartón, etc.	En contenedores de plástico

Los volúmenes de residuos generados son reducidos con el fin de que estas cantidades generadas se tengan que tratar, transportar y eliminar logrando beneficios ambientales, reduciendo de esta manera la generación de contaminación y riesgos para la salud. Esa reducción se logra mediante uso y en su caso el re-uso del material.

Durante la operación y mantenimiento del proyecto el personal realizará la recolección y separación de residuos según el tipo, cada vez que sea necesario. Cada contenedor cuenta con un cartel de identificación especificando el tipo de residuo que está siendo dispuesto. No se permite mezclar residuos, en especial peligrosos con No peligrosos.

Los residuos son separados, conforme a las siguientes categorías:

- Plástico
- Vidrio
- Orgánicos
- Papel y Cartón
- Metal
- Madera
- Escombros
- Mezcla
- Peligrosos
- Tabla roca

No está permitido deshacerse de residuos dentro del sitio, por ejemplo, dejar tanques, embalajes, botellas de plástico en el piso, o mezclarla en depósitos de otros materiales, entre otros.

El área de almacenamiento es conforme al sitio de construcción y a las regulaciones relativas a salubridad y protección medio ambiental.

Se dispone un control del manejo de residuos, identificando quien será el receptor de los residuos y que este cuente con las autorizaciones gubernamentales.

En la etapa de operación y/o mantenimiento del proyecto, cuando las construcciones se encuentren habitadas, se generan residuos de tipo doméstico como cartón, papel, vidrio, aluminio, plástico y desechos orgánicos entre otros residuos. La cantidad promedio producida diariamente por una casa habitación es de 4 kg, lo que en conjunto representa un estimado de 308 kg de residuos diarios producidos en las 22 construcciones; como se mencionó anteriormente los desechos son depositados en contenedores, estos se separarán entre orgánicos e inorgánicos (se podrá separar también entre reciclables y no reciclables), los cuales son vaciados al menos 3 veces por semana, donde los residuos reciclables (se reciclará o reutilizará) serán transportados por personal de la dirección de servicios del ayuntamiento municipal.

Los residuos orgánicos son utilizados para generar composta, el cual sirve de abono para las áreas verdes de las áreas asignadas.

Los contenedores de los residuos orgánicos deben tener una tapa operable que permita que el este se cierre, previniendo olores, parásitos, insectos, y bacterias.



Imagen II.35. Estación del reciclaje de residuos para residuos generados en oficina y casas

II.8.2. RESIDUOS PELIGROSOS.

Durante el desarrollo del proyecto no se generarán residuos peligrosos asociados a la reparación de equipos y maquinaria en el predio toda vez que el mantenimiento de los equipos se efectuará en talleres especializados y los residuos peligrosos como aceites gastados y textiles impregnados de grasas y aceite serán manejados por los generadores de acuerdo a la normatividad aplicable por el prestador del servicio de mantenimiento.

En base a lo anterior, se les dará el siguiente manejo y disposición a los residuos generados.

Tabla II.45. Manejo y disposición a los residuos generados

ETAPA	GENERACIÓN DE RESIDUOS	MANEJO Y DISPOSICIÓN
Desplante y limpieza del predio	Material vegetal (pasto y herbáceas)	Este se almacena en un espacio del lugar para que posteriormente se haga composta para las áreas verdes

ETAPA	GENERACIÓN DE RESIDUOS	MANEJO Y DISPOSICIÓN
	Residuos	Estos son separados, contenidos y recolectados de acuerdo a su tipo.
Preparación del Sitio	Suelo producto de excavación	Este se utiliza para nivelación en general de superficies.
	Vegetación	Se destina a composta
	Pedacería de tubería	Se disponen en centros autorizados
	Polietileno	Se disponen en centros autorizados
	Pedacearía de cables	Se disponen en centros autorizados
	Escombro (Empaques de cemento, cal, restos de arena, grava)	Se separan adecuadamente, y posteriormente se realiza la disposición a centros autorizados, y el escombro se coloca en lugares autorizados con previa autorización.
	Chatarra (restos de varillas, tubería de acero, latas, clavos, alambre, acero de estructura, etc.)	Se realiza la correcta recolección en los contenedores de cada uno de los residuos para posteriormente que las empresas autorizadas ejecuten la disposición de ellos.
	Madera	
	Cartón	
	Plásticos	
	Papel de desecho	
	Vidrios	
	Gases de combustión interna de maquinaria y vehículos	Estos se tratan de generar lo menos posible ya que las reparaciones se realizan en lugares especializados
	Empaques de comida (unicel)	Reducir la generación de este residuo o bien sustituirlo por contenedores de plástico para contener comida.
	Restos de comida	Separación adecuada para revisar la posibilidad de generar composta y/o la disposición de que se realice el servicio de recolección municipal
	Aguas residuales sanitarias	No se generan ya que se dispondrá durante esta etapa un sanitario portátil, el cual no descarga aguas residuales.
	Escombro (Residuos de concreto, asfalto, ladrillo, bloques, arena, gravas, tierra)	Se dispondrán en terrenos aptos y autorizados para ello y con autorización previa al impacto.
	Recipientes diversos	Se disponen en centros autorizados
	Grasas y Aceites	Realiza un manejo de residuos peligrosos y el retiro se hará por empresas especializadas.
	Estopas y trapos impregnados	
	Botes de pintura usada, brochas usadas	
Operación y mantenimiento	Sobrante de tubería	Se disponen en centros autorizados
	Sobrante de cable	Se disponen en centros autorizados
	Empaques de fertilizante	Se disponen en centros autorizados

II.9. EMISIONES Y DESCARGAS.

Todas las actividades que implican la excavación, movimiento de suelos o vegetación se ejecutan controles físicos para prevenir y/o para minimizar la generación de polvo, incluyendo la puesta en práctica de las estrategias (ej. agua que rocía) para reducir o para eliminar el polvo que es introducido a la atmósfera. El personal que labora utiliza el equipo necesario EPP, para limitar la exposición a sustancias peligrosas y ruidos. Todos los impactos producidos por el ruido, relacionados con trabajadores, inquilinos,

visitantes y las actividades circundantes son evaluados y las medidas de mitigación del ruido implementadas para asegurarse que las operaciones no afectan a los trabajadores, inquilinos, visitantes o áreas vecinas, no se entiende la redacción. Todas las plantas y equipos se ejecuta el mantenimiento de acuerdo con los requerimientos del fabricante para asegurarse no emitan cualquier ruido extraño.

En materia de emisiones a la atmósfera, se indicará a los conductores de los camiones de volteo que ingresen al sitio del proyecto a que conduzcan a velocidades por debajo de los 10 km/hora para minimizar las emisiones fugitivas por rodamiento, además de cubrir con lona la caja que, de hecho, son disposiciones para el transporte público de carga en carreteras federales y estatales. Cabe acotar que las normas oficiales mexicanas relativas a la emisión de gases contaminantes a la atmósfera proveniente de vehículos con motores de combustión interna no aplican a los equipos y maquinaria utilizada en la industria de la construcción.

En las maniobras de operación de los equipos de construcción correspondientes a la maquinaria, se toman las precauciones necesarias para reducir las emisiones contaminantes provenientes de los motores de combustión interna, toda vez que no existe norma oficial mexicana que controle la emisión de contaminantes debido a que las normas correspondientes a fuentes móviles excluyen de su campo de aplicación a los equipos y maquinaria utilizada en la construcción. Estas precauciones son: la revisión periódica de la maquinaria, así como sus cambios de aceite cada 250 horas para que sus condiciones de funcionamiento sean las más óptimas.

Otra fuente de emisión de contaminantes es el rodamiento de los vehículos sobre la terracería de los caminos internos. Estas emisiones fugitivas pueden mitigarse reduciendo la velocidad de tránsito de los vehículos y humedeciendo la superficie del camino.

Los contaminantes que se liberan a la atmósfera en el proyecto se derivan de los procesos de excavación y relleno de material, descritos anteriormente, los cuales se enlistan a continuación:

- Partículas suspendidas: por movimientos de tierra y tránsito en terracerías.
- Gases de la combustión (SOx, NOx, CO, HCT, PST): Derivados del uso de maquinaria pesada y vehículos de transporte.

La estimación de la emisión de contaminantes a la atmósfera por día, proveniente de la planta de generación de energía eléctrica con capacidad de 120 kW.

II.9.1. RUIDOS Y VIBRACIONES.

El ruido generado en las actividades realizadas dentro del proyecto se encuentra dentro de las especificaciones de la norma ya que no afecta zonas exteriores habitacionales, dado que el predio se ubica en una zona aislada y arbolada, lo que implica la ausencia de zonas críticas para la población de acuerdo la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994.

No obstante, lo anterior durante las actividades de preparación y construcción la emisión de ruido puede afectar a las poblaciones de fauna, y provocar desplazamientos hacia otros lugares, en tanto no se acostumbren. La Tabla II.46 muestra los datos de típicos de nivel de ruido a 50 pies de la fuente para diversos equipos de la construcción.

Tabla II.46. Datos de LeqA de equipos para la construcción

Equipment	Typical Noise Level (dBA) 50 ft from Source	Equipment	Typical Noise Level (dBA) 50 ft from Source
Air Compressor	81	Pile Driver (Impact)	101
Backhoe	80	Pile Driver (Sonic)	96
Ballast Equalizer	82	Pneumatic Tool	85
Ballast Tamper	83	Pump	76
Compactor	82	Rail Saw	90
Concrete Mixer	85	Rock Drill	98
Concrete Pump	82	Roller	74
Concrete Vibrator	76	Saw	76
Crane, Derrick	88	Scarifier	83
Crane, Mobile	83	Scraper	89
Dozer	85	Shovel	82
Generator	81	Spike Driver	77
Grader	85	Tie Cutter	84
Impact Wrench	85	Tie Handler	80
Jack Hammer	88	Tie Inserter	85
Loader	85	Truck	88
Paver	89		

De acuerdo con la tabla, los cargadores (loader) emiten hasta 85 decibeles perceptibles a una distancia de 15 metros, emisión que puede reducir hasta en 6 decibeles al duplicar la distancia, lo que significa que a una distancia mayor a 120 metros, el nivel de ruido se encontrará por debajo del límite máximo permisible indicado en la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Debido a que no existe población alguna en este margen, no se considera la aplicación de medidas para mitigar el ruido.

Ahora bien, el control de las emisiones de ruido en las ANP son parte de las medidas de mitigación para mantener la calidad de hábitat para la fauna presente. Se implementará actividades de control de emisiones de ruido en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto que permita mantener las emisiones de ruido por fuentes fijas y móviles por debajo de los límites máximos permisibles de conformidad con el entorno y de acuerdo a la 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, y NOM-081-SEMARNAT-1994 que Establece los límites máximos permisibles de emisión de Ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Nivel de presión sonoro dB(A)	Sensación acústica	Ejemplo
0	No audible o umbral de audibilidad	Cámara anecoica o Test de audiometría
10	Muy silenciosa	Estudio de grabación
20		Grutas
30	Silenciosa	Dormitorio
40		Oficina tranquila
50	Moderada	Oficina
60	Molesta (para un trabajo intelectual)	Conversación a 1 metro
70	Moderadamente desagradable	Calle peatonal – taller de confección
80	Desagradable	Estación de tren
90	Umbra de peligro si se soporta más de 8 horas al día	Taller con maquinaria
100	Muy fuerte	Maquinaria de laminado
110	Los gritos no son audibles	Martillo neumático
120	"Sordera"	Concierto de música
130	Umbral de dolor	Avión despegando

La Norma Oficial Mexicana nos indica los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones que son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso bruto vehicular.

De igual manera, dicha norma presenta los parámetros aceptables a partir de la cual el aumento del nivel sonoro generaría efectos críticos a la salud, en función al nivel de presión sonoro emitido.

Categoría	Nivel de presión sonoro dB(A)
Ligero	0
	10
	20
	30
	40
Moderado	50
	60
	70
	80
	90
Severo	100
	110
Critico	120
	130

Siguiendo la metodología señalada en la normas correspondientes, se realizarán las mediciones con los instrumentos y personal capacitado de manera económica; o en caso de requerirlo mediante la contratación de personal y equipo certificado ante la EMA[14].

NOM-080-SEMARNAT-1994	
Peso bruto vehicular (kg)	Límites máximos permisibles dB (A)
Hasta 3,000.00	86
Más de 3,000.00 y hasta 10,000.00	92
Más de 10,000.00	99

Tabla II.47. Límites máximos permisibles en la NOM 081-

Cabe señalar que la aplicación y regulación de la norma corresponde a la autoridad correspondiente de acuerdo a la distribución de competencias (federal, estatal y municipal); misma que deriva de acuerdo al giro o característica de la fuente de ruido (domestica, comercial, industrial federal o estatal). Por consiguiente, y para el caso que nos ocupa, la verificación mediante el procedimiento de norma le corresponde autoridad municipal o estatal según sea la fuente. En materia de verificación de las normas de ruido, le corresponde al municipio en lo relativo a las emisiones provenientes de fuentes fijas de casas habitación, comercios, y centros recreativos, culturales y educativos; mediante equipos certificados por la EMA y personal capacitado y certificado. Por consiguiente, para tal fin el responsable y promovente del proyecto deberá ejercer las actuaciones facultadas correspondientes de acuerdo a la legislación aplicable para ejercer los mecanismos ante la autoridad para que ordene llevar a cabo las mediciones.

ZONA	HORARIO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE dB (A)
Residencial1 (exteriores)	6:00 a 22:00 22:00 a 6:00	55 50
Industriales y comerciales	6:00 a 22:00 22:00 a 6:00	68 65
Escuelas (áreas exteriores de juego)	Durante el juego	55
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento.	4 horas	100

[14] EMA (Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.) entidad privada acreditadora a los organismos de evaluación de conformidad de laboratorios, calibración de equipos, y capacitación de personal.

Cabe señalar, que la verificación del ruido por fuentes fijas y móviles se realizará especialmente de manera regular y periódica durante la etapa de construcción del proyecto, de manera económica, mediante instrumentos de medición de ruido (sonómetros). No obstante, para mantener la calidad del hábitat durante la etapa de operación del proyecto se propone la vigilancia permanente de la administración del ADVC, así mismo la reglamentación acompañada con capacitación y sensibilización de los habitantes para colaborar en la vigilancia de las emisiones de ruido provenientes de fuentes fíjas y móviles en las distintas infraestructuras o elementos contemplados en el proyecto, para evitar sanciones administrativas de carácter municipal.

Se sugiere realizar pruebas periódicas para verificar el cumplimiento de las normas correspondientes. Para ello, respecto a la emisión de ruido por fuentes móviles, se canalizará los vehículos automotores a la autoridad reguladora y verificadora (certificada) para que realice las mediciones correspondiente y verificar su cumplimiento. En el caso de las emisiones de ruido por fuentes fijas se realizarán mediciones económicas mediante sonómetros, para verificar que no excedan los parámetros máximos permisibles establecidos. El indicador de las verificaciones vehiculares serán los reportes de medición. Y en el caso de fuentes fíjas, serán impresiones de pantallas del registro de ruido del sonómetro, grabaciones de sonidos e imágenes vinculadas con fecha, ubicación y responsable de la medición.

II.9.2. RESIDUOS LÍQUIDOS.

Durante la preparación y construcción, se tomarán las precauciones previstas para evitar la acumulación de agua en excavaciones se tienen contempladas por el tipo de cimentación y así evitar el almacenamiento en las zanjas. El personal no trabajará en las excavaciones que contengan o se encuentre con acumulación de agua, retomaran sus actividades una vez que se haya realizado el retiro del agua para evitar accidentes de trabajo.

Las precauciones incluyen sistemas de protección contra derrumbamientos, retiro del agua para controlar el nivel de acumulación de agua, o el uso de los arneses de seguridad y de las cuerdas de salvamento (con el fin de rescate).

Cualquier equipo y operación del retiro del agua será supervisado por personal capacitada en el uso del equipo. Si el trabajo de la excavación interrumpe el drenaje natural del agua superficial (tal como corrientes), se utilizarán diques u otros medios convenientes para evitar que el agua superficial incorpore la excavación. Las precauciones también serán tomadas para proporcionar el drenaje adecuado del área adyacente a la excavación.

La normativa vigente en la materia de residuos peligrosos, como: NOM 018 STPS-2000, NOM 052-SEMARNAT-2005, NOM 55 SEMARNAT-2003, NOM 57 SEMARNAT-1993, establecen las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, así como los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.

Las siguientes sustancias son peligrosas y tratadas como de alto riesgo; en caso de requerir su uso, se realizará la gestión para la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental correspondiente, para seguir los protocolos y procedimiento normativos para su adecuado uso y almacenamiento en bodegas especiales. Sin embargo, para el presente proyecto no se tiene contemplado su uso. Las sustancias consideradas riesgosas son:

- Pinturas o tratamientos que contienen arsénico, cobre o el cromo

- Equipo o componentes que contienen los clorofluorocarbonos, los clorofluorocarbonos hidráulicos (HCFCs), los halones.
- Pentaclorofenol o madera tratada con el pentaclorofenol

Las mercancías peligrosas (como combustibles, petróleos, sustancias químicas, solventes, pesticidas, fertilizantes) estará estrictamente prohibidas su manejo y almacenamiento sin las autorizaciones correspondientes ante la autoridad, y un plan de manejo respectivo supervisado periódicamente. Por lo tanto, no se almacenarán en sitio alguno a excepción de los envases que por su cantidades o pequeños volúmenes pueden ser utilizados y contenidos dentro áreas de bodegas bien-ventilada, especialmente diseñada, y bajo estricto manejo y prevención. No habrá ubicaciones de almacenamiento de materiales peligrosos; y en caso de requerirse, están cumplirán con los estándares de manejo y normativos, y deberán estar lejos de altas áreas de tránsito, de zonas peatonales y de áreas sensibles tales como canales o hábitats naturales; así mismo la gestión y el retiro de cualquier material peligroso se realizan de manera coordinada con especialistas, para no plantear un riesgo potencial a la salud humana o el ambiente, en caso de requerir su manejo bajo la autorización correspondiente de la autoridad competente.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU)
DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL
MODALIDAD B-REGIONAL

CAPÍTULO III

Vinculación con los Instrumentos de Planeación y Ordenamientos Jurídicos Aplicables

Proyecto:

“Sttupa Regeneración”

Valle de Bravo, Estado De México

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

Previo a entrar al estudio de la vinculación del Proyecto que se presenta para validación con los ordenamientos normativos vinculantes al mismo; es preciso indicar, que éste Dictamen Técnico Unificado, se elaboró derivado de la resolución administrativa número PFPA/17.1/2C.27.2/002081/2021 de fecha 7 siete de mayo de dos mil veintiuno, emitida dentro del expediente administrativo número PFPA/17.3/2C.27.2/00001-21, instaurado en contra de la moral denominada "Stupa Ranch", S.A. de C.V., el cual se encuentra resguardado en las instalaciones de la Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de México, dentro de la cual se da opción de compensar los daños ambientales causados, mismos que dieron origen al procedimiento mencionado en líneas arriba, para lo cual la Autoridad solicita presentar la Autorización en Materia de Impacto Ambiental y la Autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de conformidad con el artículo 14 fracción II de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, emitida por la SEMARNAT, así como cumplir con lo referido mediante el Proyecto de Mitigación y Compensación autorizado por la Procuraduría dentro de la resolución en comento; razón por la que el presente Documento Técnico Unificado se entrega para evaluación conjunta del daño e impacto ya realizado en el sitio del Proyecto como para las obras que se pretenden realizar con el nuevo Proyecto que se describe en el Capítulo II del presente Documento.

En razón de lo antes mencionado, con el presente Capítulo se demuestra que el proyecto denominado "Sttupa Regeneración", con ubicación pretendida en el predio ubicado en el Municipio de Valle de Bravo, estado de México y dentro del polígono cinco "Cerro Colorado" de la subzona de aprovechamiento sustentable de recursos naturales del Área Natural Protegida Federal denominada Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) "Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepe", al suroeste de Avándaro y al noreste del poblado de Cerro Gordo; está vinculado con varios instrumentos de planificación territorial del ámbito de los tres niveles de gobierno y de naturaleza diversa (ordenamientos ecológicos, territoriales y subzonificaciones para el manejo y administración de áreas naturales protegidas); y se comprueba que dicho proyecto es viable, al ajustarse con las disposiciones jurídicas ambientales que le son aplicables; es decir, se integró la información del análisis detallado de los instrumentos de planeación y de los ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto, a fin de estar en la posibilidad de determinar la congruencia de la construcción y operación del Proyecto denominado "Sttupa Regeneración".

Los Ordenamientos jurídicos federales aplicables al caso en concreto son: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General de Vida Silvestre (cuando hay especies con categoría de riesgo), Ley de Aguas Nacionales, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos; así como los Reglamentos de las leyes federales relacionadas con el proyecto.

Por otro lado, los ordenamientos jurídicos estatales y municipales son: Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México, Ley del Agua para el Estado de México y sus Municipios y Ley de Cambio Climático del Estado de México.

Así mismo, se sometieron a estudio para desarrollar el presente Proyecto los siguientes Programas e instrumentos de planeación: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Actualización del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco, Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca en el Territorio del Estado de México, Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México 2019, Plan de Desarrollo Municipal de Valle de Bravo 2019-2021, Áreas Naturales

Protegidas federales, estatales y municipales; Sitios Ramsar, Regiones Terrestres Prioritarias, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, Regiones Hidrológicas Prioritarias, Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40, Programa Estatal para la Preservación y Gestión Integral de los Residuos Sólidos y de Manejo Especial (Estado de México), y Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de México 2018-2030.

Es preciso indicar que en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) deberán identificarse las unidades de gestión ambiental (UGA's) en las que se desarrollará el proyecto y haciendo un análisis de sus políticas y sus criterios, se establecerá la congruencia del proyecto y se definirá la forma en que se dará cumplimiento a dicho ordenamiento.

A continuación, se hará la vinculación correspondiente del Proyecto con los ordenamientos legales que se mencionan en párrafos anteriores.

III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES.

III.1.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

En el sistema jurídico mexicano el ordenamiento más importante es la Constitución Política ya que es la base jurídica de la cual emanan las Leyes, Reglamentos y demás ordenamientos jurídicos, los cuales pueden ser aplicados a los casos concretos; así mismo, dicha Constitución define el tipo de nación que se busca y establece las bases del actuar de los entes públicos y privados que habiten, visiten y desarrollen actividades dentro del Territorio Mexicano.

Derivado de lo anterior y para la realización del Proyecto que se pretende desarrollar, es de suma relevancia abordar el marco jurídico en materia ambiental establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación en 1917, siendo su última Reforma el día 28 mayo de 2021; aplicando al proyecto el artículo 4 mismo que establece:

*"... **Artículo 4.** Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley."*

En el mismo artículo se establece que: *"... Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo. ...";* en esa virtud, con el Proyecto que se propone, se pretende que las familias que pretendan habitar dichas viviendas tengan la seguridad jurídica en cuanto a su propiedad o legítima posesión, además se pretende adecuar el proyecto a fin de contemplar criterios para la prevención de desastres y la protección física de sus ocupantes ante los elementos naturales potencialmente agresivos, mismos que son compatibles con el medio ambiente.

Así mismo, en su artículo 27 establece que: *"...**Artículo 27.** ... La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación*

colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad …".

Dicho numeral se vincula con el Proyecto que nos ocupa dado que el propósito de la moral "BANCO AZTECA SOCIEDAD ANÓNIMA, INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, DIVISIÓN FIDUCIARIA" es llevar a cabo un proyecto ambientalmente compatible a fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico dentro y fuera del área del Proyecto.

III.1.2. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), fue publicada en el Diario Oficial de la Federación en el año de 1988, siendo su última Reforma la publicada el día 11 de abril de 2022; es el instrumento normativo que regula las obras o actividades que deben someterse al proceso de evaluación de impacto ambiental; atento a lo anterior, a continuación, se establecen los artículos que se vinculan al Proyecto:

*"… **ARTÍCULO 1**. 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;…"*

***" … SECCION V. Evaluación del Impacto Ambiental … ARTÍCULO 28.-** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento 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: … VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; …"*

Es preciso indicar que el Proyecto que nos ocupa es por su naturaleza una obra y/o actividad de infraestructura para el desarrollo de construcción que se encuentra ubicado dentro de una región ecológica conocida como Área Natural Protegida de competencia Federal. Por lo anterior se solicita la Evaluación de Impacto Ambiental mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional.

Por otro lado, se precisa que es pretensión de la moral denominada "BANCO AZTECA SOCIEDAD ANÓNIMA, INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, DIVISIÓN FIDUCIARIA", realizar un procedimiento para declarar la totalidad del predio donde se pretende realizar el proyecto como un área destinada voluntariamente a la conservación, por lo tanto, se vincula con los siguientes artículos:

*" … **SECCIÓN II Tipos y Características de las Áreas Naturales Protegidas**… **ARTÍCULO 46.-** Se consideran áreas naturales protegidas: … XI.- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación. **ARTÍCULO 55 BIS.** Las áreas destinadas voluntariamente a la conservación son aquellas que pueden presentar cualquiera de las características y elementos biológicos señalados en los artículos 48 al 55 de*

la presente Ley; proveer servicios ambientales o que por su ubicación favorezcan el cumplimiento de los objetivos previstos en el artículo 45 de esta Ley. Para tal efecto, la Secretaría emitirá un certificado, en los términos de lo previsto por la Sección V del presente Capítulo. Dichos predios se considerarán como áreas productivas dedicadas a una función de interés público. El establecimiento, administración y manejo de las áreas destinadas voluntariamente a la conservación se sujetará a lo previsto en la Sección V del presente Capítulo. …".

III.1.3. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

El Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental fue publicado en el Diario Oficial de la Federación en el año 2000, siendo su última Reforma el día 31 de octubre de 2014; dicho ordenamiento establece que se debe presentar ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales un DTU, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del Proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización, vinculando al Proyecto los siguientes artículos:

*"… **CAPÍTULO II. De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones … Artículo 5.** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: … O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES,… Cambio de uso de suelo para actividades…de desarrollo inmobiliario…o de servicios en predios con vegetación forestal,… S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS: Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, con excepción de: c) Las obras de infraestructura urbana y desarrollo habitacional en las zonas urbanizadas que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, siempre que no rebasen los límites urbanos establecidos en los Planes de Desarrollo Urbano respectivos y no se encuentren prohibidos por las disposiciones jurídicas aplicables. … **CAPÍTULO III. Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental … Artículo 11.** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: … II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; III. Un conjunto de Proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, … **Artículo 14.-** Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos. …"*

Debido a que el proyecto se encuadra dentro del supuesto establecido en la fracción II del artículo 11 de éste Reglamento, por tratarse de un conjunto de proyectos de obras y actividades a realizarse dentro de la región ecológica conocida como Área Natural Protegida Federal denominada Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) "Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepe"; se realizará y someterá a validación para que sea autorizada la manifestación en materia de impacto ambiental del Proyecto que se pretende desarrollar en el predio referido; así mismo y debido a que en el sitio del Proyecto existe vegetación forestal, para lo cual se necesita un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se adiciona el correspondiente Estudio Técnico Justificativo (ETJ); presentándose un Documento Técnico Unificado Modalidad B Regional, para su validación y autorización.

III.1.4. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP).

Respecto al Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas, publicado en el Diario Oficial de la Federación en el año 2000, siendo su última Reforma el 21 de mayo de 2014, el Proyecto que nos ocupa se vincula con:

"… Capítulo II. De las autorizaciones para el desarrollo de obras y actividades en las áreas naturales protegidas… Artículo 88.- *Se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades: … VII. Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del artículo 28 de la Ley.* ***…"*** .

Debido a que el Proyecto requiere de la autorización en materia de impacto ambiental, se contempla la solicitud de la autorización del presente Documento Técnico Unificado por lo tanto se encuentra vinculado con el Reglamento mencionado en este apartado.

De lo anterior se puede deducir que el presente Proyecto no contraviene lo estipulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ni a sus reglamentos; por el contrario, las obras y/o actividades que se pretenden desarrollar se apegan a lo establecido en dichos ordenamientos jurídicos.

Toda vez que se pretende realizar el trámite correspondiente para declarar el predio donde se encuentra el Proyecto como área de destinada voluntariamente a la conservación, se vincula con lo siguiente: "… ***Capítulo II. De las Áreas destinadas voluntariamente a la conservación. Artículo 126.*** *Los predios que podrán destinarse voluntariamente a la conservación serán los que señala el artículo 55 BIS de la Ley. Los pueblos indígenas, organizaciones sociales, personas morales, públicas o privadas y demás personas interesadas en obtener el certificado a que se refiere el artículo 77 BIS de la Ley, presentarán su solicitud ante las unidades administrativas de la Comisión, de acuerdo con la circunscripción territorial donde se ubique el predio que se pretenda certificar. …"*.

Es preciso señalar que esta área de conservación, será la primera área destinada voluntariamente a la conservación dentro del Municipio de Valle de Bravo.

III.1.5. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO.

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018 un terreno forestal es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas.

Dicha Ley define la vegetación forestal como el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.

De acuerdo con la fracción VI del Artículo 7 de la Ley el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se refiere a la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales. En dicho sentido, considerando que el Área del Proyecto se encuentra ubicado sobre terreno provisto con vegetación forestal, el cual requiere de remoción parcial de este tipo de vegetación, se requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Dicho lo anterior, para el Proyecto es aplicable el artículo 93 de la Ley y el artículo 120 de su reglamento, que a la letra expresan:

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: *"**Artículo 93.** La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción… En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. …"*

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: *"… **Artículo 120.** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría…"*

En este sentido, se trabajó para presentar el Documento Técnico Unificado para solicitar el Cambio de Uso de Suelo Forestal. De igual forma la mayoría de las medidas de mitigación, compensación y minimización propuestas dentro del presente estudio, se enfocaron en mejorar las condiciones naturales de los terrenos forestales para que de esta manera se pueda cumplir con el objetivo de todos los ordenamientos aplicables a la zona del proyecto.

III.1.6. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), la cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación en el año 2003, siendo su última reforma la del día 19 de enero de 2018, establece las disposiciones que deberá cumplirse en la generación y manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso. El Proyecto se sujetará a los siguientes artículos:

*"**Artículo 18.** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria… Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación… VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; …"*

El proyecto implementará medidas de manejo integral de residuos, apegándose a la normatividad vigente, con la finalidad de minimizar los impactos ambientales; aunado a lo anterior se dispondrán depósitos de residuos urbanos con la leyenda de orgánicos e inorgánicos en distintas partes del proyecto a fin de que los trabajadores hagan la debida separación de dichos residuos y sea más fácil su manejo y entrega a la empresa debidamente autorizada para llevar a cabo la recolección de los residuos urbanos.

III.1.7. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.

En el Reglamento de la LGPGIR, publicado en el Diario Oficial de la Federación en 2006, siendo su última reforma el día 31 de octubre de 2014; estipula en su artículo 12 que: *"Las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría para la clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que estarán sujetos a planes de manejo…"*.

El proyecto no generará un volumen significativo de residuos, sin embargo, en todo momento se dará un manejo adecuado de los mismos, para dar cumplimiento con las disposiciones aplicables a nivel federal, estatal y municipal. Se implementarán medidas de manejo integral de residuos que incluya los residuos: sólidos urbanos y de manejo especial, que se pudiesen generar durante las diferentes etapas del Proyecto.

Es preciso indicar que cuando se lleven a cabo las obras y actividades propuestas en el Proyecto sujeto a validación, se evitará la generación de residuos peligrosos dentro del predio y los que eventualmente se

pudieran generar en el sitio del proyecto tales como textiles impregnados con hidrocarburos, grasas de aceites gastados, serán tratados conforme a las disposiciones de este Reglamento.

III.1.8. LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO.

La Ley de Aguas Nacionales fue publicada en el Diario Oficial de la Federación en el año de 1992, siendo su última reforma el día 24 de marzo del año 2016, dicha Ley es de orden público y estable en todo el territorio nacional la regulación, explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Sin embargo, se precisa que no existe vinculación de ésta Ley con el proyecto sujeto a validación, debido a que uno de los lineamientos y criterios ambientales del proyecto es evitar la descarga de aguas residuales en cuerpo y aguas nacionales; lo anterior, de acuerdo con la regla 49 del Programa de Manejo del Área Natural Protegida, la cual menciona que en caso de no existir drenaje las aguas residuales deberán ser canalizadas a fosas sépticas, no permitiendo la descarga directa de ningún tipo de drenaje en los ríos o cuerpos de agua del APRN Valle de Bravo.

Así mismo, se indica que, para el aprovechamiento de las aguas nacionales, con fecha 17 diecisiete de febrero de 2023 la Dirección Local del Estado de México de la Comisión Nacional del Agua, emitió el oficio número BOO.914.01.-0205, mediante el cual se otorga a la moral denominada “Stupa Ranch”, S.A. de C.V. la concesión para la ocupación de zona federal de cuerpos de agua cuya ocupación compete a la Comisión Nacional del Agua, para uso de “servicios” por 10 años.

III.1.9. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

La Ley General de Vida Silvestre la cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación en el año 2000 siendo su última Reforma el 19 de enero de 2018; Establece la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Por lo tanto, el Proyecto se sujetará a los siguientes artículos: *“…**Artículo 31.**- Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características. … **Artículo 63.** La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público. … **Artículo 106.** Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. …”*.

Éste Proyecto en sus diferentes etapas tiene como prioridad no incidir de manera innecesaria sobre la vida silvestre, aunado a esto se aplicarán medidas preventivas y/o de mitigación por las probables afectaciones a la Flora y Fauna, implementando programas de conservación de flora y fauna silvestre (Anexo 5 y 6, y sus complementos), en el cual se contemplarán actividades para ahuyentar la fauna y de ser el caso rescate y reubicación de especies con alguna categoría de protección establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.1.10. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

En el Reglamento de Ley General de Vida Silvestre, la cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación en el año 2006, siendo su última Reforma el 9 de mayo de 2014, atiende de manera específica a la protección de fauna que se puede situar en las zonas donde se pretende la realización de obras o actividades; el proyecto se vincula con el artículo 80 de la Ley en cita:

*"**Artículo 80.** Cuando en un predio, zona o región sea necesario aplicar medidas de manejo o control de ejemplares o poblaciones perjudiciales, los interesados podrán solicitar autorización a la Secretaría…"*

En el área establecida para el Proyecto se podría registrar principalmente fauna resistente a la perturbación. En caso de requerirse el manejo o control de ejemplares para su reubicación, se solicitará la autorización correspondiente ante la autoridad competente. Cabe mencionar que el Proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo de la vida silvestre.

III.1.11. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL.

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2013, la cual regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 Constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

A fin de evitar daños al ambiente se debe de cumplir con los artículos siguientes:

*"**Artículo 10.** Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente. … **Artículo 12.** Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de: • Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos. … **Artículo 13**… La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño. …"*

Cabe mencionar que el Proyecto contempla el cumplimiento de las normas oficiales y lineamientos establecidos por la autoridad competente, en el caso excepcional que se presente un daño ambiental se procederá a su reparación en los términos que marca la Ley.

El presente Documento Técnico Unificado que se pretende presentar para su validación y posterior autorización y aplicación, integra las medidas para resarcir el daño ambiental causado y subsanar las irregularidades observadas durante las visitas de inspección por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, mismas que derivan en los siguientes procedimientos administrativos:

1. Expediente número PFPA/17.3/2C.27.2/00001-21, dentro del cual la Autoridad Ambiental emitió la resolución administrativa número PFPA/17.1/2C.27.2/002081/2021 de fecha 7 siete de mayo de dos mil veintiuno, dando la opción a la moral de: a) la reparación del daño; o b) la compensación ambiental.

Para la reparación del daño se debería presentar un Programa ambiental compuesto por lo establecido en el artículo 39 de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental a fin de restituir los elementos naturales dañados a su estado base.

Para la compensación ambiental se deberá presentar la Autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, emitida por la SEMARNAT y cumplir con lo referido mediante el Proyecto de Mitigación y Compensación presentado ante PROFEPA y SEMARNAT; razón por la cual se realizó el presente DTU para su validación y posterior autorización para llevar a cabo las obras y actividades propuestas, así como las medidas de mitigación y compensación para resarcir el daño ambiental causado en el sitio del Proyecto.

2. Expediente número PFPA/4.2/2C.27.2/0086/2022, por las irregularidades encontradas en la visita de inspección de fecha 20 de abril de 2022, el cual actualmente no se encuentra emplazado a inicio de procedimiento, por lo que una vez que sea emplazado se atenderán las medidas y acciones que imponga la Procuraduría.

3. Expediente administrativo número PFPA/17.3/2C.27.5/0049-21; actualmente no hay un procedimiento iniciado y se está en espera de ser emplazada la moral "Stupa Ranch", S.A. de C.V. del procedimiento correspondiente, para atender las medidas y acciones que imponga la Procuraduría y estar en condiciones de dar cumplimiento con las mismas.

III.2. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS ESTATALES.

III.2.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MÉXICO.

La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México fue publicada en la Gaceta del Gobierno del Estado de México en el año de 1995; siendo la ley que en el ámbito local determina y ratifica las libertades, derechos y garantías de sus habitantes y las bases para la organización y ejercicio del poder público, bajo el marco de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El Proyecto se vincula con la Constitución en lo siguiente: *"… Título Segundo … De los principios constitucionales, los derechos humanos y sus garantías … **Artículo 18**, párrafo 3: Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. …"*.

Razón por la cual el Proyecto se sujeta a los lineamientos establecidos en dicha Carta Magna para garantizar que no serán transgredidos los derechos de los habitantes a un medio ambiente sano.

III.2.2. LEY DEL AGUA PARA EL ESTADO DE MÉXICO Y SUS MUNICIPIOS.

La Ley del Agua fue publicada en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el día 22 de febrero de 2013, siendo su última reforma el día 7 de octubre del año 2021, siendo su objetivo normar la explotación, uso, aprovechamiento, administración, control y suministro de las aguas de jurisdicción estatal y municipal y sus bienes inherentes, para la prestación de los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado, saneamiento, y tratamiento de aguas residuales, su reúso y la disposición final de sus productos resultantes.

Esta Ley no es vinculable al Proyecto al igual que la Ley de Aguas Nacionales, debido a la intención de que la descarga de aguas residuales se haga en fosa séptica, por las razones mencionadas en el apartado correspondiente a la Ley de Aguas Nacionales.

III.2.3. LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE MÉXICO.

La Ley de Cambio Climático del Estado de México fue publicada en la Gaceta Oficial del Gobierno del Estado de México el día 19 de diciembre del año 2013, teniendo su última reforma el día 6 de mayo de 2022; dicha Ley tiene por objeto establecer las disposiciones para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y será aplicada de conformidad con la Ley General de Cambio Climático. Así como garantizar el derecho de toda persona a un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, de conformidad con lo dispuesto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México.

El presente Proyecto se vincula con la Ley en cita con: *"… Título Tercero, Política Estatal en Materia de Cambio Climático. Capítulo I, Principios de la Política Estatal en Materia de Cambio Climático. … **Artículo 21.**- I. Los ecosistemas, elementos, recursos naturales y bienes y servicios ambientales deberán*

ser aprovechados de forma sustentable, garantizando la conservación de los mismos; III. Las medidas adoptadas para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, no deberán vulnerar el progreso económico y social del Estado de México. Dichas medidas se adoptarán de conformidad con los principios e instrumentos establecidos en la presente Ley y en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento, y deberán ser proporcionales, no discriminatorias y coherentes. …"

Atendiendo a lo anterior, el Proyecto adopta las medidas necesarias para respetar el ecosistema, recursos naturales y conservar los servicios ambientales que brinda el ecosistema, con la finalidad de conservar el entorno, contempla la implementación de un grupo de programas ambientales (IX.5.2. LISTA DE ANEXOS) para prevenir y mitigar los impactos que la ejecución del Proyecto pudiera generar y en su caso la compensación de los daños que se pudieran causar.

III.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.

III.3.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre del 2012; es un instrumento de política ambiental sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal teniendo como propósito establecer las bases para que las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal, formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales. El Ordenamiento Ecológico del Territorio fue elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

El POEGT tiene por objetivo llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

El POEGT clasifica al país en 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB´s) que deben su regionalización a cuatro criterios: clima, relieve, vegetación y suelo. Es importante destacar que a diferencia de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) que sintetizan el territorio, las UAB son únicamente de análisis, lo anterior en virtud de su extensión y complejidad.

La superficie del Proyecto se encuentra dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 67, misma que se encuentra dentro de la Región Geológica 18.19 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Con base en lo anteriormente expuesto, el Proyecto objeto del presente Documento Técnico Unificado B-Regional., se encuentra regulado por los siguientes lineamientos:

Tabla III.1. Características de la UAB 67 del POEGT

Descripción
Unidad Ambiental Biofísica

Descripción				
Estado actual del medio ambiente 2008	**UAB 67. Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Nulo.** No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los suelos. Alta degradación de la vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es forestal y agrícola. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 19.3. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de carácter campesino. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.			
Escenario para el 2033	**UAB 67.** Muy Crítico			
Política ambiental	**UAB 67.** Restauración y Aprovechamiento Sustentable			
Prioridad de atención	**UAB 67.** Media			
Reactores del desarrollo	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
UAB 67 **Forestal-Minera**	Agricultura-Ganadería	Poblacional-Preservación de Flora y Fauna	SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB´s) deben su regionalización a cuatro criterios: clima, relieve, vegetación y suelo y en dicho sentido sintetizan el territorio y son únicamente de análisis, lo anterior en virtud de su extensión y complejidad. En dicho sentido, se puede inferir que el Proyecto cumple plenamente con los lineamientos establecidos por el POEGT ya que se encuentra en una UAB de atención media, y no prohíbe de ninguna manera el desarrollo de Proyectos inmobiliarios.

Así mismo, el Proyecto cumple plenamente con las estrategias establecidas por el POEGT conforme a los argumentos que se señalan a continuación, a continuación, se enlistan únicamente las estrategias que se vinculan directamente con el proyecto:

Tabla III.2. Estrategias de la UAB 67

Estrategia	**Cumplimiento**
Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. Acciones:	
● Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación *in situ*, como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación.	El Proyecto cumple con esta acción debido a que se fomentarán las iniciativas de protección y conservación *in situ*. Se trata adicionalmente y de conformidad con otros instrumentos de planeación de un proyecto de baja densidad.

Estrategia	Cumplimiento
● Fomentar la creación de mecanismos de apoyo para las comunidades rurales, grupos de comuneros, pescadores y campesinos que tengan áreas dedicadas a la conservación o que contribuyan a la protección de la biodiversidad de su área de influencia.	El Proyecto empleará trabajadores y materiales de la región, con ello cumple plenamente con la acción que se comenta. Adicionalmente se contemplan medidas de mitigación y en su caso compensación.
● Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo.	El Proyecto al respetar el área de conservación, busca conservar y proteger las especies sujetas a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT -2010.
● Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional.	El Proyecto contempla capturar e infiltrar el agua de lluvia en los techos de las viviendas que se plantean construir. Adicionalmente realizará obras hidráulicas para la conducción y adecuada canalización y/o infiltración de agua pluvial para mantener el balance de los recursos hídricos presentes en la zona.
● Mejorar la detección y fortalecer la prevención y el combate de incendios forestales.	El Proyecto incluirá un plan de manejo forestal cuyo objetivo será precisamente prevenir y combatir los potenciales incendios forestales en la zona. Por lo tanto, el Proyecto cumple plenamente con la presente acción.
● Promover el establecimiento de corredores biológicos entre Áreas Naturales Protegidas (ANP) u otras modalidades de conservación.	El Proyecto pretende fungir como un corredor biológico libre de tala clandestina y de presiones excesivas sobre los recursos naturales del lugar. Por lo tanto, cumple cabalmente con la acción en comento.
Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo. Acciones:	
● Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como de aquellas indicadoras y/o emblemáticas cuya protección resulte en la conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento (monitoreo).	Con el Proyecto se dará cabal cumplimiento a los instrumentos y regulaciones aplicables; asimismo, respetará el área de conservación y dará seguimiento a los programas de rescate de flora y fauna silvestre y de reforestación que sean requeridos, para con ello conservar y proteger las especies sujetas a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT -2010.
Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. Acciones:	
● Impulsar el desarrollo sustentable tanto dentro de las áreas naturales protegidas como fuera de ellas.	Las medidas de mitigación y en su caso compensación de impactos ambientales, más las acciones concretas de conservación y mejoramiento de las condiciones

Estrategia	Cumplimiento
	ambientales del ecosistema forestal presente en el Proyecto tienen como objetivo generar un Proyecto sustentable dentro de las áreas naturales protegidas que tienen interacción con él. Por lo tanto, se cumple plenamente la acción que se comenta.
Estrategia 13: Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. Acciones:	
● Promover que el uso y aplicación de plaguicidas agrícolas sea realizado por profesionales certificados.	Se contratará únicamente a profesionales certificados para el combate de plagas, dentro del área del Proyecto.
● Promover la generación y uso de biofertilizantes y bioplagicidas en las actividades agrícolas.	Si bien el Proyecto no consiste en un Proyecto de actividades agrícolas, se utilizarán biofertilizantes y bioplagicidas en caso necesario.

De las estrategias descritas en la tabla anterior, se puede concluir que el Proyecto en evaluación cumple plenamente con el POEGT debido a que, en dicho instrumento normativo, no existe ninguna prohibición que evite la realización del mismo. En este contexto, de manera general y particular, el Proyecto no se contrapone con los lineamientos y estrategias establecidas, ya que se apega cabalmente a lo anterior, contemplando la implementación de medidas contra impactos para prevenir y mitigar los daños ambientales que la ejecución del Proyecto pudiera generar, así como una compensación de ser necesaria. Dichas medidas estarán sujetas a la evaluación y seguimiento por parte de la SEMARNAT y PROFEPA, respectivamente.

Debe tomarse en cuenta que el artículo 35 de la LGEEPA dispone que *"… para la autorización a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados (LGEEPA, su reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables), así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio..."*; es por ello que se hizo un análisis y la vinculación correspondiente del proyecto a estos instrumentos. En este caso, los planteamientos que se hacen son absolutamente congruentes con el diseño del proyecto, o con las características del proceso (capítulo II), o con las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales que se propongan en el capítulo VI. Se determinó la congruencia del proyecto con el POET utilizando la siguiente secuencia de análisis:

- Las unidades de gestión ambiental (UGA) en las que se desarrollará el mismo.
- Analizar si el proyecto es acorde con las políticas de cada UGA.
- Analizar si se es concordante con los usos permitidos y compatibles.

Una vez que se ha verificado que el proyecto se ajusta a las disposiciones las anteriormente señaladas, se identificaron los criterios ecológicos por UGA que le son aplicables al proyecto.

Siendo importante presentar un análisis técnico donde se demuestre que el proyecto se ajusta a las políticas, usos y criterios, discutiendo de forma específica si el proyecto cumple de forma lisa y llana o lo interpreta ajustándose al espíritu del mismo en cuanto a los aspectos ambientales.

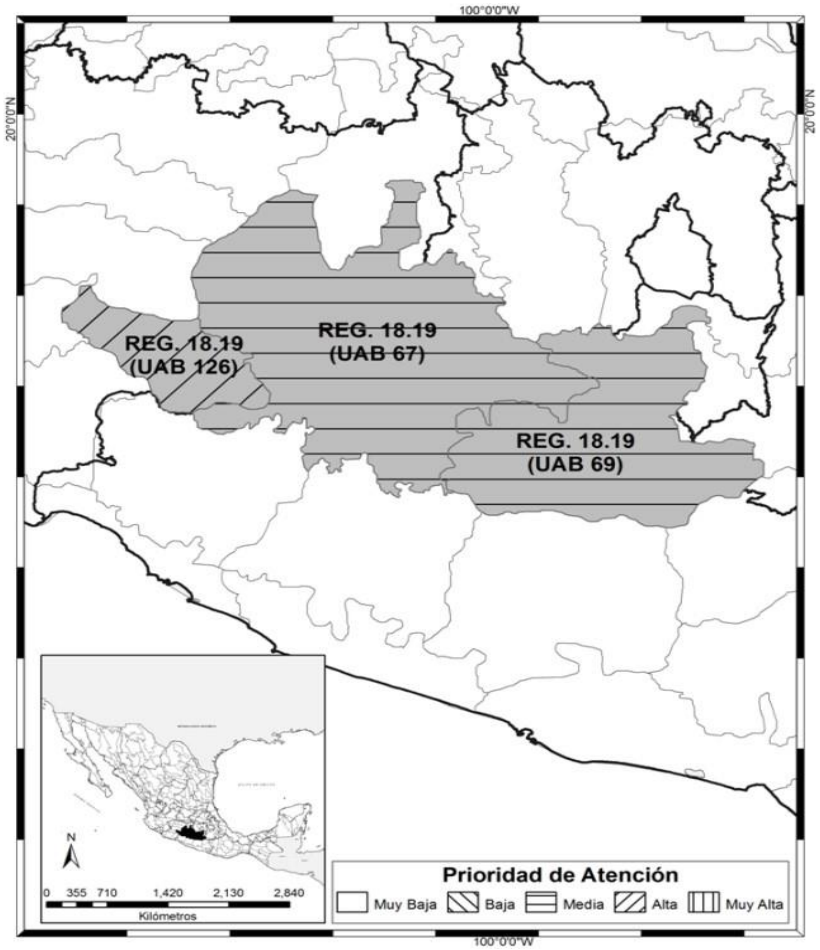


Figura III.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y la UAB 67 en donde se localiza el Proyecto

III.3.2. ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO.

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM) fue expedido por medio del acuerdo publicado en la Gaceta del Gobierno Estatal el día 15 de diciembre de 2006 con una actualización presentada el día 11 de mayo de 2023.

.

El POETEM es un instrumento de política ambiental que busca aportar elementos necesarios para definir criterios y políticas que den sustento técnico a la toma de decisiones y apoyen a la planificación del desarrollo de una región; así mismo, se orienta al fomento del crecimiento económico y social de los recursos de la región, a elevar el nivel de vida de sus habitantes y al aprovechamiento racional de sus recursos naturales.

Para facilitar la aplicación de acciones en el área del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México se generaron 2,182 Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) con características homogéneas en términos territoriales y jerárquicamente organizados.

Los criterios empleados para la determinación de las políticas ambientales aplicables en el territorio estatal incluyen: tipo de suelo (textura, profundidad), pendiente, precipitación anual, cobertura vegetal, procesos erosivos y usos de suelo actual y potencial, a continuación, se describe cada una de las políticas.

Tabla III.3. Descripción de las políticas ambientales establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México

Política	Descripción
Protección	Promueve la permanencia de ecosistemas nativos, que debido a sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad en la unidad ambiental hacen imprescindible su preservación y cuidado extremo, con el objeto de salvaguardar su diversidad. Estas áreas son susceptibles de incorporarse al sistema de áreas naturales protegidas en el ámbito municipal, estatal o federal. En esos casos, las actividades productivas sólo podrán desarrollarse mediante programa de conservación y manejo en atención a los intereses de la comunidad. El 26.55% de la superficie estatal presenta política de protección, donde el criterio más importante es la biodiversidad.
Conservación	Esta política se aplica en aquellas regiones en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de actividades humanas o factores naturales, se permitirá, con restricciones, la instalación de infraestructura agrícola, pecuaria, hidroagrícola, abastecimiento urbano o turística que garantice el beneficio ambiental y social de la región, previo cumplimiento del procedimiento de evaluación ambiental. La superficie normada por esta política corresponde al 35.16% del territorio Estatal, en ella se incluye la zona de vegetación arbolada de baja densidad.
Restauración	Cuando las alteraciones al equilibrio ecológico en una unidad ambiental son muy severas, se hace necesaria la ejecución de acciones tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. Mediante esta política se promueve la aplicación de programas y actividades encaminadas a la recuperación de los ecosistemas, promoviendo o no el cambio de uso de suelo. En estos casos se permitirán actividades productivas de acuerdo con la factibilidad ambiental con restricciones moderadas. El 6.33% del territorio estatal se rige bajo esta política, identificando los procesos de degradación más significativos en las zonas urbanas.
Aprovechamiento	Cuando la unidad ambiental presenta condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas eficientes y socialmente útiles, dichas actividades contemplaran recomendaciones puntuales y restricciones leves, tratando de mantener la función y la capacidad de carga de los ecosistemas y promoviendo la permanencia o cambio del uso de suelo actual. Esta política cubre el 31.96% del territorio y refleja el uso adecuado del suelo.
Zona Urbana y Urbanizable	Propiamente no es una política ambiental, pero si representa el patrón de ocupación de ese territorio, donde el Plan Estatal de Desarrollo Urbano tiene identificadas áreas en las que ocurre el proceso de urbanización y consolidación de las áreas urbanas actuales. Esta condición permite definir límites claros respecto del Desarrollo Urbano, en tanto que se reconoce en el presente Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México que existen en el interior de las zonas urbanas, áreas con recursos naturales que requieren ser identificados, valorados y administrados en un contexto de Planeación Territorial eminentemente Urbano, pero con obligación de garantizar la sustentabilidad y un medio ambiente sano a la población asentada.

Una vez identificados los componentes del POETEM, se establece que el Proyecto se localiza dentro de la **Región XXI** denominada “Valle de Bravo” y dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental (UGA)**

ANPE-066, con lineamiento ecológico a aplicar que remite al Decreto y Programa de Manejo del Parque Estatal denominado Santuario del Agua Valle de Bravo vs ANP Fed Valle de Bravo.

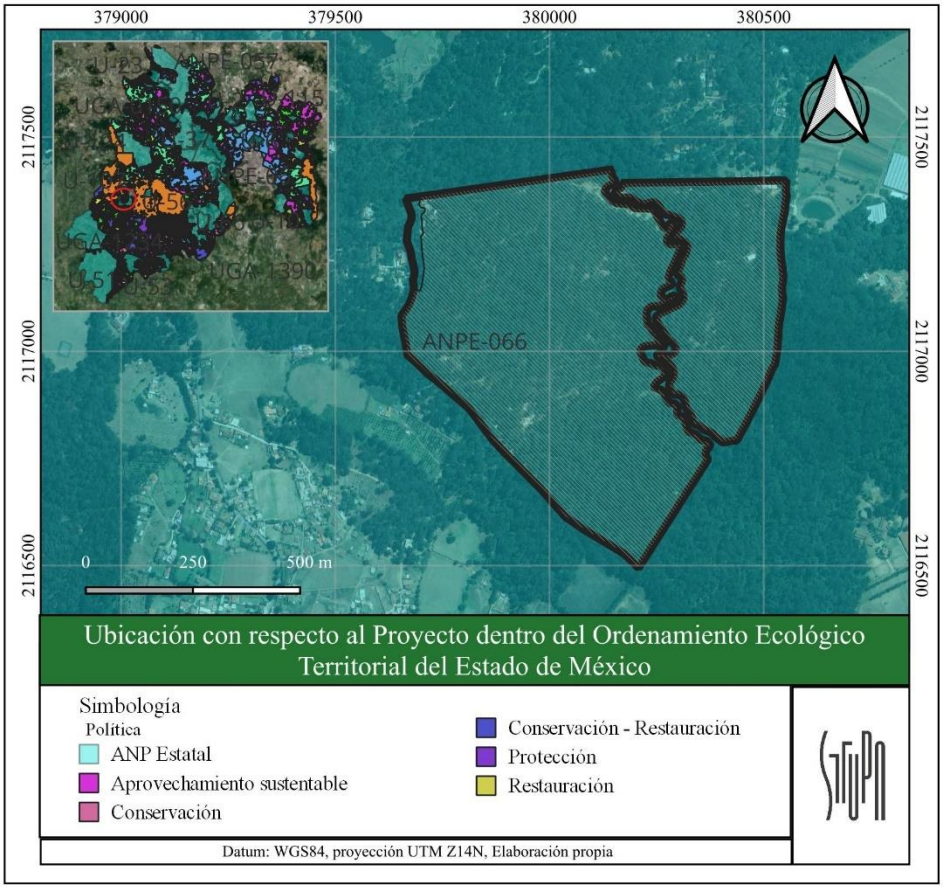
Tabla III.4. Unidad de Gestión Ambiental en la que se localiza el Área del Proyecto.

UGA	
Clave de la UGA	ANPE-066
Región	XXI
Nombre	Valle de Bravo

La **UGA ANPE-066**, presenta un uso de suelo y vegetación predominante de zonas agropecuarias, con una política ambiental de ANP Estatal. En la siguiente tabla se presenta el listado de los criterios aplicables.

Tabla III.5. Características de la UGA ANPE-066

Política	**Rector**	**No. de criterios aplicables**
ANP Estatal	Usos permitidos conforme al Decreto y Programa de Manejo	Ac02, Ac04, Ac06, Ac07, Ac09, Ac12, Ag02, Ag03, Ag04, Ag05, Ag09, Ag10, Ag11, Ag12, Ag13, Ag15, Ag16, Ag18, Co01, Co02, Co05, Co06,



Mapa III.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México donde se localiza el Proyecto

A continuación, se analizan los lineamientos que están vinculados al Proyecto:

Tabla III.6. Criterios de regulación de la UGA ANPE-066

Sector	Criterio	Vinculación con el Proyecto
Acuícultura		No aplica
Ac02	Se deberá prevenir la invasión de especies exóticas hacia los ecosistemas acuáticos. En el caso del cultivo de estas se dará preferencia a las variedades estériles y/o aquellas que no tengan capacidad para trasladarse vía terrestre de un cuerpo de agua a otro.	El proyecto no contempla actividades acuícolas. Sin embargo, el Programa de Manejo Ambiental contempla actividades de control de especies exóticas, mejoramiento de la calidad del hábitat de comunidades lóticas y vegetación riparia, y la conservación de humedales por medio de embalses, y mantener el caudal ecológico del arroyo y la vigilancia de la calidad del agua. El proyecto prohíbe las descargas de aguas residuales, o de cualquier índole.
Ac04	Las unidades de producción acuícola deberán contar con un sistema de tratamiento primario de las aguas residuales.	
Ac06	Se prohíbe la descarga directa de aguas residuales en cuerpos de agua derivadas de las unidades de producción acuícola, a fin de evitar la contaminación y eutrofización.	
Ac07	Las unidades de producción acuícola, deberán contar con un Plan de Manejo y Desarrollo que considere las medidas de mitigación a los impactos ambientales que ocasione	
Ac09	El desvío y/o modificación de cauces de ríos para actividades acuícolas, deberá contar con autorización de Impacto Ambiental, así como concesión de obra y/o aprovechamiento emitida por la Autoridad Competente	
Ac12	En el proceso de abandono de cualquier proyecto acuícola, se deberá efectuar una restauración del sitio consistente en el retiro de la infraestructura, el restablecimiento de los flujos de agua originales y una reforestación con especies nativas. Así como el retiro de residuos urbanos, especiales y peligrosos que se hayan generado durante la actividad.	
Agricultura		No aplica
Ag02	Se deberá evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas derivada del uso inadecuado de agroquímicos o mala disposición final de envases o residuos de los mismos, evitando la escorrentía de plaguicidas y fertilizantes hacia cuerpos de agua superficiales. Además se evitaran procesos de la acumulación de contaminantes agroquímicos en las aguas subterráneas por procesos de lixiviación.	El proyecto no contempla actividades agrícolas, Sin embargo, el Programa de Manejo Ambiental contempla actividades de control de residuos durante las distintas etapas del proyecto. Así mismo mantener y conservar la vegetación nativa, cercos vivos con vegetación nativa. Y se establece una ADVC con una zona núcleo de vegetación riparia, y actividades de conservación de suelos.
Ag03	Cuando con fines de enriquecimiento del suelo o cultivo, se incorporen residuos orgánicos al terreno de cultivo, estos no deben representar un riesgo de contaminación al suelo y al producto.	
Ag04	En terrenos agrícolas con pendiente mayor al 15%, los cultivos se realizarán mediante terrazas y franjas, siguiendo las curvas de nivel para el control de la erosión.	
Ag05	Se evitará la quema de esquilmos y de perímetros de predios agrícolas post cosecha.	
Ag09	Las actividades agrícolas podrán desarrollarse siempre y cuando no generen modificaciones a los ecosistemas y se encuentren sujetas a estrictas medidas de control.	
Ag10	Se implementará el uso de cercas vivas con especies arbóreas nativas	
Ag11	Se establecerá una franja de 20 metros con vegetación nativa entre las áreas de producción y los cuerpos de agua naturales.	
Ag12	Se prohíbe la disposición de residuos provenientes de la actividad agrícola en barrancas y cuerpos de agua.	

Ag13	Las áreas agrícolas de la UGA no podrán ser sujetos a procesos de urbanización	
Ag15	No se permitirá la expansión de la superficie agrícola en zonas forestales.	
Ag16	Las prácticas agrícolas tales como barbecho, surcado y terraceo deberán realizarse en sentido perpendicular a la pendiente	
Ag18	Se evitará la contaminación generada por los desperdicios de las prácticas agrícolas	
Conservación		Aplicable
Co01	En caso de promover cualquier actividad productiva en la UGA, se deberá garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, así como la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.	El proyecto presenta como criterio principal la conservación, restauración y protección de los bienes y servicios que se implementara en el programa de manejo ambiental, así como la implementación de una ADVC.
Co02	Se evitará la extracción de especies endémicas	El proyecto implementá actividades para evitar la extracción de especies, a traves del programa de protección de fauna, y protección de flora.
Co05	Las actividades que se llevan a cabo en las unidades no deberán interrumpir los corredores biológicos.	El proyecto contempla mantener la conectividad ecológica de flora y fauna, a traves de pasos de fauna, y corredores biológicos al interior del predio, eliminando barreras que impidan el libre transito, y manteniendo la conectividad vegetal con sus colindancias.
Co06	Se prohíbe el aprovechamiento de especies que comprometa los procesos de restauración ecológica	El proyecto implementará diversos programas que facilitarán la restauración ecológica en zonas afectadas temporalmente, y prohíbe el aprovechamiento de especies que puedan comprometer los procesos de restauración. Aunado a ello, se implementará un vivero forestal para contribuir a la restauración de la nanocuenca.

III.3.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DE LA SUBCUENCA DE VALLE DE BRAVO-AMANALCO.

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco (POESVBA) fue ampliado y modificado por decreto mediante publicación en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México el día 21 de mayo del año 2015.

La finalidad del POESVBA consiste en establecer el uso adecuado de los recursos naturales, a fin de mejorar las condiciones ambientales y productivas de la región, así como vincular las formas de aprovechamiento a criterios de sustentabilidad, destinar más espacios a la protección y conservación, sin frenar el desarrollo económico y social y finalmente fomentar en la población la cultura ambiental. Se delimitaron 111 Unidades de Gestión Ambiental (UGAs), como resultado de la integración de los diagnósticos social, económico y natural.

Se establecen cuatro políticas ambientales que buscan fomentar de manera equilibrada espacios para la promoción del desarrollo social y económico, así como espacios para la conservación de recursos naturales vitales en la prestación de servicios ambientales de la subcuenca.

Tabla III.7. Descripción de las políticas ambientales

Política	**Descripción**
Protección	Se aplica en las unidades cuando se presentan características de biodiversidad o prestación de servicios ambientales relevantes que hacen imprescindible su cuidado extremo, se mantienen sin cambio de uso de suelo, para el caso de la cuenca corresponde a las áreas naturales protegidas bajo decreto.
Conservación	Esta política es aplicada a las unidades donde se privilegia el mantenimiento de la función natural del ecosistema, con restricciones en el cambio de uso de suelo.
Restauración	Se considera en las unidades que requieren revertir los procesos de degradación para recuperar la calidad ambiental.
Aprovechamiento	Esta política se establece en aquellas unidades cuya condición es apta para el desarrollo sustentable de actividades productivas, de servicios y socialmente útiles.

El Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco establece los siguientes usos de suelo predominantes: Forestal (FO), Agricultura (AG), Área Natural Protegida (ANP), Flora y fauna (Ff), Infraestructura (If) y Pecuario (Pe). Los usos del suelo se clasifican como:

- Uso predominante: en su determinación se considerarán las características naturales de la unidad ecológica y la dominancia del uso actual.
- Uso compatible: no se opone al principal y concuerda con la potencialidad, productividad y protección del suelo y demás recursos naturales conexos.
- Uso condicionado: es aquel que presenta algún grado de incompatibilidad con el uso predominante y ciertos riesgos ambientales controlables.
- Uso incompatible: es aquel que no es compatible con el predominante, ni con los propósitos del ordenamiento ecológico.

El Proyecto se ubica dentro de los límites de dos Unidades de Gestión Ambiental, las cuales se enlistan a continuación:

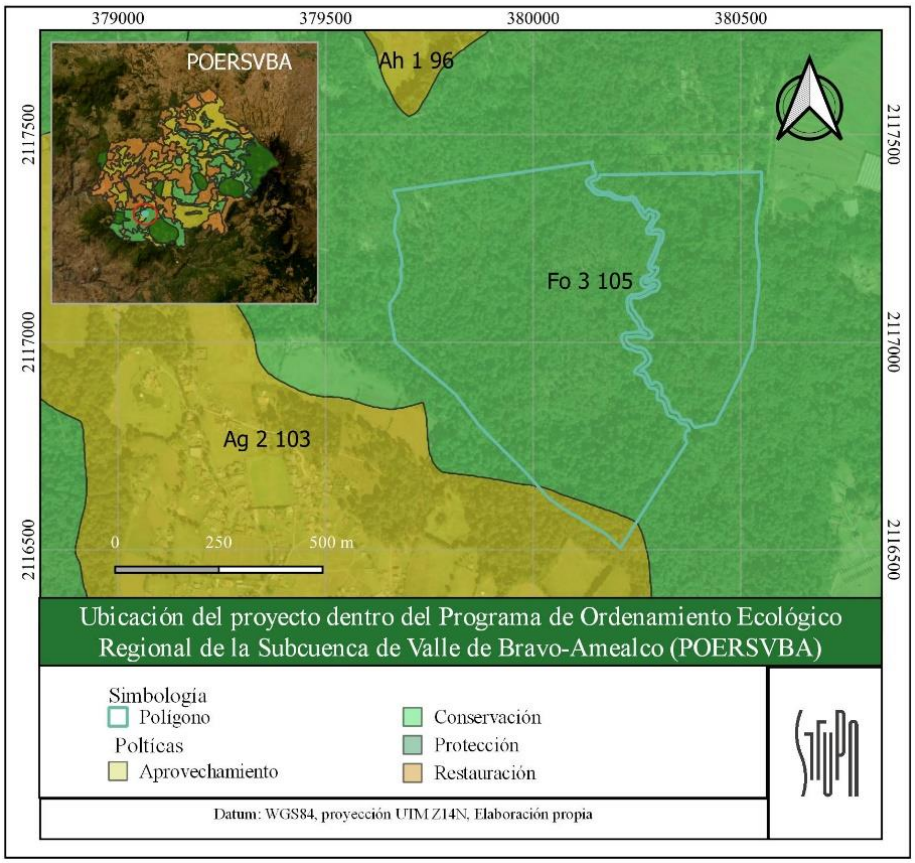
Tabla III.8. Unidades de gestión en donde se ubica el Proyecto

UGA	**Política**	**Usos de suelo propuesto**			
		Predominante	**Compatible**	**Condicionado**	**Incompatible**
Fo 3 105	Conservación	Forestal	Flora y fauna	Mi 2, Mi 3, MAE 32, EI 51	Todos los demás
Ag 2 103	Aprovechamiento	Agrícola	Asentamientos humanos	--	Todos los demás

Los criterios aplicables para cada UGA se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III.9. criterios aplicables para cada UGA

UGA	Criterios aplicables
Fo 3 105	FF 1, FF 3, FF 5, FF 6, FF 7, FF 8, FF 9, FF 10, FF 11, FF 12, FF 13, FF 14, FF 15, FF 16, FF 17, FF 18, FF 19, FF 20, FF 21, Fo 1, Fo 2, Fo 3, Fo 4, Fo 5, Fo 6, Fo 7, Fo 8, Fo 19, Fo 20, Fo 21, Fo 22, Fo 23, Fo 24, Fo 25, Fo 26, Fo 27, Fo 28, Fo 29, Fo 30, Fo 31, Fo 32, Fo 33, Fo 34, Fo 35, Fo 36, Fo 37, Fo 38, Fo 39, Fo 40, Fo 41, Fo 42, Fo 43, Fo 44, Fo 45, Fo 46 Fo 47, Fo 48, MAE 1, MAE 18, MAE 19, MAE 20, MAE 24, MAE 25, MAE 26, MAE 27, MAE 28, MAE 29, MAE 30, MAE 31, MAE 32, MAE 33, Mi 2, Mi 3, EI 51
Ag 2 103	Ag 1, Ag 2, Ag 3, Ag 4, Ag 5, Ag 6, Ag 7, Ag 8, Ag 9, Ag 10, Ag 11, Ag 12, Ag 13, Ag 14, Ag 15, Ag 16, Ag 17, Ag 18, Ag 19, Ag 20, Ag 21, Ag 22, Ag 23, Ag 24, Ag 25, Ag 26, Ag 27, Ag 28, Ag 29, Ag 30, Ag 31, Ag 32, Ag 33, Ag 34, Ag 35, Ag 35, Ag 36, Ag 37, Ag 38, Ag 38, Ag 39, Ag 40, Ag 41, Ag 42, Ag 43, Ag 100, Ag 101, Ag 102, Ag 103, Ah 104, Ag 105, Ag 106, Ag 107, Ag 108, Ag 109, Ag 110, Ag 111, Ag 112, Ag 113, Ag 114, Ag115, Ag 116, Ag 117, Ag 118, Ag 119, Ag 120, Ag 121, Ag 122, Ag 123, Ag 124, Ag 125, Ag 126, Ag 127, Ag 128, Fo 1, Fo 2, Fo 3, Fo 4, Fo 5, Fo 6, Fo 7, Fo 8, Fo 19, Fo 20, Fo 21, Fo 22, Fo 23, Fo 24, Fo 25, Fo 26, Fo 27, Fo 28, Fo 29, Fo 30, Fo 31, Fo 32, Fo 33, Fo 34, Fo 35, Fo 36, .Fo 37, Fo 38, Fo 39, Fo 40, Fo 41, Fo 42, Fo 43, Fo 44, Fo 45, Fo46, Fo 47, Fo 48



Mapa III.2. Ubicación del Proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco

Tabla III.10. Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	**Vinculación con el Proyecto**
Flora y Fauna (FF)	
FF 7. Se promoverá el uso de técnicas tradicionales en el aprovechamiento de los recursos naturales	De acuerdo con el *Programa de reforestación y restauración de flora* que se implementará, se considera la conservación de corredores biológicos, con la finalidad de garantizar la conservación del bosque ripario y mantener sus servicios ambientales.
FF 8. Se prohíbe la modificación de las áreas de oviposición de aves.	El Proyecto no modificará las áreas de oviposición de aves.
FF 9. En las construcciones, deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original, siempre y cuando el proyecto que se pretenda desarrollar cuente con un análisis realizado por un técnico forestal registrado ante la autoridad facultada para tal fin, debido en caso de ser procedente, contar con la autorización ambiental correspondiente.	La mayor parte de la vegetación arbórea permanecerá intacta. Además, se contará con un *Reglamento de Construcción* para el desarrollo del Proyecto, el cual especificará que se dejaran en pie los árboles con mayor desarrollo. Se trata de un Proyecto de baja densidad.
FF 16. Se promoverá la erradicación de (Casuarina equisetifolia y Eucaliptus ssp.) y el restablecimiento de la flora nativa.	En el área del Proyecto no hay registros de *Casuarina equisetifolia* o de *Eucaliptus ssp*., no obstante, se considera su erradicación y el restablecimiento de flora nativa.
FF 17. En las áreas ajardinadas se emplearán preferentemente plantas nativas y el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación esté suprimida.	El Proyecto empleará plantas nativas en las áreas ajardinadas. No se considera el uso de especies exóticas.
FF 18. Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa en áreas con pendientes mayores al 8% y con una profundidad del suelo menor de 10 cm y en zonas con pedregosidad mayor al 35%.	El área donde se desarrollará el Proyecto incluye zonas con pendiente mayor al 8%, con profundidad del suelo mayor a 10 cm y con pedregosidad menor de 35%, por lo que se propiciará el mantenimiento y en su caso restauración de vegetación nativa.
Forestal (FO)	
Fo 6. Se prohibe la tala o desmonte de la vegetación marginal de los cuerpos de agua riparia, sin contar previamente con la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental emitida por la autoridad competente.	El Proyecto no realizará tala o desmonte de vegetación marginal del Río Tomatillos. Antes bien, se implementarán acciones de restauración y reforestación del bosque en una superficie del orden de las 10.62 hectáreas con el fin de aumentar la cobertura vegetal.
Fo 8. Las áreas de aprovechamiento contiguas a áreas protegidas deberán establecer medidas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido.	El Proyecto implementará un *Reglamento General*, el cual incluya las acciones requeridas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido.
Fo 20. Se deberán crear viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	El Proyecto implementará medidas de restauración (Anexo 10. Vivero Forestal), que garantice la conservación del bosque por medio de la propagación de especies nativas.
Fo 21 En la creación de viveros se deberán utilizar semillas extraídas del bosque que se pretende restaurar o reforestar.	

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
Fo 25. Será obligación de propietarios y poseedores de terrenos forestales la apertura de guardarrayas, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	El Proyecto implementará medidas de prevención (Anexo 9. Programa de Prevención de Incendios y su Complemento) que incluya la apertura de guardarrayas, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.
Fo 26. Se prohíbe la explotación y/o extracción de resinas de especies bajo protección especial, de acuerdo con lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	El Proyecto no considera la explotación y/o extracción de resinas de especies bajo protección especial, de acuerdo con lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fo 27 Se prohíbe el cambio de uso del suelo	El Proyecto implica necesariamente un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), sin embargo, es tan solo el 14.4% del predio y se compensará la pérdida de la superficie mediante acciones de recuperación de superficie forestal de 10.62 ha con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal a través de acciones que garanticen la continuidad del ecosistema, el suelo no se erosionará ni perderá su capacidad reproductiva y el agua no perderá su calidad ni la tasa de infiltración. Además de diversos programas de compensación ambiental (vivero forestal, reforestación en la nanocuenca).
Fo 28 Se prohíbe el cambio de uso del suelo o la remoción total o parcial de la vegetación de terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.	
Fo 30. Se alentará la conversión de terrenos agrícolas y ganaderos hacia usos forestales.	El Proyecto no considera realizar aprovechamiento forestal, por el contrario, se regirá bajo distintos programas ambientales que incluye acciones de prevención y conservación de bosque y la implementación de corredores biológicos.
Fo 31. Se promoverá el establecimiento de cortinas rompe vientos para la protección de renuevos.	El Proyecto implementará un *Programa de Reforestación y Restauración de Flora*, el cual contempla acciones para garantizar la sobrevivencia de renuevos contribuyendo al entorno ya existente.
Fo 32. En las áreas de tala, los residuos vegetales deberán permanecer en el sitio en una proporción que no represente un riesgo por acumulación de combustible.	De acuerdo con el *Programa de Prevención de Incendios y su Complemento* que se implementará se incluyen acciones para el manejo adecuado de residuos vegetales.
Fo 33. Se dará preferencia al reacondicionamiento de terracerías existentes, nunca a la nueva construcción de terracerías.	El Proyecto tiene contemplada la construcción de nuevos caminos, para proporcionar acceso al desarrollo. Para ello, se partirá de la adecuación de caminos y veredas existentes con el objetivo de delimitar un perímetro que funcione como brecha cortafuegos y el uso de materiales permeables para garantizar la infiltración del agua.
Fo 34. En áreas con pendientes mayores a 8% se deberá conservar o, en su caso restaurar la vegetación del sotobosque.	El Proyecto cuenta con algunas zonas con pendientes mayores al 8%, mismas en las que como ya se ha señalado, se mantendrá la vegetación nativa y en su caso será restaurada.

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
Fo 35. En los aclareos se evitará el corte de raíz, se recomienda dejar los tocones en pie.	De acuerdo con el *Programa de Prevención de Incendios y su Complemento* que se implementará se incluyen acciones para el manejo adecuado de residuos vegetales.
Fo 36. En áreas sujetas a restauración, con erosión severa se recomienda la utilización comercial de Cassuarina sp. Con un primer aclareo a los 10 años y un segundo aclareo total de la población a los 20 años, previo a la introducción de especies maderables nativas.	Se maneja la restauración con especies nativas del lugar del proyecto.
Fo 38. Se preferirá la regeneración natural del bosque a la reforestación.	El Proyecto se regirá bajo el *programa de reforestación y restauración de flora,* complementando las acciones que permitirían la regeneración natural del bosque.
Fo 40. Los aprovechamientos forestales, y la apertura de caminos forestales deberán evitar la obstrucción de corrientes de agua superficiales y subterráneas.	No se considera un aprovechamiento forestal. En el caso de los caminos de acceso que se construirán y acondicionarán en el Proyecto, se consideran obras de infraestructura para garantizar que no obstruyan las corrientes de aguas superficiales ni subterráneas.
Fo 42. Los monitoreos de cuerpos de agua subterráneos y superficiales estarán dirigidos a la prevención de la acumulación de nitratos y nitritos.	El Proyecto se regirá bajo el *programa de reforestación y restauración de flora,* complementando las acciones que permitirían la regeneración natural del bosque.
Fo 43. Se deberá preservar o restaurar la vegetación contigua a los cuerpos de agua, estableciendo una franja protectora no menor de 20 metros entre los cuerpos de agua, cauces permanentes y las zonas de aprovechamiento forestal.	El Proyecto considera preservar la vegetación contigua a los cuerpos de agua existentes.
Fo 44. El manejo, aplicación, control, almacenamiento y disposición final de desechos de pesticidas y fertilizantes, deberá seguir los criterios de la normatividad aplicable y las consideraciones del Catálogo Oficial de Plaguicidas vigente.	El Proyecto contempla cumplir con los criterios de la normatividad vigente y aplicable, referente al manejo, aplicación, control, almacenamiento y disposición final de desechos de pesticidas y fertilizantes.
Fo 47. Se prohíbe el uso de maquinaria pesada.	Se empleará maquinaria ligera y media en los procesos constructivos del Proyecto, en el caso de requerirse maquinaria pesada, solo transitará por las veredas existentes para minimizar los impactos asociados a ello.
Fo 48. Se deberá de garantizar la no infiltración de residuos contaminantes (combustibles, aceites, insecticidas, etc.) al subsuelo.	El manejo de residuos se hará conforme a lo establecido en la normatividad correspondiente, con la finalidad de evitar cualquier tipo de contaminación.
Manejo de ecosistemas (MAE)	
MAE 1. Se prohíbe el cambio de uso del suelo	Como ya se ha señalado, el Proyecto implica necesariamente un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), sin embargo, compensará la pérdida de la superficie mediante acciones de recuperación de superficie forestal de 10.62 ha con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal a través de acciones que garanticen la continuidad del ecosistema, el suelo no se erosionará, ni

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
	perderá su capacidad reproductiva y el agua no perderá su calidad ni la tasa de infiltración.
MAE 18. En las áreas urbanizadas, los espacios abiertos conservarán la cubierta correspondiente al estrato arbóreo, siempre y cuando el proyecto que se pretenda desarrollar así lo permita, para lo cual se deberá de contar con un análisis por un técnico forestal registrado ante la autoridad facultada para tal fin, debiendo en caso de ser procedente, contar con la autorización ambiental correspondiente.	El área del Proyecto una vez urbanizada, promoverá la conservación de la cubierta vegetal.
MAE 19. Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal de ríos y cuerpos de agua con especies como Taxodium mucronatum, Franixus uhdei, Alnus acuminata sp., Salix bonpandiana y Hacer negundo var. mexicanum.	El Proyecto contempla conservar la vegetación que existe en las inmediaciones de los escurrimientos, ríos o cuerpos de agua que se encuentren dentro del predio.
MAE 20. Se promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero.	El Proyecto promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero.
MAE 24. En aquellas zonas en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de las actividades humanas o factores naturales, se permitan con restricciones las actividades de desmonte, que tengan como finalidad la de colocar instalaciones cuyo objetivo sea la seguridad nacional que garantice la integridad, desarrollo y el beneficio socio-ambiental, así como el desarrollo de los recursos naturales presentes en la región, previo cumplimiento al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental y forestal ante la autoridad correspondiente.	La mayoría de las zonas donde se desarrollarán las construcciones corresponden a claros forestales. Además, el Proyecto se regirá por el *Programa de Reforestación y Restauración de Flora* que plantea como medida compensatoria la recuperación de superficie forestal de 10.62 ha con la finalidad de incrementar la cobertura vegetal a través de acciones que garanticen la continuidad del ecosistema, el suelo no se erosionará ni perderá su capacidad reproductiva y el agua no perderá su calidad ni la tasa de infiltración. El área en la que se pretende desarrollar el Proyecto se encuentra en una zona con un grado aceptable de conservación, sin embargo, se encuentra ya rodeada e inmersa en una zona con una alta presión suburbana. Para ello se propone el desarrollo de un proyecto de baja densidad y que este se analice bajo los instrumentos normativos vigentes y aplicables y se someta al Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA).
MAE 25. En aquellas zonas en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de las actividades humanas o factores naturales, se permitan con restricciones las actividades de despalme, con la finalidad de colocar instalaciones cuyo objetivo sea la seguridad nacional que garantice la integridad, desarrollo y el beneficio socio-ambiental, así como el desarrollo de los recursos naturales presentes en la región, previo cumplimiento al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental y forestal ante la autoridad correspondiente.	
MAE 26. Se promoverá la reforestación con flora nativa.	El Proyecto contempla promover la reforestación de la flora nativa, en especial con especies de *Alnus sp., Arbutus xalapensis, Carpinus caroliniana, Clethra mexicana, Comarostaphylis discolor, Dendropanax arboreus, Pinus douglasiana, Pinus hartwegii, Pinus leiophylla, Pinus montezumae, Quercus castanea, Quercus laurina, Quercus scytophylla y Symplocos citrea*.
MAE 27. Se promoverá la restauración preferentemente con especies como: Abies religiosa, Cederla dugesii S. Wats, Juniperus deppeana Steud, Pinus ayacahuite var. Shaw, P. Martinezii Larsen, Populus simaroa, P. Tremuloides Michx. y Platymiscium lasiocarpum Sanw.	
MAE 29. En la restauración, la reforestación deberá llevarse a cabo con una densidad mínima de 1,000 árboles por hectárea.	Dentro del *Programa de Reforestación y Restauración de Flora,* se contemplan acciones que garanticen la densidad mínima de 910 árboles por hectárea, debido a las especies descubiertas.

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
MAE 30. En la restauración, se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.	El *Programa de Reforestación y Restauración de Flora* planteará acciones de monitoreo con la finalidad de garantizar la sobrevivencia de los ejemplares sembrados y/o su reposición.
MAE 31. Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración y/o aprovechamiento sustentable, permitiéndose el desarrollo y aprovechamiento de los pastizales o zonas agrícolas, con la finalidad de contar con un desarrollo de planeación sustentable enfocado en la protección de área natural protegida.	Dentro del *Programa de Reforestación y Restauración de Flora*, se planearon acciones para la recuperación de áreas perturbadas del bosque ripario.
MAE 33. Los proyectos por desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre.	El *Programa de Protección de Fauna* garantizará la conservación del bosque ripario (contribuyendo a la conservación de corredores faunísticos: Anexo 6.1. Conectividad y Pasos de Fauna).
Minería	
Mi 3. Se deberán rehabilitar los caminos de acceso al área existentes en lugar de abrir otros nuevos.	Como ya se ha señalado, el Proyecto tiene contemplada la construcción de nuevos caminos para proporcionar acceso al desarrollo. Para ello, se partirá de la adecuación de caminos y veredas existentes.
Agrícola (Ag)	
Ag 10. En laderas y pendientes se deberán establecer mosaicos vegetacionales, en los que se combinen áreas forestales y plantaciones multiespecíficas.	En las laderas y pendientes se respetará la vegetación nativa arbórea.
Ag 11. En pendientes suaves (del 2 al 8 %) se recomienda para reducir la escorrentía superficial, la utilización de canales de desvío y surcado en contorno.	Las escorrentías superficiales serán conducidas a cuerpos de captación pluvial en la zona del Proyecto autorizado, los cuales a su vez podrán infiltrarse o canalizarse en los respectivos cauces. Para dirigir la escorrentía superficial se utilizarán canales y surcados de contorno.
Ag 12. En suelos en restauración y con pendientes del 15 al 40% se deberán establecer praderas o pastos nativos con el propósito de reducir los escurrimientos.	El Proyecto a través del *Programa de Restauración de Suelos y Programa de Mantenimiento del Cauce* consideran acciones para restaurar las pendientes con cobertura vegetal.
Ag 13. En suelos con alto potencial de escorrentía se recomienda establecer praderas naturales o pastizales de gramíneas que cubran el suelo y modifiquen el escurrimiento. La cobertura deberá ser del 75 al 100% del área total.	
Ag 14. En suelos con pendientes superiores al 40% se recomienda la construcción de terrazas de formación sucesiva y presas filtrantes, así como la introducción de surcado en contorno con el fin de lograr la retención y protección del suelo y mejorar el aprovechamiento del fertilizante y del agua de lluvia.	El Proyecto a través del *Programa de Restauración de Suelos y Programa de Mantenimiento del Cauce* consideran acciones para restaurar las pendientes con cobertura vegetal.
Ag 15. En terrenos con manejo de terrazas se recomienda la siembra de frutales, magueyes y nopales en los bordes de las terrazas con el fin de estabilizarlas, diversificar la producción de la parcela y proveer una fuente extra de ingresos monetarios y para el autoconsumo.	En aquellas zonas en las que sea necesaria la implementación de terrazas, se contempla la estabilización de las mismas con la siembra de frutales, magueyes y nopales en los bordes de estas con el fin de estabilizarlas.

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
Ag 16. En sitios donde el viento sea el principal factor erosivo, se recomienda el establecimiento de cortinas rompe vientos (a cada 3 o 4 kilómetros), los cuales deberán tener una orientación transversal a la dirección de los vientos dominantes.	El Proyecto implementará un *Programa de Reforestación y Restauración de Flora*, el cual contempla acciones para garantizar la sobrevivencia de renuevos contribuyendo al entorno ya existente.
Ag 19. Las aguas con alto contenido de sales no deben usarse para el riego de aquellos suelos con bajo poder de infiltración o con drenaje deficiente.	El riego de áreas verdes se realizará con agua tratada con bajo contenido de sales. El riego se realizará también con el agua pluvial almacenada en los cuerpos de captación.
Ag 25. Se deberán utilizar solo los plaguicidas autorizados por la CICOPLAFEST.	En el Proyecto y de ser necesario, solo utilizará plaguicidas autorizados por la CICOPLAFEST.
Ag 26. Se deberá asegurar que se cumpla con el tiempo que debe transcurrir entre la última aplicación de plaguicida y el periodo de la cosecha.	
Ag 27. Se deberá evitar el uso de plaguicidas con baja movilidad en el ambiente, para evitar la contaminación de los mantos freáticos.	
Ag 28. Se deberán realizar estudios de destino ambiental para determinar la toxicidad para el ser humano, por la exposición a plaguicida que permanece después de la aplicación.	
Ag 29. Se deberá evitar el contacto directo de los equipos de aplicación, envases de plaguicidas o sobrantes, en arroyos, canales, ríos, lagos o cualquier otro cuerpo de agua.	El Proyecto especificará el manejo integral de los residuos líquidos y sólidos, con lo que se evitará que los envases de plaguicidas o sobrantes tengan contacto con los cuerpos de agua. El Proyecto se regirá por el *Reglamento General del Proyecto* donde se especificará el manejo integral de los residuos líquidos y sólidos, con lo que se evita que los envases de plaguicidas o sobrantes tengan contacto con los cuerpos de agua.
Ag 31. Se prohíbe el uso de plaguicidas organoclorados	En el área del Proyecto no se usarán plaguicidas organoclorados.
Ag 32. El uso de plaguicidas de uso restringido estará supeditado a la autorización del Gobierno Federal.	El Proyecto cumplirá con la normatividad ambiental referente al manejo de plaguicidas.
Ag 33. Se prohíbe el uso de DDT.	Dentro del área del Proyecto no se empleará DDT.
Ag 34. Se prohíbe el uso de BHC.	Dentro del área del Proyecto no se empleará BHC.
Ag 35. Cuando la aplicación de plaguicidas se realice por vía aérea, se deberán utilizar únicamente equipos y aviones registrados ante la Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal autorizados por la Dirección General de Aeronáutica Civil.	El Proyecto cumplirá con la normatividad ambiental referente al manejo de plaguicidas.
Ag 36. Se promoverá el uso del control biológico.	El proyecto utilizara como guía el *Subprograma Control Biológico de Plagas y Enfermedades* (Anexo 5.1).
Ag 37. En la utilización de parasitoides o depredadores para el control biológico, se deberá asegurar que estos, estén 100% libres de hiperparásitos.	

Criterios de regulación ecológica por uso de suelo.	Vinculación con el Proyecto
Ag 39. Se promoverá el control integrado de plagas y enfermedades	El proyecto utilizara como guía el *Subprograma Control Biológico de Plagas y Enfermedades* (Anexo 5.1).
Ag 41. Se promoverán los cultivos orgánicos	
Ag 43. Se prohíbe el uso de maquinaria pesada	Se empleará maquinaria ligera y media en los procesos constructivos del Proyecto, en el caso de requerirse maquinaria pesada, solo transitará por las veredas existentes.
Ag 115 Las deficiencias de nutrimientos en el suelo se deberán complementar con fertilización orgánico-mineral.	El Proyecto promoverá el uso de abonos orgánicos.
Ag 117. Se promoverá el uso de abonos orgánicos.	El Proyecto promoverá el uso de abonos orgánicos.
Ag 121. Se promoverá el uso de compostas.	El Proyecto considerará el desarrollo del uso de composta.
Ag 122. Los materiales que pueden ser utilizados para la fabricación de compostas son: plantas, hojas de árboles, paja, aserrín, desperdicios vegetales, hierba seca, caña de maíz, sobrantes de comida, materia animal, plumas de aves de corral, harina de hueso y harina de pescado	

III.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN MARIPOSA MONARCA EN EL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO.

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca (POERMM), fue publicado de forma oficial en la Gaceta del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México el día 26 de diciembre de 2007. El POERMM es un programa regional elaborado con información técnica a escala 1:250,000, la región está integrada por 93 Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) en 11 municipios del Estado de México y 16 en el Estado de Michoacán.

El POERMM es considerado un instrumento de apoyo en la planeación territorial, balanceando las actividades productivas con la conservación de la naturaleza, basándose en la potencialidad del territorio, la demanda y el uso actual de los recursos naturales, orientando así el desarrollo regional a partir de la participación de la sociedad.

Las políticas ambientales se describen a continuación:

Tabla III.11. Políticas ambientales del POERMM

Política	Descripción
Protección	Se aplica a las áreas naturales que son susceptibles de integrarse al Sistema de Áreas Naturales Protegidas federal o estatal, o que ya forman parte de él (como es el caso de las áreas naturales protegidas estatales y federales. Con esta política se busca proteger los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, así como salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres y acuáticas, principalmente endémicas, raras, amenazadas o en peligro de extinción.

Política	Descripción
Conservación	Esta política está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales, cuyos usos actuales o propuestos cumplen con una función ecológica relevante, pero que no necesariamente deben incluirse en algún sistema de áreas naturales protegidas federal o estatal. Estas pueden ser paisajes, pulmones verdes, áreas de amortiguamiento o riesgos naturales antrópicos, área de recarga de acuíferos, cuerpos de agua intraurbanos, árboles o rocas singulares, etc.
Restauración	Se aplica a aquellas áreas que deberán sujetarse a programas específicos de recuperación de los recursos naturales. Estas son las áreas que presentan procesos acelerados de deterioro ambiental, como suelos muy erosionados cuyo potencial productivo (para agropecuario o forestales) es nulo o extremadamente pobre. Esta política implica la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. La restauración puede ser dirigida a la recuperación de tierras no productivas o al mejoramiento de ecosistemas con fines de aprovechamiento, protección o conservación.
Aprovechamiento sustentable	Se aplicará a aquellas áreas en donde se tienen características adecuadas para un uso óptimo de los recursos naturales y/o el desarrollo agropecuario o forestal. En esas áreas será emitido la explotación y el manejo de los recursos naturales renovables y no renovables, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente al ambiente.

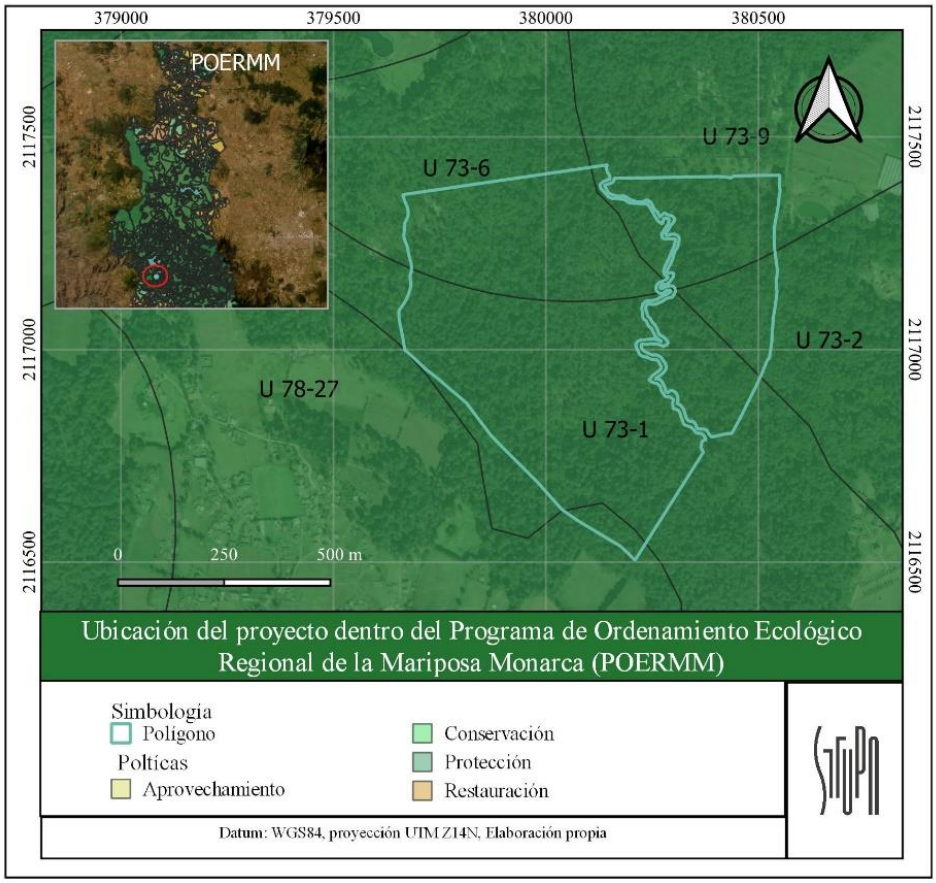
Con base a las definiciones anteriores, los criterios básicos que ayudaron a identificar las políticas más adecuadas para el territorio de la Región de la Mariposa Monarca fueron el uso actual de suelo, la aptitud del territorio y las áreas de atención primaria. Los dos primeros temas para las políticas de aprovechamiento.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico comprende ocho tipos de usos del suelo predominante, distribuyéndose de la siguiente manera: Áreas Naturales Protegidas 6.21%, Forestal 4.63%, Provisión de Bienes y Servicios Ambientales (PBSA) 25.29%, Agrícola de Temporal 45.79%, Agricultura de Riego 8.25%, Pecuario 7.51%, Cuerpos de agua 1.84% y Asentamientos Humanos 0.48%.

En este sentido, el POERMM contempla 84 UGAs, definiéndose para estos 10 lineamientos ecológicos para la determinación de las políticas ambientales aplicables en el territorio estatal. El Proyecto se localiza dentro de cinco Unidades de Gestión Ambiental, las cuales se enlistan a continuación:

Tabla III.12. UGAs aplicables al Proyecto

UGA	Política	Uso	Criterios
U 73-1	Protección	Provisión de Bienes y Servicios Ambientales (PBSA)	L1, L8
U 73-2	Protección		L1, L8
U 73-6	Protección		L1, L7, L8
U 73-9	Protección		L1, L7, L8
U 78-27	Protección	Agrícola temporal	L4, L6, L7, L8



Mapa III.3. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca

Tabla III.13. Vinculación de la Modificación con el POERM

Lineamiento Ecológico	Objetivo específico	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
L1. Fortalecer y consolidar los usos del suelo actuales, en las áreas que no presentan conflictos ambientales.	3. Mantener el uso para bienes y servicios ambientales.	El uso del suelo podrá ser para bienes y servicios ambientales.	El Proyecto se regirá por los distintos programas ambientales Anexos a este documento en donde se considera implementar acciones para la recuperación de áreas perturbadas del bosque ripario y la conservación de los servicios ambientales del ecosistema.
L4. Promover activamente el cambio de uso del suelo, hacia los usos de mayor aptitud en las áreas que presentan conflictos altos y muy altos.	12. Modificar el uso agrícola al forestal con provisión de bienes y servicios ambientales.	El uso del suelo deberá ser para la provisión de bienes y servicios ambientales.	
	13. Modificar el uso agrícola al agroforestal.	El uso del suelo deberá ser agroforestal.	
	14. Modificar el uso pecuario al agroforestal.	El uso del suelo deberá ser agroforestal.	
	15. Modificar el uso pecuario al forestal, con provisión de bienes y servicios ambientales.	El uso del suelo deberá ser forestal productivo, con provisión de bienes y servicios ambientales.	

Lineamiento Ecológico	Objetivo específico	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
L7. Mantener los asentamientos humanos en sus zonas urbanas y urbanizables, así como fuera de las áreas con amenaza de deslizamientos.	22. Controlar y mantener el crecimiento de los asentamientos humanos en las superficies previstas en los Planes Municipales de Desarrollo Urbano, ya sean las zonas urbanas o urbanizables.	Los asentamientos humanos deberán ubicarse en las zonas urbanas y urbanizables, de acuerdo con sus Planes Municipales de Desarrollo Urbano.	El Proyecto se localiza fuera del área urbana del Municipio de Valle de Bravo. Así mismo, las áreas en donde se establecerán las viviendas se ubicarán fuera de zonas con amenazas de deslizamiento.
	23. Evitar el establecimiento de asentamientos humanos en las áreas catalogadas con un nivel de amenaza moderado, alto y muy alto.	Los asentamientos humanos deberán ubicarse fuera de las áreas con amenaza de deslizamiento o en caso necesario deberán incluir medidas de prevención y control. Estas disposiciones deben incluirse en los nuevos Programas y/o Planes Municipales de Desarrollo Urbano, así como las actualizaciones.	
	24. Disminuir el grado de rezago social en zonas con niveles de marginación “muy alto” y “alto”.	Se deberá poner énfasis en aquellos municipios con niveles de marginación muy alto y alto.	
L8. Mantener la calidad de las áreas prioritarias para la provisión de bienes y servicios ambientales.	25. Mantener la calidad de las Áreas Naturales Protegidas decretadas.	Las actividades de protección y conservación deberán orientarse principalmente en las áreas naturales protegidas.	El Proyecto se regirá por los distintos programas ambientales Anexos a este documento en donde se considera implementar acciones para la recuperación de áreas perturbadas del bosque ripario y la conservación de los servicios ambientales del ecosistema.
	26. Mantener la calidad de las áreas prioritarias para la provisión de bienes y servicios ambientales, que no cuentan con un decreto (107,180 ha).	Las actividades de protección y conservación deberán orientarse preferentemente en las áreas para la provisión de bienes y servicios ambientales.	

III.5. PLANES DE DESARROLLO URBANO ESTATAL Y MUNICIPAL.

III.5.1. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE MÉXICO 2019.

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México 2019 (PEDUEM), fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México el día 23 de diciembre del año 2019, dicho documento es considerado rector de la gestión pública en el Estado, que fungirá a su vez como modelo para la elaboración de otros planes de desarrollo con enfoque en la formulación de políticas públicas.

El PEDUEM tiene como finalidad establecer políticas, estrategias y objetivos de desarrollo urbano acordes a la dinámica social y económica de los asentamientos humanos del Estado de México mediante un modelo de ordenamiento territorial que identifica las vocaciones del territorio de acuerdo a sus características metropolitanas, urbanas y rurales, para generar políticas que impulsen y aseguren las condiciones necesarias para lograr ciudades más equitativas e incluyentes. Este Plan Estatal de Desarrollo Urbano es un instrumento estratégico para equilibrar y potencializar el desarrollo, generar certidumbre normativa y jurídica, atraer el capital productivo nacional y extranjero, fortalecer la gobernanza urbana, la inclusión social y la sustentabilidad ambiental.

Dentro del Plan se agrupan las políticas y programas en cuatro Pilares de acción y tres Ejes Transversales para el Fortalecimiento Institucional, los cuales están alineados con los Objetivos para el Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, suscritos por el Gobierno.

1. Social
2. Económico
3. Territorial
4. Seguridad

De acuerdo con el Pilar Territorial, el manejo sustentable del territorio y sus recursos naturales se pretende realizar a través de cuatro vertientes:

- Sistema de generación de energías limpias y no contaminantes, como las basadas en tecnologías eólica y solar.
- Acciones encaminadas a la mitigación y adaptación al cambio climático
- Sustentabilidad de los ecosistemas y la preservación de la biodiversidad a través de la atención y regulación de las reservas y las áreas naturales protegidas.
- Retos que representan los asentamientos humanos y la concentración espacial de actividad productiva.

Cada Pilar está conformado por los objetivos necesarios para su cumplimiento, las cuales, a su vez, contienen estrategias específicas que les permitirán alcanzar sus respectivos objetivos.

El Proyecto contribuye con el Pilar Territorial, a través de sus objetivos y estrategias, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla III.14. Vinculación del Proyecto conforme al PEDUEM 2017

	Vinculación con el Proyecto
Pilar 2. Territorial	
Objetivos	
3.2 Adoptar medidas para combatir el cambio climático y mitigar sus efectos.	En el presente capítulo el Proyecto es vinculado al Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para el estado de México Sur con el fin de cumplir cabalmente e implementar los lineamientos aplicables.
3.4. Mejorar los servicios en materia de agua, su gestión sostenible y el saneamiento.	El Proyecto implementará la Planta de Tratamiento de Agua Residual, el flujo tratado servirá para el riego de las áreas verdes y limpieza.
3.5. Fomentar la prosperidad de las ciudades y su entorno a través del desarrollo urbano y metropolitano inclusivo, competitivo y sostenible.	El Proyecto contribuye con el fomento del desarrollo urbano, comprometiéndose con el progreso sostenible.

El ordenamiento del territorio se constituye como una función pública, para el cumplimiento de los siguientes fines:

- Posibilitar a los habitantes el acceso a las vías públicas, infraestructuras de transporte y demás espacios públicos, y su destinación al uso común, y hacer efectivos los derechos constitucionales de la vivienda y los servicios públicos domiciliarios.

- Atender los procesos de cambio de uso del suelo y adecuarlos en aras del interés común, procurando su utilización racional en armonía con la función social de la propiedad a la cual le es inherente una función ecológica, buscando el desarrollo sostenible.
- Impulsar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación del patrimonio cultural y natural.
- Mejorar la resiliencia de los asentamientos humanos ante los riesgos naturales.

Según el artículo 10 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, corresponde a las Entidades federativas, entre otras atribuciones, las siguientes que se relacionan con el reparto de cargas y beneficios como una fuente de financiamiento en las ciudades: *"… XII. Emitir y, en su caso, modificar la legislación local en materia de Desarrollo Urbano que permita contribuir al financiamiento e instrumentación del ordenamiento territorial y el Desarrollo Urbano y Desarrollo Metropolitano en condiciones de equidad, así como para la recuperación de las inversiones públicas y del incremento de valor de la propiedad inmobiliaria generado por la consolidación y el crecimiento urbano. …"*

Las políticas y estrategias de ordenamiento urbano y de zonificación indican que las estrategias se refieren al mejoramiento de la habitabilidad de los asentamientos humanos, la elevación de la competitividad de los centros de población, la redensificación de las áreas urbanas, el crecimiento urbano sustentable y la preservación del patrimonio histórico construido.

El Proyecto es congruente con el Pilar 3 del PEDUEM, por lo que se considera que el Proyecto coadyuvara a los objetivos planteados por el plan.

III.5.2. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE VALLE DE BRAVO 2020

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo (PMDUVB) 2020, fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México el día 12 de junio del año 2020 estando vigente hasta la fecha. La finalidad del PMDUVB es regular el crecimiento de los centros de población y localidades ubicadas dentro del Municipio de Valle de Bravo en un marco de consensos, procurando en todo momento conciliar dicho crecimiento con la conservación de los recursos naturales y la cubierta vegetal, buscando salvaguardar la vocación natural, la prestación de los servicios ecosistémicos y la actividad turística y residencial del municipio.

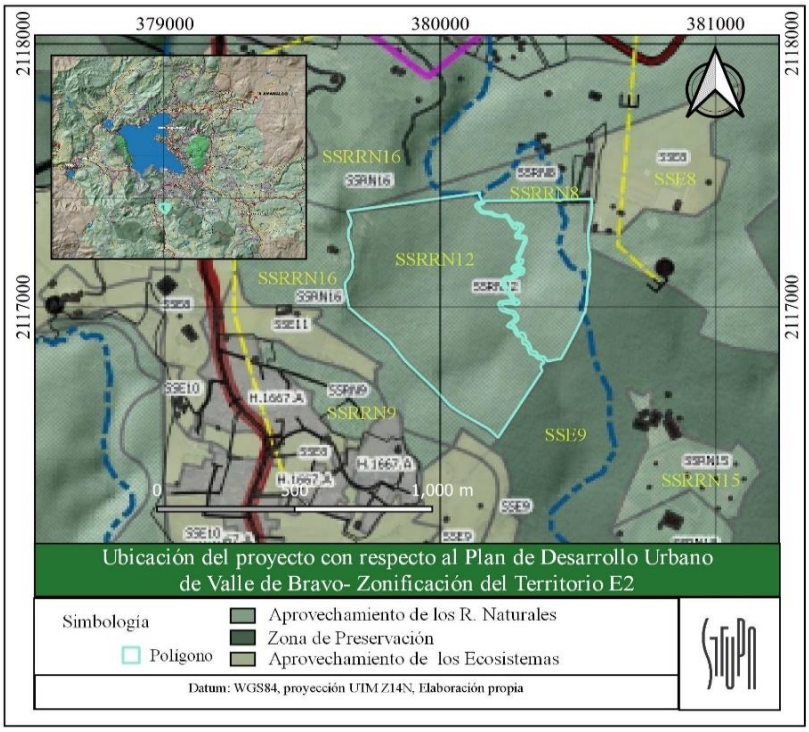
Con la finalidad de regular los usos de suelo del territorio de Valle de Bravo, se realizó una primera gran clasificación; Área Urbana; Área Urbanizable; y Área No Urbanizables. El Área del Proyecto se encuentra dentro del **Área No Urbanizable** y a su vez se encuentra dentro de la **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales (clave SSRN12)**. En el PMDUVB se definen la zona y subzona en la que se encuentra el Área del Proyecto de la siguiente forma:

"Zona No Urbanizable. *Se refiere a superficies sujetas a una normatividad urbano-ambiental fundada en un aprovechamiento sustentable del suelo con densidades y coeficientes de ocupación del suelo muy bajos…"*

"SSRN Superficies de Aprovechamiento de los Recursos Naturales. *Superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento*

sustentable. Las actividades permitidas se realizarán bajo los lineamientos específicos marcados por el PMAPRN y sus reglas administrativas."

En la siguiente figura se muestra la ubicación del Área del Proyecto con respecto a la Zonificación del Territorio (Plano de Estrategia E-02) del PMDUVB.



Mapa III.4. Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Valle de Bravo

En la siguiente tabla se presenta la normatividad aplicable a la zona SSNR12, dentro de la cual se encuentra el Área del Proyecto.

Tabla III.15. Normatividad aplicable en la zona SSNR12

Uso General	**Uso Especifico**		**SSNR12**
Densidad	Habitantes/Hectáreas		2
	No. De viviendas/Hectárea		0.5
	M^2 de terreno Bruto/Vivienda		20,000
	M^2 de terreno Neto/Vivienda		12,000
Lote Mínimo en Subdivisión	Frente (m)		70
	Superficie (m^2)		12,000
	No. De Viviendas/Lote Mínimo		1
Superficie sin Construir	% del Lote (Uso Habitacional)		95
	% del Lote (Uso No Habitacional)		95
COS Superficie de Desplante	**% del Lote (Uso Habitacional)**		**5**
	% del Lote (Uso No Habitacional)		**5**
Altura Máxima de Construcción	Uso Habitacional	Niveles	2

Uso General	**Uso Especifico**		**SSNR12**
		m sobre nivel de desplante	7.5
	Uso No Habitacional	Niveles	2
		m sobre nivel de desplante	7.5
CUS (Intensidad Mínima de Construcción)	**Uso No Habitacional (veces la sup. del lote)**		**0.1**
	Uso No Habitacional (veces la sup. del lote)		**0.1**
Restricciones Mínimas de Construcción	Frente		10
	Laterales		15
	Fondo		45

El Proyecto se apega a la normatividad aplicable a la zona SSNR12, cumpliendo cabalmente con los límites de ocupación señalados, teniendo las siguientes medidas:

Tabla III.16. Medidas de las subunidades

Subunidad	**Superficie**	**Desplante (m^2)**	**COS**	**Uso del suelo**	**CUS**
22	20,041	1,000	4.99%	2,000	0.10
16	20,069	1,000	4.98%	2,000	0.10
13	28,427	1,000	3.52%	2,000	0.07
14	21,025	1,000	4.76%	2,000	0.10
17	20,006	1,000	5.00%	2,000	0.10
18	20,462	1,000	4.89%	2,000	0.10
19	20,112	1,000	4.97%	2,000	0.10
20	20,192	1,000	4.95%	2,000	0.10
21	20,037	1,000	4.99%	2,000	0.10
1	20,440	1,000	4.89%	2,000	0.10
2	21,692	1,000	4.61%	2,000	0.09
3	20,151	1,000	4.96%	2,000	0.10
4	25,052	1,000	3.99%	2,000	0.08
5	22,663	1,000	4.41%	2,000	0.09
6	20,151	1,000	4.96%	2,000	0.10
7	20,389	1,000	4.90%	2,000	0.10
8	23,807	1,000	4.20%	2,000	0.08
9	20,855	1,000	4.80%	2,000	0.10
10	21,149	1,000	4.73%	2,000	0.09
11	20,025	1,000	4.99%	2,000	0.10
12	33,526	1,000	2.98%	2,000	0.06
15	20,024	1,000	4.99%	2,000	0.10

En la siguiente tabla se definen las actividades permitidas en la zona SSNR12 y se especifica cuáles de estas actividades están sujetas a Dictamen Único de Factibilidad (DUF).

Tabla III.17. Actividades permitidas en la zona SSNR12

Actividades permitidas en la zona SSNR12				**Actividades Contemplad as para el Proyecto**
Uso	**Uso Especifico**	**Superficie por uso**	**DUF**	
Habitacional				
Habitacional	Unifamiliar y Plurifamiliar	1 a 29 viviendas		
		30 a 60 viviendas	DUF	
		Más de 60 viviendas	DUF	
	Habitacional campestre, Rústico o Eco rancho Unifamiliar	1 a 29 viviendas		
	Habitacional campestre, Rústico o Eco rancho Unifamiliar	Más de 30 viviendas	DUF	
Actividad Terciaria				
Comercio de Productos y servicios básicos	Establecimientos para la venta de abarrotes, agua purificada y vinos, depósito de cerveza, misceláneas, cremerías, panaderías y pastelerías, tortillería, expendios de alimentos sin preparar y de comida; dulcerías, fruterías, recauderías, carnicerías, pescaderías, rosticerías, salchichonerías, farmacias, papelerías, periódicos, revistas, librerías, tabaquerías, salones de belleza, estética de uñas, peluquerías, lavanderías, tintorerías, lonjas mercantil y otros y minisúper, vidrierías, tlapalerías, ferreterías, venta de calzado, renta de calzado, venta de ropa.	Hasta 30 m² por uso		
Establecimientos con servicio de alimentos con bebidas alcohólicas	salón y/o jardín de eventos	Cualquier superficie por uso	DUF	
Centros de consultorios sin encamados.	Centros de consultorios y de salud, acupuntura, dentales, homeopáticos, naturismo, ópticos, ortopédicos, pedicurista, podólogos, quiroprácticos, tratamientos corporales (spa) unidades de primer contacto, laboratorios de análisis clínicos, dispensarios.	Hasta 120 m² por uso		
Hospitales y sanatorios	Clínicas-hospital, sanatorios, maternidades, policlínicas, hospitales generales y de especialidades, centros médicos y unidades de rehabilitación físico-mental.	Hasta 9 camas.		
Centros de espectáculos culturales y recreativos	Jardines de eventos	Cualquier superficie por uso	DUF	
Parques y jardines	Plazas, jardines botánicos, juegos infantiles, parques y jardines en general.	Cualquier superficie por uso		
Instalaciones hoteleras	Búngalos y cabañas rústicas	Cualquier superficie por uso	DUF	

Actividades permitidas en la zona SSNR12				**Actividades Contempladas para el Proyecto**
Uso	**Uso Especifico**	**Superficie por uso**	**DUF**	
	Hoteles, moteles, posadas y casas de huéspedes	Cualquier superficie por uso	DUF	
Turismo	De aventura	Cualquier superficie por uso	DUF	
	Bajo impacto	Cualquier superficie por uso		
Estacionamientos públicos	Verticales, horizontales y pensiones.	Hasta 50 cajones.		
	Verticales, horizontales y pensiones.	Más de 50 cajones.	DUF	
Actividades Secundarias				
Manufacturera de productos de Madera, palma, mimbre y corcho.	Fabricación de triplay, fibracel y tableros aglutinados; productos diversos de corcho y harina de madera; productos de madera para la construcción; casas de madera; muebles de madera; mimbre, bambú y mixtos; envases de madera y otros materiales de origen vegetal; ataúdes, artículos de cocina, accesorios y productos de madera y palma en general.	Hasta 600 m² por uso	DUF	
Actividades Primarias				
Establecimiento de UMA (Unidades de Manejo para la conservación de vida silvestre)	De restauración Protección Mantenimiento Investigación Rescate Resguardo Recreación Educación ambiental Rehabilitación Repoblación Reintroducción Reproducción Aprovechamiento Extractivo de flora y fauna Recuperación	Cualquier superficie por uso		
Viveros	Cultivo de coníferas y latifoliadas como pinos, encinos y ailes.	Cualquier superficie por uso		
	Cultivo de cactáceas como mamilaria, órgano, nopal y maguey.			
	Cultivo de árboles exóticos exclusivos para barreras arbóreas como eucalipto y casuarinas.			
	Producción de esquejes de flores, plantas ornamentales y medicinales.			
	Producción de cactáceas, frutas caducifolias.			
Captación y distribución de agua	Captación, tratamiento, conducción y distribución de agua.	Cualquier superficie por uso		
	Operación de plantas potabilizadoras.	Cualquier superficie por uso		
Instalaciones de antenas de comunicación	Torres y mástiles en patio máximo 45 m	Cualquier superficie por uso	DUF	

Actividades permitidas en la zona SSNR12				**Actividades Contemplad as para el Proyecto**
Uso	**Uso Especifico**	**Superficie por uso**	**DUF**	
	Torres y mástiles máx. 20 m.	Cualquier superficie por uso	DUF	

*DUF: Dictamen Único de Factibilidad

Se pretende que, con este DTU, el Ayuntamiento esté en condiciones de evaluar la factibilidad del Proyecto que se presenta para su validación.

En el PMDUVB se presentan cuadros de compatibilidades que explican de manera tabular, a través de una tabla de doble entrada, si un uso de suelo es compatible con otro a partir de la clasificación de actividades económicas (primarias, secundarias y terciarias). En cada caso, a partir de la clasificación de Uso General, Uso Específico y Unidad de Superficie, se cruza con el tipo de uso de suelo con el que se quiere contrastar para establecer su compatibilidad. Los usos compatibles se designan con la letra "P" de Permitido. En la siguiente tabla se muestran las actividades compatibles con el uso de suelo clasificado como Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas (SSRN).

Tabla III.18. Compatibilidad de uso

Uso	**Uso Específico**	**Superficie por uso**	**Aprovechamiento sustentable de los Recursos Naturales**
			SSRN
Actividades secundarias			
Manufacturera de productos alimenticios, bebidas y tabaco.	Manufactura de conservas alimenticias de frutas y legumbres: preparación, conservación, envasado y deshidratación de frutas, legumbres, jugos, sopas, guisos, salsas y concentrados (caldos), productos en polvo para bebidas.	Hasta 600 m² por uso.	P
	Manufactura de productos de maíz y trigo: elaboración de productos de harina de maíz, de trigo y pastas	Hasta 600 m² por uso.	P
	Molinos de semillas, chiles y granos.	Hasta 600 m² por uso.	P
Manufacturera a base de minerales no metálicos.	Elaboración de alfarería, cerámica, muebles y materiales para la construcción a base de arcilla, fabricación y productos de vidrio en general.	Hasta 250 m² por uso.	P
Manufacturas domiciliarias	Elaboración de dulces, mermeladas, salsas, pasteles y similares, bordados y costuras, cerámica en pequeña escala, calzado y artículos de cuero en pequeña escala, joyería y orfebrería, talleres.	Hasta 30m² por uso	P
Actividades Primarias			
Agricultura	De traspatio	Hasta 150 m² por uso.	P
Establecimiento de UMA (Unidades de Manejo para la conservación de vida silvestre)	De restauración Protección Mantenimiento Investigación Resguardo Recreación Educación ambiental	Cualquier superficie por uso	P

Uso	**Uso Específico**	**Superficie por uso**	**Aprovechamiento sustentable de los Recursos Naturales**
			SSRN
	Rehabilitación Repoblación Reintroducción Reproducción Aprovechamiento Extractivo de flora y fauna Recuperación		
Viveros	Cultivo de coníferas y latifoliadas como pinos, encinos y ailes.	Cualquier superficie por uso	P
	Cultivo de cactáceas como mamilaria, órgano, nopal y maguey.		
	Cultivo de árboles exóticos exclusivos para barreras arbóreas como eucalipto y casuarinas.		
	Producción de esquejes de flores, plantas ornamentales y medicinales.		
	Producción de cactáceas, frutas caducifolias.		

III.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

1. AIRE

A continuación, se enlistan las normas oficiales mexicanas en materia de aire que se vinculan al Proyecto en la siguiente tabla:

Tabla III.19. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Aire

Norma Oficial Mexicana	**Descripción**
NOM-041-SEMARNAT-2015	En esta norma se establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Esta norma establece los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición para vehículos en circulación que usan diésel como combustible.

Las normas mencionadas con anterioridad se vinculan al Proyecto ya que se utilizarán vehículos para las actividades de Preparación del Sitio, Construcción y Operación del Proyecto, los cuales serán periódicamente verificados para cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017. Para lo cual se contemplarán las medidas correspondientes garantizar su cumplimiento (capitulo VII).

2. RUIDO

Las normas aplicables al Proyecto en materia de ruido, se enlistan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla III.20. Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido

Norma Oficial Mexicana	**Descripción**
NOM-080-SEMARNAT-1994	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.

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-081-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

En el proyecto que se sujeta a validación se hará el mantenimiento periódico del equipo y maquinaria que será utilizada durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto y cumplirán con lo estipulado en la normatividad aplicable. Por lo que se contemplan medidas para garantizar su cumplimiento (Anexo 6.2.2. Complemento Control de Ruido).

3. AGUA

El agua residual generada en el Proyecto cumplirá con los términos previstos por las Normas Oficiales Mexicanas que a continuación se presentan.

Tabla III.21. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Agua

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
NOM-003-SEMARNAT-1996.	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
NOM-011-CONAGUA-2015	Conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.
NOM-006-CNA-1997	Fosas sépticas prefabricadas-Especificaciones y métodos de prueba.

4. FLORA Y FAUNA

En materia de flora y fauna se identificó como normativa aplicable al proyecto la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla III.22. Normas Oficiales Mexicanas para la protección de Flora y Fauna.

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Al respecto cabe destacar que el proyecto contempla dos tipos de programas y sus complementos (Anexo 5. *Programa de Reforestación y Restauración de Flora* y Anexo 6. *Programa de Protección de Fauna*) que se enfocarán principalmente al rescate y reubicación de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que el Proyecto no pondrá en riesgo su conservación. Además, se contempla el monitoreo de estas medidas para verificar su efectividad.

5. RESIDUOS.

Se pretende que durante las etapas de construcción y operación del Proyecto no se generen residuos de manejo especial, pero para el caso de que no se pueda evitar su generación se sujetará a lo establecido en las siguientes normas:

Tabla III.23. Normas Oficiales Mexicanas en Manejo de Residuos Peligrosos

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

Asimismo, se implementarán las medidas necesarias de manejo de residuos sólidos específicos para el proyecto y los residuos urbanos serán entregados a las empresas de recolección correspondientes.

III.6.1. NORMAS TÉCNICAS ESTATALES AMBIENTALES.

1. SUELOS.

En materia de suelos, se vinculan al Proyecto las siguientes Normas Técnicas Estatales Ambientales:

Tabla III.24. Normas Técnicas estatales para la Conservación de Suelos

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NTEA-009-SMA-RN-2008	Establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el Uso, conservación y restauración de suelos en Áreas Naturales Protegidas del Estado de México.
NTEA-006-SMA-RS-2006	Establece los requisitos para la producción de los mejoradores de suelos elaborados a partir de residuos orgánicos.

2. RESIDUOS

Las Normas Técnicas Estatales Ambientales que se vinculan al Proyecto en materia de Residuos son las siguientes:

Tabla III.25. Normas Técnicas Estatales en materia de Residuos

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NTEA-010-SMA-RS-2008	Establece los requisitos y especificaciones para la instalación, operación y mantenimiento de infraestructura para el acopio, transferencia, separación y tratamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México.
NTEA-011-SMA-RS-2008	Establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México.

3. VIVIENDA

Las Normas Técnicas Estatales Ambientales que se vinculan al Proyecto en materia de vivienda.

Tabla III.26. Normas Técnicas Estatales en materia de vivienda

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NTEA-012-SMA-DS-2009	Establece las especificaciones de protección ambiental para la selección, preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto de vivienda en el territorio del Estado de México.

III.7. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN.

El Área del Proyecto se encuentra ubicada dentro de dos Áreas Naturales Protegidas, una es la Zona Protectora Forestal de los terrenos constitutivos del "Área de Protección de Recursos Naturales de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec" de carácter Federal y la segunda es el Parque Estatal "Santuario del Agua Valle de Bravo" de carácter Estatal.

1. ÁREAS NATURALES FEDERALES.

Las Áreas Naturales Protegidas son un instrumento de política ambiental orientado hacia la protección de porciones terrestres o acuáticas representativas de los diversos ecosistemas que componen el territorio nacional, en donde los cambios a los ecosistemas no han sido sustanciales. Estas áreas se encuentran sometidas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo según sea el caso.

El organismo encargado de administrar estas áreas es la Comisión Nacional de Áreas naturales Protegidas (CONANP), actualmente administra 174 áreas de carácter federal. En el Estado de México las áreas protegidas naturales cubren el 40.98% de la superficie estatal (922,150.17 hectáreas) que entre parques nacionales, estatales, municipales, reservas ecológicas federales, estatales, etc. dan un total de 83 áreas con algún tipo de protección o manejo.

2. ZONA PROTECTORA FORESTAL DE LOS TERRENOS CONSTITUTIVOS DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS VALLE DE BRAVO, MALACATEPEC, TILOSTOC Y TEMASCALTEPEC

El Área de Protección de Recursos Naturales Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, originalmente se estableció mediante un decreto presidencial como Zona Protectora Forestal los terrenos constitutivos de las Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, el 15 de noviembre de 1941. Mediante un acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 23 de junio de 2005, que se le categorizó como Área de Protección de los Recursos Naturales, es para el 30 de noviembre de 2018 que se promulga el Programa de Manejo del Área Natural Protegida con la Categoría del Área de Protección de Recursos Naturales Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec mediante la publicación en el Diario Oficial de la Federación.

El objetivo principal del Programa de Manejo es constituir en instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración del Área de Protección de Recursos Naturales Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec.

Dentro de sus objetivos específicos se menciona:

- ***Protección:*** *favorecer la permanencia y conservación de la diversidad biológica Área de Protección de Recursos Naturales, a través del establecimiento y promoción de un conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar el deterioro de los ecosistemas.*

- ***Manejo****: establecer políticas, estrategias y programas, con el fin de determinar actividades y acciones orientadas al cumplimiento de los objetivos de conservación, protección, restauración, capacitación, educación y recreación del Área de Protección de Recursos Naturales, a través de proyectos alternativos y la promoción de actividades de desarrollo sustentable.*

Para el diagnóstico del área natural protegida, su territorio se dividió en 5 regiones, las cuales se delimitaron con base en las necesidades de operación actual y con el objetivo de lograr una administración efectiva y eficiente de las 140,234.43 hectáreas y los 11 municipios que abarcan su territorio. Esta regionalización se utilizó para la reactivación de Consejo Asesor del Área Natural Protegida.

Las regiones y los municipios en las cuales se dividió el territorio son las siguientes:

1. **Malacatepec:** Abarca el 26.68 % del ANP, comprende los municipios de Donato Guerra, Villa de Allende y Villa Victoria.

2. **Tilostoc:** Abarca el 10.63 % del ANP, comprende los municipios de Ixtapan del Oro, Santo Tomás de los Plátanos y Otzoloapan.

3. **Temascaltepec:** Abarca el 21.58 % del ANP, comprende los municipios de Temascaltepec, Zinacantepec y San Simón de Guerrero.

4. **Amanalco:** Abarca el 13.73 % del ANP, comprende el municipio de Amanalco.

5. **Valle de Bravo:** Abarca el 27.37 % del ANP, comprende el municipio de Valle de Bravo.

Respecto a los aspectos ecosistémicos, en todas las regiones del ANP, el área de oportunidad más documentada es el abatimiento y contaminación de cuerpos de agua y ríos.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su artículo 3 fracción XXXIX, señala que la Zonificación, es el instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria. Asimismo, existirá una subzonificación, la cual consiste en el instrumento técnico y dinámico de planeación, que se establecerá en el programa de manejo respectivo, y que es utilizado en el manejo de las áreas naturales protegidas, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de amortiguamiento, previamente establecidas mediante la declaratoria correspondiente.

Los criterios utilizados para llevar a cabo la subzonificación del Área de Protección de Recursos Naturales, Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, se derivan de lo establecido en sus Considerandos Tercero y Cuarto del Decreto por el que se declaró Zona Protectora Forestal, de fecha 21 de octubre de 1941, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre del mismo año, así como lo establecido en su Considerando del Acuerdo por el que se determina como Área Natural Protegida de competencia Federal, con la categoría de Área de Protección de Recursos Naturales; tomando como base el objeto de creación del área, consistente en la preservación y protección de las cuencas hidrológicas señaladas y sus recursos naturales; con la finalidad de identificar y delimitar las porciones del territorio que la conforman, atendiendo a lo establecido por los artículos 47 BIS y 47 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; con la finalidad de garantizar el Derecho Humano de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, consagrado en el artículo 4 de nuestra Carta Magna, cuyo deber del Estado es garantizarlo.

Ahora bien, la sub zonificación del área de protección de recursos naturales “Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec” (APRN-VB) y particularmente, la sub zona de

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales Valle de Bravo y su polígono número cinco, "Cerro Colorado", donde se ubica el proyecto, es la unidad territorial que cuyo manejo ambiental imprime las restricciones más severas para el desarrollo del proyecto.

En forma general, el artículo 47 BIS, fracción II, inciso c) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente describe las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales como: *"aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas, se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable; y en donde se permitirán exclusivamente el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, siempre que estas acciones generen beneficios preferentemente para los pobladores locales, la investigación científica, la educación ambiental y el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto ambiental"*.

En forma específica, la sub zonificación del programa de manejo (PM) del APRN-VB acota las siguientes actividades no permitidas que se vinculan de alguna forma con el proyecto:

1. Acosar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres.

2. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre.

3. Apertura de nuevas brechas o caminos, salvo las brechas de saca

4. Capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre o sus productos, salvo para colecta científica.

5. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza, que generen la suspensión de sedimentos, o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas dentro del área protegida o zonas aledañas

6. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo

7. Rellenar, interrumpir, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros flujos hidráulicos

En cambio, el PM lista las siguientes actividades permitidas que acogen en forma directa e indirecta el desarrollo del proyecto:

1. Construcción de Infraestructura de apoyo a las actividades de investigación científica, manejo de vida silvestre, operación del Área Natural Protegida, educación ambiental y turismo de bajo impacto ambiental.

2. Construcción, operación y utilización de infraestructura exclusivamente con fines habitacionales.

3. Establecimiento de UMA con fines de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, recreación, educación ambiental y aprovechamiento extractivo.

4. Mantenimiento de brechas y caminos ya existentes, siempre y cuando no se pavimenten ni se modifiquen sus dimensiones y características actuales.

5. Mantenimiento de infraestructura existente.

6. Obras de conservación de suelos y captación de agua que no modifiquen el paisaje original.

7. Turismo de bajo impacto ambiental.
8. Turismo de aventura.

Atendiendo a lo anterior, el proyecto se vincula y no se contrapone con las prohibiciones en el Programa de Manejo, ya que se pretende construir infraestructuras exclusivamente habitacionales.

El Área de Protección de Recursos Naturales Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, Estado de México comprende las siguientes sub zonas:

- Zona de Amortiguamiento
- Sub zona de Preservación Mariposa Monarca.
- Sub zona de Preservación Zonas de Captación de Agua
- Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Bosques Conservados
- Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Áreas Agropecuarias
- Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Valle de Bravo
- Sub zona de Aprovechamiento Especial Relleno Sanitario Cuadrilla de Dolores
- Sub zona de Aprovechamiento Especial Sistema Cutzamala
- Sub zona de Uso Público
- Sub zona de Asentamientos Humanos
- Sub zona de Recuperación

Es preciso indicar que el Proyecto se localiza entre la superficie de la Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales, Bosques Conservados y la Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Valle de Bravo.

La Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Bosques Conservados se distribuye en toda el Área Natural Protegida, generalmente rodea la sub zona de preservación e incluyen las superficies boscosas en buen estado de conservación las cuales son fundamentales para mantener la conectividad ecología entre las cuatro Área Natural Protegidas que se encuentran contiguas como son la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Parque Nacional Bosencheve, Área de Protección de Recursos Naturales Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec y el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca que en conjunto abarcan una extensión de 261,108.168208 hectáreas.

El principal servicio ambiental que provee esta sub zona es la captación y distribución de agua potable. Asimismo, favorece la retención de humedad, la recarga del acuífero, la prevención de la erosión; contribuye a mejorar la calidad del aire, la mitigación de los efectos del cambio climático, al sostenimiento de poblaciones y comunidades biológicas de flora y fauna silvestre. El sistema ecológico de esta sub zona contribuye a la conservación de los hábitats, procesos biológicos y evolutivos de numerosas especies de flora, fauna y hongos; constituye escenarios para el desarrollo de actividades productivas, turísticas, deportivas, recreativas de educación e investigación, algunas de ellas, de relevancia nacional e internacional. De igual manera, este sistema ecológico representa un servicio de provisión y de sustento representado por la madera, leña, recursos diversos, los cuales son de importancia para el bienestar humano, utilizados como materiales de construcción, fuente de energía, usos múltiples así como de aporte económico. Asimismo, puede contribuir a los apoyos económicos directos para los propietarios y poseedores de terrenos forestales en buen estado de conservación por el pago por servicios ambientales.

Para conservar la flora y fauna de la sub zona, es necesario restringir la captura, extracción o cualquier tipo de interacción con las especies de vida silvestre, así como desarrollar actividades que afecten o

destruyan sus sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción pues de ello depende en gran medida su sobrevivencia o permanencia en la sub zona.

Las actividades permitidas en la Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Bosques Conservados son:

Tabla III.27. Vinculación con el Proyecto de las actividades No permitidas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Bosques Conservados

	Actividades permitidas	**Actividades no permitidas**	**Vinculación con el Proyecto**
1	Actividades culturales tradicionales	Acosar o dañar de cualquier forma a las especies silvestre	El Proyecto no acosará ni dañará las especies silvestres, antes bien, se regirá por un *Programa de Reforestación y Restauración de Flora*, el cual incluía medidas para garantizar la sobrevivencia de las especies que se encuentran catalogadas en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.
3	Colecta científica de recursos biológicos forestales	Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre	Previo a la construcción del Proyecto se realizarán actividades para prevenir y/o mitigar los impactos a la flora y fauna como es el rescate y reubicación de especies de vida silvestre.
4	Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre	Apertura de nuevas brechas o caminos, salvo las brechas de saca	El diseño de los caminos interiores del Proyecto se realizará con base en el aprovechamiento de la red de caminos y veredas existente, ya que estos han reconocido las pendientes, los escurrimientos y las trayectorias más eficientes. Esto permite minimizar los impactos que podrían generarse al suelo, patrón de escurrimientos y la vegetación.
5	Construcción de Infraestructura de apoyo a las actividades de investigación científica, manejo de vida silvestre, operación del Área Natural Protegida, educación ambiental y turismo de bajo impacto ambiental	Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial, o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar	El Proyecto contempla la implementación de un *Reglamento General*, el cual incluirá las acciones requeridas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido que deberán seguir todo el personal que ingrese a las inmediaciones.
11	Manejo forestal sustentable	Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo	Uno de los objetivos del Proyecto es implementar acciones para la conservación del bosque y los servicios ambientales. Adicionalmente, se implementará un *Programa de Reforestación y Restauración* el cual incluirá acciones para garantizar la dinámica natural del ecosistema.
12	Mantenimiento de brechas y caminos ya existentes, siempre y cuando no se pavimenten ni se modifiquen sus dimensiones y características actuales	Rellenar, interrumpir, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros flujos hidráulicos	El Proyecto no interferirá en los cauces de los escurrimientos perennes, ni realizará ningún tipo de actividad en ellos.

	Actividades permitidas	Actividades no permitidas	Vinculación con el Proyecto
14	Obras de conservación de suelos y captación de agua que no modifiquen el paisaje original		En las zonas donde se construirán las viviendas son claros donde el Proyecto se complementara por distintos programas ambientales anexos a este documento que plantean como medida compensatoria la reforestación en claros forestales, veredas y caminos preexistentes, con la finalidad de incrementar la cubierta vegetal por medio de acciones que garanticen que no se comprometerá la biodiversidad, el suelo no se erosionará ni perderá su capacidad reproductiva y el agua no perderá su calidad ni la tasa de infiltración. Adicionalmente, el abastecimiento del agua para el Proyecto se hará mediante la captación de agua pluvial en estanques artificiales con una superficie aproximada de 400 a 500 m^2, con un sistema de almacenamiento con cisternas de 300 m^3 revestidos con geo membrana.
15	Turismo de bajo impacto ambiental		El Proyecto se plantea como un desarrollo habitacional de bajo impacto.
16	Turismo de aventura		No se desarrollará turismo de aventura.

La Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Valle de Bravo, abarca una superficie de 19 647.44532 hectáreas, integrada por los polígonos: Chila, San Gaspar, San Bartolo, Santa Teresa Tiloxtoc, Cerro Colorado, Guadalupe, El Ídolo, La Cualta, Pinar de Osorio, IZAR A e IZAR B. Constituida por bosque de pino y encino, bosque mesófilo de montaña, estos ecosistemas forestales son de importancia para la provisión de servicios ambientales, sobre todo los de captación de agua.

Por las características anteriormente descritas, las razones mencionadas en los párrafos que anteceden y de conformidad con lo establecido por el artículo 47 BIS, fracción II, inciso c) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que dispone que las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales son aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas, se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable; y en donde se permitirán exclusivamente el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, siempre que estas acciones generen beneficios preferentemente para los pobladores locales, la investigación científica, la educación ambiental y el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto ambiental.

El tipo de actividades que son permitidas y no permitidas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Valle de Bravo, así como su vinculación con el Proyecto se describen a continuación:

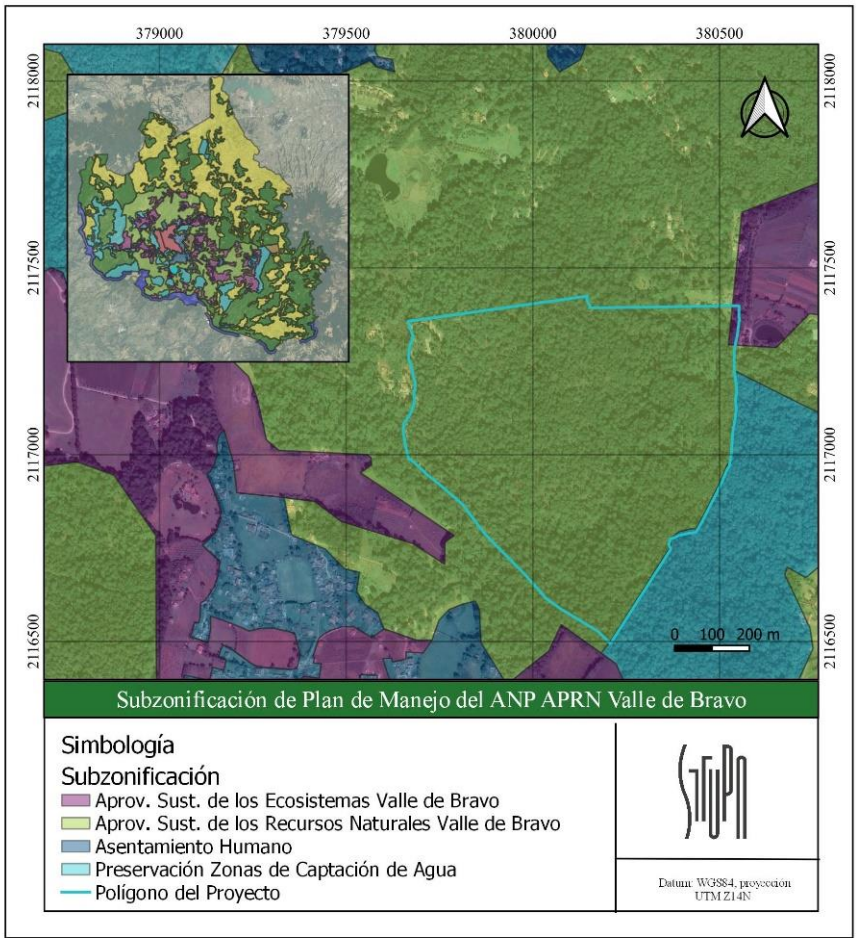
Tabla III.28. Vinculación con el Proyecto de las actividades No permitidas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Valle de Bravo

	Actividades permitidas	**Actividades no permitidas**	**Vinculación con el Proyecto**
1	Actividades culturales tradicionales	Acosar o dañar de cualquier forma a las especies silvestre	El Proyecto no acosará ni dañará las especies silvestres, antes bien, se regirá por un *Programa de Reforestación y Restauración de Flora*, el cual incluía medidas para garantizar la sobrevivencia de las especies que se encuentran catalogadas en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.
2	Apertura de brechas de saca	Agricultura	No aplica ya que el Proyecto no contempla desarrollar actividades de agricultura.
3	Colecta científica de recursos biológicos forestales	Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre	Previo a la construcción del Proyecto se realizarán actividades para prevenir y/o mitigar los impactos a la flora y fauna como es el rescate y reubicación de especies de vida silvestre.
4	Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre	Apertura de nuevas brechas o caminos, salvo las brechas de saca	El diseño de los caminos interiores del Proyecto se realizará con base en el aprovechamiento de la red de caminos y veredas existente, ya que estos han reconocido las pendientes, los escurrimientos y las trayectorias más eficientes. Esto permite minimizar los impactos que podrían generarse al suelo, patrón de escurrimientos y la vegetación
5	Construcción de Infraestructura de apoyo a las actividades de investigación científica, manejo de vida silvestre, operación del Área Natural Protegida, educación ambiental y turismo de bajo impacto ambiental	Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial, o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar	El Proyecto contempla la implementación de un *Reglamento General*, el cual incluirá las acciones requeridas para evitar la contaminación por desechos sólidos, líquidos, gaseosos o ruido que deberán seguir todo el personal que ingrese a las inmediaciones.
6	Construcción, operación y utilización de infraestructura exclusivamente con fines habitacionales	Capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre o sus productos, salvo para colecta científica	El Proyecto se diseñó con el propósito de brindar vivienda con fines habitacionales, no acosará ni dañará las especies silvestres, antes bien, se regirá por distintos programas ambientales anexos a este documento, los cuales incluyen medidas para garantizar la sobrevivencia de las especies que se encuentran catalogadas en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.
7	Educación ambiental	Construir confinamiento de residuos, así como de materiales y sustancias peligrosas	No aplica, el Proyecto no realizará confinamiento de materiales ni sustancias peligrosas.
8	Encender fogatas	Construir sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	No aplica, el Proyecto no construirá sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
9	Establecimiento de UMA con fines de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación,	Ganadería incluyendo el pastoreo	No aplica ya que el Proyecto no contempla actividades de ganadería.

	Actividades permitidas	**Actividades no permitidas**	**Vinculación con el Proyecto**
	recreación, educación ambiental y aprovechamiento extractivo		
10	Filmaciones, actividades de fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio	Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza, que generen la suspensión de sedimentos, o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas dentro del área protegida o zonas aledañas	No aplica, el Proyecto no realizará actividades de dragado.
11	Investigación científica y monitoreo ambiental	Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo	Uno de los objetivos del Proyecto es implementar acciones para la conservación del bosque y los servicios ambientales. Adicionalmente, se implementará un *Programa de Reforestación y Restauración* el cual incluirá acciones para garantizar la dinámica natural del ecosistema.
12	Manejo forestal sustentable	Rellenar, interrumpir, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros flujos hidráulicos	El Proyecto no interferirá en los cauces de los escurrimientos perennes, ni realizará ningún tipo de actividad en ellos y se regirá por un *Programa de Reforestación y Restauración* el cual incluirá acciones para garantizar la dinámica natural del ecosistema.
13	Mantenimiento de brechas y caminos ya existentes, siempre y cuando no se pavimenten ni se modifiquen sus dimensiones y características actuales		El Proyecto realizará mantenimiento periódico a los caminos existentes.
14	Mantenimiento de infraestructura existente		Dentro del área del Proyecto no existe infraestructura existente.
15	Obras de conservación de suelos y captación de agua que no modifiquen el paisaje original		En las zonas donde se construirán las viviendas son claros donde el Proyecto se complementará por distintos programas ambientales anexos a este documento y que plantean como medida compensatoria la reforestación en claros forestales, veredas y caminos preexistentes, con la finalidad de incrementar la cubierta vegetal por medio de acciones que garanticen que no se comprometerá la biodiversidad, el suelo no se erosionará ni perderá su capacidad reproductiva y el agua no perderá su calidad ni la tasa de infiltración.
16	Turismo de bajo impacto ambiental		El Proyecto se plantea como un desarrollo habitacional de bajo impacto.
17	Turismo de aventura		No se desarrollará turismo de aventura.

El estado de conservación que guardan los recursos naturales de la ANP se puede afirmar que los ecosistemas se encuentran mayormente perturbados en la cercanía de Valle de Bravo y en la parte alta de la cuenca. Los problemas devienen en el desorden ecológico que provoca el deterioro del hábitat. Así mismo, la escaza participación de la población imposibilita el desarrollo de las actividades productivas, por ello es necesario involucrar a la población en las actividades del manejo sustentable del área natural protegida.

En este sentido, el Proyecto no contraviene las disposiciones consideradas en el Área de Protección de Recursos Naturales, Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, no interfiere sobre las corrientes de agua y cuerpos de captación, contribuye a preservar la conservación de la zona con las medidas de mitigación y conservación propuestas. El Proyecto implementará el Programa de Reforestación y Restauración de Flora para asegurar un correcto funcionamiento respetando el ecosistema.



Mapa III.5. Área de Protección de Recursos Naturales "Zona Protectora Forestal de las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec"

3. ÁREAS NATURALES ESTATALES Y MUNICIPALES

De acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, el municipio de Valle de Bravo cuenta con cinco áreas naturales con algún régimen de protección, las cuales son:

Tabla III.29. Áreas Naturales Protegidas ubicadas en el Municipio Valle de Bravo

Nombre	Categoría	Fecha de decreto	Superficie (has)
Cerro Cualtenco-El Cerrillo	Parque estatal	14 de octubre de 1992	193.33
Cerro Colorado	Reserva de protección de flora y fauna silvestre	19 de agosto de 1991	102.00
Santuario del Agua-Presa Corral de Piedra	Parque estatal	23 de junio de 2003	3,622.70

Nombre	Categoría	Fecha de decreto	Superficie (has)
Santuario del Agua de Valle de Bravo	Parque estatal	12 de noviembre de 2003	15,365.23
Monte Alto	Reserva ecológica estatal	19 de agosto de 1991	678.19

a) PARQUE ESTATAL "SANTUARIO DEL AGUA VALLE DE BRAVO"

El Proyecto se localiza en dentro del área del Parque Estatal "Santuario del Agua de Valle de Bravo". El Parque Estatal "Santuario del Agua Valle de Bravo" fue decretado el Parque Estatal el 12 de noviembre de 2003, mediante la publicación en el Periódico Oficial de la Gaceta del Gobierno. El 8 de febrero de 2007 fue publicado en el citado periódico oficial, su correspondiente Programa de Manejo, que actúa como un instrumento que busca planear, guiar y controlar el aprovechamiento, protección, conservación y restauración de los recursos naturales con los que cuenta el parque, así como las actividades y acciones que se lleven a cabo en un periodo de tiempo específico.

El Objetivo principal:

- Se establece el proteger, conservar y restaurar el parque estatal denominado Santuario del Agua Valle de Bravo, a través del establecimiento de bases de planificación, con la finalidad de dar un aprovechamiento sustentable a los recursos físicos, biológicos y humanos.

Los objetivos específicos son:

- Caracterizar las principales zonas del Parque Estatal para conocer las condiciones ambientales que presentan
- Identificar y diagnosticar las condiciones biofísicas de las áreas y lugares del Parque Estatal para elaborar la zonificación correspondiente
- Dar a conocer los recursos naturales, culturales, así como los servicios ambientales que brinda el Parque Estatal
- Identificar los principales riesgos de afectación, destrucción o contaminación del Parque
- Proporcionar las normas y directrices administrativas que rijan el "Santuario del Agua"
- Conservar los procesos de captación de agua, control de escurrimientos pluviales y prevención de la erosión de suelos
- Establecer y desarrollar programas productivos con la población asentada en las adyacencias del lugar, acorde con el desarrollo sustentable
- Determinar las condiciones óptimas y promover la participación social en los rubros de protección, conservación y restauración del Parque Estatal
- Conservar las áreas con alto valor para la preservación de servicios ambientales
- Recuperar la cobertura forestal de la subcuenca específica de Valle de Bravo

El programa de manejo del ANP establece para su territorio una zonificación de: Protección, Conservación, Restauración y Aprovechamiento, como resultado de un análisis integral de los diferentes datos generados en el diagnóstico efectuado.

Las directrices del proyecto se basan en líneas de uso sustentable y racional de los recursos naturales. Adicionalmente el proyecto permite el mejoramiento de dicho Santuario del Agua debido a las actividades que se implementarán encaminadas a la conservación del bosque, a la captación de agua pluvial, a la implementación de estrategias para el combate de incendios y a las actividades relacionadas con el saneamiento del bosque, reconociendo que dichas zonas son espacios territoriales cuya zonificación

reconozca los usos actuales y potenciales para posibilitar un adecuado desarrollo social y económico de las comunidades locales.

Se pretende que la zona siga siendo forestal con las medidas requeridas para su conservación, por medio de la ejecución de planes y programas para garantizar la permanencia en condiciones óptimas del bosque, por medio de la implementación de los siguientes programas, planes y reglamentos internos.

De acuerdo a lo mencionado en párrafos anteriores el área de interés se encuentra formando parte de dos zonas protegidas; Zona Protectora Forestal los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, Méx. y el Parque Estatal Santuario del Agua de Valle de Bravo.

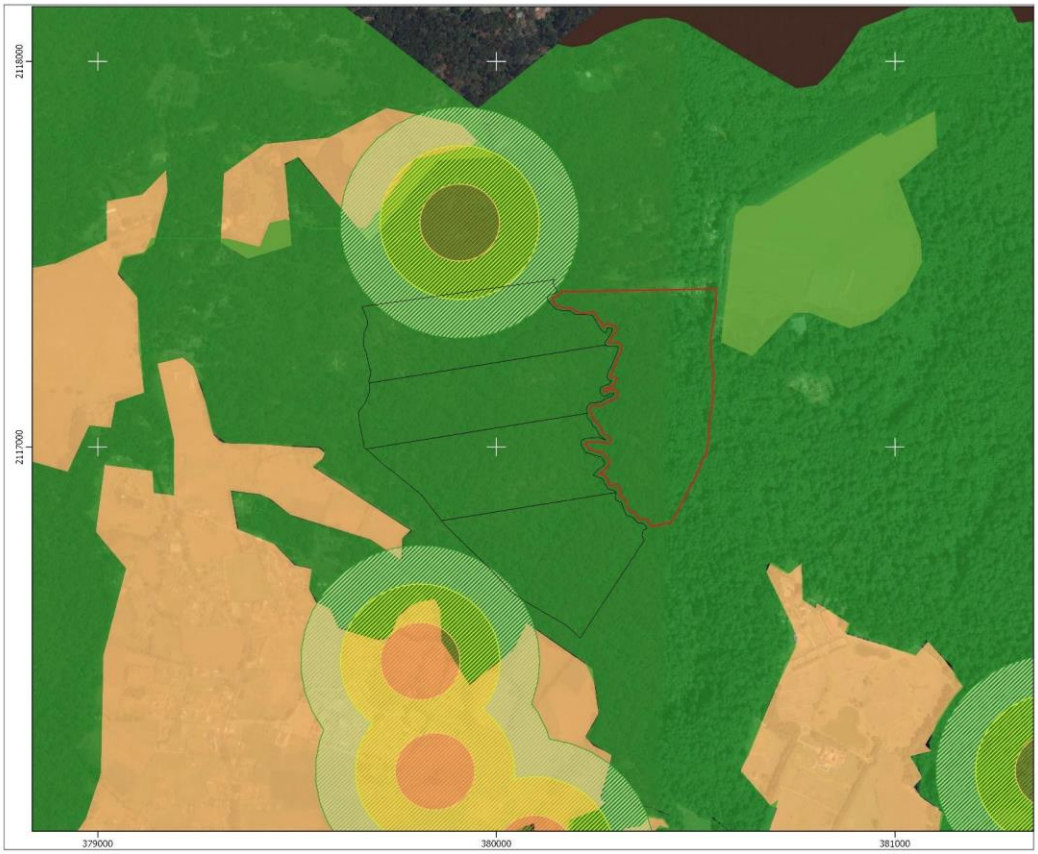


Figura III.2. Parque Estatal "Santuario del Agua Valle de Bravo"

4. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

Las Regiones Prioritarias Terrestres, Hidrológicas y Marinas, así como las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) establecidas por la CONABIO, no forman parte del SINAP y por tanto no tienen criterios de tipo vinculante con el uso de suelo, sin embargo, en la elaboración del presente documento se reflexionó sobre la pertinencia de identificar estas regiones a fin de tener claridad sobre la importancia para la conservación que tiene el Área del Proyecto.

a) REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), tienen como objetivo determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte del continental del territorio nacional, que contengan una riqueza

ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, junto con una integridad ecológica funcional relevante y cuyas oportunidades de conservación sean reales. Las RTP son áreas donde las características físicas y bióticas que favorecen condiciones importantes para la biodiversidad, donde la riqueza biológica e integridad ecológica las convierten en objetivos prioritarios para la conservación; en ocasiones las RTP contienen Áreas Naturales Protegidas por lo que la inclusión de estas suele ser frecuente.

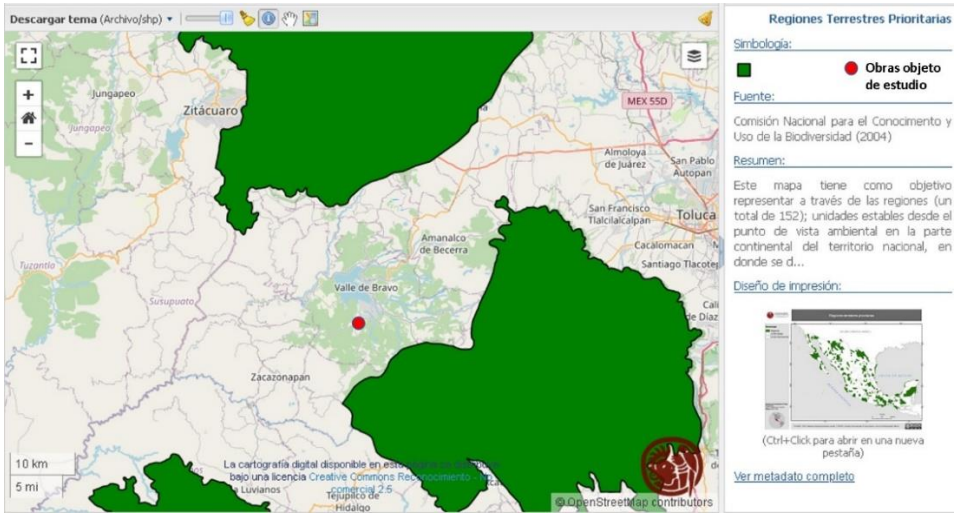
De acuerdo con la ubicación del Proyecto, no se ubica dentro de ninguna RTP, sin embargo, en los alrededores se localiza la ***Sierra de Chincua*** y ***El Nevado de Toluca***, por lo que su desarrollo no afectará dicha región.

b) REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), responden a la necesidad de revisar el estatus de la información acerca de la biodiversidad, así como del valor biológico de las cuencas hidrológicas y evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos; y finalmente el potencial para su adecuado manejo y conservación. Se determinan con base a su función en su biodiversidad, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte. Una región hidrológica de alta biodiversidad es un área que tiene la posibilidad actual o potencial para la conservación de sus recursos, y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos, resultado de las diferentes actividades de uso o explotación de recursos que realizan distintos sectores.

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. Por lo antes mencionado, se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su diversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial a su conservación; dentro de estas categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

De acuerdo con la ubicación del Proyecto, no se ubica dentro de ninguna RHP, sin embargo, se encuentra a una distancia aproximada de 7 km de la RHP **Los Azufres**, por lo que su desarrollo no afectará dicha región.



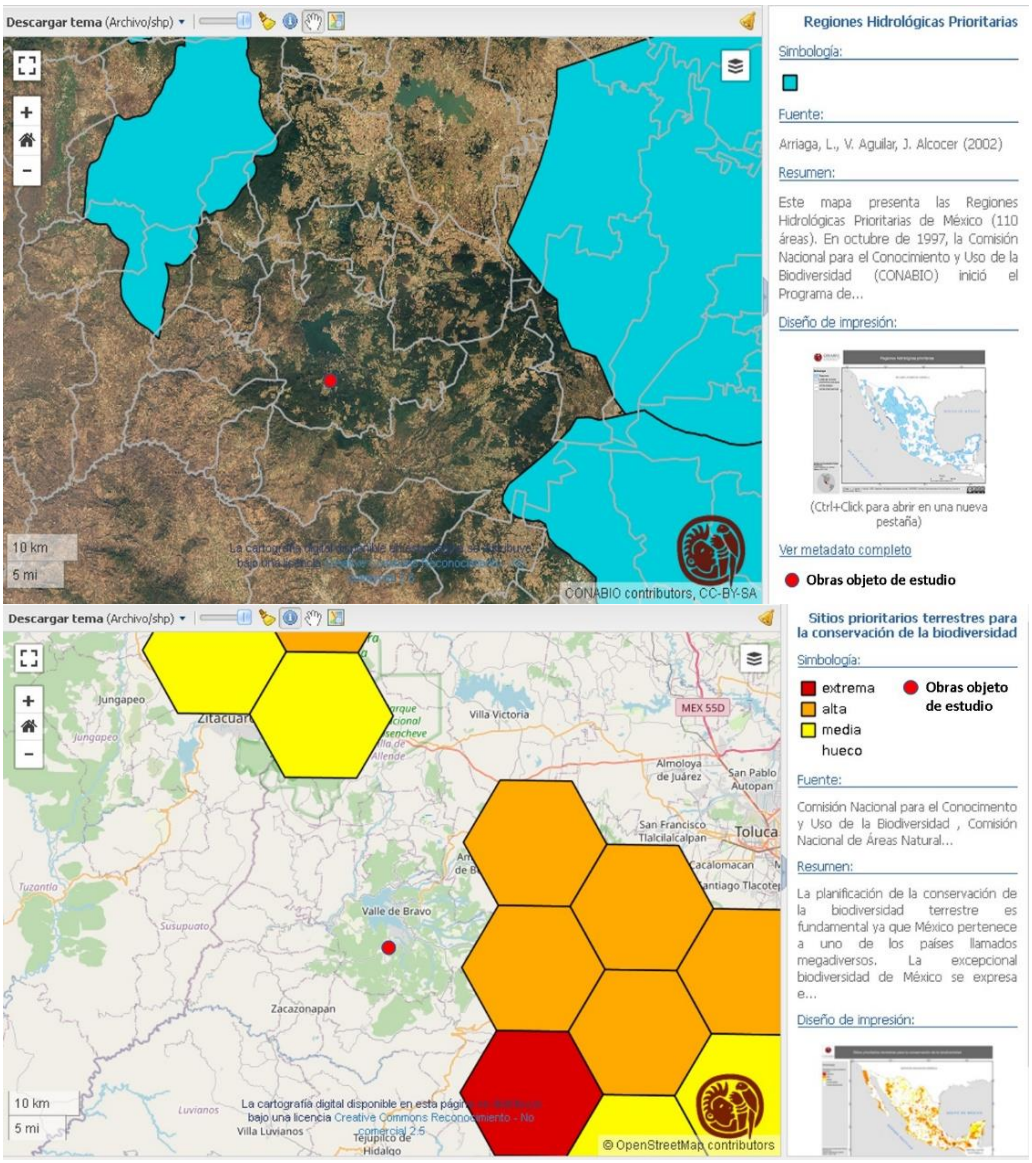


Figura III.3. Ubicación del Proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas y Terrestres Prioritarias

c) REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP)

Las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) son áreas donde se contemplaron las zonas costeras y oceánicas de México, las cuales son de gran importancia debido a la situación geográfica de nuestro país con costas en cuatro mares principales, Pacífico, Golfo de California, Golfo de México y mar Caribe, y niveles de riqueza, diversidad y endemismos comparables con los de la biota continental.

Debido a la ubicación del Proyecto dentro del Municipio de Valle de Bravo, Estado de México, no se localiza cercano a ninguna RMP.

d) ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA)

Existe un conjunto de áreas que sin contar con un decreto de protección federal han sido identificadas como relevantes para la conservación de las aves, denominadas “Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)”, estas son una red de sitios que destacan por su importancia en el

mantenimiento de las poblaciones de las aves a largo plazo, estas zonas se eligen con espacio suficiente que pueda albergar poblaciones de las especies de interés.

Las AICA´s surgieron como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Se pretende que sean una herramienta de información útil para la toma de decisiones que contribuya a normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación, así como proveer datos de distribución y ecología, a los estudiosos de las aves y contribuir a fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.

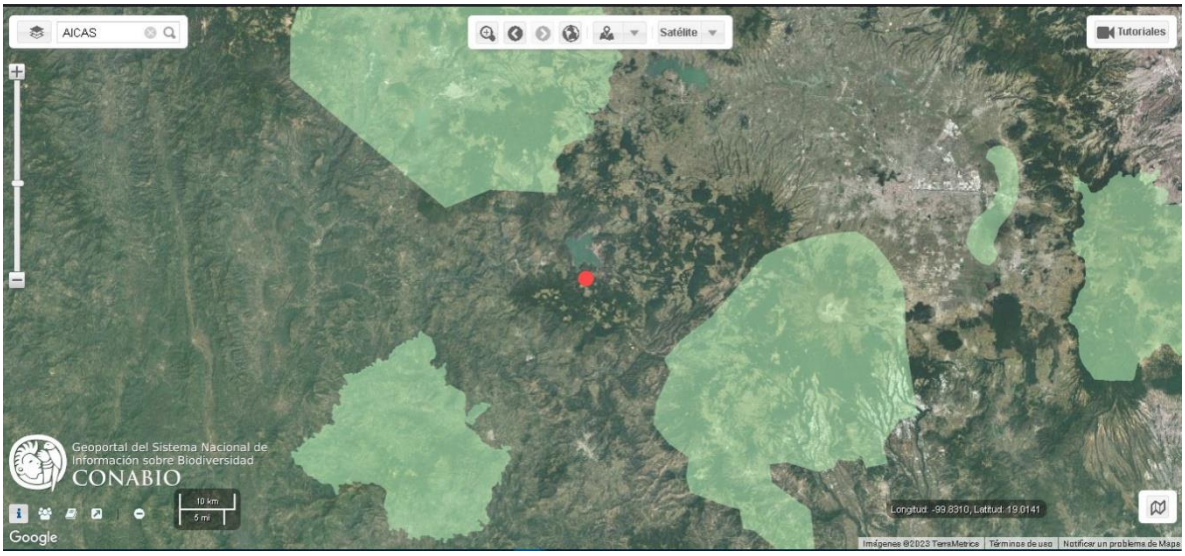


Figura III.4. Ubicación del Proyecto en las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

5. SITIOS RAMSAR

La Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas se firmó en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, entró en vigor en 1975 y fue modificada según el Protocolo de París, del 3 de diciembre de 1982.

La lista de RAMSAR es la Red más extensa de áreas protegidas del mundo. Hay más de 2.200 sitios RAMSAR que abarcan más de 2,1 millones de kilómetros cuadrados en los territorios de las 169 partes Contratantes de RAMSAR en todo el mundo, de los cuales México tiene actualmente 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios RAMSAR), con una superficie de 8,643,579 Ha.

Actualmente es el único Convenio entre gobiernos que se centra en la conservación y uso racional de los ecosistemas de Humedal, reconociendo de esta manera su importancia ecológica al ser uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad, y de los cuales depende la supervivencia de gran cantidad de especies.

El principal objetivo de la Convención Ramsar es: "*La conservación y el uso racional de los humedales a través de la acción nacional y mediante la cooperación internacional*".

En el Estado de México solo se localiza un Sitio RAMSAR, “Ciénegas de Lerma” y se encuentra a aproximadamente 65 km hacia el Este del Área del Proyecto, por lo tanto, el Proyecto no se ubica dentro de ningún sitio RAMSAR, por lo que su desarrollo no afectará dicha región.



Figura III.5. Ubicación del Proyecto en los Sitios Ramsar.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU)
DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL
MODALIDAD B-REGIONAL

CAPÍTULO IV

Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región

Proyecto:

"Sttupa Regeneración"

Valle de Bravo, Estado De México

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

En este capítulo se presentará el análisis realizado a la información recopilada, define la línea base que define la calidad del sistema ambiental regional (SAR) donde se espera establecer el proyecto. Idéntica los factores, componentes, elementos que se podrían ver afectados, o como en este caso, el escenario ambiental original o condiciones que existe antes de la realización de las obras del proyecto. Se define o establece el Sistema Ambiental de Referencia antes de iniciar las obras o actividades, se delimita claramente el área del estudio, se realiza un análisis retrospectivo de la calidad del hábitat del Sistema Ambiental Regional (SAR) mediante un ecosistema de referencia que nos permita obtener una aproximación al escenario original.

Este acercamiento permitirá compararlo con el escenario actual en el siguiente capítulo con el fin de identificar y calificar los impactos ambientales que fueron generados. La definición de delimitación de un sistema ambiental de referencia, depende del estado del ecosistema en el que se encuentran las obras; por lo tanto, se consideró las obras que comprenden una superficie de 7.96 ha. dentro de un predio de 55.0 ha. y donde se identificaron áreas no alteradas o intactas que permiten ser su propio referente (auto-referente); es decir en el mismo lugar, en el mismo tiempo (Mola *et al*, 2018).

De tal manera que este capítulo está dividido en dos subsistemas: medio abiótico y medio biótico, seguido de la descripción de los subsistemas y sus componentes correspondientes; finalizando con un enfoque ecosistémico que permita integrar todos los componentes y elementos en unidades funcionales ecosistémicas o de paisaje con el fin de identificar las interrelaciones o servicios ecosistémicos, a distinta escala e integradas en un sistema ambiental.

Lo anterior, permitirá comparar con el estado actual y evaluar los componentes, elementos que fueron alterados que afecta la funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios, y establecer las medidas correspondientes.

IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DÓNDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.

La definición o identificación del sistema permite identificar los componentes, elementos, indicadores, etc. que describen o caracterizan un sitio o región, desde un enfoque de sistema ambiental o ecosistémica, por consiguiente, el estado que guarda el sistema derivado de factores de disturbio, que podrían afectar la capacidad de resiliencia de este y sus consecuencias. Así mismo permite la valoración económica en el caso de la pérdida de los servicios ecosistémicos y definir las acciones de mitigación, indemnización o compensación ambiental correspondiente. Por otra parte, es la línea base a considerar en el caso de requerir acciones de ingeniería ambiental para solucionar problemas técnicos tendientes a la recuperación y restauración de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de los ecosistemas.

Para fines de este estudio se ha tomado el enfoque de restauración de la “Sociedad para la Restauración” (SER por sus siglas en inglés); de acuerdo a Mola I. *et* al (2018) un ecosistema se considera restaurado desde el punto de vista ecológico cuando:

1. Contiene suficientes elementos bióticos y abióticos para conservar su desarrollo sin actuaciones de mantenimiento continuado.
2. Se autorregula tanto estructural como funcionalmente.

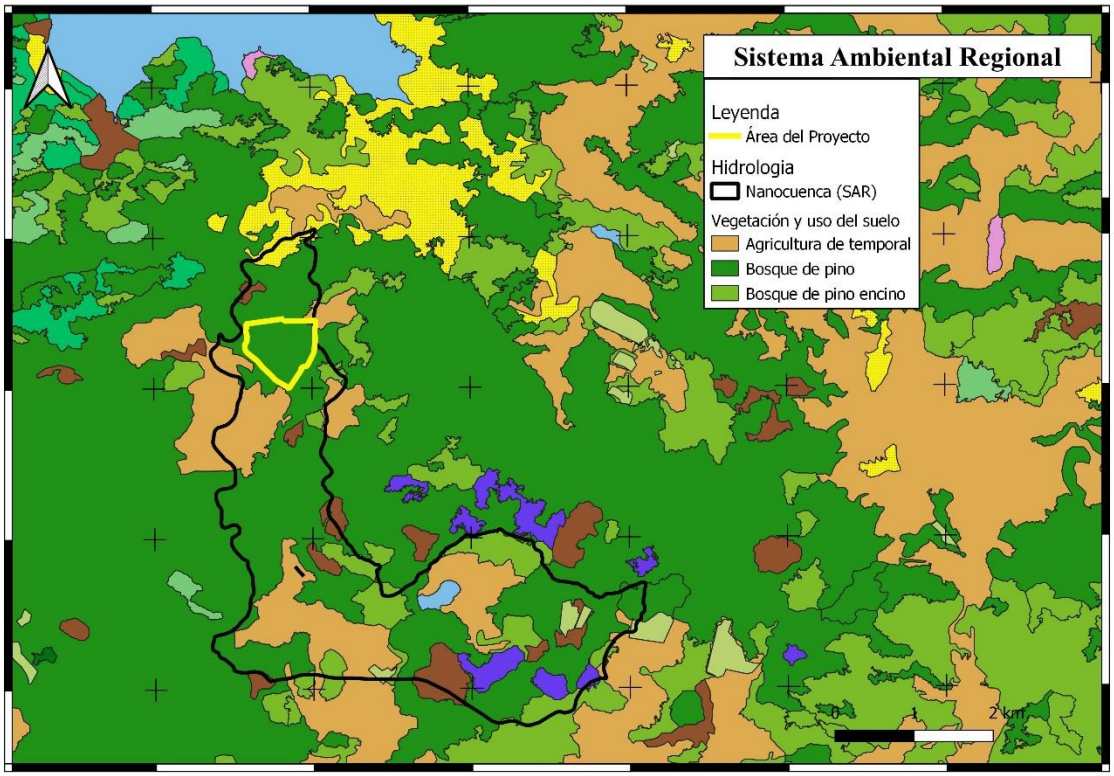
3. Demuestra resiliencia bajo circunstancias normales de estrés ambiental y otras perturbaciones.
4. Se integra e interacciona a diferentes escalas con otros ecosistemas, estableciendo flujos bióticos, abióticos y/o culturales.

Derivado de la información obtenida del área de estudio que interactúan con el contexto en el que se encuentra inmerso, podremos inferir un sistema ambiental que permita delimitar una unidad funcional determinada en donde sus componentes, elementos, sistemas y subsistemas (biótico y abióticos) se interrelacionan entre sí en procesos ecológicos y servicios a distintas escalas de paisajes. Tomando en cuenta, la existencia y delimitación de las áreas reconocidas por los instrumentos de protección del ambiente (áreas de importancia biológica). Por lo anterior, hemos tomado como criterio para delimitar subjetivamente el sistema ambiental y objetivamente su alcance geográfico de la siguiente manera:

1. Ubicación geográfica de las obras de estudio.
2. Aspectos Bióticos
    a. Áreas de importancia Biológica en México.
    b. Tipos de vegetación y Fauna (objetos de conservación y sus atributos ecológicos clave).
3. Aspectos Abióticos
    a. Cuencas Hidrológicas.
    b. Conectividad ecológica.
    c. Topoformas
4. Aspectos sociales-culturales.
    a. Actividades humanas que dependen de los servicios ambientales y de la conservación de los aspectos bióticos y abióticos.

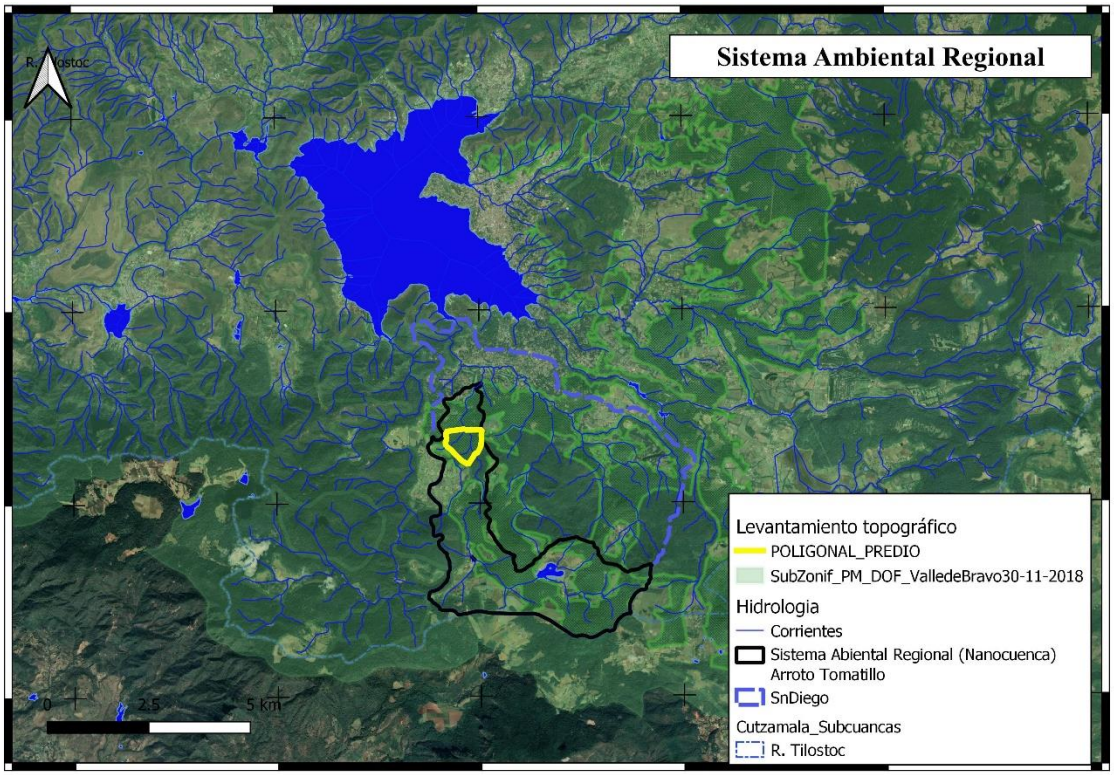
Por lo anterior, el principal consideración para la delimitación de la unidad funcional como un sistema ambiental definido, se tomó en base a la ubicación del área del proyecto (AP), dentro de la poligonal definida como ANP con la categoría de Área de Protección de Recursos Naturales “Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec” (APRN VB), y cuyo principal fin --señalado en su Programa de Manejo—es en relación a los servicios ambientales que se obtienen: 1) la conservación de la riqueza ambiental de la región, dentro del corredor biológico del eje Neovolcánico transversa (que integra varias áreas de importancia biológica), así mismo por su importancia en, 2) abastecimiento de agua superficial y subterránea de la cuenca hidrológica prioritaria del Lerma-Chapala, que abastece al sistema Cuztamala del vital líquido para la capital del País. Y en cuyo estudio basado en las actas de inspección, que señalan los posibles impactos a estos importantes servicios ambientales: La conservación y el abastecimiento de agua.

Utilizando las herramientas de un Sistema de Información geográfica, se examinó la información cartográfica respectiva de los elementos para representar el sistema ambiental regional para este estudio.



Sistema de Coordenada UTM, Zona 14Q. Mapa vectorial de Uso del Suelo INEGI, red Hidrológica del INEGI, Subzonificación del PM del APRN VB. Elaboración propia.

Mapa IV.1. Características descriptivas del sistema ambiental regional (nanocuenca)



Sistema de Coordenada UTM, Zona 14Q. Mapa vectorial de Uso del Suelo INEGI, red Hidrológica del INEGI, Subzonificación del PM del APRN VB. Elaboración propia.

Mapa IV.2. Ubicación hidrológica del sistema ambiental regional (nanocuenca)

Por consiguiente, hemos definido a la nanocuenca hidrológica-forestal del arroyo Tomatillo-El sauco, como el sistema ambiental (unidad mínima funcional) dentro del complejo hidrológico-ambiental más amplio. De lo anterior, este sistema estaría conformado o definido por la integración de los componentes bióticos y abióticos en objetos de conservación:

- Bosque templado y especies anidadas
- Bosque ripario y especies anidadas (este componente como un ecosistema de bordo entre el bosque templado y el arroyo)
- Arroyo El tomatillo-El sauco.

Cada objeto de conservación identificado lo definen sus atributos ecológicos clave propios de cada uno de ellos, que permiten identificar su estado de salud derivado de la interrelación y su condición de cada atributo y factores externos; lo anterior, permite la generación de bienes y servicios ecosistémicos de regulación, hábitat, suministro y culturales para la población. Finalmente, el estado que guardan estos servicios ambientales sostiene directa o indirectamente las actividades humanas en la región y su economía y bienestar.

- Provisión de agua (presas y sistema cutzamala), en donde intervienen la escorrentía, la infiltración (percolación) del agua en el subsuelo, y los sedimentos retenidos.
- Espacio recreativo y paisajístico (turismo)
- Objeto de estudio e investigación (calidad del hábitat para la vida silvestre)
- Abastecimiento de alimento (pesca), madera, tierra, productos forestales no maderables.
- Valor potencial ambiental y plusvalía a la propiedad, que tiene que ver medirse también en función a los cambios en los patrones de calor derivado de la vegetación, en relación a un ambiente urbano.
- Seguridad ante eventos climáticos extremos (inundaciones, deslaves)
- Almacenamiento de carbono

Nota: Junto a este documento se anexan las coordenadas del Área Sujeta a Cambio de Uso del Suelo.

IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).

A fin de contar con una caracterización retrospectiva de la calidad ambiental del SAR análisis de un sistema complejo de elementos interactuantes expresados en el modelo anterior, que nos permita analizar sus unidades ambientales o ecosistemas, su estado de salud origen (antes de las obras) y actual (posterior a las obras), y poder inducir un estado futuro esperado (implementando medidas de restauración o mitigación), fue imprescindible definir y seleccionar los parámetros medibles, confiables y pertinentes que le dieran la validez debida al presente estudio, por consiguiente se determinó utilizar los indicadores de salud de los ecosistemas definidos por la SEMARNAT (SEMARNAT, 2022).

Tabla IV.1. Factor e Indicadores Ecológico del Bosque de Pino-Encino (Bpq)

Objeto de conservación	Factor ecológico	Indicador	Tipo
Vegetación de pino-encino	Cobertura de vegetación	Porcentaje de la superficie con cobertura vegetal	Tamaño
	Estructura	Composición y estratos de vegetación.	Condición

	Calidad del Hábitat	Diversidad de especies de fauna	Condición

Tabla IV.2. Servicios Ecosistémicos y Objetos de Bienestar Humano que dependen de la conservación del Bosque de Pino-Encino.

Servicios Ecosistémicos del Bpq	• Regulación:
	  o Mitigación del cambio climático
	  o Regulación del Inundaciones y estabilidad o retención de suelo
	  o ciclo hidrológico
	  o Clima en la zona
	  o Sumidero de carbono y estabilizador climático a escala global
	• Cultural:
	  o Atractivo turístico, escénico y actividades recreativas
	  o Educación e investigación científica
	  o identidad del sitio y herencia cultural.
	• Provisión:
	  o Materiales para la construcción, muebles y artesanías
	  o alimentos (hogos comestibles)
	  o productos forestales no maderables (flores ornamentales, medicinales)
	  o materiales combustibles (madera)
	• Hábitat:
	  o hábitat de especies de flora y fauna
	  o Refugio para especies
	  o Formación de suelo

Aspectos de bienestar humano que dependen de los SE del Objeto de conservación del Bpq	• Vivienda y residencia campestre • Seguridad social (inundaciones y deslaves) • Agua • Turismo • Educación e investigación • Patrimonio cultural (identidad) • Economía (pago por servicios ambientales, turismo, vivienda)

Tabla IV.3. Factor ecológico clave del objeto de conservación del arroyo El Sauco

Objeto de conservación	**Factor Ecológicos Clave (FEC)**	**Indicador**	**Tipo de AEC**
Arroyo el Sauco	Función	Parámetros físico-químicos	Condición
	Estructura	Características físicas del cuerpo	condición
	Composición	Composición de microalgas bentónicas, comunidades de plantas acuáticas, diversidad de microinvertebrados	Tamaño
	Conectividad ecológica	Cuerpos que atraviesan	Contexto

Tabla IV.4. Servicios Ecosistémicos del Arroyo, y objetos de bienestar humano que dependen de su conservación.

Servicios Ecosistémicos del Arroyo el Sauco	• Regulación: o Captación de agua o Recarga de Acuíferos o Purificación del agua. o Control de inundaciones o Control de erosión de suelo y arrastre de sedimentos o Ayudan a estabilizar los suministros de agua y contribuyen en la depuración de aguas • Hábitat: o Hábitat de especies de flora y fauna • Culturales: Conservación, investigación y educación
Aspectos de bienestar humano que dependen de los SE del Objeto de conservación del Arroyo el Sauco	• Fuentes de agua superficial para la presa y para el propietario. • Turismo por su belleza escénica del lugar • Zonas de conservación para la población • Retención de sedimentos para evitar azolve de la presa

Tabla IV.5. Factor e indicador Ecológicos del Bosque Ripario (Brip)

Objeto de conservación	**Factor Ecológicos (FEC)**	**Indicador**	**Tipo de FEC**
Vegetación riparia	Cobertura de vegetación	Porcentaje de la superficie con cobertura vegetal	Tamaño
	Estructura	Composición y estratos de vegetación.	Condición
	Conectividad y continuidad de la vegetación	Sección transversal y continuidad longitudinal de la vegetación	Contexto
	Calidad del Hábitat	Diversidad de especies de fauna	Condición

Tabla IV.6. Servicios Ecosistémicos del bosque ripario, y objetos de bienestar humano que dependen de su conservación

Servicios Ecosistémicos de la Vegetación Riparia (VR)	• Regulación: o Captación de agua o Control de inundaciones y deslaves de tierra o Control de erosión de suelo y arrastre de sedimentos o Captura de carbono • Hábitat: o Hábitat de especies de flora y fauna o Conectividad ecológica • Provisión: o PFNM como Plantas medicinales y comestibles • Cultural:

	○ Conservación, investigación y educación ○ Belleza escénica y turismo
Aspectos de bienestar humano que dependen de los SE del Objeto de conservación del Arroyo el Sauco	• Seguridad ante inundaciones y deslaves • Turismo de conservación • Retención de sedimentos para evitar asolve de la presa • Investigación y Educación Ambiental.

Otros componentes a mayor escala que están integrados en todos los ecosistemas son: clima y suelo, no obstante, se integran dentro del análisis de este estudio.

IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR.

IV.2.1.1. MEDIO ABIÓTICO.

IV.2.1.1.1. CLIMA.

El clima de la región donde se localiza el área de estudio en su mayor parte es tipo C (w), templado subhúmedo, excepto hacia el poniente de Valle de Bravo, donde el clima que predomina es del tipo Acw, Semicálido subhúmedo, así como algunas pequeñas zonas al sur del poblado de Villa Victoria donde el clima es de tipo C (E) (w) Semifrío subhúmedo, todos estos climas presentan lluvias en verano. De acuerdo con el análisis de las estaciones climatológicas (15 estaciones), la temperatura media anual es de 15° C; la precipitación media anual es de 1,005 mm y la evaporación potencial media anual varía entre 900 y 1400 mm anuales.

EVENTOS METEOROLÓGICOS.

Ahora bien, respecto a fenómenos naturales registrados en el área de estudio, las proyecciones de cambio climático para estado de México que reporta el INECC, basado en la información del Atlas interactivo del Grupo de Trabajo I del IPCC (https://interactive-atlas.ipcc.ch/) con respecto a la climatología 1981-2010, muestran las siguientes anomalías en la temperatura media, el nivel de vulnerabilidad y los cambios en la precipitación. Encontrando un incremento anómalo de la temperatura promedio de 4.9°C en casi todo el estado de México, incluyendo el área de estudio, y en correspondencia se observa un cambio (reducción) porcentual de – 9% en la precipitación en el municipio de Valle de Bravo de Bravo. Finalmente, el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático del INECC establece con un nivel alto de vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves en el municipio de Valle de Bravo.

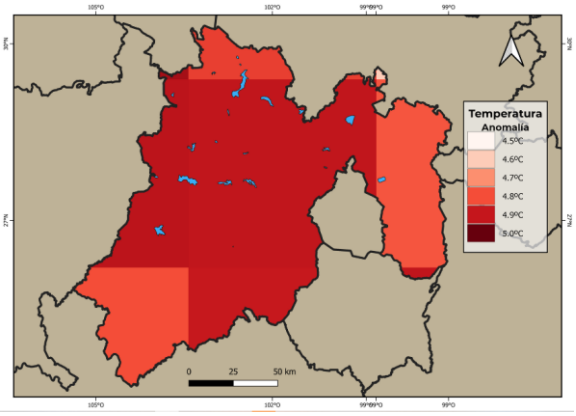


Figura IV.1. Anomalías en la temperatura media en el municipio de Valle de Bravo. Fuente: Atlas de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del INECC.

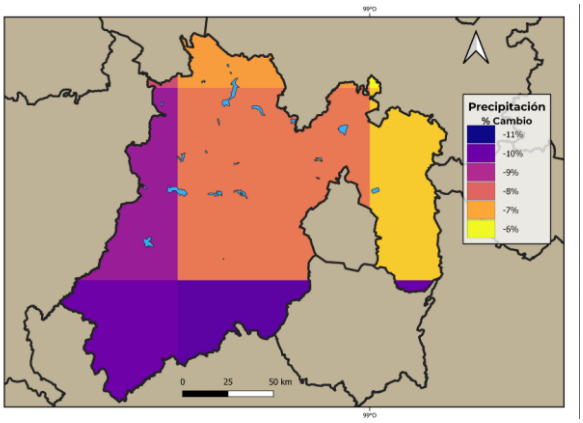


Figura IV.2. Porcentaje de cambio en la precipitación en el municipio de Valle de Bravo. Fuente: Atlas de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del INECC.

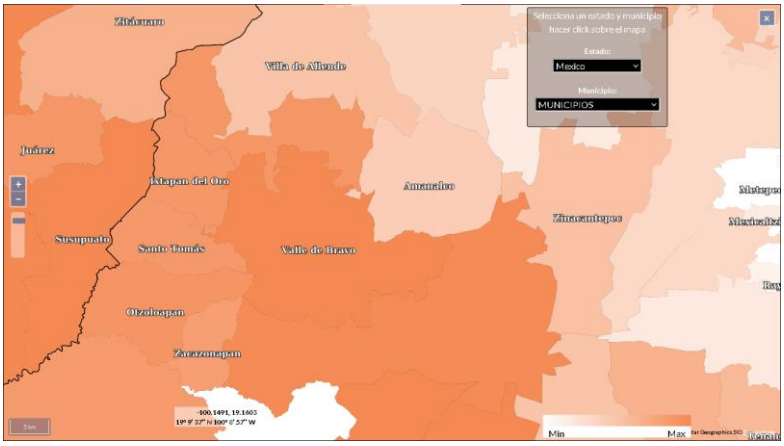


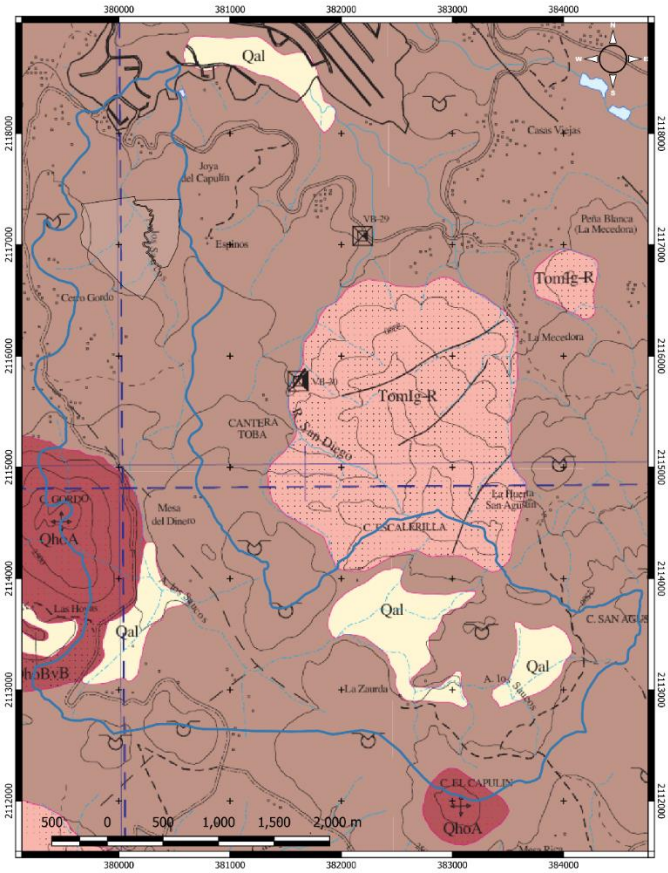
Figura IV.3. Nivel de vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves en el municipio de Valle de Bravo. Fuente: Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. INECC

IV.2.1.1.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.

Litología

El sustrato que sostiene al conjunto de componentes ambientales está constituido por una roca volcánica de composición básica de color gris oscuro que intemperiza a gris claro o café. Su estructura es masiva y ocasionalmente lajeada con textura afanítica a vesicular donde se logran identificar algunos fenocristales de olivino y piroxeno (augita). Dichas rocas han sido clasificadas como basaltos de olivino o piroxeno, andesitas basálticas o basaltos andesíticos. Petrográficamente tienen microtexturas variadas como porfídica intersertal, panidiomorfica entre otras y una matriz feldespática asociada a una mineralogía de oligoclasa-andesina, hiperstena-diopsida, feldespatos potásicos (ortoclasa), plagioclasa Ca (anortita), minerales opacos, minerales arcillosos, hematita y sílice criptocristalina. El rango de tiempo se ha calculado del Pleistoceno-Tardío al Holoceno (Arnold y Libby, 1951).

La forma en que se emplaza la roca en la zona del área de estudio es una colada de lava proveniente del volcán conocido como Cerro Gordo, ubicándose en la parte media de esta estructura. En las partes planas de las terrazas volcánicas se desarrolla aluvión.



Mapa IV.3. Mapa de geología de la Nanocuenca

Estructuras

La carta litológica con clave E14 A46 a escala 1:50,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía muestra una fractura que controla el recorrido del cauce del arroyo Los Saucos en la sección del área de estudio.

Geomorfología

Uno de los criterios para describir el sistema ambiental fue la topoforma. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el Área de Estudio se ubica en un lomerío de basaltos con mesetas.

Como se anotó en el apartado de litología, el área de estudio se localiza en la parte media de una colada de lava proveniente del volcán conocido como Cerro Gordo. Esta condición de confiere a la estructura la conformación de laderas predominantemente convexas con pendientes someras en la parte superior que acusan la dirección de flujo hacia el norte.

La colada de lava esta disectada por corrientes tributarias del arroyo Los Saucos que corren con dirección SW-NE generando “mesetas” de origen volcánico con pendientes someras en la parte alta, flanqueadas por pendientes abruptas en los costados generadas por las escorrentías.

Acta AI0117RN2022VA001 acota que "El predio presenta exposición al Este con pendientes que van desde los 20 al 50 por ciento aproximadamente".

Hidrogeología

Según la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Villa Victoria-Valle de Bravo (1505), estado de México, publicado el 4 de enero de 2018 en el Diario Oficial de la Federación, el sito del proyecto se localiza en el extremo sur del acuífero considerado de tipo libre, con condiciones locales de semiconfinamiento.

De acuerdo con este estudio, los derrames volcánicos (como la meseta basáltica donde se ubica el proyecto) y a los depósitos aluviales se agruparon en la unidad hidrogeológica caracterizada por materiales de permeabilidad alta que constituyen zonas de recarga y/o acuíferos de potencialidad alta. Son materiales que están constituidos por materiales granulares y por rocas fracturadas, principalmente de composición básica (caso de la roca basáltica); se agrupan debido a su alta permeabilidad, lo que les permite constituir acuíferos de alta potencialidad, así como zonas de recarga importantes. En el caso de los materiales granulares, su potencialidad es menor por su reducido espesor y extensión lateral.

IV.2.1.1.3. SUELOS.

Sobre la meseta basáltica se desarrollan suelos denominados acrisoles orticos. Son suelos ácidos con baja saturación en bases, provocada por su fuerte alteración, característico de climas tropicales, templados muy lluviosos, monzónicos, subtropicales o muy cálidos. Se desarrollan principalmente en topografías onduladas o colinadas, sobre productos de alteración de rocas ácidas, con elevados niveles de arcillas muy alteradas, las cuales pueden sufrir posteriores degradaciones. En condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque, como es el caso. Se caracterizan por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas, así como por su acidez y pobreza en nutrientes.

El perfil es de tipo AEBtC. Un somero horizonte A oscuro, con materia orgánica poco descompuesta y ácida, suele pasar gradualmente a un horizonte de lavado o álbico E amarillento. El horizonte de acumulación de arcilla Bt presenta un color rojizo o amarillento más fuerte que el del E.

La pobreza en nutrientes minerales, la toxicidad por aluminio, la fuerte adsorción de fosfatos y la alta suceptibilidad a la erosión, son las principales restricciones a su uso. Grandes áreas de Acrisoles se utilizan para cultivos de subsistencia, con una rotación de cultivos parcial.

Se usan en la agricultura con rendimientos muy bajos, salvo los frutales tropicales como cacao, café, caucho, palma de aceite o piña, en cuyo caso se obtienen rendimientos de medios a altos; también se usan en la ganadería con pastos inducidos o cultivados; sin embargo, el uso más adecuado para la conservación de estos suelos es el forestal. Son moderadamente susceptibles a la erosión.



Imagen IV.1. Corte mostrando perfil de suelo

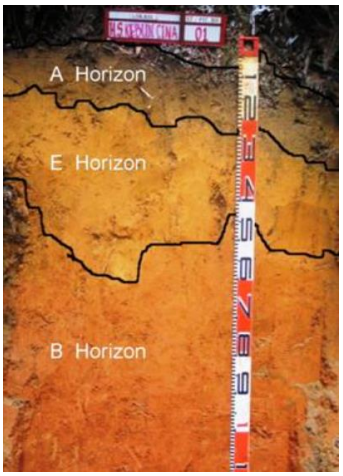
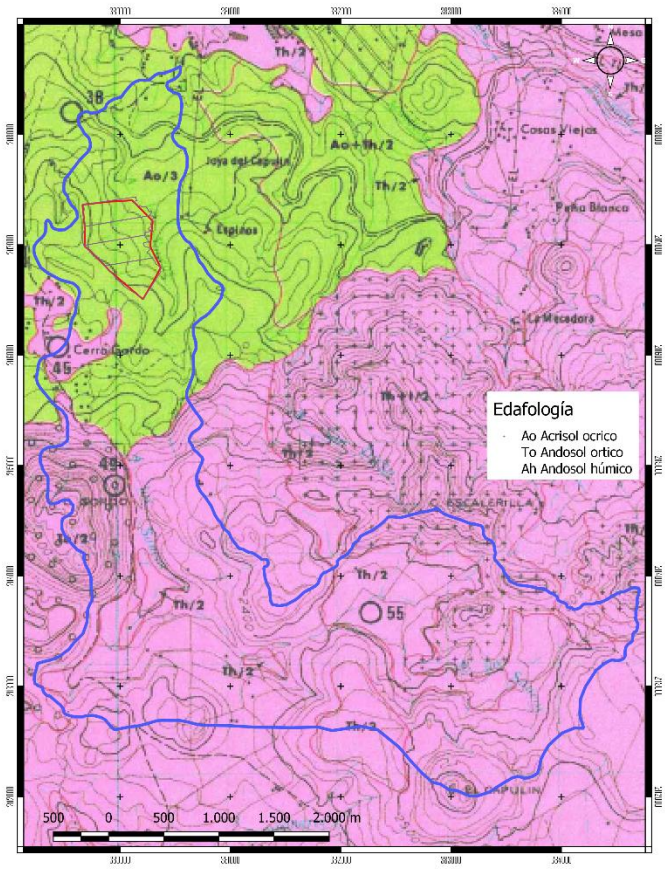


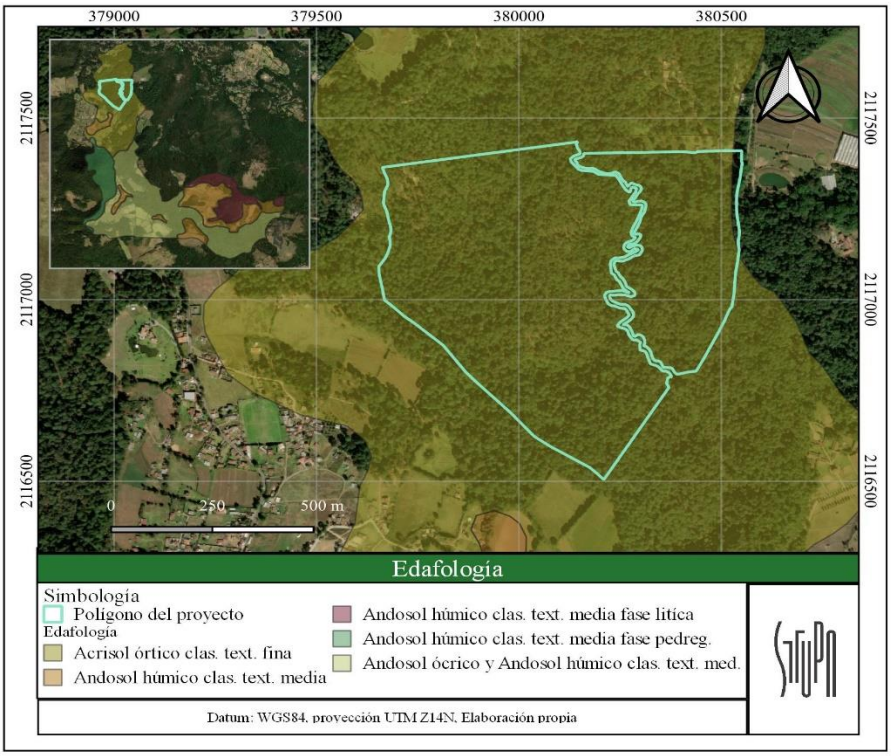
Imagen IV.2. Acrisol ortico

En la parte alta de la nanocuenca se desarrollan andosoles, suelos generados sobre cenizas y vidrios volcánicos, así como a partir de otros materiales piroclásticos. Cuando son jóvenes presentan colores oscuros, siendo altamente porosos, ligeros, permeables, de buena estructura y fáciles de trabar. Su fertilidad es considerable, aunque padecen algunas limitaciones que posteriormente detallaremos. Se trata de suelos muy aptos para la agricultura si las condiciones del relieve lo permiten.

En la topoforma del Cerro Gordo se desarrolla un andosol ócrico con textura media (To/2), mientras que en las partes altas de las terrazas volcánicas generadas a partir de coladas de lava se desarrollan asociaciones de andosoles ocricos y húmicos (To+Th/2) y asociado al aluvión, andosol húmico (Th/2).



Mapa IV.4. Edafología de la Nanocuenca



Mapa IV.5. Plano de edafología del área de estudio

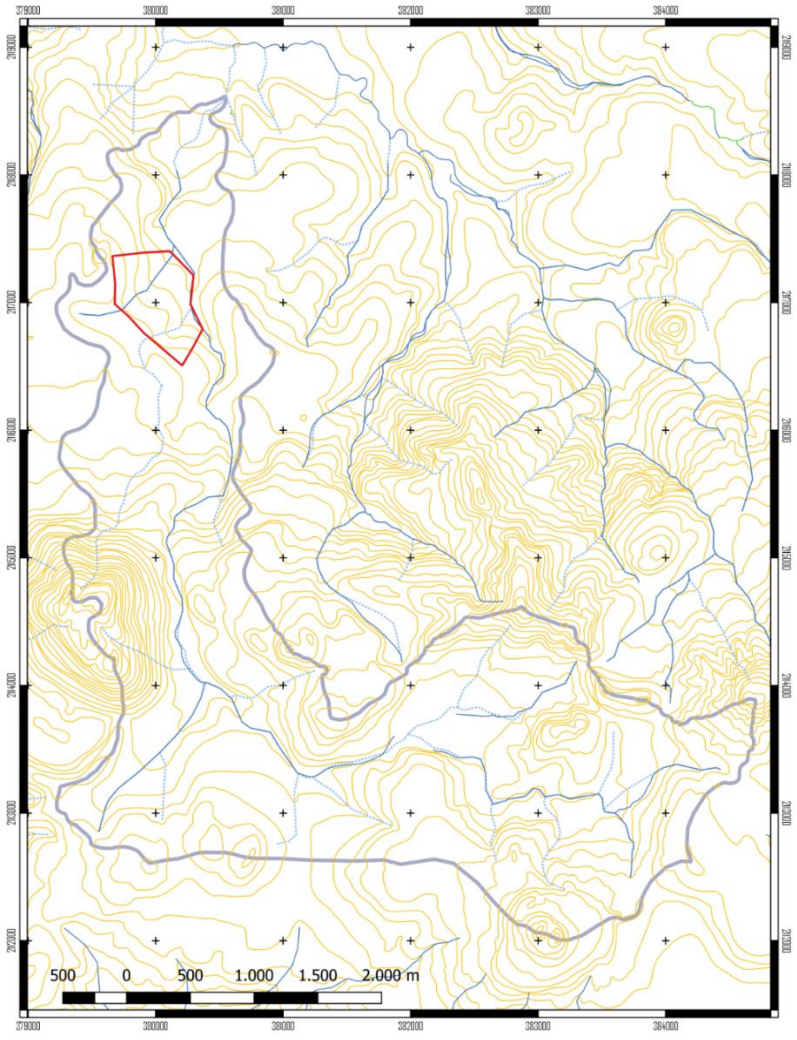
IV.2.1.1.4. HIDROLOGÍA.

IV.2.1.1.4.1. AGUAS SUPERFICIALES.

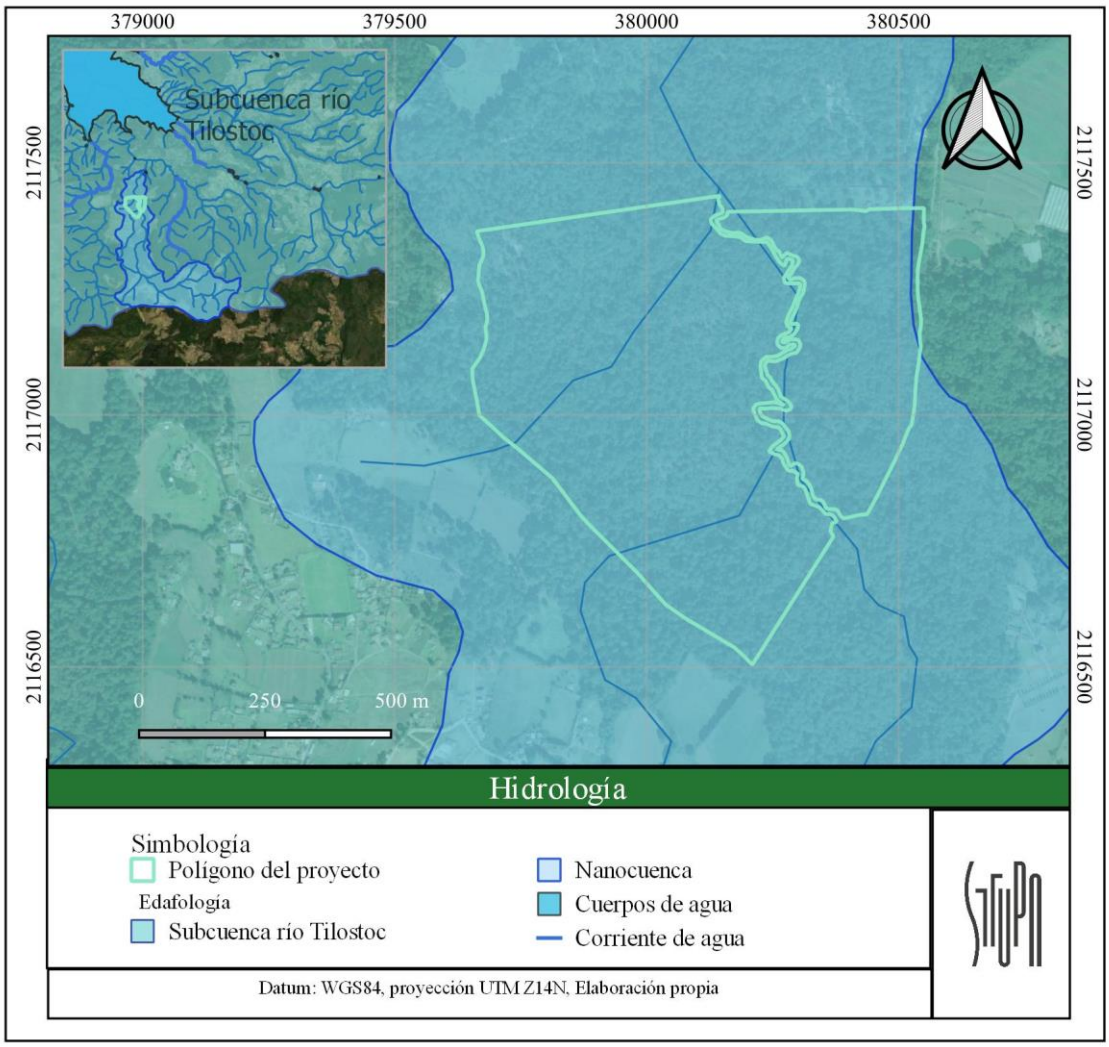
El área de estudio se localiza en la microcuenca del río San Diego, la cual abarca una superficie de 3,751.00 ha. Esta microcuenca pertenece a la subcuenca del río Tilostoc (clave RH18Gg) la cual es tributaria de la cuenca del río Cutzamala (RH18G) que a su vez forma parte de la Región Hidrológica 18 Balsas.

Alimentando intermitentemente con una superficie de captación de 1,331.8 has (35.51% de la superficie de captación del río San Diego), el arroyo Las Saucos, que cruza el sitio inspeccionado se integra como un tributario de la microcuenca, constituyendo una nanocuenca conformada por corrientes intermitentes que originan una red de tercer orden.

La configuración del drenaje es dendrítica con dirección E-W en la cabecera, cambiando a N-S en la conjunción de dos coladas de lavas. En la sección del sitio inspeccionado, el arreglo se torna subparalelo, formando cañadas con dirección SW-NE.



Mapa IV.6. Nanocuenca del Arroyo Sauco-Tomatillo (en azul), y el sitio del proyecto (en rojo): Fuente: Raúl Vicente Estrada y Cía.S.A de C.V.



Mapa IV.7. Plano de hidrología superficial del área de estudio

IV.2.1.1.4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS.

El área de estudio se localiza en la región hidrológica-administrativa IV Balsas, específicamente en el acuífero con clave 1505 Villa Victoria-Valle de Bravo, con una superficie de 2,133.55 km^2. El acuífero Villa Victoria-Valle de Bravo se encuentra en la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico (E. Raisz, 1964). Esta provincia fisiográfica tiene una orientación W-E, corta al país en una franja comprendida entre

los paralelos 19° y 21°. Asimismo, se caracteriza por la presencia de valles intermontanos de gran extensión, cuyos rellenos consisten en general de paquetes de sedimentos vulcano clásticos y lacustres. Con base en las unidades hidrogeológicas se considera que el acuífero es de tipo libre, con condiciones locales de semiconfinamiento. La profundidad al nivel estático en la zona de Villa Victoria-Valle de Bravo, está asociado a la topografía y a la posición de los materiales que presentan diferente permeabilidad. Existen una gran cantidad de pequeños valles intermontanos, en donde la profundidad al nivel del agua es muy diferente entre uno y otro, Hacia la zona central, en las inmediaciones de las poblaciones de San Simón de La Laguna y San Antonio de La Laguna, se localizaron varias norias que tienen una profundidad al nivel estático menor a 1 m; esta característica particular se debe a que este sitio

era como su nombre lo indica, una antigua laguna, en la cual descargaban sus aguas los arroyos que rodean a la zona. En la actualidad, se han excavado algunas norias que sirven además como cárcamos para almacenar el agua de algunos manantiales, que es conducida a través de acueductos hasta los cárcamos, desde los cuales se rebombea a tanques de distribución ubicados en sitios topográficamente más altos. Al oriente de la presa Valle de Bravo, cerca de la localidad Rincón de Estradas, se encontraron los valores más profundos, de 171 a 188 m; hacia el sureste de la misma presa, los valores variaron entre 6 y 82 m de profundidad. De acuerdo al SINA, reporta al 2021 una recarga de 334.90 hm^3 al año, con una extracción de 2.10 hm^3/año, y una disponibilidad de negativa de -1.47 hm^3/año.

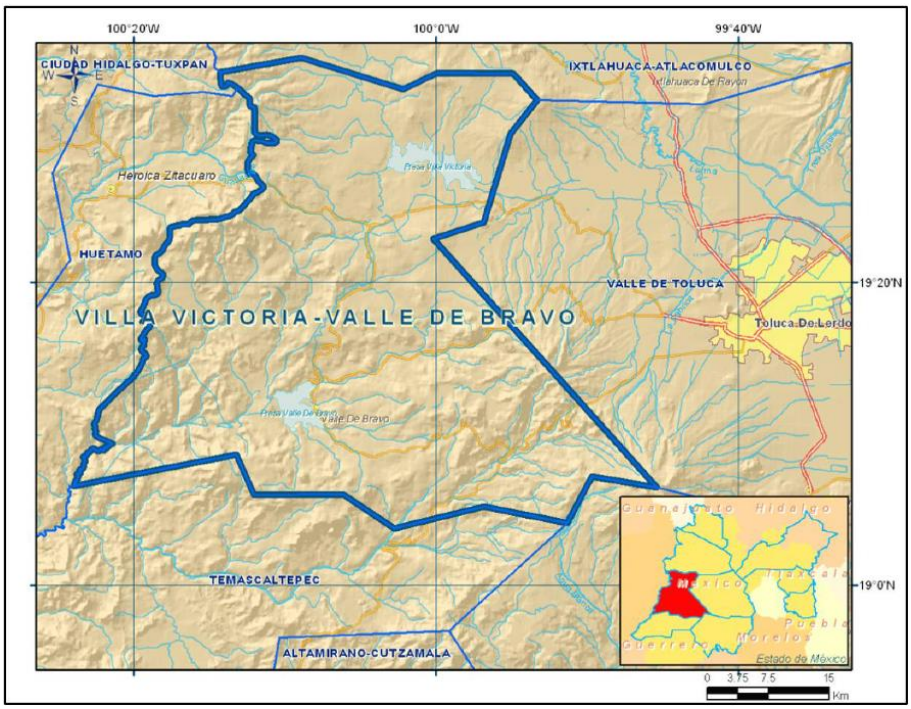


Figura IV.4. Ubicación del Acuífero 1505, correspondiente a Villa Victoria-Valle de Bravo.

De acuerdo al SINA de la CONAGUA, reporta al 2021 una recarga de 334.90 hm^3 al año, con una extracción de 2.10 hm^3/año, y una disponibilidad de negativa (déficit hídrico) de -1.47 hm^3/año.

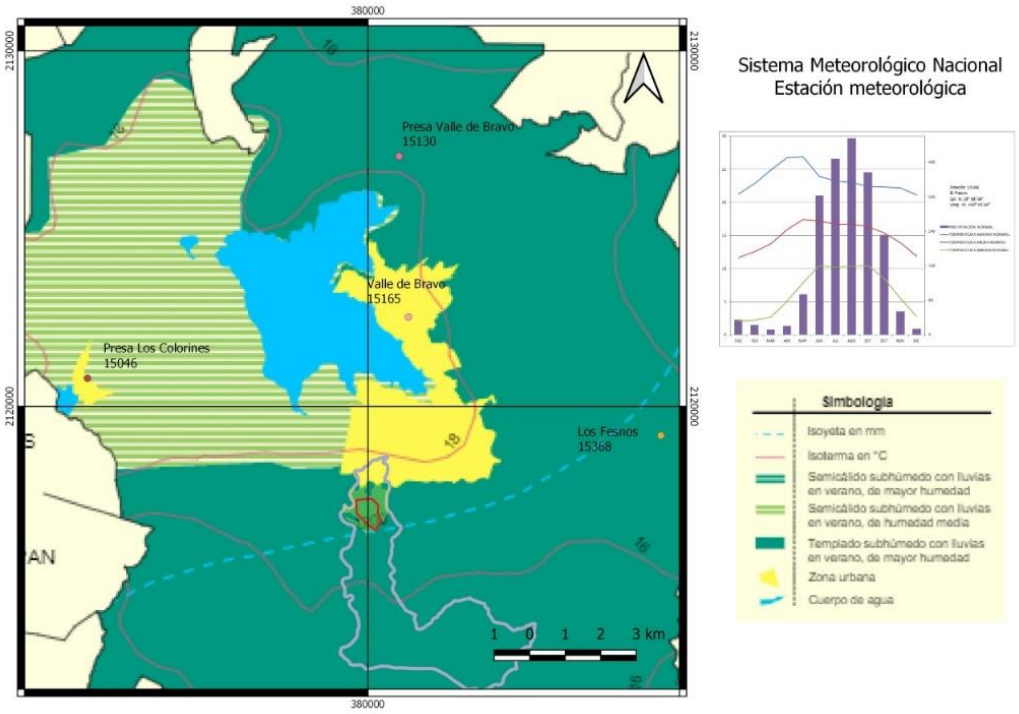
ESCURRIMIENTO.

De acuerdo con el artículo 7 fracción XXXIX de la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable, la provisión del agua en calidad y cantidad es uno de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales.

Por su parte, el apéndice normativo A de la norma oficial mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, que establece las especificaciones y métodos para determinar la disponibilidad media nacional de aguas nacionales incluye la descripción del método indirecto para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural, denominado Precipitación-escurrimiento, el cual se basa en la siguiente expresión:

VOLUMEN ANUAL DE ESCURRIMIENTO NATURAL DE LA CUENCA = *PRECIPITACIÓN ANUAL DE LA CUENCA* * *ÁREA DE LA CUENCA* * *COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO*

La precipitación anual en la cuenca es cercano a 1,200 mm, según se aprecia en la isoyeta que cruza al sur del polígono inspeccionado y la parte baja de la nano cuenca Los Tomatillos-Los Saucos.



Mapa IV.8. Ubicación de estaciones meteorológicas y diagrama umbrotérmico

El coeficiente de escurrimiento se determina en función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual de la cuenca en estudio, a través de la clasificación de los suelos en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables), y C (suelos casi impermeables), que se especifican en la siguiente tabla y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K.

El perfil generalizado de suelo en la cuenca forestal está conformado por un horizonte somero A oscuro, con materia orgánica poco descompuesta y ácida, suele pasar gradualmente a un horizonte de lavado y acumulación de arcilla. Ante la ausencia de elementos con textura arenosa, se considera un suelo tipo “C”.

Tabla IV.7. Valores de K en función del tipo de suelo y uso del suelo

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0,14	0,20	0,28
Del 50 al 75% - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos del 50% - Excesivo -	0,24	0,28	0,30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,07	0,16	0,24
Cubierto del 50 al 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 25 al 50%	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos del 25%	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

Parta el caso del uso del suelo, se utilizó la carta de recursos forestales escala 1:50,000 “Valle de Bravo” (clave E14A46,). En este sentido, para bosque se consideró una densidad de 600 árboles por hectárea para bosques maduros[1] como una cobertura del 100%, por lo que para el caso es estudio se tomará una cobertura del 40.5% para el bosque de pino identificado en la carta de recursos forestales, toda vez que la densidad promedio es de 357 árboles por hectárea.

Tabla IV.8. Resumen estructural del estrato arbóreo de la vegetación de Bosque de Pino

Especies	Hm	Hmax	Abt	AB ha-1	D	Dr	DOM	DOMr	F	Fr	VIR
Carpinus caroliniana	22.11	35.0	6.24	0.240	25	7.00%	49.08616	7.57%	4	1.12%	5.232%
Clethra hartwegii	13.14	35.0	6.44	0.248	32	8.96%	19.95391	3.94%	12	3.36%	5.422%
Cleyera integrifolia	12.76	24.0	6.15	0.236	32	8.96%	24.23683	4.79%	9	2.52%	5.424%
Cornus disciflora	13.22	18.0	2.06	0.079	10	2.80%	43.91632	2.71%	4	1.12%	2.211%
Damburneya salicifolia	10.83	15.0	1.67	0.064	4	1.12%	22.29794	0.55%	2	0.56%	0.744%
Dendropanax arboreus	9.50	15.0	0.38	0.014	3	0.84%	21.15208	0.39%	2	0.56%	0.597%
Fraxinus uhdei	18.25	28.0	0.92	0.035	4	1.12%	26.37662	0.65%	3	0.84%	0.871%
Meliosma dentata	21.20	35.0	1.33	0.051	5	1.40%	47.44704	1.46%	1	0.28%	1.048%
Mimosa aculeaticarpa	7.63	9.1	0.48	0.019	4	1.12%	24.67819	0.61%	1	0.28%	0.670%
Morella cerifera	7.57	9.6	1.59	0.061	9	2.52%	22.82563	1.27%	5	1.40%	1.730%
Pinus herrerae	26.00	58.0	20.74	0.798	61	17.09%	53.43087	20.11%	10	2.80%	13.334%
Pinus patula	29.42	42.0	2.83	0.109	6	1.68%	98.61852	3.65%	1	0.28%	1.871%

[1] Prácticas de reforestación. Manual básico Primera edición, 2010. Comisión Nacional Forestal

Especies	Hm	Hmax	Abt	AB ha-1	D	Dr	DOM	DOMr	F	Fr	VIR
Pinus pseudostrobus	33.48	59.5	34.84	1.340	76	21.29%	72.93838	34.21%	19	5.32%	20.274%
Quercus candicans	16.81	32.0	17.55	0.675	66	18.49%	34.18024	13.92%	15	4.20%	12.204%
Quercus crassifolia	15.84	28.5	3.11	0.120	11	3.08%	45.60501	3.10%	4	1.12%	2.433%
Quercus glabrescens	19.00	19.0	0.33	0.013	1	0.28%	23.32829	0.14%	1	0.28%	0.235%
Quercus laeta	18.00	18.0	0.28	0.011	1	0.28%	46.56626	0.29%	1	0.28%	0.283%
Quercus scytophylla	16.00	16.0	0.21	0.008	1	0.28%	13.85442	0.09%	1	0.28%	0.215%
Styrax argenteus	11.98	19.0	0.78	0.030	5	1.40%	14.65355	0.45%	4	1.12%	0.991%
Ternstroemia lineata	6.60	6.6	0.11	0.004	1	0.28%	14.52201	0.09%	1	0.28%	0.217%
Total general	21.21	59.50	0.30	4.155	357	100%	45.38755	100%	100	1.00	100%

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

Tabla IV.9. Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)

K: PARÁMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (Ce)
Si K resulta menor o igual que 0,15	Ce = K (P-250) / 2000
Si K es mayor que 0,15	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1.5

Dado que el valor de K resultó mayor que 0,15, se empleó la segunda fórmula. El valor de coeficiente de escurrimiento y el escurrimiento medio anual en Hm^3, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla IV.10. Escurrimiento medio anual en la nano cuenca Los Tomatillos-Los Saucos en Hm^3

Cobertura	Hectáreas	K	Ce	Escurrimiento
Bosque	927.63	0.28	0.22	2,448.946
Pastizal inducido	66.75	0.28	0.22	176.228
Agricultura de temporal	311.89	0.28	0.22	823.388
Zona urbana	13.11	0.32	0.265	41.683
Total general	1,319.38			3,490.245

Arroyo El Sauco-Tomatillos.

Dentro el Área del Proyecto presentan cañadas con escurrimientos intermitentes. Dos de ellos son tributarios del escurrimiento principal denominado el río "Tomatillo" o arroyo "El Sauco", que conforma una cañada que atraviesa de sur a norte el área del proyecto donde se encuentran las obras objeto de evaluación. Este arroyo es el principal cauce de una cuenca hidrológica que forma parte de la microcuenca del Río San Diego. Tiene una superficie de captación de 1,331.8 has (35.51% de la superficie de captación del río San Diego) y se integra como un tributario de esta microcuenca, constituyendo una nano-cuenca conformada por una red de tercer orden de corrientes intermitentes, que finalmente desembocan en la presa de Valle de bravo, en el cauce que conforman al sitio turístico denominado "Velo de Novia".

La morfología que dio origen a las escorrentías y al arroyo El Sauco, está constituida por cerros o lomeríos con laderas de pendiente baja, entre 15º y 30º, los cuales se formaron por intenso intemperismo y erosión de los materiales de origen piroclástico, principalmente de tipo tobáceo. De acuerdo a un estudio realizado por Orozco (2019), la superficie del terreno en el sitio del proyecto presenta gran cantidad de vegetación

y árboles de altura media, 5 a 15 m, que han desarrollado sus raíces con cierta facilidad en los suelos residuales que ahí se desarrollaron. Así mismo se puede apreciar en la imagen de referencia un cauce con un ancho aproximado de 2 m, con una ribera de abundante vegetación riparia. No obstante, esta información que aporta la imagen consideramos es insuficiente para obtener un diagnóstico o estado original de este ecosistema respecto a la calidad o salud; razón por la cual se realizó un estudio de campo para este ecosistema.

La configuración del drenaje es dendrítica con dirección E-W en la cabecera, cambiando a N-S en la conjunción de dos coladas de lavas. En la sección del sitio inspeccionado, el arreglo se torna subparalelo, formando cañadas con dirección SW-NE.



Imagen IV.3. Fotografía del cauce del arroyo el Sauco-Tomatillo en el sitio de estudio realizada en 4 de octubre de 2018, Fuente: Orozco (2019) Estudio FIN-114-EXT-RVO-EST-2018.

En la zona del cauce del arroyo El Sauco, aparece un depósito de aluvión de espesor pequeño de 0.3 a 0.6 m, constituido por arena fina a media y algunos cantos rodados del tamaño de las gravas que forma pequeñas terrazas laterales. El suelo residual que cubre toda el área es producto de la meteorización de las tobas y materiales de origen volcánico clástico. El suelo está constituido por limos arcillosos y limos arcillo-arenosos con gravillas, así como horizontes de tobas muy alteradas, de acuerdo con el sondeo de exploración realizado en el eje del cauce.

El abatimientos y contaminación de los cuerpos de agua y ríos de la APRN VB, son uno de los síntomas de deterioro de los servicios ecosistémicos. De los Servicios Ecosistémicos de los ríos se encuentran la regulación del clima, mantienen la fertilidad de los suelos, controlan inundaciones, purifican el agua, mantienen la biodiversidad y otorgan estabilidad a los ecosistemas, entre otros (Daily *et al*. 1997 citado en Mendoza, 2017).

Para lo anterior, se llevaron a cabo trabajos de campo para identificar un sistema de referencia que permita obtener un diagnóstico previo a las obras. Sin embargo, considerando que no se contaba con información de las condiciones previas a la perturbación del ecosistema lotico, se buscó sitios de referencia con condiciones físicas similares y cercanas al AP, de acuerdo a los tipos de ecosistemas de referencia modificado de White y Walker (1997), citado en Mola *et al* (2018).



Figura IV.5. Tipos de ecosistema de referencia (modificado de White y Walker, 1997)

Se realizó estudio de campo para realizar un listado de especies de microalgas bentónicas, comunidades macrófitas e ícticas y de invertebrados acuáticos con el fin de determinar el estado de composición del arroyo intermitente “Los Saucos” y de una estación del arroyo tributario “Tomatillo”, que nos servirá para definir el Índice de Integridad Biótica (IIB) con organismos indicadores endémicos, realizándose muestreos en 8 sitios del arroyo en la nanocuenca del arroyo “El sauco-Tomatillo”, para obtener información de la composición de organismo. Con ello se obtuvo: 1) Los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua. 2) la línea base de los componentes de las comunidades de peces, macrófitas invertebrados acuáticos y algas bentónicas que se encuentran en el arroyo intermitente.

Se marcaron 8 estaciones a lo largo del arroyo intermitente “Los Saucos”, las cuales fueron determinadas por un cuerpo técnico y nombradas “STTUPA” (STTUPA 1 a STTUPA 8), cabe mencionar que STTUPA 4 se localiza en un brazo del arroyo intermitente Los Saucos, denominado “Tomatillo”. Para poder tener un recorrido de muestreo que abarque toda la extensión del cauce se eligieron 8 sitios desde el sitio más alto muy cercano a su nacimiento hasta la desembocadura al embalse de Valle de Bravo. Los Sitios fueron elegidos por su ubicación geográfica con respecto a la distribución del escurrimiento y su extensión, sus características topográficas que permitieran la recolección del material a analizar y que su ubicación fuera accesible sin restricciones de propiedad.

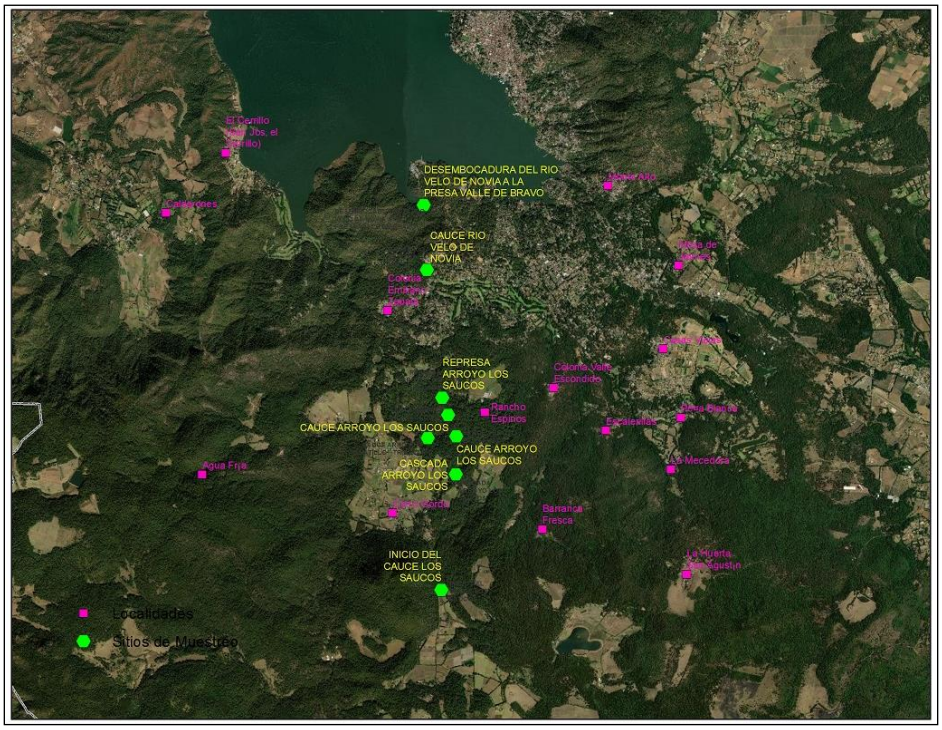


Figura IV.6. Mapa de estaciones de muestreo en el arroyo intermitente Los Saucos y estación (STTUPA 4) de arroyo tributario "Tomatillo

Tabla IV.11. Estaciones de muestreo en los arroyos Los Saucos y tributario Tomatillo.

ID	X	Y	OBSERVACIONES
STTUPA 1	380162	2114498	INICIO DEL CAUCE ARROYO LOS SAUCOS
STTUPA 2	380377	2116228	CASCADA ARROYO LOS SAUCOS
STTUPA 3	380386	2116797	CAUCE ARROYO LOS SAUCOS
STTUPA 4	379956	2116769	CAUCE ARROYO "TOMATILLO"-TRIBUTARIO
STTUPA 5	380265	2117112	CAUCE ARROYO LOS SAUCOS
STTUPA 6	380171	2117370	REPRESA ARROYO LOS SAUCOS
STTUPA 7	379940	2119280	CAUCE RIO VELO DE NOVIA
STTUPA 8	379893	2120250	DESEMBOCADURA DEL RIO VELO DE NOVIA A LA PRESA VALLE DE BRAVO

Existen pocos estudios previos que reflejen la diversidad del área de estudio, sin embargo, en este muestreo logramos identificar 30 taxa, de invertebrados acuáticos pertenecientes a las clases insecta (24); arácnidos (3) crustácea (1) y moluscos (2). La ictiofauna identificada corresponde a dos especies, la primera *Cyprinus carpio* var. koi y, la carpa común, y la Trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss*. Respecto a las algas bentónicas,se identificaron 6 taxa, además de una macroalga y una macrófita.

De acuerdo con la literatura consideramos que se encontraron taxa que son organismos indicadores del estado de salud ecosistémica, como: Ephemenopteros y Trichopteros (insectos), Dirksia (arácnidos), Así como, las diatomeas las cuales sobresalieron por su abundancia y juegan un papel ecológico importante en la comunidad bentónica.



Los valores obtenidos de los parámetros físicoquímicos y la abundancia de especies está relacionada, y a pesar de haber encontrado diversidad de taxa de macroinvertebrados y que los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, pH, alcalinidad, dureza, sólidos disueltos, sólidos suspendidos totales y turbiedad tomados en cada uno de los sitios de muestreo se encuentran bajo los límites permisibles, la presencia de algas bentónicas no fue muy diversa, sin embargo, se encontró la presencia de algas diatomeas, las cuales absorben diferentes nutrientes desde el sedimento superficial y seguramente requieren de estrategias de alta asimilación de nutrientes, lo cual es un rasgo que podría convertirse en un factor común de ambientes someros y eutrofizados, especialmente si reciben un impacto antropogénico. Se considera importante la evaluación basada en bioindicadores bentónicos (macroinvertebrados y algas) para evaluar la contaminación del agua, lo cual será indicativo de alguna perturbación generada y que afecte este ecosistema acuático.

Es importante mencionar que dicho muestreo se realizó en la mayor época de estiaje del año, se esperaría que, en el siguiente muestreo por realizarse en etapa de lluvias, la abundancia de especies sea mayor y logremos especificar aquellas que nos ayuden a determinar el IIB, así como la comparación de parámetros fisicoquímicos entre un muestreo y otro.

Respecto a la continuidad del cauce natural de la nanocuenca del arroyo en comento, se observó un cauce no mayor de 3 m de ancho, y profundidades variables no mayor de 40 cm. con afluentes incipientes desde su origen ubicado a las faldas del Cerro Gordo en las coordenadas 14Q X: 380,162, Y: 2,114,498, Z:2,300 (sitio de muestreo STTUPA 1) en medio de un ecosistema de bosque de pino, donde además en prácticamente a lo largo del cauce se observaron construcciones en la cercanía del arroyo, tubos de PVC del cual se desconoce el tipo de efluente que contiene o transportan, y en varias de las secciones y sitios muestreados; así mismo en algunas secciones el cauce se encuentra muy cercano a vías de comunicación. Así mismo, no se encontraron peces, pese a la escasez de agua se tomaron muestras de agua y se identificaron algas bentónicas, no se observaron macrófitas, ni macroalgas lo que más abundo fueron invertebrados. Ninguno se ubica bajo condición de riesgo de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT-2010, ni son organismos introducidos, exóticos o invasores. La presencia algunas caídas de agua en algunas secciones, permite una mejora en la calidad del agua. No obstante, también se identificaron algunas obras de construcción como puentes de madera, geomallas y de concreto; y obstrucciones por material vegetal (hojarasca, troncos, etc) que en algunas partes genera pequeños embalses o retención del cauce.



Imagen IV.4. Tuberías con descargas de aguas encontradas en la sección longitudinal del cauce.



Mesovelia sp



. *Hyalella azteca*



Stenelmis sp (Larva)



Oedogonium sp



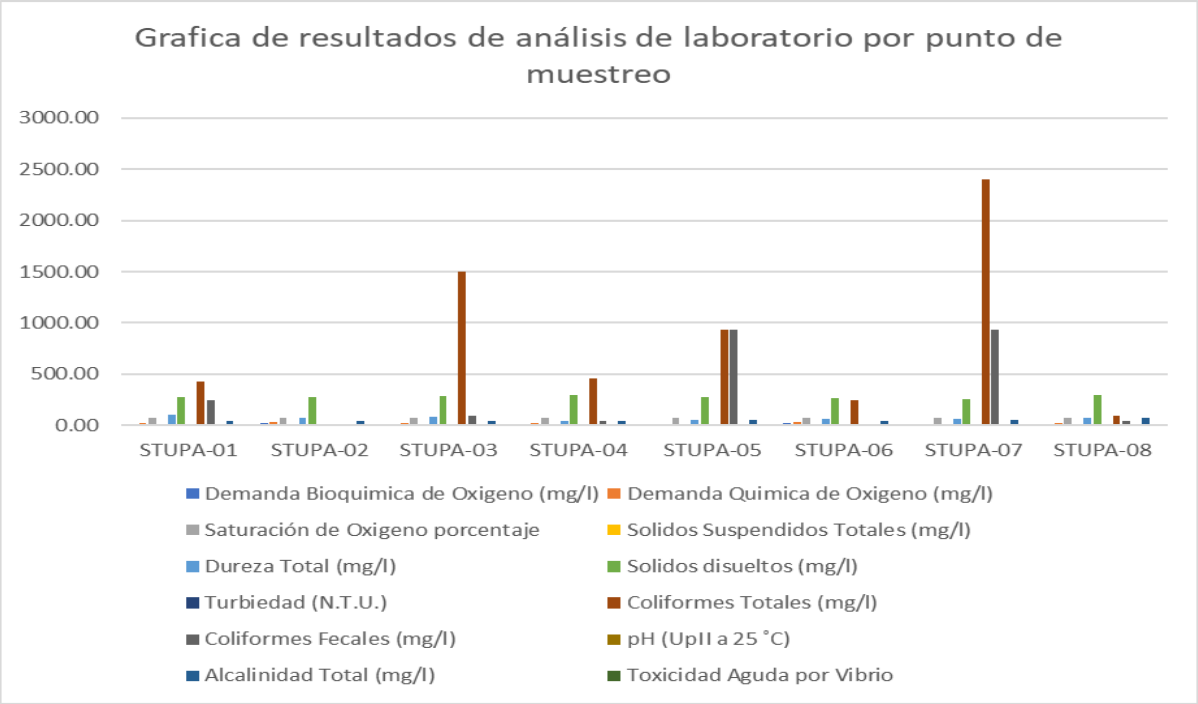
Argia sp



Rhagovelia disctinta

En la sección del cauce, que corresponde al AP, se realizó tomas de muestra de la composición de fauna en el cuerpo de agua, del cual solo se encontraron 6 taxa de insectos y 1 taxa de arácnidos, de estos organismos ninguna se ubica en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT-2010, ni son organismos introducidos, exóticos o invasores. Cabe señalar que en esta sección se presentan parámetros muy similares de DBO Y DQO al STTUPA 2. así mismo en pH, alcalinidad, dureza, sólidos disueltos, sólidos suspendidos totales y turbiedad cumplen con NOM-127-SSA1-1994 y NOM-001-SEMARNAT-1996.

Sin embargo, en la cantidad de coliformes totales y fecales es baja en comparación de las cantidades a STTUPA 2, pese a que presenta 240 mg/L y 4 mg/L respectivamente también incumple en las normas NOM-127-SSA1-1994 y en NOM-001-SEMARNAT-1996.



Grafica IV.1. Resultados del análisis de laboratorio por punto de muestreo

En este muestreo se logró identificar 30 taxa, de invertebrados acuáticos pertenecientes a las clases insecta (24); arácnidos (3) crustácea (1) y moluscos (2). La ictiofauna identificada corresponde a dos especies, la primera *Cyprinus carpio* var. koi y, la carpa común, y la Trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss*. Respecto a las algas bentónicas,se identificaron 6 taxa, además de una macroalga y una macrófita. De acuerdo con la literatura consideramos que se encontraron taxa que son organismos indicadores del estado de salud ecosistémica, como: Ephemenopteros y Trichopteros (insectos), Dirksia (arácnidos), Así como, las diatomeas las cuales sobresalieron por su abundancia y juegan un papel ecológico importante en la comunidad bentónica.

En cuanto a los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los sitios de muestreo, se analizarán solamente los parámetros indicadores de calidad de agua. Se tomaron como referencia la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-001-SEMARNAT-1996 que determinan los límites permisibles en la calidad de agua para la salud ambiental de cuerpos de agua y sistemas de abastecimiento de agua. La contaminación de tipo bacteriológico por desechos humanos y animales representa un riesgo para la salud, es por ello importante analizar la cantidad de coliformes fecales y totales que se establecen en las NOMs. En todos los sitios de muestreo rebasa los límites máximos permisibles de coliformes totales y fecales establecidos en las normas NOM-127-SSA1-1994 y en NOM-001-SEMARNAT-1996. Debido a la descarga de aguas residuales municipales y las actividades recreativas que se realizan.

En el estudio de toxicidad mediante la utilización de bacterias *Vibrio fischeri*, demuestra que los cuerpos de agua no presentan contaminación por las actividades agrícolas del lugar. Los valores de pH variaron entre los 7,24 a 7,40, por lo que el agua se encuentra dentro del límite máximo permisible que indica la

NOM-127-SSA1-1994. Al tener el pH neutro el agua nos indica que la presencia de los bicarbonatos y carbonatos de hidróxidos son pocos, por ello los parámetros de alcalinidad y dureza son bajos, cumpliendo con la NOM-127-SSA1-1994.

Con respecto a Sólidos Suspendidos Totales hay poca concentración de ellos en el agua; cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-1996. Es por ello que los cuerpos de agua analizados no presentaron turbiedad (N.T.U.) que excedieran los límites máximos permisibles de la NOM-127-SSA1-1994.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es baja en todos los sitios indicando que existe una degradación materia orgánica por la presencia de un grupo heterogéneo de microorganismos, bajo condiciones aerobias. Por lo consiguiente los parámetros de Demanda Química de Oxígeno (DQO) también son bajos lo que refleja poca abundancia de microalgas, teniendo valores menores a 20 en 5 STTUPAS sugiriendo aguas limpias.



Imagen IV.5. Estructuras encontradas en algunas secciones del cauce, durante el muestreo.

IV.2.1.2. MEDIO BIÓTICO.

El Área de estudio no es coincidente con alguna Región Hidrológica Prioritaria (RPH), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Áreas de importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad (SPTPCB), entre otros, como se puede ver en las imágenes siguientes. Sin embargo, si es coincidente con el polígono del Área Natural Protegida Federal denominada como Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec.

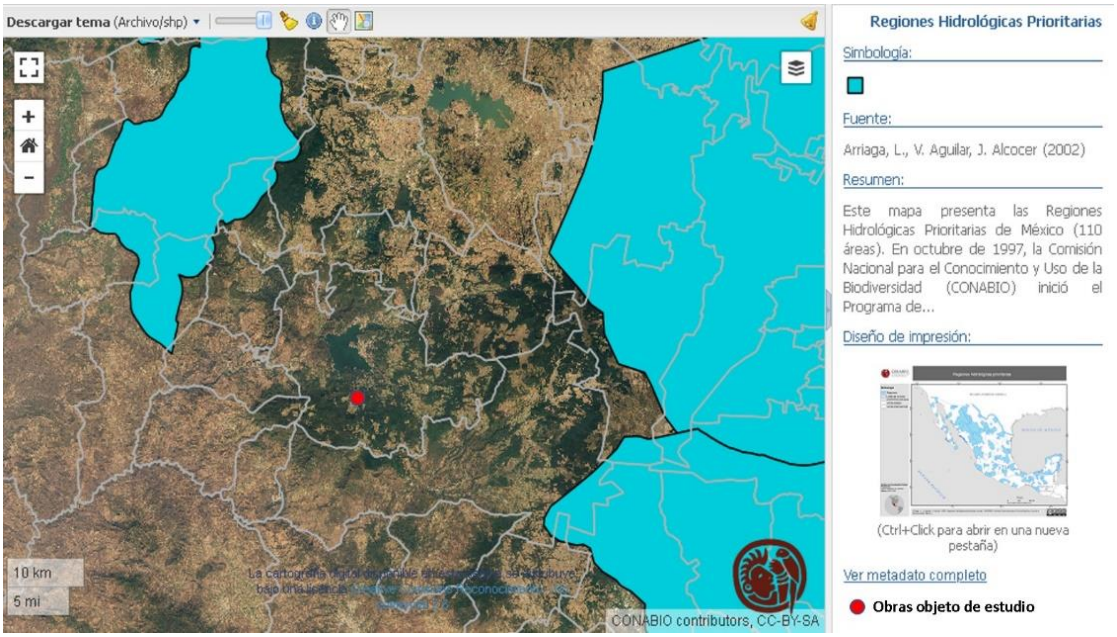


Figura IV.7. Regiones Hidrológicas Prioritarias de la CONABIO respecto al Área de Estudio (AE): Fuente: CONABIO.

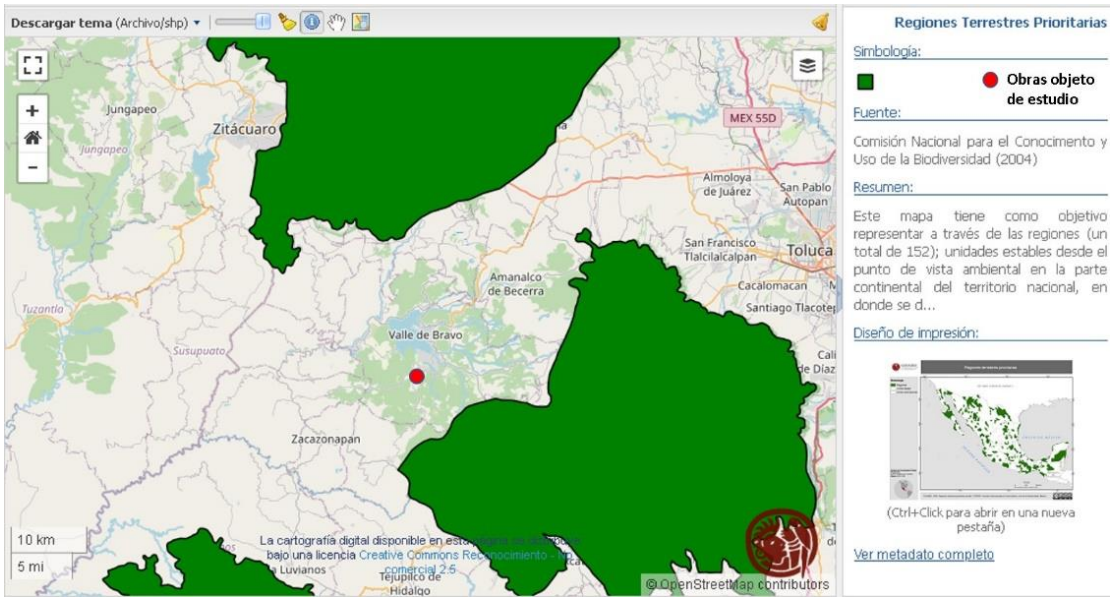


Figura IV.8. Regiones terrestres Prioritarias de la CONABIO respecto al Área de Estudio (AE): Fuente: CONABIO.

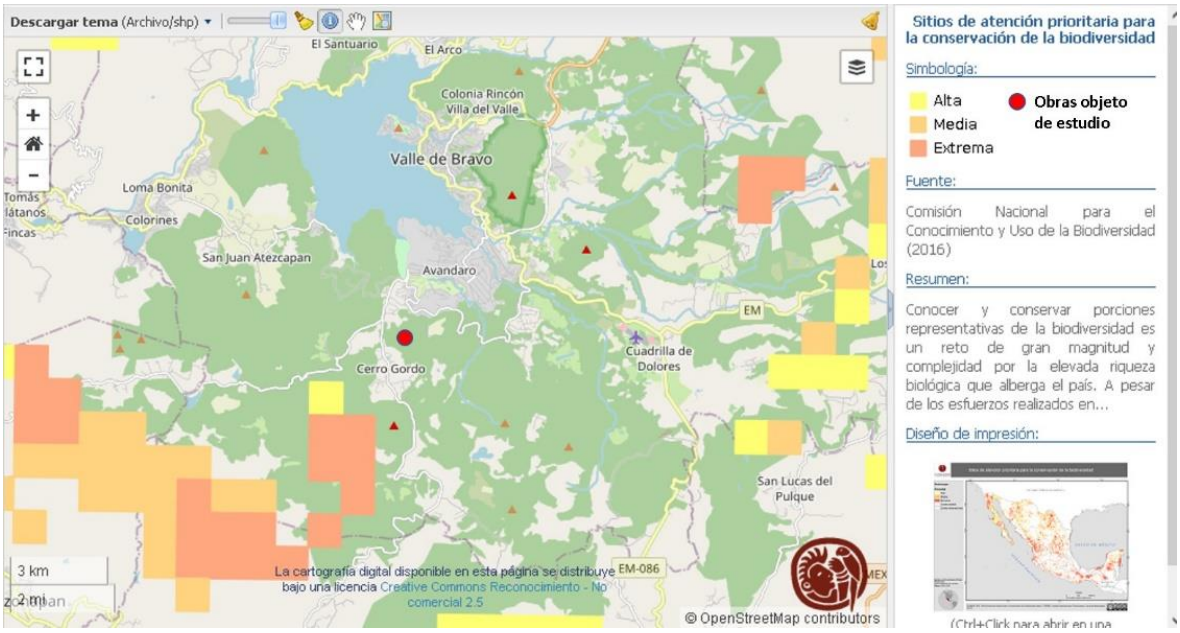


Figura IV.9. Sitios de Atención Prioritarias para la conservación del a biodiversidad de la CONABIO respecto al Área de Estudio (AE): Fuente: CONABIO.

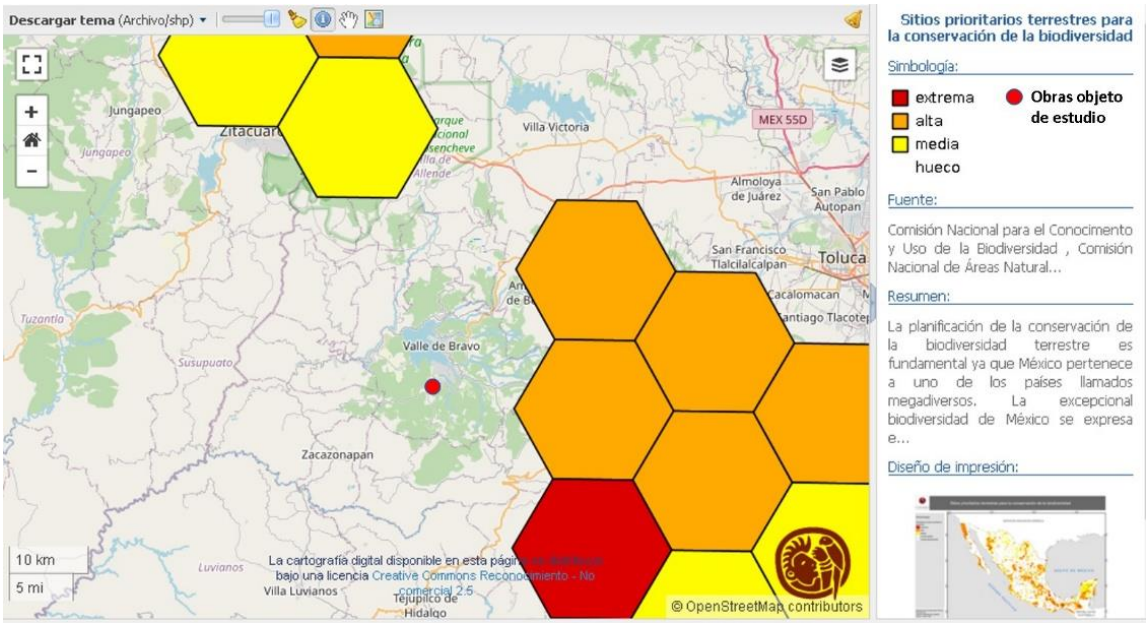


Figura IV.10. Sitios Prioritarios Terrestres para la conservación de la CONABIO respecto al Área de Estudio (AE): Fuente: CONABIO

El Área de estudio se encuentra dentro de la poligonal definida como Área Natural Protegida (ANP) con categoría de APRN denominada “Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec”; cuya área se caracteriza por su belleza paisajística y sus atractivos turísticos que son el resultado de proteger dentro de ella importantes relictos de bosque mesófilo de montaña y selva baja caducifolia, así como macizos forestales de pino – encino, pino, encino, oyamel y bosques de galería.

El objetivo principal por el que se estableció el ANP, es la protección de los macizos forestales captadores de agua en las cuencas hidrológicas en las que se originan los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, así como proteger los suelos y recuperar su vocación forestal, y preservar los

ecosistemas representativos y la alta diversidad biológica presente en el Área. Su ubicación geográfica (montañosa, florística, serranías) combinada con el clima, altitud, latitud, geomorfología favorecen la presencia de diversidad de especies de flora y fauna y ecosistemas conformados por dos importantes reinos florísticos (Holártico y Neotropical). El área esta subzonificada en el programa de manejo en polígonos, encontrando de manera general en su interior los siguientes tipos de vegetación:

- Bosque de Pino (pinares).
- Bosque de Encino (encinares):
- Selva Baja Caducifólia:
- Bosque de Oyamel
- Pastizal
- Tular
- Selva mediana caducifolia
- Bosque Bosque Mesófilo de Montaña.
- Bosque de Pino-Encino.

Características de fauna del APRN

Debido a las variaciones altitudinales y a que esta APRN se localiza dentro de la zona de transición entre las regiones zoogeográficas Neártica y Neotropical, en el ANP se distribuyen variedad de vertebrados terrestres que van en cuanto a sus características adaptativas, desde aquellos que viven en zacatonales y páramos de altura, hasta los que están adaptados a zonas tropicales o subtropicales. A través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO y los registros referenciados obtenidos por los grupos de monitoreo biológico enfocados al conocimiento, valoración y protección de la biodiversidad del ANP, se ha registrado la riqueza faunística del Área de Protección de Recursos Naturales, que incluye los siguientes grupos: artrópodos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, encontrándose que diversas especies se encuentran en alguna de las categorías de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana Nom 059 SEMARNAT 2010, Protección ambiental Especies nativas de México de flora y fauna silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo. A continuación, mencionamos las características principales de fauna respecto dentro del APRN:

- **Anfibios:** Los anfibios se consideran como especies indicadoras de la salud de los ecosistemas, ya que estos organismos son altamente vulnerables a la degradación del hábitat en cualquiera de sus formas y, actualmente el problema de la disminución de sus poblaciones es alarmante (IUCN-CINatureServe, 2007). México posé un alto grado de endemismos (60%), respecto a las 371 especies registradas en el país. En el APRN se cuenta con 9 familias, conformadas por 33 especies, de las cuales 16 están en alguna categoría de riesgo en base a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- **Aves:** En México se han registrado 1 107 especies de aves (Navarro y Gordillo, 2006) de 9 721 en el mundo. Las aves tienen una mayor movilidad y áreas de distribución relativamente más amplias que los otros grupos de vertebrados, por lo que sólo 125 de las especies mexicanas son endémicas. Estas especies se concentran en las selvas bajas caducifolias de la vertiente del Pacífico de México, la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre del Sur, las zonas áridas y semiáridas del centro de México y el Eje Neovolcánico Transversal (Arizmendi, 2003). La ornitofauna reportada en el APRN se estima en 309 especies distribuidas en 48 familias, de las cuales 27 están en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **Mamíferos:** México es uno de los tres países con mayor diversidad de mamíferos, ya que cuenta con 525 especies, lo que representa alrededor de 10% del total mundial Alrededor de 30% de esas especies (161) y 11 géneros son endémicos del país . La distribución de la riqueza de especies es heterogénea. Las zonas templadas húmedas del centro presentan riquezas de especies intermedias y las zonas áridas del norte las faunas más empobrecidas. Los patrones de concentración de especies endémicas son muy diferentes, ya que se concentran en las selvas secas del oeste y en los bosques templados del centro, especialmente en el Eje Neovolcánico. Estado de México tiene registrado un estimado de 128 especies que representa el 26% de las especies de mamíferos en el país, en donde los roedores y murciélagos son las ordenes con mayor diversidad de especies (72% en el estado de México). En el APRN se tienen registradas 19 familias de mamíferos con 78 especies, de las cuales 9 están en riesgo con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- **Reptiles:** México registra poco menos del 10% (812 especies) de las especies de reptiles reportadas a nivel mundial, y el 50% de ellas son exclusivas del país. Igual que los anfibios son vulnerables a la degradación del hábitat. En las Áreas prioritarias en México se encuentran potencialmente el 81.69% de las especies registradas. La diversidad de reptiles en el APRN se tienen registradas 44 familias, de las cuales 21 están en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

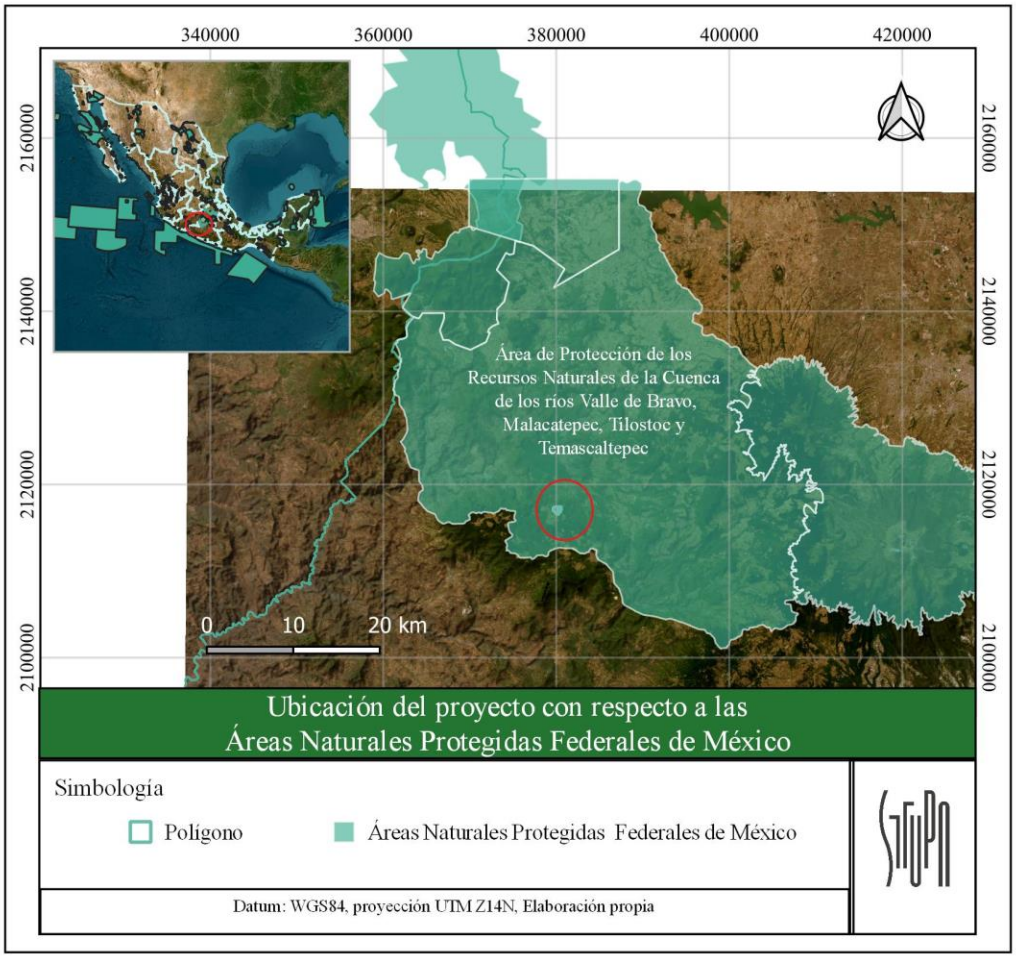
El Programa de Manejo del área señala la importancia de sus ecosistemas para la existencia de 2,596 especies de plantas y 879 de fauna, muchas de ellas endémicas y 76 de ellas listadas en alguna categoría de riesgo. Además de su riqueza ambiental y paisajística, posee un valor histórico y patrimonial con presencia de grupos indígenas y sitios arqueológicos de importancia en la región. Los cuatro pueblos originarios que se ubican en el ANP son: Mazahuas, Otomíes, Nahuas y Matlatzincas (CONABIO, 2008 y GOBEDOMEX, 2018).

Así mismo resalta su importancia al ser parte del corredor biológico del Eje Neovolcánico Transversal, que une a la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca y los Parques Nacionales Iztaccíhuatl – Popocatépetl y la Montaña Malinche o Matlalcuéyatl, constituyendo un área de conectividad ecológica que promueve buenas prácticas de manejo en sitios aledaños de hibernación de la mariposa monarca. Es un sitio con importancia alta para la conservación de bosques mesófilos (CONABIO, 2010). Sus Serranías Meridionales de la cual forma parte el Eje Neovolcánico, que es una de las principales cadenas montañosas de México y por su ubicación geográfica hacen que la combinación de factores como el clima, suelo, altitud, latitud y geomorfología, favorezcan la presencia de una diversidad de ecosistemas y especies de flora y fauna en este territorio.

El área de protección de recursos naturales Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec (APRN VB), se constituye como un sitio clave para garantizar el abasto de agua a la población de la Zona Metropolitana del Valle de México y de Toluca y su zona conurbada, que en conjunto cuentan con una población de más de 20 millones de habitantes en 2014, sus presas y ríos forman parte del Sistema Cutzamala (CONAGUA, 2018). Dentro del área, se localizan 6 presas que forman parte del Sistema Cutzamala. Se tienen identificados 101 corrientes y cuerpos de agua dentro de los cuales se incluyen 24 ríos, 63 arroyos 3 lagos (naturales); 6 presas, y 5 plantas hidroeléctricas (artificiales). Las corrientes más importantes son los ríos Salitre, Tilostoc, Amanalco, Los Quelites río Verde y el arroyo Colorado. (INEGI, 2018).

En el municipio de Valle de Bravo se registran un total de 335 manantiales que aportan un volumen de 52’815,862.08 m3 anuales con un gasto de 1,674.78 litros por segundo. Los manantiales del municipio Valle de Bravo y Amanalco representan una importante aportación a la presa Valle de Bravo, 29.5 % de

su capacidad total y consecuentemente beneficia al Sistema Cutzamala, que abastece de agua potable a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. La Cuenca Presa Valle de Bravo abarca a su vez nueve subcuencas, una de ellas, la del Arroyo San Diego que abarca una superficie de 3,751.00 ha, y la subcuenca del Arroyo Sauco-Tomatillo tributario del Arroyo San Diego, donde se ubica el SA y las obras de estudio.



Mapa IV.9. ANP´s federales entre los estados de México y Michoacán, y del corredor biológico del Eje Neovolcánico Transversal.

Los factores de disturbio o perturbación en esta APRN son: incendios forestales, plagas, inundaciones, deslaves y sequias, eventos hidrometeorológicos como tormentas de granizo, tormentas eléctricas. Los incendios predominan en bosque de coníferas y las causas predominantemente son antropogénicas derivadas de actividades agropecuarias y turísticas e intencionales; estas últimas se han incrementado en los últimos años de manera alarmante. Las plagas por insectos descortezadores han sido un factor importante de pérdida de volúmenes considerables de vegetación y alteración del ecosistema de bosques de pino; sin embargo, ha disminuido en los últimos años. Por su parte los deslaves representan un índice de peligro alto y muy alto en algunos municipios al interior del APRN; ocasionando daños económicos, a la infraestructura carretera y pérdidas humanas, mismas relacionadas con inundaciones y ocurrencia de lluvias torrenciales durante 72 horas.

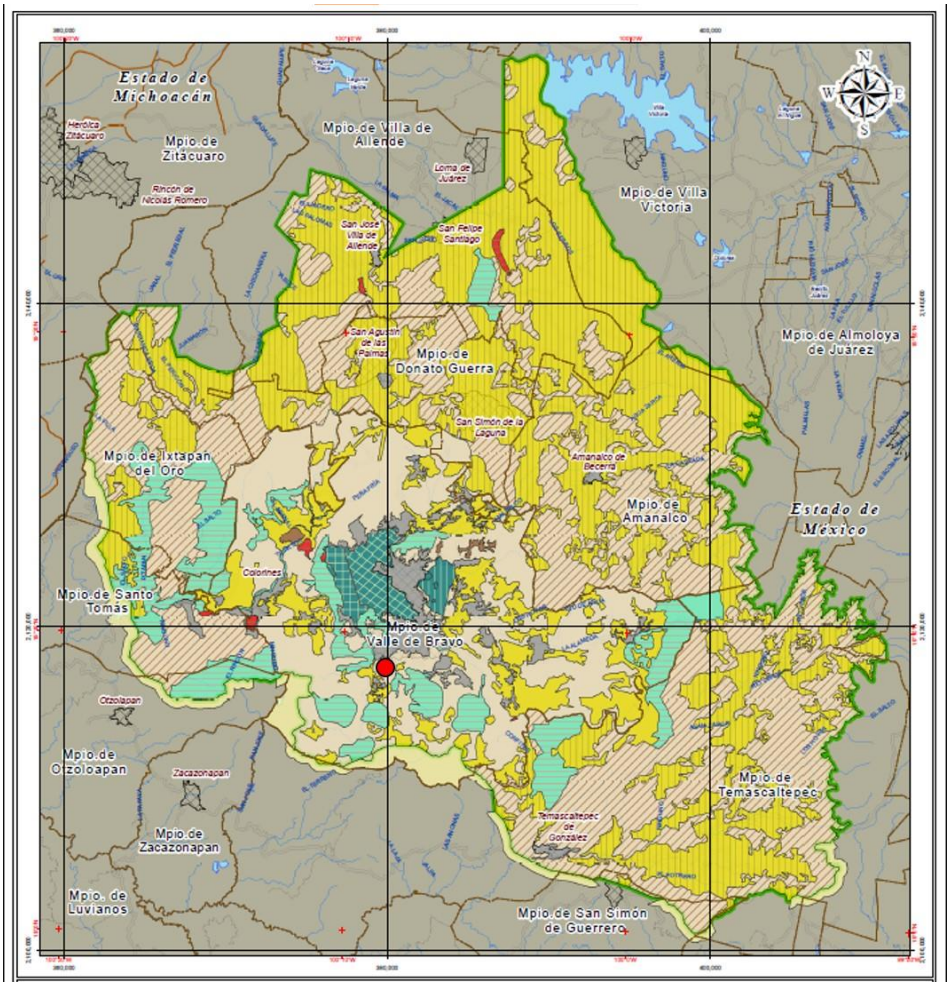


Figura IV.11. Ubicación de las obras a evaluar (punto rojo), dentro del APRN Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec.

En el área natural protegida (ANP) Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, se identificaron diez tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña (selva mediana o baja perennifolia), selva baja caducifolia, (bosque tropical caducifolio), selva mediana caducifolia, encinar (bosque de encino), encinar-pinar (bosque de encino– pino), bosque de oyamel, pinar (bosque de pino), pastizal, tular (vegetación acuática), palmares, sabanas, y bosque de galería.

Los tipos de vegetación potencialmente relacionados al área del proyecto de acuerdo a la composición y estructura de las UM muestreadas, son:

a. Bosque mesófilo de montaña que ocupa el 2.58% de la superficie del ANP, y que se encuentra en sitios con relieve accidentado y laderas con pendiente pronunciada. Se ha reportado en áreas cercanas al AP como en el polígono de Cerro Gordo. Algunas de las especies características del bosque mesófilo son Carpinus tropicalis, Styrax ramirezii Quercus laurina, Quercus martinezii, Clethra mexicana, Pinus pseudostrobus, Oreopanax xalapensis, Alnus acuminata, Styrax ramirezii y Quercus castanea. Epífitas, bromelias y helechos son especies abundantes en este hábitat

b. Bosque de pino-encino, que ocupa el 10.72% del ANP, el cuál se distribuye en diferentes polígonos con diversas especies de pinos y encinos dominantes. Entre ellos: Pinus montezumae, P. leiophylla

y P. teocote, con encinos de las especies Quercus laurina, Q. crassipes, Q. castanea y Q. crassifolia, entre otros.

c. Bosque de pino, que representa el 4.13% de la vegetación del ANP, y se ubica principalmente en el municipio de Valle de Bravo y diferentes áreas del ANP. Las especies más representativas son: Pinus pseudostrobus, P. leiophylla, P. teocote y P. oocarpa.

d. Bosque de galería, que representa 0.09 % de la vegetación del ANP. Se establece en la ribera de los ríos o cuerpos de agua. Estos ecosistemas son fundamentales porque permite la conectividad en el ANP. Las especies características son Fraxinus uhdei, Taxodium mucronatum, Oreopanax xalapensis, Alnus acuminata, y Sageretia wrightii.

En este sentido, el área de estudio (AP) se localizan en el Ejido de Cerro Gordo, en el municipio de Valle de Bravo en el Estado de México, en la sección sur de la presa de Valle de Bravo, en las cercanías de la localidad de Cerro Gordo. El acceso al AP es mediante la carretera municipal a Avándaro, dirigiéndose al sur, hacia la localidad Cerro Gordo, ubicada a aproximadamente 6.5 kilómetros de la calle Espinos y Tomatillos s/n, colonia Cerro Gordo, localidad de Avándaro, en el municipio de Valle de Bravo



Figura IV.12. Ubicación de las obras sujetas a estudio (poligonal de acuerdo a la autoridad) en el municipio de Valle de Bravo

Derivado de las inspecciones realizadas por la autoridad ambiental, se describen el cuadro de coordenadas geográficas que señala el acta de inspección 17-114-049-IA-21 Bis; no obstante, el área de estudio comprende una poligonal mayor, con una superficie de 5.5 ha.

Tabla IV.12. Coordenadas del predio inspeccionado por la PROFEPA. Fuente: Acta circunstanciada 17-114-049-IA-21 BIS 1, Impacto Ambiental.

No. de Coordenada	Latitud Norte (LN)	Longitud Oeste (LW)
1	19° 8'29.90"	100° 8'35.10"
2	19° 8'33.00"	100° 8'38.80"
3	19° 8'38.00"	100° 8'38.70"
4	19° 8'45.20"	100° 8'39.50"
5	19° 8'46.10"	100° 8'31.47"
6	19° 8'46.56"	100° 8'24.10"
7	19° 8'40.44"	100° 8'17.70"
8	19° 8'33.06"	100° 8'18.45"
9	19° 8'26.74"	100° 8'15.15"
10	19° 8'22.41"	100° 8'17.54"
11	19° 8'17.43"	100° 8'20.57"
12	19° 8'25.70"	100° 8'30.97"

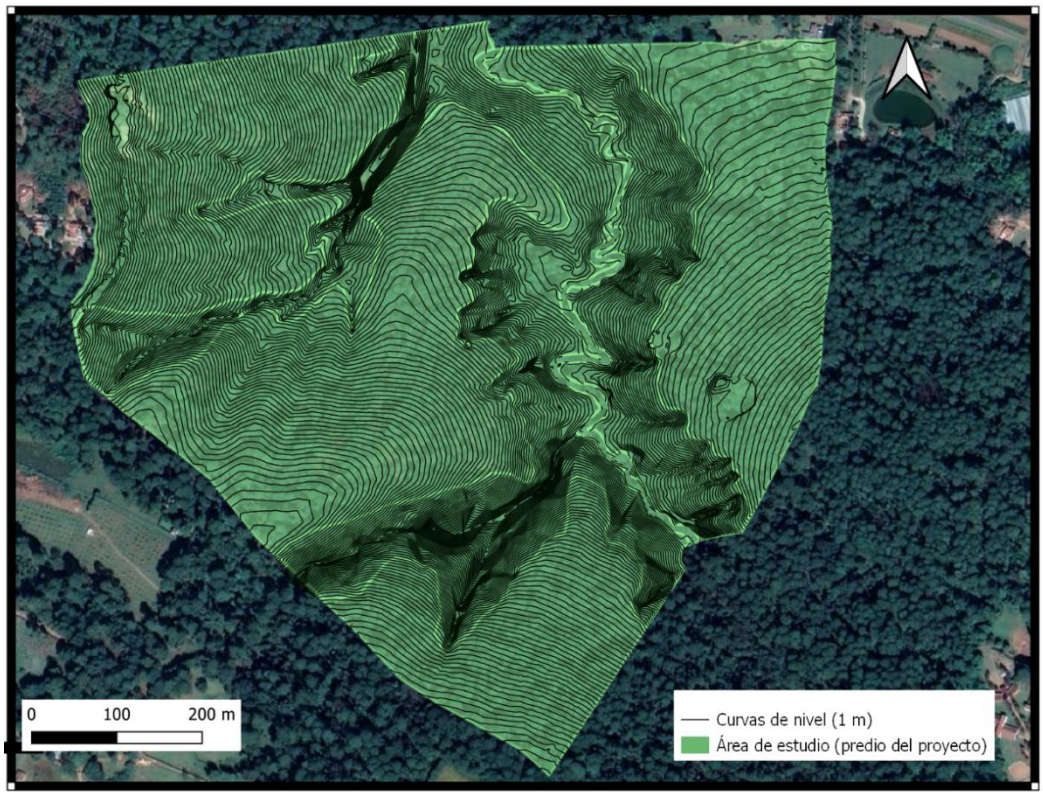


Figura IV.13. Poligonal topográfico del sitio del proyecto donde se ubican las obras de estudio (curvas de nivel a 1 m.). Fuente: Elaboración propia, sobre imagen satelital copernicus.

El sitio del proyecto se encuentra por consiguiente dentro de macizo de áreas boscosas, colindante al norte con una franja arbolada y la colonia Emiliano Zapata de la localidad de Avándaro, y al suroeste con la localidad de Cerro Gordo. Se encuentra colindante al norte con áreas urbanizada, y Sureste con áreas urbanizadas y agrícolas. Al Noreste con rancho los espinos que presenta zonas desprovistas de vegetación arbórea. El predio cuenta con un arroyo denominado El Tomatillo que lo cruza de Sur a Norte. Hacia el Norte, aproximadamente a 3 km del predio se ubica la presa de Valle de Bravo; a la misma distancia en dirección oriente se encuentran la colonia Valle Escondido, Peña Blanca, de la localidad de Avándaro.

Es de observarse que existen construcciones de viviendas residenciales en su colindancia Este, norte, noreste y sureste, con evidentes claros probablemente debido a la modificación de la vegetación arbórea.

El área de estudio se localiza en el extremo norte de la nanocuenca del arroyo El tomatillo, observando hacia cuenca arriba, es decir al sur del predio, importantes cambios en el uso de suelo como se describirá en el siguiente apartado, evidenciando modificaciones en su cobertura arbórea principalmente, tendiente al crecimiento de zonas habitacionales y agrícolas. No obstante, se observan macizos boscosos importantes en dirección a barranca seca y al oeste de la localidad Cerro Gordo.

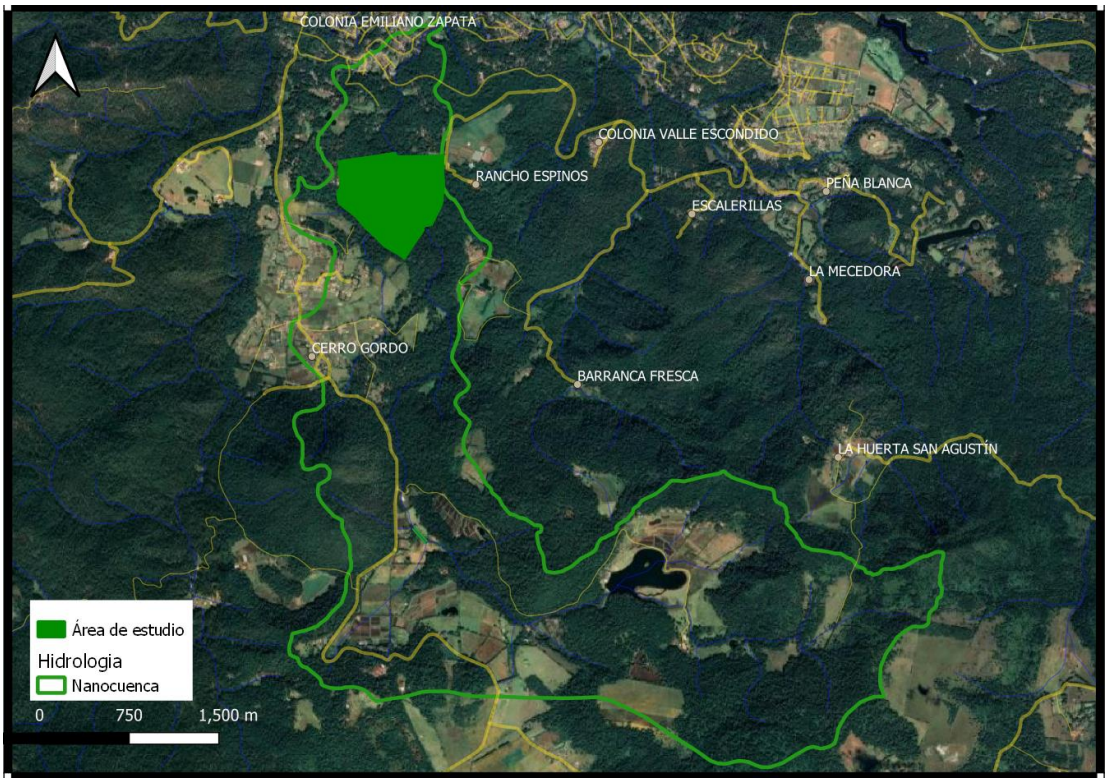


Figura IV.14. Contexto y colindancias del área de estudio. Elaboración propia

A fin de identificar y describir cuál era el tipo de vegetación existente en el poligonal total del área de estudio y áreas aledañas, así como la fauna registrada para el sitio y sus alrededores, se realizaron estudios de campo mediante unidades de muestreo, y transectos refiriendo observaciones directas e indicando las especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT- 2001. Para ellos de llevo a campo un análisis de la vegetación y fauna para identificar las especies presentes en lugar antes de iniciadas las obras o actividades, así como las consideradas en riesgo.

IV.2.1.2.1. FLORA SILVESTRE.

Un aspecto crucial y fácil de observar en un determinado sitio, es la vegetación, de manera sintética, la vegetación es un conjunto de elementos florísticos que ocupan una superficie determinada y que en conjunto está determinado por formas estructurales distintas (bosques, selvas, matorrales y sabanas); toda esta cubierta vegetal tiene su propia composición florística, estructura y diversidad que la caracteriza y le da su identidad. Sin embargo, la flora hace referencia a los sus elementos florísticos: 1) especies, que están presentes con los diferentes individuos formando 2) poblaciones, por ende, es necesario conocer su diversidad florística. Estos pueden ser árboles, arbustos, hierbas, epifitas, que están determinados por

varias condiciones limitantes y favorables, como la humedad, precipitación, temperatura, tipo de suelo. La flora tiende habitar en diferentes áreas o hábitat a esto se le conoce como distribución de la flora. Uno de aspecto importante para determinar acciones de manejo y conservación florística. Los estudios de la flora son el referente más importante de la diversidad florística, a partir de estos se conoce su densidad, abundancia, dominancia, diversidad, importancia ecológica y el potencial de las especies útiles para el manejo.

IV.2.1.2.1.1. FLORA DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).

Entre las causas que hacen de México un país de gran diversidad biológica está la topografía, la variedad de climas y una compleja historia geológica. Estos factores han contribuido a formar un mosaico de condiciones ambientales y micro-ambientales que promueven una gran variedad de hábitat y de formas de vida (Sarukhán, Soberón y Larson-Guerra, 1996).

La flora del país es considerada como una de las más ricas del mundo y se distribuye en 34 comunidades vegetales. La alta riqueza florística, tiene un alto endemismo, donde aproximadamente el 10% de los géneros y el 62% de las especies se restringen a México (Rzedowski, 1993).

La vegetación ha sido conceptualizada bajo diferentes criterios, como es el caso de Rzedowski (1978) que hace un análisis de la clasificación propuesta por Leopold (1950) así como Miranda y Hernández-X. (1963), Flores et al. (1971) las cuales se basan en la fisonomía y formas de vida de las especies dominantes. En cuanto al grado de especificación, la clasificación de Rzedowski permite distinguir detalladamente los tipos de vegetación, definidos de acuerdo con sus rasgos fisonómicos, de naturaleza florística y también, de acuerdo con el ambiente. El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1988) también realiza una descripción de los tipos de vegetación que resulta en una mezcla de las anteriores.

Así mismo, la vegetación es el indicador más importante de las condiciones ambientales del territorio y del estado de sus ecosistemas, ya que refleja el resultado de las interacciones entre todos los componentes del ambiente, y su estabilidad espacial permite identificar unidades cuya fisonomía y composición florística corresponde a diversas condiciones ecológicas (SEMARNAT, 2002).

A continuación, se describe la metodología para determinar la diversidad de flora silvestre en el área delimitada como sistema ambiental regional.

DISEÑO DE MUESTREO.

Con ayuda de material de apoyo (GPS, imágenes satelitales, lápiz y pluma, libreta de campo, clinómetro, cinta diámetrica, flexómetro, machete, cámara fotográfica), se establecieron sitios de muestreo de manera circular, sistemático y estratificado (por estrato de la vegetación), esto con la finalidad de contar con elementos estadísticos que permitan estimar la confiabilidad del inventario e intensificar el muestreo en las zonas con mayor dinámica de cambio y con las estructuras vegetativas más complejas.

Para evaluar la riqueza de la vegetación por cada una de las unidades de análisis, el procedimiento fue el siguiente:

- Se establecieron 14 sitios circulares de muestreo con un radio de 17.84 metros lineales y un área de 1,000 m^2; y 5 sitios pertenecientes a vegetación de bosque templado y 9 sitios dentro de vegetación riparia.

Estrato Arbustivo.

- Se establecieron los mismos 14 sitios circulares de muestreo respectivos a cada tipo de vegetación con un radio de 8.92 m., cuya superficie es de 250 m^2.

Estrato Herbáceo.

- Para el SAR, se establecieron 14 sitios de 1x1 metros, es decir 1 m^2.

Es importante destacar que, para ambas áreas de análisis se levantaron los sitios de muestreo, sin embargo, para esta unidad de análisis y para el estrato arbustivo de dice que no todos los sitios albergo flora. Por otra parte, para estimar el número de individuos presentes en el SAR, se utilizó una superficie de referencia, el cual es obtenida a partir del rango de influencia de los sitios levantados.

La determinación del número de puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, et al., 2011[2]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[3]).

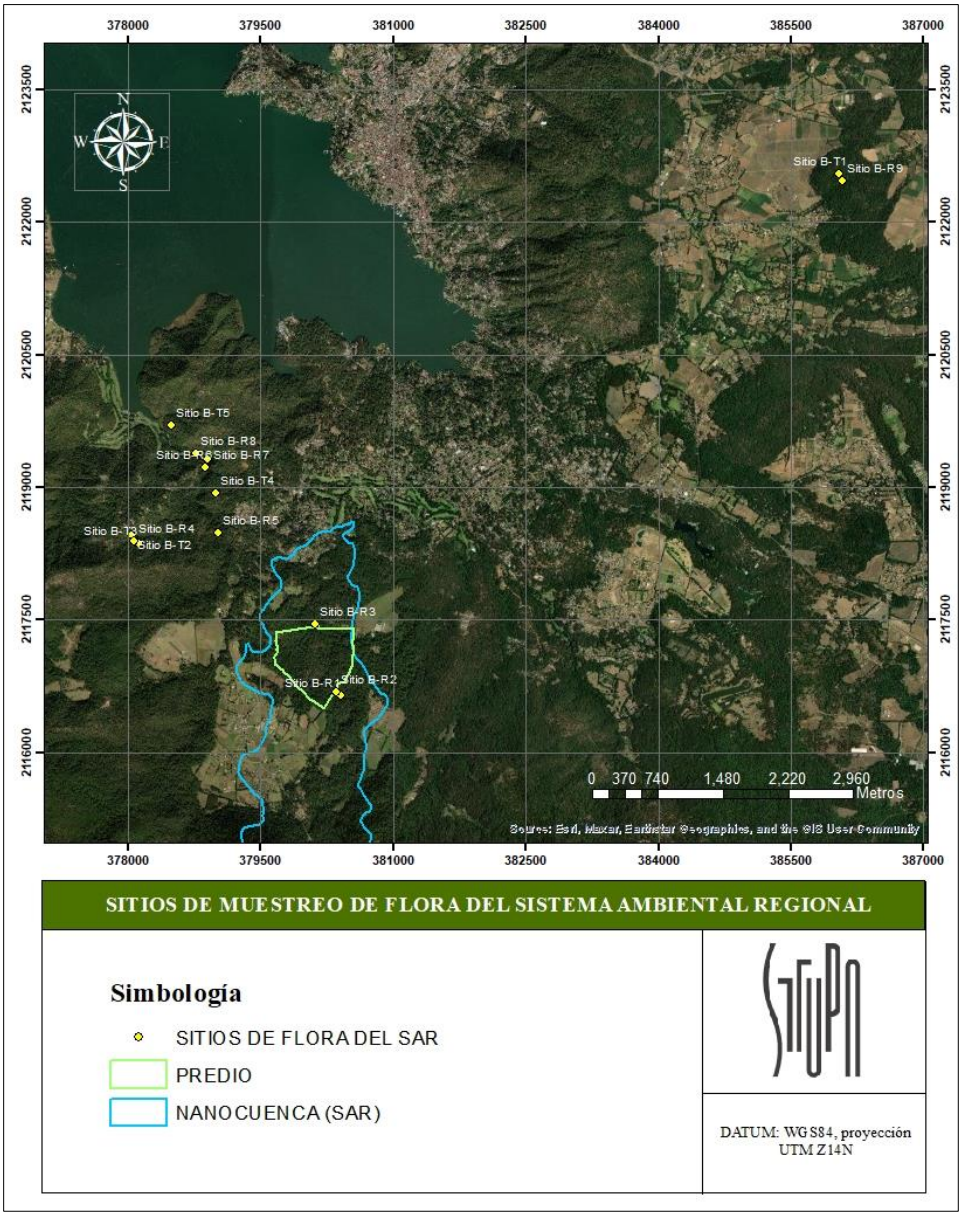
A continuación, se muestran las coordenadas UTM de los sitios de flora establecidos para el SAR y su respectivo mapa de ubicación.

Tabla IV.13. Coordenadas de los sitios de Biodiversidad de Flora del SAR

UNIDAD DE ESTUDIO	TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE DEL SITIO	NO. SITIO DE CAMPO	COORDENADAS UTM (14Q)	
				X	Y
Sistema ambiental regional	Bosque Templado	Sitio B-T1	1	386043	2122541
		Sitio B-T2	2	378040	2118457
		Sitio B-T3	3	378110	2118364
		Sitio B-T4	4	378987	2118935
		Sitio B-T5	5	378486	2119696
	Vegetación Riparia	Sitio B-R1	6	380403	2116649
		Sitio B-R2	7	380355	2116683
		Sitio B-R3	8	380111	2117447
		Sitio B-R4	9	378060	2118387
		Sitio B-R5	10	379015	2118478
		Sitio B-R6	11	378865	2119218
		Sitio B-R7	12	378902	2119312
		Sitio B-R8	13	378765	2119386
		Sitio B-R9	14	386082	2122468

[2] Bautista Zúñiga, Francisco; Palacio Prieto, José Luis; Delfín González, Hugo; Paéz Bistrain, Rosaura; Carmona Jiménez, Estela; Delgado Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM.

[3] Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.



Mapa IV.10. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo en el SAR

RESULTADO DE LOS MUESTREOS.

Como resultado del muestreo realizado se presenta los siguientes listados de flora del SAR.

Listado florístico

Tabla IV.14. Listado florístico del estrato arbóreo del SAR

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
1	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	N/A	Nativa	19
2	Araliaceae	*Oreopanax xalapensis*	Macuilillo	N/A	Nativa	23
3	Betulaceae	*Alnus acuminata*	Aile	N/A	Nativa	40

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
4	Betulaceae	*Alnus jorullensis*	Aliso	N/A	Nativa	85
5	Betulaceae	*Alnus sp.*	Aile	N/A	Nativa	100
6	Celastraceae	-	Celastraceae	-	-	28
7	Chloranthaceae	*Hedyosmum mexicanum*	Palo de agua	N/A	Nativa	2
8	Clethraceae	*Clethra mexicana*	Mamojuaxtle	N/A	Nativa	39
9	Clethraceae	*Clethra sp.*	Cletra	N/A	Nativa	18
10	Clusiaceae	*Clusia sp.*	Chagualo	N/A	Nativa	6
11	Cornaceae	*Cornus disciflora*	Xochilcorona	N/A	Nativa	8
12	Cupressaceae	*Cupressus sp.*	Ciprés	N/A	Nativa	2
13	Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	N/A	Nativa	7
14	Fagaceae	*Quercus laurina*	Encino Laurelillo	N/A	Nativa	2
15	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino negro	N/A	Nativa	39
16	Fagaceae	*Quercus scytophylla*	Encino blanco	N/A	Endémica	73
17	Fagaceae	*Quercus sp.*	Encino	N/A	Nativa	33
18	Garryaceae	*Garrya sp.*	Azulillo	N/A	Introducida	3
19	Juglandaceae	*Juglans sp.*	Nogal	N/A	Nativa	14
20	Lauraceae	-	Lauraceae	-	-	1
21	Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Capulincillo	N/A	Nativa	4
22	Malpigeacea	-	Malpigeacea	-	-	1
23	Myrtaceae	*Eugenia crenularis*	Capulincillo	N/A	Endémica	11
24	Myrtaceae	*Eugenia spp.*	Capulincillo	N/A	Nativa	1
25	Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Fresno	N/A	Nativa	11
26	Pentaphylacaceae	*Cleyera integrifolia*	Flor de tila	N/A	Endémica	4
27	Pentaphylacaceae	*Ternstroemia lineata*	Flor de tilia grande	N/A	Nativa	8
28	Pinaceae	*Pinus douglasiana*	Pino avellano	N/A	Endémica	33
29	Pinaceae	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	N/A	Endémica	53
30	Pinaceae	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	N/A	Nativa	20
31	Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino prieto	N/A	Nativa	12
32	Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino blanco	N/A	Nativa	30
33	Piperaceae	*Piper sp.*	Pimienta común	N/A	Nativa	1
34	Primulaceae	*Parathesis sp.*	Capulin sp	N/A	Nativa	1
35	Sabiaceae	*Meliosma dentata*	Jaboncillo	N/A	Nativa	23
36	Salicaceae	*Populus sp.*	Álamo	N/A	Nativa	1
37	Salicaceae	*Salix sp.*	Sauce	N/A	Nativa	1
38	Styracaceae	*Styrax argenteus*	Capulin	N/A	Nativa	30
39	Symplocaceae	*Symplocos citrea*	Chico	N/A	Endémica	7
40	-	-	Meliosma 3	-	-	1
41	-	-	Morpho2	-	-	1
42	-	-	Morpho3	-	-	1

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
43	-	-	Muestra II	-	-	4

Tabla IV.15. Listado florístico del estrato arbustivo del SAR

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
1	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	N/A	Nativa	90
2	Araliaceae	*Dendropanax sp.*	Mano de León	N/A	Nativa	1
3	Araliaceae	*Oreopanax xalapensis*	Macuilillo	N/A	Nativa	85
4	Asteraceae	*Ageratina areolaris*	Raíz de Serpiente	N/A	Nativa	3
5	Asteraceae	*Ageratina petiolaris*	Amargocilla	N/A	Nativa	1
6	Asteraceae	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	N/A	Endémica	3
7	Asteraceae	*Verbesina oncophora*	Memelilla	N/A	Endémica	1
8	Betulaceae	*Alnus arguta*	Llite	N/A	Nativa	10
9	Campanulaceae	*Lobelia laxiflora*	Aretitos	N/A	Nativa	1
10	Celastraceae	-	Celastraceae	-	-	20
11	Clethraceae	*Clethra sp.*	Cletra	N/A	Nativa	10
12	Clusiaceae	*Clusia sp.*	Chagualo	N/A	Nativa	1
13	Cornaceae	*Cornus disciflora*	Xochilcorona	N/A	Nativa	1
14	Ericaceae	*Agarista mexicana*	Granada silvestre	N/A	Nativa	3
15	Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	N/A	Nativa	1
16	Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de ángel	N/A	Nativa	9
17	Fabaceae	*Desmodium densiflorum*	Gusanillo	N/A	Endémica	2
18	Fagaceae	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	N/A	Nativa	6
19	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino negro	N/A	Nativa	6
20	Fagaceae	*Quercus scytophylla*	Encino blanco	N/A	Endémica	6
21	Fagaceae	*Quercus sp.*	Encino	N/A	Nativa	11
22	Lauraceae	-	Lauraceae	-	-	27
23	Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Capulincillo	N/A	Nativa	7
24	Melastomataceae	*Monochaetum calcaratum*	Flor rosada	N/A	Endémica	14
25	Myrsinaceae	*Myrsine myricoides*	Manglillo	N/A	Nativa	4
26	Myrtaceae	*Eugenia crenularis*	Capulincillo	N/A	Endémica	9
27	Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Fresno	N/A	Nativa	4
28	Onagraceae	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo	N/A	Nativa	21
29	Pentaphylacaceae	*Cleyera integrifolia*	Flor de tila	N/A	Endémica	3
30	Pentaphylacaceae	*Ternstroemia lineata*	Flor de tilia grande	N/A	Nativa	26
31	Pinaceae	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	N/A	Endémica	1
32	Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino prieto	N/A	Nativa	1
33	Polygalaceae	*Monnina ciliolata*	Tintorea	N/A	Nativa	3

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
34	Primulaceae	*Parathesis melanosticta*	Capulín de hueso	N/A	Endémica	9
35	Rubiaceae	-	Rubiaceae	-	-	68
36	Rubiaceae	-	Rubiaceae frecuente	-	-	159
37	Sabiaceae	*Meliosma dentata*	Jaboncillo	N/A	Nativa	35
38	Salicaceae	*Xylosma flexuosa*	Alfilerillo	N/A	Nativa	1
39	Solanaceae	*Cestrum anagyris*	Agua bendita	N/A	Nativa	12
40	Solanaceae	*Cestrum sp.*	Cestrum	N/A	Nativa	3
41	Solanaceae	*Cestrum sp. 2*	Cestrum	N/A	Nativa	1
42	Solanaceae	*Cestrum thyrsoideum*	Zapotillo	N/A	Nativa	2
43	Styracaceae	*Styrax argenteus*	Capulin	N/A	Nativa	13
44	Symplocaceae	*Symplocos citrea*	Chico	N/A	Endémica	6
45	-	-	Compuesta 2 hojas juntas	-	-	12
46	-	-	Desconocida 1 con frutos	-	-	31
47	-	-	Frutita roja	-	-	1
48	-	-	Liana	-	-	1
49	-	-	Morfo 1	-	-	1
50	-	-	Nispero	-	-	1
51	-	-	Parece encino	-	-	11

Tabla IV.16. Listado florístico del estrato herbáceo del SAR

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
1	Adiantáceae	*Adiantum sp.*	Culantrillo	N/A	Nativa	5
2	Anacardiaceae	*Toxicodendron radicans*	Hiedra venenosa	N/A	Nativa	6
3	Apiaceae	*Eryngium sp.*	Hierba del sapo	N/A	Nativa	1
4	Apiaceae	*Osmorhiza sp.*	Perejil de campo	N/A	Nativa	2
5	Aspleniaceae	*Asplenium monanthes*	Helecho Perejil de Un Soro	N/A	Nativa	14
6	Asteraceae	*Bidens pilosa*	Acahual Blanco	N/A	Nativa	3
7	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	N/A	Nativa	1
8	Asteraceae	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	N/A	Endémica	5
9	Asteraceae	*Tagetes lunulata*	Cinco Llagas	N/A	Endémica	1
10	Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Abrojo	N/A	Nativa	8
11	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	N/A	Nativa	8
12	Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Abrojo	N/A	Nativa	12
13	Begoniaceae	*Begonia balmisiana*	Ala de ángel	N/A	Endémica	1
14	Blechnaceae	*Blechnum sp.*	-	N/A	Nativa	1
15	Bromeliaceae	*Tillandsia prodigiosa*	Clavel del aire	N/A	Endémica	2
16	Cactaceae	*Disocactus speciosus*	Santa Martha	N/A	Endémica	70

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
17	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho Águila	N/A	Nativa	10
18	Euphorbiaceae	*Euphorbia macropus*	Hierba de la golondrina	N/A	Nativa	1
19	Fabaceae	*Aeschynomene petraea*	Aeschynomene	N/A	Endémica	6
20	Fabaceae	*Desmodium grahamii*	Pegaropa	N/A	Nativa	19
21	Fabaceae	*Desmodium molliculum*	Amor Seco	N/A	Nativa	1
22	Fabaceae	*Desmodium sp.*	Pegaropa	N/A	Nativa	11
23	Fabaceae	*Eriosema sp.*	-	N/A	Nativa	14
24	Fabaceae	*Hosackia repens*	Pico de loro	N/A	Nativa	2
25	Lamiaceae	*Lepechinia sp.*	-	N/A	Nativa	41
26	Passifloraceae	*Passiflora sexocellata*	Ala de murciélago	N/A	Nativa	18
27	Plantaginaceae	*Russelia sp.*	-	N/A	Nativa	4
28	Poaceae	*Bromus carinatus*	Bromo de California	N/A	Nativa	29
29	Poaceae	*Chusquea sp.*	Bambú andino	N/A	Nativa	1
30	Poaceae	*Muhlenbergia rigens*	Liendrilla de Venado	N/A	Nativa	15
31	Poaceae	*Oplismenus hirtellus*	Pasto Sombra	N/A	Nativa	10
32	Poaceae	*Oplismenus sp.*	Zacate de labor	N/A	Nativa	43
33	Poaceae	*Zeugites americana*	Carricillo papachote	N/A	Endémica	1
34	Polypodiaceae	*Pleopeltis polypodioides*	Helecho Siempre Viva	N/A	Nativa	2
35	Polypodiaceae	*Polypodium sp.*	Polipodio	N/A	Nativa	5
36	Rosaceae	*Rubus sp.*	Zarza común	N/A	Nativa	1
37	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	N/A	Nativa	15
38	Rubiaceae	*Crusea longiflora*	Hierba del Soldado	N/A	Nativa	10
39	Rubiaceae	*Didymaea mexicana*	Ocosúchil	N/A	Nativa	61
40	Rubiaceae	*Spermacoce verticillata*	Culantrillo	N/A	Nativa	1
41	Smilacaceae	*Smilax sp.*	Zarzaparrilla	N/A	Nativa	7
42	Solanaceae	*Solanum appendiculatum*	Tomate Silvestre	N/A	Nativa	12
43	Solanaceae	*Solanum marginatum*	Bola de oro	N/A	Exótica	3
44	Solanaceae	*Solanum sp.*	Tomatillo	N/A	Nativa	15
45	Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Uva de montaña	N/A	Nativa	1

El estrato dominante es el de arbustos presentando un total de 51 especies, seguido de las hierbas con 45 especies y finalmente la presencia de 43 tipos de árboles. El número total de registros haciende a 2,058. Es importante mencionar que en su mayoría las especies son nativas del territorio mexicano y dentro de los demás estratos encontramos endémicas, introducidas y/o exóticas.

Se obtuvo un promedio de riqueza específica de 14 sitios establecidos de 118 especies y 52 familias en conjunto de los 3 niveles de estratificación.

Individuos por hectárea y extrapolados

Como fue mencionado, se estimó una superficie de referencia de 670 hectáreas para los sitios del Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.17. Número de individuos por hectárea y totales del estrato arbóreo, SAR

SUP. DE REFERENCIA (HA)	ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
670.00	1	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	21	14,144
	2	Araliaceae	*Oreopanax xalapensis*	Macuilillo	26	17,122
	3	Betulaceae	*Alnus acuminata*	Aile	44	29,778
	4	Betulaceae	*Alnus jorullensis*	Aliso	94	63,278
	5	Betulaceae	*Alnus sp.*	Aile	111	74,444
	6	Celastraceae	-	Celastraceae	31	20,844
	7	Chloranthaceae	*Hedyosmum mexicanum*	Palo de agua	2	1,489
	8	Clethraceae	*Clethra mexicana*	Mamojuaxtle	43	29,033
	9	Clethraceae	*Clethra sp.*	Cletra	30	19,951
	10	Clusiaceae	*Clusia sp.*	Chagualo	7	4,467
	11	Cornaceae	*Cornus disciflora*	Xochilcorona	9	5,956
	12	Cupressaceae	*Cupressus sp.*	Ciprés	2	1,489
	13	Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	14	9,380
	14	Fagaceae	*Quercus laurina*	Encino Laurelillo	4	2,680
	15	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino negro	78	52,260
	16	Fagaceae	*Quercus scytophylla*	Encino blanco	134	89,482
	17	Fagaceae	*Quercus sp.*	Encino	37	24,567
	18	Garryaceae	*Garrya sp.*	Azulillo	6	4,020
	19	Juglandaceae	*Juglans sp.*	Nogal	16	10,422
	20	Lauraceae	-	Lauraceae	1	744
	21	Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Capulincillo	4	2,978
	22	Malpigeacea	-	Malpigeacea	1	744
	23	Myrtaceae	*Eugenia crenularis*	Capulincillo	12	8,189
	24	Myrtaceae	*Eugenia spp.*	Capulincillo	1	744
	25	Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Fresno	12	8,189
	26	Pentaphylacaceae	*Cleyera integrifolia*	Flor de tila	6	4,169
	27	Pentaphylacaceae	*Ternstroemia lineata*	Flor de tilia grande	10	6,551
	28	Pinaceae	*Pinus douglasiana*	Pino avellano	64	43,029
	29	Pinaceae	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	86	57,918
	30	Pinaceae	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	22	14,889
	31	Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino prieto	24	16,080
	32	Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino blanco	60	40,200
	33	Piperaceae	*Piper sp.*	Pimienta común	1	744
	34	Primulaceae	*Parathesis sp.*	Capulin sp	1	744
	35	Sabiaceae	*Meliosma dentata*	Jaboncillo	26	17,122
	36	Salicaceae	*Populus sp.*	Álamo	1	744
	37	Salicaceae	*Salix sp.*	Sauce	1	744
	38	Styracaceae	*Styrax argenteus*	Capulin	33	22,333

SUP. DE REFERENCIA (HA)	ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
	39	Symplocaceae	*Symplocos citrea*	Chico	8	5,211
	40	-	-	Meliosma 3	1	744
	41	-	-	Morpho2	1	744
	42	-	-	Morpho3	1	744
	43	-	-	Muestra II	4	2,978
TOTAL						**732,082**

Tabla IV.18. Número de individuos por hectárea y totales del estrato arbustivo, SAR

SUP. DE REFERENCIA (HA)	ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
670.00	1	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	400	268,000
	2	Araliaceae	*Dendropanax sp.*	Mano de León	4	2,978
	3	Araliaceae	*Oreopanax xalapensis*	Macuilillo	378	253,111
	4	Asteraceae	*Ageratina areolaris*	Raíz de Serpiente	24	16,080
	5	Asteraceae	*Ageratina petiolaris*	Amargocilla	8	5,360
	6	Asteraceae	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	13	8,933
	7	Asteraceae	*Verbesina oncophora*	Memelilla	8	5,360
	8	Betulaceae	*Alnus arguta*	Llite	44	29,778
	9	Campanulaceae	*Lobelia laxiflora*	Aretitos	8	5,360
	10	Celastraceae	-	Celastraceae	89	59,556
	11	Clethraceae	*Clethra sp.*	Cletra	44	29,778
	12	Clusiaceae	*Clusia sp.*	Chagualo	4	2,978
	13	Cornaceae	*Cornus disciflora*	Xochilcorona	4	2,978
	14	Ericaceae	*Agarista mexicana*	Granada silvestre	13	8,933
	15	Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	8	5,360
	16	Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de ángel	72	48,240
	17	Fabaceae	*Desmodium densiflorum*	Gusanillo	16	10,720
	18	Fagaceae	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	48	32,160
	19	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino negro	48	32,160
	20	Fagaceae	*Quercus scytophylla*	Encino blanco	27	17,867
	21	Fagaceae	*Quercus sp.*	Encino	49	32,756
	22	Lauraceae	-	Lauraceae	120	80,400
	23	Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Capulincillo	31	20,844
	24	Melastomataceae	*Monochaetum calcaratum*	Flor rosada	62	41,689
	25	Myrsinaceae	*Myrsine myricoides*	Manglillo	18	11,911
	26	Myrtaceae	*Eugenia crenularis*	Capulincillo	40	26,800
	27	Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Fresno	21	14,293
	28	Onagraceae	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo	168	112,560

SUP. DE REFERENCIA (HA)	ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
	29	Pentaphylacaceae	*Cleyera integrifolia*	Flor de tila	13	8,933
	30	Pentaphylacaceae	*Ternstroemia lineata*	Flor de tilia grande	204	136,978
	31	Pinaceae	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	8	5,360
	32	Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino prieto	8	5,360
	33	Polygalaceae	*Monnina ciliolata*	Tintorea	24	16,080
	34	Primulaceae	*Parathesis melanosticta*	Capulín de hueso	40	26,800
	35	Rubiaceae	-	Rubiaceae	302	202,489
	36	Rubiaceae	-	Rubiaceae frecuente	707	473,467
	37	Sabiaceae	*Meliosma dentata*	Jaboncillo	156	104,222
	38	Salicaceae	*Xylosma flexuosa*	Alfilerillo	4	2,978
	39	Solanaceae	*Cestrum anagyris*	Agua bendita	53	35,733
	40	Solanaceae	*Cestrum sp.*	Cestrum	13	8,933
	41	Solanaceae	*Cestrum sp. 2*	Cestrum	4	2,978
	42	Solanaceae	*Cestrum thyrsoideum*	Zapotillo	9	5,956
	43	Styracaceae	*Styrax argenteus*	Capulin	61	41,093
	44	Symplocaceae	*Symplocos citrea*	Chico	48	32,160
	45	-	-	Compuesta 2 hojas juntas	53	35,733
	46	-	-	Desconocida 1 con frutos	138	92,311
	47	-	-	Frutita roja	4	2,978
	48	-	-	Liana	4	2,978
	49	-	-	Morfo 1	4	2,978
	50	-	-	Nispero	4	2,978
	51	-	-	Parece encino	49	32,756
TOTAL						**2,469,175**

Tabla IV.19. Número de individuos por hectárea y totales del estrato herbáceo, SAR

SUP. DE REFERENCIA (HA)	ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
670.00	1	Adiantáceae	*Adiantum sp.*	Culantrillo	5,556	3,722,222
	2	Anacardiaceae	*Toxicodendron radicans*	Hiedra venenosa	6,667	4,466,667
	3	Apiaceae	*Eryngium sp.*	Hierba del sapo	2,000	1,340,000
	4	Apiaceae	*Osmorhiza sp.*	Perejil de campo	2,222	1,488,889
	5	Aspleniaceae	*Asplenium monanthes*	Helecho Perejil de Un Soro	15,556	10,422,222
	6	Asteraceae	*Bidens pilosa*	Acahual Blanco	3,333	2,233,333
	7	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	1,111	744,444
	8	Asteraceae	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	5,556	3,722,222
	9	Asteraceae	*Tagetes lunulata*	Cinco Llagas	2,000	1,340,000
	10	Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Abrojo	8,889	5,955,556

SUP. DE REFERENCIA (HA)	ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
	11	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	8,889	5,955,556
	12	Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Abrojo	13,333	8,933,333
	13	Begoniaceae	*Begonia balmisiana*	Ala de ángel	1,111	744,444
	14	Blechnaceae	*Blechnum sp.*	-	1,111	744,444
	15	Bromeliaceae	*Tillandsia prodigiosa*	Clavel del aire	2,222	1,488,889
	16	Cactaceae	*Disocactus speciosus*	Santa Martha	77,778	52,111,111
	17	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho Águila	19,111	12,804,444
	18	Euphorbiaceae	*Euphorbia macropus*	Hierba de la golondrina	1,111	744,444
	19	Fabaceae	*Aeschynomene petraea*	Aeschynomene	12,000	8,040,000
	20	Fabaceae	*Desmodium grahamii*	Pegaropa	27,333	18,313,333
	21	Fabaceae	*Desmodium molliculum*	Amor Seco	1,111	744,444
	22	Fabaceae	*Desmodium sp.*	Pegaropa	12,222	8,188,889
	23	Fabaceae	*Eriosema sp.*	-	28,000	18,760,000
	24	Fabaceae	*Hosackia repens*	Pico de loro	2,222	1,488,889
	25	Lamiaceae	*Lepechinia sp.*	-	82,000	54,940,000
	26	Passifloraceae	*Passiflora sexocellata*	Ala de murciélago	20,000	13,400,000
	27	Plantaginaceae	*Russelia sp.*	-	4,444	2,977,778
	28	Poaceae	*Bromus carinatus*	Bromo de California	32,222	21,588,889
	29	Poaceae	*Chusquea sp.*	Bambú andino	1,111	744,444
	30	Poaceae	*Muhlenbergia rigens*	Liendrilla de Venado	30,000	20,100,000
	31	Poaceae	*Oplismenus hirtellus*	Pasto Sombra	11,111	7,444,444
	32	Poaceae	*Oplismenus sp.*	Zacate de labor	60,222	40,348,889
	33	Poaceae	*Zeugites americana*	Carricillo papachote	1,111	744,444
	34	Polypodiaceae	*Pleopeltis polypodioides*	Helecho Siempre Viva	2,222	1,488,889
	35	Polypodiaceae	*Polypodium sp.*	Polipodio	7,333	4,913,333
	36	Rosaceae	*Rubus sp.*	Zarza común	1,111	744,444
	37	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	16,667	11,166,667
	38	Rubiaceae	*Crusea longiflora*	Hierba del Soldado	11,111	7,444,444
	39	Rubiaceae	*Didymaea mexicana*	Ocosúchil	67,778	45,411,111
	40	Rubiaceae	*Spermacoce verticillata*	Culantrillo	1,111	744,444
	41	Smilacaceae	*Smilax sp.*	Zarzaparrilla	7,778	5,211,111
	42	Solanaceae	*Solanum appendiculatum*	Tomate Silvestre	13,333	8,933,333
	43	Solanaceae	*Solanum marginatum*	Bola de oro	3,333	2,233,333
	44	Solanaceae	*Solanum sp.*	Tomatillo	16,667	11,166,667
	45	*Vitaceae*	*Vitis tiliifolia*	Uva de montaña	1,111	744,444
TOTAL						**436,988,883**

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN, ABUNDANCIA RELATIVA E ÍNDICE DE SHANNON–WIENER.

Un índice de diversidad, se calcula mediante ecuaciones matemáticas que tienen la finalidad de proporcionar información sobre la composición de una comunidad; así como la abundancia relativa y la riqueza de especies, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá cada individuo escogido al azar de una colecta; estos índices a su vez pueden ser tomados como referentes a las condiciones de la comunidad, basándose en su diversidad, ya que esta última se puede ver afectada por las perturbaciones que sufre el medio.

Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener, también conocido como el índice de Shannon derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.
4 muy buen estado / diversidad alta.
3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
2 a 3 estado moderado / diversidad media.
1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$\mathrm{H} = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln\, Pi$$

Donde:

H = Índice de diversidad de Shannon.

Pi = Abundancia relativa de especies.

Enseguida se presentan los resultados obtenidos para el SAR.

Tabla IV.20. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo, SAR

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Dendropanax arboreus	Zapotillo	14,144	21.1	0.019	-0.0762
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	17,122	25.6	0.023	-0.0878
Alnus acuminata	Aile	29,778	44.4	0.041	-0.1302
Alnus jorullensis	Aliso	63,278	94.4	0.086	-0.2116
Alnus sp.	Aile	74,444	111.1	0.102	-0.2324

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
-	Celastraceae	20,844	31.1	0.028	-0.1013
Hedyosmum mexicanum	Palo de agua	1,489	2.2	0.002	-0.0126
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	29,033	43.3	0.040	-0.1280
Clethra sp.	Cletra	19,951	29.8	0.027	-0.0982
Clusia sp.	Chagualo	4,467	6.7	0.006	-0.0311
Cornus disciflora	Xochilcorona	5,956	8.9	0.008	-0.0391
Cupressus sp.	Ciprés	1,489	2.2	0.002	-0.0126
Arbutus xalapensis	Madroño	9,380	14.0	0.013	-0.0558
Quercus laurina	Encino Laurelillo	2,680	4.0	0.004	-0.0205
Quercus rugosa	Encino negro	52,260	78.0	0.071	-0.1884
Quercus scytophylla	Encino blanco	89,482	133.6	0.122	-0.2569
Quercus sp.	Encino	24,567	36.7	0.034	-0.1139
Garrya sp.	Azulillo	4,020	6.0	0.005	-0.0286
Juglans sp.	Nogal	10,422	15.6	0.014	-0.0605
-	Lauraceae	744	1.1	0.001	-0.0070
Nectandra salicifolia	Capulincillo	2,978	4.4	0.004	-0.0224
-	Malpigeacea	744	1.1	0.001	-0.0070
Eugenia crenularis	Capulincillo	8,189	12.2	0.011	-0.0503
Eugenia spp.	Capulincillo	744	1.1	0.001	-0.0070
Fraxinus uhdei	Fresno	8,189	12.2	0.011	-0.0503
Cleyera integrifolia	Flor de tila	4,169	6.2	0.006	-0.0294
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	6,551	9.8	0.009	-0.0422
Pinus douglasiana	Pino avellano	43,029	64.2	0.059	-0.1666
Pinus leiophylla	Ocote chino	57,918	86.4	0.079	-0.2007
Pinus montezumae	Pino montezuma	14,889	22.2	0.020	-0.0792
Pinus oocarpa	Pino prieto	16,080	24.0	0.022	-0.0839
Pinus pseudostrobus	Pino blanco	40,200	60.0	0.055	-0.1594
Piper sp.	Pimienta común	744	1.1	0.001	-0.0070
Parathesis sp.	Capulin sp	744	1.1	0.001	-0.0070
Meliosma dentata	Jaboncillo	17,122	25.6	0.023	-0.0878
Populus sp.	Álamo	744	1.1	0.001	-0.0070
Salix sp.	Sauce	744	1.1	0.001	-0.0070
Styrax argenteus	Capulin	22,333	33.3	0.031	-0.1065
Symplocos citrea	Chico	5,211	7.8	0.007	-0.0352
-	Meliosma 3	744	1.1	0.001	-0.0070
-	Morpho2	744	1.1	0.001	-0.0070
-	Morpho3	744	1.1	0.001	-0.0070
-	Muestra II	2,978	4.4	0.004	-0.0224
Total		732,082	1,093	1.000	-3.0923
			Índice de Shannon (H´)		**3.0923**

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
				Riqueza (S)	43
				Equidad(J)= H´/Ln(S)	**0.8222**

Tabla IV.21. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo, SAR

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Dendropanax arboreus	Zapotillo	268,000	400.0	0.109	-0.2410
Dendropanax sp.	Mano de León	2,978	4.4	0.001	-0.0081
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	253,111	377.8	0.103	-0.2335
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	16,080	24.0	0.007	-0.0328
Ageratina petiolaris	Amargocilla	5,360	8.0	0.002	-0.0133
Roldana hederifolia	Hediondilla	8,933	13.3	0.004	-0.0203
Verbesina oncophora	Memelilla	5,360	8.0	0.002	-0.0133
Alnus arguta	Llite	29,778	44.4	0.012	-0.0533
Lobelia laxiflora	Aretitos	5,360	8.0	0.002	-0.0133
-	Celastraceae	59,556	88.9	0.024	-0.0898
Clethra sp.	Cletra	29,778	44.4	0.012	-0.0533
Clusia sp.	Chagualo	2,978	4.4	0.001	-0.0081
Cornus disciflora	Xochilcorona	2,978	4.4	0.001	-0.0081
Agarista mexicana	Granada silvestre	8,933	13.3	0.004	-0.0203
Arbutus xalapensis	Madroño	5,360	8.0	0.002	-0.0133
Calliandra grandiflora	Cabellos de ángel	48,240	72.0	0.020	-0.0769
Desmodium densiflorum	Gusanillo	10,720	16.0	0.004	-0.0236
Quercus castanea	Encino capulincillo	32,160	48.0	0.013	-0.0565
Quercus rugosa	Encino negro	32,160	48.0	0.013	-0.0565
Quercus scytophylla	Encino blanco	17,867	26.7	0.007	-0.0357
Quercus sp.	Encino	32,756	48.9	0.013	-0.0573
-	Lauraceae	80,400	120.0	0.033	-0.1115
Nectandra salicifolia	Capulincillo	20,844	31.1	0.008	-0.0403
Monochaetum calcaratum	Flor rosada	41,689	62.2	0.017	-0.0689
Myrsine myricoides	Manglillo	11,911	17.8	0.005	-0.0257
Eugenia crenularis	Capulincillo	26,800	40.0	0.011	-0.0491
Fraxinus uhdei	Fresno	14,293	21.3	0.006	-0.0298
Fuchsia thymifolia	Aretillo	112,560	168.0	0.046	-0.1408
Cleyera integrifolia	Flor de tila	8,933	13.3	0.004	-0.0203
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	136,978	204.4	0.055	-0.1604
Pinus leiophylla	Ocote chino	5,360	8.0	0.002	-0.0133
Pinus oocarpa	Pino prieto	5,360	8.0	0.002	-0.0133
Monnina ciliolata	Tintorea	16,080	24.0	0.007	-0.0328

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Parathesis melanosticta	Capulín de hueso	26,800	40.0	0.011	-0.0491
-	Rubiaceae	202,489	302.2	0.082	-0.2051
-	Rubiaceae frecuente	473,467	706.7	0.192	-0.3167
Meliosma dentata	Jaboncillo	104,222	155.6	0.042	-0.1336
Xylosma flexuosa	Alfilerillo	2,978	4.4	0.001	-0.0081
Cestrum anagyris	Agua bendita	35,733	53.3	0.014	-0.0613
Cestrum sp.	Cestrum	8,933	13.3	0.004	-0.0203
Cestrum sp. 2	Cestrum	2,978	4.4	0.001	-0.0081
Cestrum thyrsoideum	Zapotillo	5,956	8.9	0.002	-0.0145
Styrax argenteus	Capulin	41,093	61.3	0.017	-0.0682
Symplocos citrea	Chico	32,160	48.0	0.013	-0.0565
-	Compuesta 2 hojas juntas	35,733	53.3	0.014	-0.0613
-	Desconocida 1 con frutos	92,311	137.8	0.037	-0.1229
-	Frutita roja	2,978	4.4	0.001	-0.0081
-	Liana	2,978	4.4	0.001	-0.0081
-	Morfo 1	2,978	4.4	0.001	-0.0081
-	Nispero	2,978	4.4	0.001	-0.0081
-	Parece encino	32,756	48.9	0.013	-0.0573
Total		2,469,175	3,685	1.000	-3.0503
				Índice de Shannon (H´)	**3.0503**
				Riqueza (S)	51
				Equidad(J)= H´/Ln(S)	**0.7758**

Tabla IV.22. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo, SAR

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Adiantum sp.	Culantrillo	3,722,222	5,555.6	0.009	-0.0406
Toxicodendron radicans	Hiedra venenosa	4,466,667	6,666.7	0.010	-0.0468
Eryngium sp.	Hierba del sapo	1,340,000	2,000.0	0.003	-0.0177
Osmorhiza sp.	Perejil de campo	1,488,889	2,222.2	0.003	-0.0194
Asplenium monanthes	Helecho Perejil de Un Soro	10,422,222	15,555.6	0.024	-0.0891
Bidens pilosa	Acahual Blanco	2,233,333	3,333.3	0.005	-0.0270
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	744,444	1,111.1	0.002	-0.0109
Roldana hederifolia	Hediondilla	3,722,222	5,555.6	0.009	-0.0406
Tagetes lunulata	Cinco Llagas	1,340,000	2,000.0	0.003	-0.0177
Xanthium strumarium	Abrojo	5,955,556	8,888.9	0.014	-0.0585
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	5,955,556	8,888.9	0.014	-0.0585
Xanthium strumarium	Abrojo	8,933,333	13,333.3	0.020	-0.0795
Begonia balmisiana	Ala de ángel	744,444	1,111.1	0.002	-0.0109

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Blechnum sp.	-	744,444	1,111.1	0.002	-0.0109
Tillandsia prodigiosa	Clavel del aire	1,488,889	2,222.2	0.003	-0.0194
Disocactus speciosus	Santa Martha	52,111,111	77,777.8	0.119	-0.2536
Pteridium aquilinum	Helecho Águila	12,804,444	19,111.1	0.029	-0.1034
Euphorbia macropus	Hierba de la golondrina	744,444	1,111.1	0.002	-0.0109
Aeschynomene petraea	Aeschynomene	8,040,000	12,000.0	0.018	-0.0735
Desmodium grahamii	Pegaropa	18,313,333	27,333.3	0.042	-0.1329
Desmodium molliculum	Amor Seco	744,444	1,111.1	0.002	-0.0109
Desmodium sp.	Pegaropa	8,188,889	12,222.2	0.019	-0.0745
Eriosema sp.	-	18,760,000	28,000.0	0.043	-0.1352
Hosackia repens	Pico de loro	1,488,889	2,222.2	0.003	-0.0194
Lepechinia sp.	-	54,940,000	82,000.0	0.126	-0.2607
Passiflora sexocellata	Ala de murciélago	13,400,000	20,000.0	0.031	-0.1069
Russelia sp.	-	2,977,778	4,444.4	0.007	-0.0340
Bromus carinatus	Bromo de California	21,588,889	32,222.2	0.049	-0.1486
Chusquea sp.	Bambú andino	744,444	1,111.1	0.002	-0.0109
Muhlenbergia rigens	Liendrilla de Venado	20,100,000	30,000.0	0.046	-0.1416
Oplismenus hirtellus	Pasto Sombra	7,444,444	11,111.1	0.017	-0.0694
Oplismenus sp.	Zacate de labor	40,348,889	60,222.2	0.092	-0.2200
Zeugites americana	Carricillo papachote	744,444	1,111.1	0.002	-0.0109
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Viva	1,488,889	2,222.2	0.003	-0.0194
Polypodium sp.	Polipodio	4,913,333	7,333.3	0.011	-0.0505
Rubus sp.	Zarza común	744,444	1,111.1	0.002	-0.0109
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	11,166,667	16,666.7	0.026	-0.0937
Crusea longiflora	Hierba del Soldado	7,444,444	11,111.1	0.017	-0.0694
Didymaea mexicana	Ocosúchil	45,411,111	67,777.8	0.104	-0.2353
Spermacoce verticillata	Culantrillo	744,444	1,111.1	0.002	-0.0109
Smilax sp.	Zarzaparrilla	5,211,111	7,777.8	0.012	-0.0528
Solanum appendiculatum	Tomate Silvestre	8,933,333	13,333.3	0.020	-0.0795
Solanum marginatum	Bola de oro	2,233,333	3,333.3	0.005	-0.0270
Solanum sp.	Tomatillo	11,166,667	16,666.7	0.026	-0.0937
Vitis tiliifolia	Uva de montaña	744,444	1,111.1	0.002	-0.0109
Total		436,988,883	652,222	1.000	-3.1184
			Índice de Shannon (H´)		**3.1184**
				Riqueza (S)	45
			Equidad(J)= H´/Ln(S)		**0.8192**

Al calcular el indicador para cada uno de los estratos, tenemos que el estrato arbóreo es un componente con valores del Índice de Shannon de 3.0923; para el estrato arbustivo los resultados del valor de H corresponden a 3.0503, y en cuanto a hierbas, se ve un valor I. Shannon H de 3.1184.

Con lo dicho anteriormente se puede concluir que existe una equivalencia en todos los estratos en cuanto al estado en el que se encuentra el medio biótico vegetal, por ello se determina que se trata de una zona de diversidad media-alta y en buen estado de conservación.

ÍNDICE VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES (IVI).

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO_2, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechas esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad.

Dominancia.

Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie.

Dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards et. Al. (1993).

Densidad.

Franco et al. (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen. La densidad relativa reportada por Edwards et. Al. (1993) se describe como: la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

Frecuencia.

Frecuencia según Franco et al. (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

El índice de valor de importancia se calculó para los tres estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), a continuación, se presentan los resultados, los análisis y conclusiones de las derivaciones obtenidas.

Tabla IV.23. Índice de Valor de Importancia estrato arbóreo para el SAR

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Dendropanax arboreus	Zapotillo	14,144	0.0193	21.1	1.93	1.93	5	4.59	8.45
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	17,122	0.0234	25.6	2.34	2.34	3	2.75	7.43
Alnus acuminata	Aile	29,778	0.0407	44.4	4.07	4.07	2	1.83	9.97
Alnus jorullensis	Aliso	63,278	0.0864	94.4	8.64	8.64	3	2.75	20.04
Alnus sp.	Aile	74,444	0.1017	111.1	10.17	10.17	3	2.75	23.09
-	Celastraceae	20,844	0.0285	31.1	2.85	2.85	2	1.83	7.53
Hedyosmum mexicanum	Palo de agua	1,489	0.0020	2.2	0.20	0.20	1	0.92	1.32
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	29,033	0.0397	43.3	3.97	3.97	8	7.34	15.27
Clethra sp.	Cletra	19,951	0.0273	29.8	2.73	2.73	4	3.67	9.12
Clusia sp.	Chagualo	4,467	0.0061	6.7	0.61	0.61	1	0.92	2.14
Cornus disciflora	Xochilcorona	5,956	0.0081	8.9	0.81	0.81	3	2.75	4.38
Cupressus sp.	Ciprés	1,489	0.0020	2.2	0.20	0.20	1	0.92	1.32
Arbutus xalapensis	Madroño	9,380	0.0128	14.0	1.28	1.28	3	2.75	5.31
Quercus laurina	Encino Laurelillo	2,680	0.0037	4.0	0.37	0.37	1	0.92	1.65
Quercus rugosa	Encino negro	52,260	0.0714	78.0	7.14	7.14	3	2.75	17.03
Quercus scytophylla	Encino blanco	89,482	0.1222	133.6	12.22	12.22	8	7.34	31.79
Quercus sp.	Encino	24,567	0.0336	36.7	3.36	3.36	3	2.75	9.46
Garrya sp.	Azulillo	4,020	0.0055	6.0	0.55	0.55	1	0.92	2.02
Juglans sp.	Nogal	10,422	0.0142	15.6	1.42	1.42	2	1.83	4.68
-	Lauraceae	744	0.0010	1.1	0.10	0.10	1	0.92	1.12
Nectandra salicifolia	Capulincillo	2,978	0.0041	4.4	0.41	0.41	1	0.92	1.73
-	Malpigeacea	744	0.0010	1.1	0.10	0.10	1	0.92	1.12
Eugenia crenularis	Capulincillo	8,189	0.0112	12.2	1.12	1.12	3	2.75	4.99
Eugenia spp.	Capulincillo	744	0.0010	1.1	0.10	0.10	1	0.92	1.12
Fraxinus uhdei	Fresno	8,189	0.0112	12.2	1.12	1.12	3	2.75	4.99
Cleyera integrifolia	Flor de tila	4,169	0.0057	6.2	0.57	0.57	2	1.83	2.97
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	6,551	0.0089	9.8	0.89	0.89	3	2.75	4.54
Pinus douglasiana	Pino avellano	43,029	0.0588	64.2	5.88	5.88	3	2.75	14.51
Pinus leiophylla	Ocote chino	57,918	0.0791	86.4	7.91	7.91	5	4.59	20.41
Pinus montezumae	Pino montezuma	14,889	0.0203	22.2	2.03	2.03	3	2.75	6.82

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Pinus oocarpa	Pino prieto	16,080	0.0220	24.0	2.20	2.20	2	1.83	6.23
Pinus pseudostrobus	Pino blanco	40,200	0.0549	60.0	5.49	5.49	4	3.67	14.65
Piper sp.	Pimienta común	744	0.0010	1.1	0.10	0.10	1	0.92	1.12
Parathesis sp.	Capulin sp	744	0.0010	1.1	0.10	0.10	1	0.92	1.12
Meliosma dentata	Jaboncillo	17,122	0.0234	25.6	2.34	2.34	4	3.67	8.35
Populus sp.	Álamo	744	0.0010	1.1	0.10	0.10	1	0.92	1.12
Salix sp.	Sauce	744	0.0010	1.1	0.10	0.10	1	0.92	1.12
Styrax argenteus	Capulin	22,333	0.0305	33.3	3.05	3.05	6	5.50	11.61
Symplocos citrea	Chico	5,211	0.0071	7.8	0.71	0.71	2	1.83	3.26
-	Meliosma 3	744	0.0010	1.1	0.10	0.10	1	0.92	1.12
-	Morpho2	744	0.0010	1.1	0.10	0.10	1	0.92	1.12
-	Morpho3	744	0.0010	1.1	0.10	0.10	1	0.92	1.12
-	Muestra II	2,978	0.0041	4.4	0.41	0.41	1	0.92	1.73
TOTAL		**732,082**	**1.00**	**1,093**	**100**	**100**	**109**	**100**	**300**

Tabla IV.24. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo para el SAR

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Dendropanax arboreus	Zapotillo	268,000	0.1085	400.0	10.85	10.85	8	7.84	29.55
Dendropanax sp.	Mano de León	2,978	0.0012	4.4	0.12	0.12	1	0.98	1.22
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	253,111	0.1025	377.8	10.25	10.25	7	6.86	27.36
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	16,080	0.0065	24.0	0.65	0.65	1	0.98	2.28
Ageratina petiolaris	Amargocilla	5,360	0.0022	8.0	0.22	0.22	1	0.98	1.41
Roldana hederifolia	Hediondilla	8,933	0.0036	13.3	0.36	0.36	1	0.98	1.70
Verbesina oncophora	Memelilla	5,360	0.0022	8.0	0.22	0.22	1	0.98	1.41
Alnus arguta	Llite	29,778	0.0121	44.4	1.21	1.21	2	1.96	4.37
Lobelia laxiflora	Aretitos	5,360	0.0022	8.0	0.22	0.22	1	0.98	1.41
-	Celastraceae	59,556	0.0241	88.9	2.41	2.41	2	1.96	6.78
Clethra sp.	Cletra	29,778	0.0121	44.4	1.21	1.21	2	1.96	4.37
Clusia sp.	Chagualo	2,978	0.0012	4.4	0.12	0.12	1	0.98	1.22
Cornus disciflora	Xochilcorona	2,978	0.0012	4.4	0.12	0.12	1	0.98	1.22

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Agarista mexicana	Granada silvestre	8,933	0.0036	13.3	0.36	0.36	1	0.98	1.70
Arbutus xalapensis	Madroño	5,360	0.0022	8.0	0.22	0.22	1	0.98	1.41
Calliandra grandiflora	Cabellos de ángel	48,240	0.0195	72.0	1.95	1.95	2	1.96	5.87
Desmodium densiflorum	Gusanillo	10,720	0.0043	16.0	0.43	0.43	1	0.98	1.85
Quercus castanea	Encino capulincillo	32,160	0.0130	48.0	1.30	1.30	1	0.98	3.59
Quercus rugosa	Encino negro	32,160	0.0130	48.0	1.30	1.30	2	1.96	4.57
Quercus scytophylla	Encino blanco	17,867	0.0072	26.7	0.72	0.72	1	0.98	2.43
Quercus sp.	Encino	32,756	0.0133	48.9	1.33	1.33	2	1.96	4.61
-	Lauraceae	80,400	0.0326	120.0	3.26	3.26	3	2.94	9.45
Nectandra salicifolia	Capulincillo	20,844	0.0084	31.1	0.84	0.84	2	1.96	3.65
Monochaetum calcaratum	Flor rosada	41,689	0.0169	62.2	1.69	1.69	2	1.96	5.34
Myrsine myricoides	Manglillo	11,911	0.0048	17.8	0.48	0.48	2	1.96	2.93
Eugenia crenularis	Capulincillo	26,800	0.0109	40.0	1.09	1.09	3	2.94	5.11
Fraxinus uhdei	Fresno	14,293	0.0058	21.3	0.58	0.58	2	1.96	3.12
Fuchsia thymifolia	Aretillo	112,560	0.0456	168.0	4.56	4.56	4	3.92	13.04
Cleyera integrifolia	Flor de tila	8,933	0.0036	13.3	0.36	0.36	1	0.98	1.70
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	136,978	0.0555	204.4	5.55	5.55	2	1.96	13.06
Pinus leiophylla	Ocote chino	5,360	0.0022	8.0	0.22	0.22	1	0.98	1.41
Pinus oocarpa	Pino prieto	5,360	0.0022	8.0	0.22	0.22	1	0.98	1.41
Monnina ciliolata	Tintorea	16,080	0.0065	24.0	0.65	0.65	1	0.98	2.28
Parathesis melanosticta	Capulín de hueso	26,800	0.0109	40.0	1.09	1.09	4	3.92	6.09
-	Rubiaceae	202,489	0.0820	302.2	8.20	8.20	5	4.90	21.30
-	Rubiaceae frecuente	473,467	0.1918	706.7	19.18	19.18	3	2.94	41.29
Meliosma dentata	Jaboncillo	104,222	0.0422	155.6	4.22	4.22	4	3.92	12.36
Xylosma flexuosa	Alfilerillo	2,978	0.0012	4.4	0.12	0.12	1	0.98	1.22
Cestrum anagyris	Agua bendita	35,733	0.0145	53.3	1.45	1.45	4	3.92	6.82
Cestrum sp.	Cestrum	8,933	0.0036	13.3	0.36	0.36	2	1.96	2.68
Cestrum sp. 2	Cestrum	2,978	0.0012	4.4	0.12	0.12	1	0.98	1.22
Cestrum thyrsoideum	Zapotillo	5,956	0.0024	8.9	0.24	0.24	1	0.98	1.46
Styrax argenteus	Capulin	41,093	0.0166	61.3	1.66	1.66	4	3.92	7.25
Symplocos citrea	Chico	32,160	0.0130	48.0	1.30	1.30	1	0.98	3.59

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
-	Compuesta 2 hojas juntas	35,733	0.0145	53.3	1.45	1.45	1	0.98	3.87
-	Desconocida 1 con frutos	92,311	0.0374	137.8	3.74	3.74	1	0.98	8.46
-	Frutita roja	2,978	0.0012	4.4	0.12	0.12	1	0.98	1.22
-	Liana	2,978	0.0012	4.4	0.12	0.12	1	0.98	1.22
-	Morfo 1	2,978	0.0012	4.4	0.12	0.12	1	0.98	1.22
-	Nispero	2,978	0.0012	4.4	0.12	0.12	1	0.98	1.22
-	Parece encino	32,756	0.0133	48.9	1.33	1.33	2	1.96	4.61
TOTAL		**2,469,175**	**1.00**	**3,685**	**100**	**100**	**102**	**100**	**300**

Tabla IV.25. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo para el SAR

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Adiantum sp.	Culantrillo	3,722,222	0.0085	5,555.6	0.85	0.85	2	3.28	4.98
Toxicodendron radicans	Hiedra venenosa	4,466,667	0.0102	6,666.7	1.02	1.02	2	3.28	5.32
Eryngium sp.	Hierba del sapo	1,340,000	0.0031	2,000.0	0.31	0.31	1	1.64	2.25
Osmorhiza sp.	Perejil de campo	1,488,889	0.0034	2,222.2	0.34	0.34	1	1.64	2.32
Asplenium monanthes	Helecho Perejil de Un Soro	10,422,222	0.0239	15,555.6	2.39	2.39	1	1.64	6.41
Bidens pilosa	Acahual Blanco	2,233,333	0.0051	3,333.3	0.51	0.51	1	1.64	2.66
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	744,444	0.0017	1,111.1	0.17	0.17	1	1.64	1.98
Roldana hederifolia	Hediondilla	3,722,222	0.0085	5,555.6	0.85	0.85	1	1.64	3.34
Tagetes lunulata	Cinco Llagas	1,340,000	0.0031	2,000.0	0.31	0.31	1	1.64	2.25
Xanthium strumarium	Abrojo	5,955,556	0.0136	8,888.9	1.36	1.36	2	3.28	6.00
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	5,955,556	0.0136	8,888.9	1.36	1.36	1	1.64	4.37
Xanthium strumarium	Abrojo	8,933,333	0.0204	13,333.3	2.04	2.04	2	3.28	7.37
Begonia balmisiana	Ala de ángel	744,444	0.0017	1,111.1	0.17	0.17	2	3.28	3.62
Blechnum sp.	-	744,444	0.0017	1,111.1	0.17	0.17	1	1.64	1.98
Tillandsia prodigiosa	Clavel del aire	1,488,889	0.0034	2,222.2	0.34	0.34	1	1.64	2.32
Disocactus speciosus	Santa Martha	52,111,111	0.1193	77,777.8	11.93	11.93	1	1.64	25.49
Pteridium aquilinum	Helecho Águila	12,804,444	0.0293	19,111.1	2.93	2.93	1	1.64	7.50
Euphorbia macropus	Hierba de la golondrina	744,444	0.0017	1,111.1	0.17	0.17	1	1.64	1.98

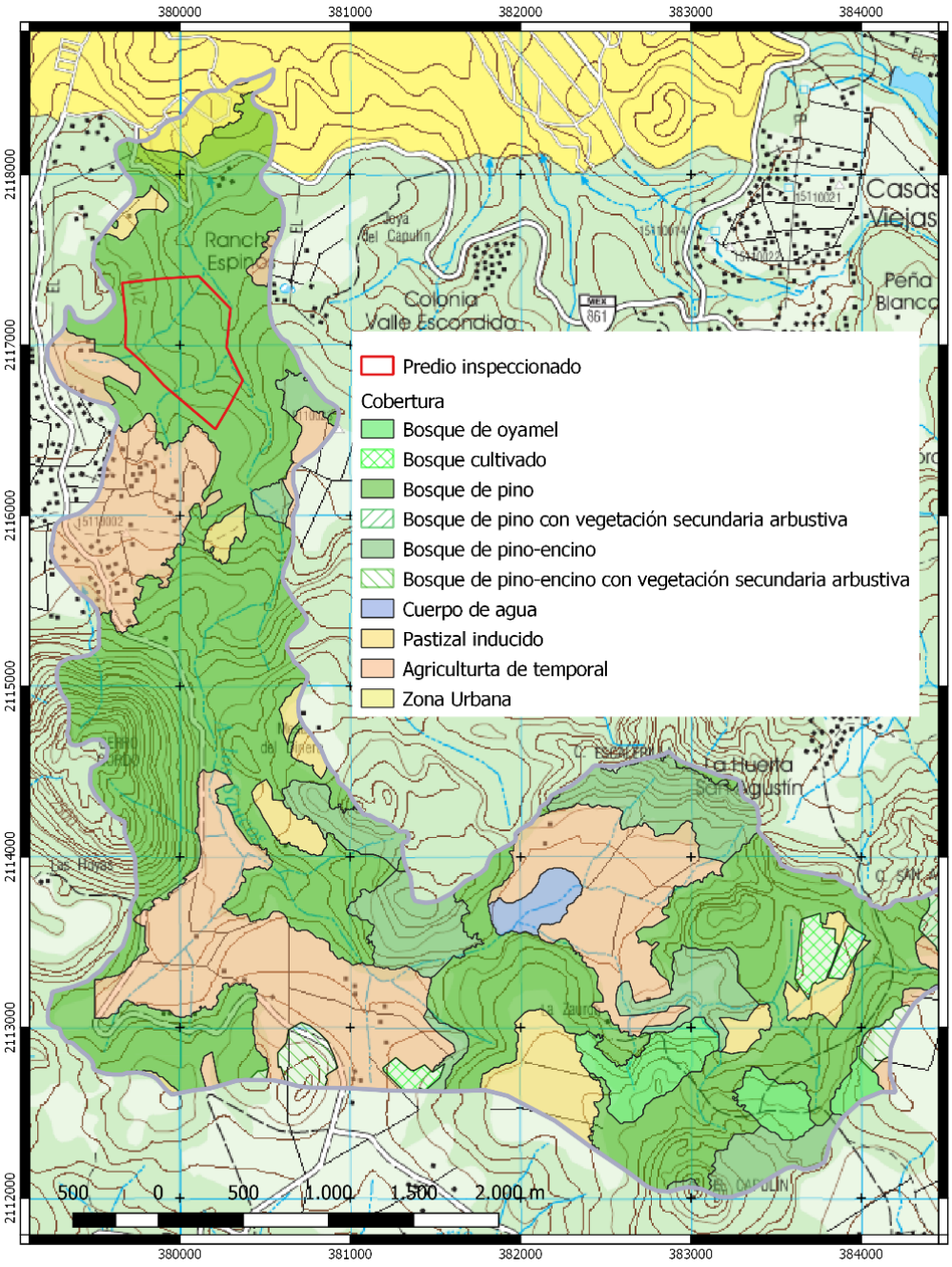
Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Aeschynomene petraea	Aeschynomene	8,040,000	0.0184	12,000.0	1.84	1.84	1	1.64	5.32
Desmodium grahamii	Pegaropa	18,313,333	0.0419	27,333.3	4.19	4.19	1	1.64	10.02
Desmodium molliculum	Amor Seco	744,444	0.0017	1,111.1	0.17	0.17	1	1.64	1.98
Desmodium sp.	Pegaropa	8,188,889	0.0187	12,222.2	1.87	1.87	2	3.28	7.03
Eriosema sp.	-	18,760,000	0.0429	28,000.0	4.29	4.29	1	1.64	10.23
Hosackia repens	Pico de loro	1,488,889	0.0034	2,222.2	0.34	0.34	1	1.64	2.32
Lepechinia sp.	-	54,940,000	0.1257	82,000.0	12.57	12.57	2	3.28	28.42
Passiflora sexocellata	Ala de murciélago	13,400,000	0.0307	20,000.0	3.07	3.07	1	1.64	7.77
Russelia sp.	-	2,977,778	0.0068	4,444.4	0.68	0.68	1	1.64	3.00
Bromus carinatus	Bromo de California	21,588,889	0.0494	32,222.2	4.94	4.94	4	6.56	16.44
Chusquea sp.	Bambú andino	744,444	0.0017	1,111.1	0.17	0.17	4	6.56	6.90
Muhlenbergia rigens	Liendrilla de Venado	20,100,000	0.0460	30,000.0	4.60	4.60	1	1.64	10.84
Oplismenus hirtellus	Pasto Sombra	7,444,444	0.0170	11,111.1	1.70	1.70	2	3.28	6.69
Oplismenus sp.	Zacate de labor	40,348,889	0.0923	60,222.2	9.23	9.23	1	1.64	20.11
Zeugites americana	Carricillo papachote	744,444	0.0017	1,111.1	0.17	0.17	1	1.64	1.98
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Viva	1,488,889	0.0034	2,222.2	0.34	0.34	1	1.64	2.32
Polypodium sp.	Polipodio	4,913,333	0.0112	7,333.3	1.12	1.12	1	1.64	3.89
Rubus sp.	Zarza común	744,444	0.0017	1,111.1	0.17	0.17	2	3.28	3.62
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	11,166,667	0.0256	16,666.7	2.56	2.56	1	1.64	6.75
Crusea longiflora	Hierba del Soldado	7,444,444	0.0170	11,111.1	1.70	1.70	2	3.28	6.69
Didymaea mexicana	Ocosúchil	45,411,111	0.1039	67,777.8	10.39	10.39	1	1.64	22.42
Spermacoce verticillata	Culantrillo	744,444	0.0017	1,111.1	0.17	0.17	1	1.64	1.98
Smilax sp.	Zarzaparrilla	5,211,111	0.0119	7,777.8	1.19	1.19	1	1.64	4.02
Solanum appendiculatum	Tomate Silvestre	8,933,333	0.0204	13,333.3	2.04	2.04	1	1.64	5.73
Solanum marginatum	Bola de oro	2,233,333	0.0051	3,333.3	0.51	0.51	1	1.64	2.66
Solanum sp.	Tomatillo	11,166,667	0.0256	16,666.7	2.56	2.56	1	1.64	6.75
Vitis tiliifolia	Uva de montaña	744,444	0.0017	1,111.1	0.17	0.17	1	1.64	1.98
TOTAL		**436,988,883**	**1.00**	**652,222**	**100**	**100**	**61**	**100**	**300**

IV.2.1.2.1.2. FLORA DEL ÁREA DEL PROYECTO.

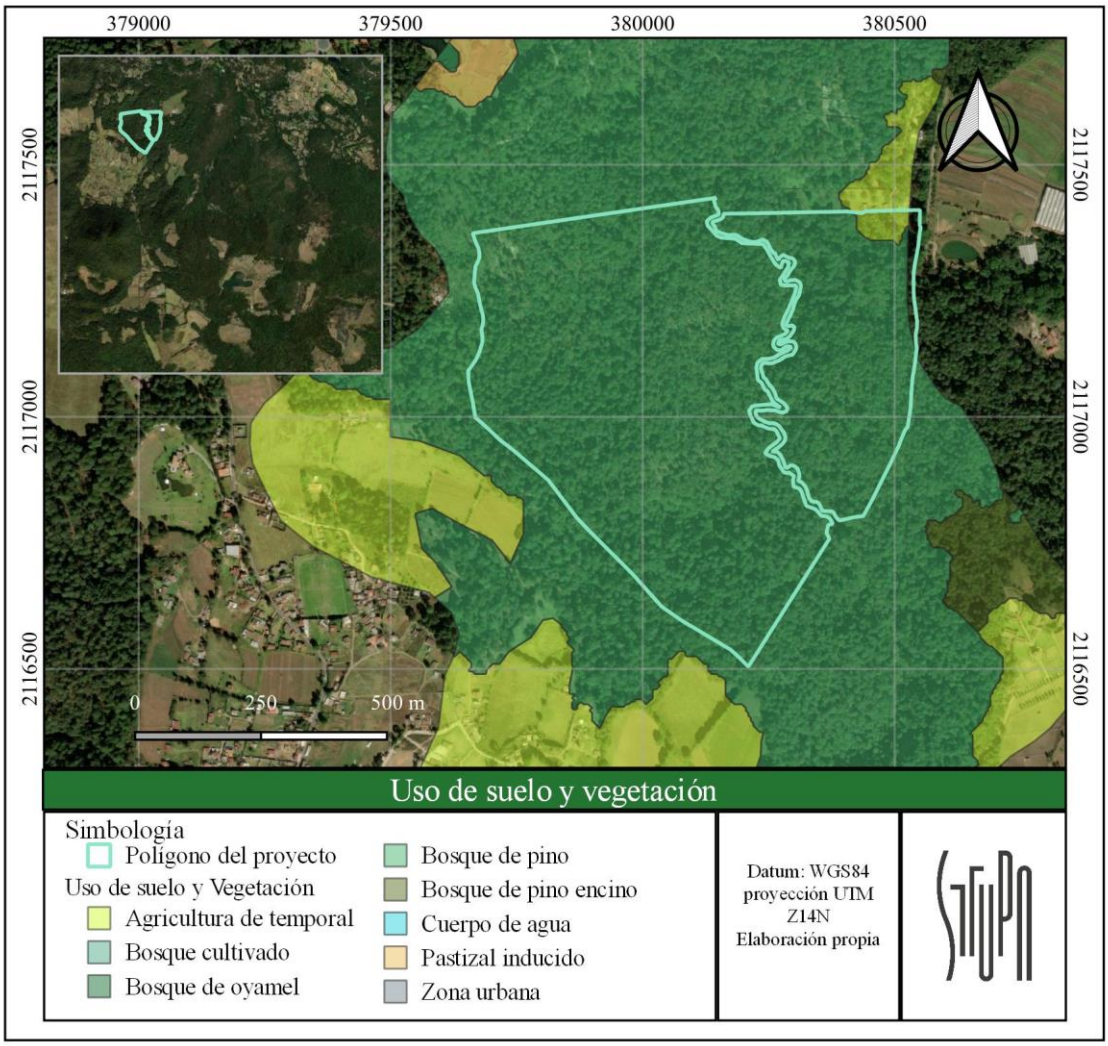
Según lo registrado en el acta AI0117RN2022VA001, "La vegetación que sustenta el predio verificado consta de ejemplares de arbolado de los géneros botánicos *Pinus spp., Quercus sp., Arbutus sp.,* otras hojosas y herbáceas propias de clima templado frio. Así mismo se observaron ejemplares de cedro blanco (*Cupressus lucitanica*), la cual se encuentra en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARANT-2010".

Por su parte, el acta 17-114-049-IA-21 BIS 1 acota: "La vegetación corresponde a un bosque de clima templado, donde se encuentran arboles de pino de diversas especies, encino de diversas especies, madroño y aile, vara de perlilla, escoba, entre otras diversas características de este tipo de bosque. Con base en INEGI de acuerdo con los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VI, del año 2017, el predio cuenta con tipo de vegetación de Bosque de Pino".

Para el presente estudio utilizamos la carta de recursos forestales escala 1:50,000 "Valle de Bravo", señala una cobertura de Bosque de pino, sin embargo, se realizó una primera zonificación de la cobertura vegetal de acuerdo a la pendiente y humedad, derivado de la geomorfología en el AP que presenta laderas convexas con pendientes someras en la parte superior flanqueadas por cañadas con pendientes abruptas en los costados generadas por escorrentías que se concentran en el arroyo Tomatillo, mismo que cruza el área de estudio. Tomando en cuenta la importancia (hídrica y edáfica) que presentan la conservación de suelo en las cañadas, se delimitó para estos fines una subzonificación del resto de la superficie las áreas con pendientes mayor a 25°, que permitiera identificar las áreas susceptibles a erosión y pérdida de suelo por arrastre; así como por la condición de humedad que presentan las cañadas con escorrentías tributarias al arroyo El Tomatillo. Por lo tanto, y para los fines de este estudio, se distinguió las asociaciones de vegetación que se desarrollan en la cima de la meseta basáltica, identificándola como Bosque de Pino y la que ocurre en las cañadas, denominándola Vegetación riparia o ribereña



Mapa IV.11. Cobertura vegetal de la nanocuenca Los Tomatillos-Los Saucos



Mapa IV.12. Uso de suelo y vegetación del área de estudio

Ahora bien, para fines del estudio se realizó trabajo de campo para identificar las características de la composición y estructura de la cobertura vegetal del AP, llevado a cabo mediante el levantamiento de registro de la vegetación presente en los estratos arbóreos, arbustivo y herbáceos, en unidades de muestreo circulares de 1,000 m^2 cada una. La intensidad de muestreo para obtener una caracterización de la vegetación, se determinó utilizando la curva de acumulación de especies, de manera que nos permitiera identificar el número de unidades de muestreo necesario hasta encontrar la asíntota de la curva de especies encontradas, es decir, que ya no encontremos nuestras especies en el muestreo. Lo anterior, logro determinar una intensidad de muestreo para bosque templado con 5 unidades de muestreo (5,000 m^2), y 9 unidades (9,000 m^2) de muestreo para Bosque ripario. La ubicación de las unidades de muestreo se realizó de manera aleatoria dentro de cada uno de la subzonificación realizada (bajo el criterio de pendiente), que se describe a continuación:

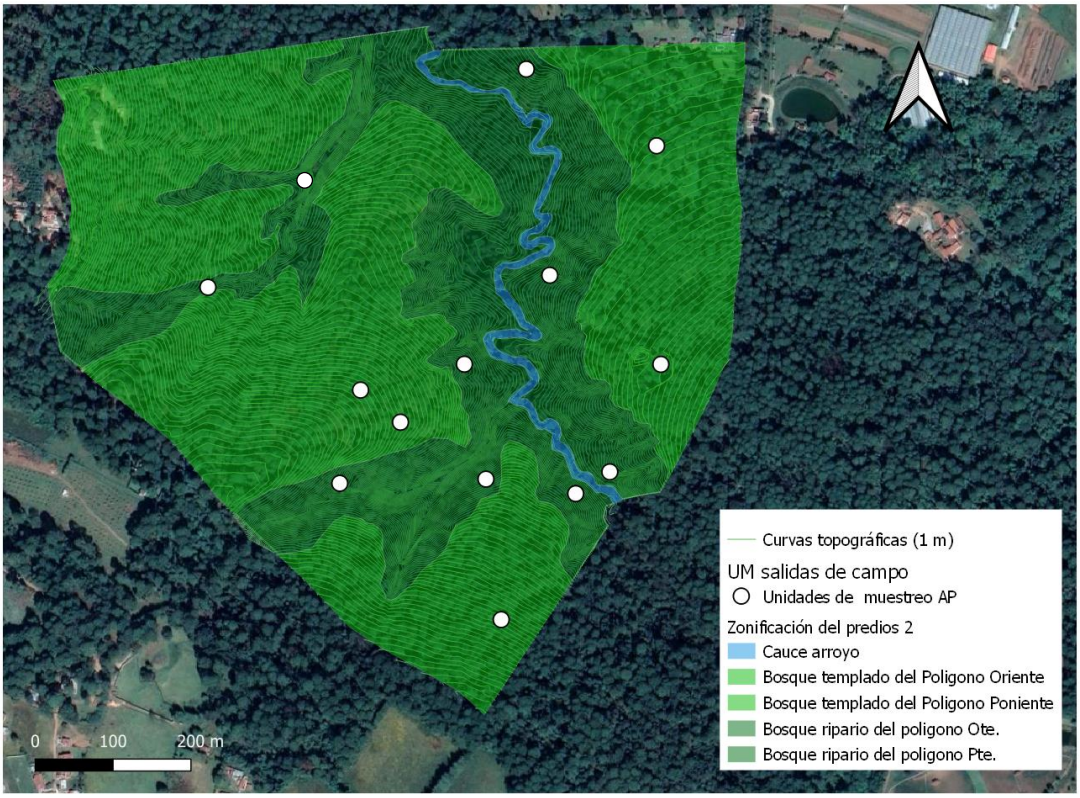


Figura IV.15. Subzonificación y unidades de muestreo de campo para identificar la flora presente en el AP.



Imagen IV.6. Actividad de muestreo de vegetación, medición e identificación de especies

Tomando como base los elementos ambientales prioritarios definidos en el plan de manejo de la APRN Valle de Bravo: Zona Protectora de Recursos Naturales(APRN) los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec y de acuerdo con el documento señalado, así como estudios adicionales en el APRN Valle de Bravo, como en el sistema ambiental definido en este estudio y en el predio de las obras en lo particular, se identificaron los siguientes

elementos ambientales, bosque templado de pino-encino, vegetación riparia y arroyo "El Sauco-tomatillo". La justificación de su selección se detalla a continuación.

DISEÑO DE MUESTREO.

La información requerida mediante los estudios de campo, tienen como objetivo identificar la diversidad, composición y estructura de la vegetación para un diagnóstico la vegetación. El diseño del muestreo considera los siguientes factores:

- Personal disponible: 5-6 personas
- Insumos disponibles: mapas de vegetación, topografías.

El estudio de la vegetación en el AP se realizó a través de levantamiento de información en campo. Para ello, se tomó como base el polígono y los datos del AP obtenidos previamente mediante sistemas de información geográfica. El AP presenta un área total de 550,010.30 m^2, y se reconoció que 66% del área corresponde a bosque templado y 34% corresponde a bosque ripario en las zonas de mayor pendiente y cañadas (áreas con pendiente >25°).

De acuerdo con el área del AP y la experiencia en el levantamiento de información vegetal en campo, se consideró que 14 unidades de muestreo (UM) podrían ser adecuadas para llegar a la suficiencia de muestreo. Sin embargo, la validación de la suficiencia de muestreo se realizará a través de curvas de acumulación de especies.

La distribución de las unidades de muestreo en el AP, se realizó de manera proporcional a la superficie que correspondía a los tipos de vegetación presente, así como a la superficie de las áreas perturbadas en cada uno de los tipos de vegetación. Estas últimas, se estimaron de acuerdo con el mapa de tipos de vegetación y disturbios.

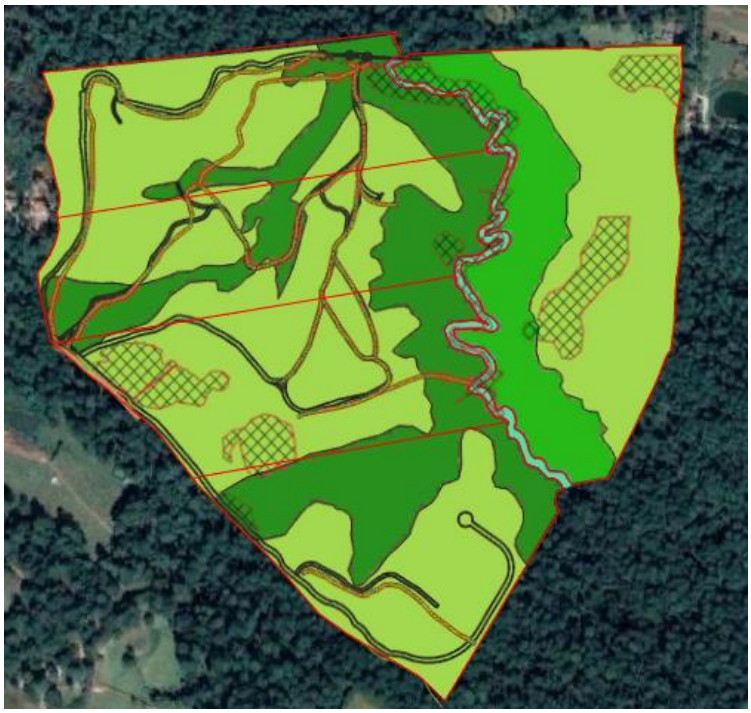


Imagen IV.7. Tipos de vegetación en el área del proyecto. Las áreas marcadas con verde intenso representan las áreas de bosque ripario o cañada, las áreas con verde claro corresponde bosque templado. Las áreas con cuadrícula refieren las áreas con alguna perturbación, las líneas son caminos.

Con base en lo anterior, se estimaron la cantidad de unidades de muestreo proporcionales a cada tipo de vegetación y el área perturbada dentro de cada tipo de vegetación, quedando de la siguiente manera: 9 unidades de muestreo en bosque ripario y cañadas, 0 unidades de muestreo en áreas perturbadas de bosque ripario y cañadas y 5 unidades de muestreo en bosque templado. Cabe señalar que, aunque no se consideran unidades de muestreo en áreas perturbadas de bosque ripario, las posibles perturbaciones que existan en este tipo de vegetación se reconocerán dentro del análisis de la discontinuidad longitudinal de la vegetación riparia.

Tabla IV.26. . Tabla del área total y relativa por tipo de vegetación y las unidades de muestreo que corresponden a cada una

Tipo de vegetación y área perturbada por tipo de vegetación	Área estimada	Porcentaje en AP	Unidades de muestreo
Superficie total del AP	550,010.30 m^2	100%	14
Bosque ripario y cañadas	211,830 m^2	34%	9
Área perturbada en bosque ripario	20,774 m^2	3.16%	0
Bosque templado	346,494 m^2	66%	5
Área perturbada en bosque templado	31,340 m^2	5.69%	0

La ubicación de las unidades de muestreo se realizó inicialmente con una metodología de muestreo sistemático al azar, sin embargo, se realizaron modificaciones a lo largo del muestreo y se optó por una distribución que cubriera de manera homogénea las áreas de los diferentes tipos de vegetación.



Imagen IV.8. Distribución de los sitios de muestreo de biodiversidad en el área del proyecto

Tabla IV.27. Coordenadas de los sitios de muestreo de biodiversidad del AP

Unidad de muestreo	Coordenada UTM		Tipo de vegetación
	X	Y	
Sitio B-R1ap	380270	2117375	Vegetación riparia
Sitio B-R2ap	380307	2117091	Vegetación riparia
Sitio B-R3ap	380188	2116978	Vegetación riparia
Sitio B-R4ap	380373	2116831	Vegetación riparia
Sitio B-R5ap	379955	2117200	Vegetación riparia
Sitio B-R6ap	379859	2117084	Vegetación riparia
Sitio B-R7ap	380214	2116822	Vegetación riparia
Sitio B-R8ap	380026	2116818	Vegetación riparia
Sitio B-R9ap	380329	2116802	Vegetación riparia
Sitio B-T1ap	380436	2117271	Bosque templado
Sitio B-T2ap	380440	2116976	Bosque templado
Sitio B-T3ap	380233	2116633	Bosque templado
Sitio B-T4ap	380104	2116899	Bosque templado
Sitio B-T5ap	380054	2116944	Bosque templado

En la realización de inventarios biológicos resulta muy complejo registrar el total de las especies de un área. Sin embargo, existen métodos que permiten para reconocer si comunidad biológica ha sido muestreada de manera suficiente, permitiendo tener inventarios fiables. La curva de acumulación de especies es un método utilizado ampliamente que representa el número acumulado de especies muestreadas frente al esfuerzo de muestreo empleado, el cual puede ser el número de horas, las unidades de muestreo, etc. Esta curva es reconocida como un método robusto que permite: a) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y permitir su comparación, b) estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables y por tanto planificar la labor de muestreo, y c) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Jiménez-Valverde y Hortal 2001; Soberón y Llorente 1993).

El método de obtención fue a partir de *La metodología del Protocolo para el monitoreo ecosistémico de bosques y selvas en áreas naturales protegidas* (Botello et al 2022, FMCN 2018). Para el establecimiento de las UM, se ubicaron las coordenadas de la UM en campo y se señaló con una estaca de madera color naranja y con la clave de la UM, que indicaba el centro de la UM. Posteriormente, se reconoció la inclinación del terreno con un clinómetro digital y se realizó el trazado de la UM de acuerdo al radio requerido por la pendiente del sitio. La medición del radio se inició hacia el norte y se colocó una banderilla temporal de señalización para establecer los límites de la UM en cada uno de los puntos cardinales.

Dentro cada unidad de muestreo se establecieron cuatro subunidades de muestreo (SUM). Para cada SUM se midió una distancia de 8.9 m del centro de la UM hacia los puntos cardinales NE, NO, SE y SO; y allí se estableció el centro de la SUM. En el centro se estableció un cuadro de PVC de 1m*1m para el registro del estrato herbáceo, posteriormente se midió del centro del SUM un radio de 2 m para establecer una circunferencia (área de 12.56m^2) que sería el SUM para la medición del estrato arbustivo y de renuevos. En cada UM se realizó el registro de datos de la unidad de muestreo.

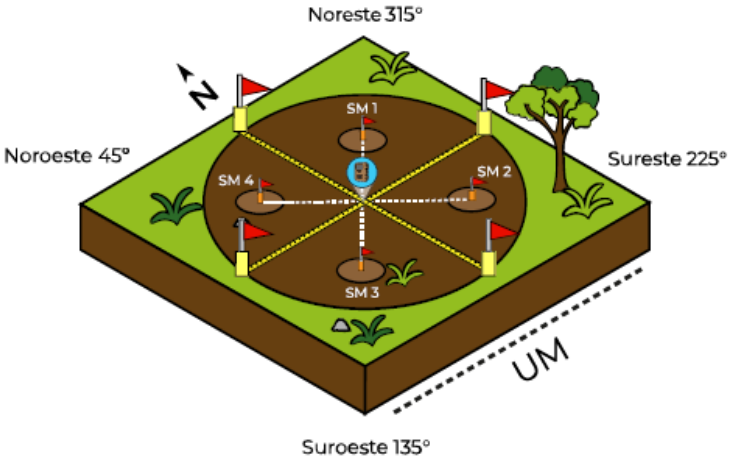


Imagen IV.9. Unidad de muestreo (UM) en campo con cuatro SUM a 8.9 metros del centro y con 2 m de radio cada una. Tomado de Botello et al. (2012).

Una vez establecida la UM y SUM, se realizó el registro de la vegetación. El arbolado se registró en el total de la UM dividida por cuadrantes. El primer cuadrante iniciaba en el N (azimut 0°) y continua en dirección de las manecillas del reloj cada 90°. El primer cuadrante de 0°a 90°, el 2do de 90° a 180°, el 3ro 180° a 270° y el 4to de 270° a 360°. Se hizo un registro en forma de barrido iniciando por el cuadrante 1 y registrando todos los árboles de ≥7.5 cm de DAP vivos o muertos en pie, marcando cada individuo con un número consecutivo.

Para cada árbol se reconoció la especie, se registró: cuadrante, número de individuo, forma de vida, condición: vivo o muerto, diámetro normal, altura, diámetro de copa (N-S) y (E-O), presencia de epífitas, presencia de daño.

Para el estrato arbustivo, se utilizó el SUM de arbustos y repoblado (circulo de 2m de radio). En el SUM se registraron los arbustos y renuevos de árboles con diámetro normal <7.5 cm. Para cada individuo se registró: a) el número de SUM, b) especie o morfoespecie, c) forma de vida, d) número de individuos, e) número de individuos en dentro de tres categorías de altura: altura 1: 0.25m a 1.50 m, altura 2: 1.51m a 2.75 m y altura 3: > 2.75 m; f) vigor (buena, regular, mala), g) presencia de daño (plaga, enfermedad, incendios), h) % de daño.

Para el estrato herbáceo, se utilizó el SUM de 1 m^2 y se registró la siguiente información: a) número de SUM, b) especies o morfoespecie, c) tipo de planta, d) tipo de crecimiento, e) número de individuos, f) porcentaje de cobertura de la especie, g) presencia de daño.

BOSQUE TEMPLADO.

En términos generales, este tipo de ecosistema está presente en el 10.72% de superficie del APRN VB ocupando una superficie de 15,032.19 hectáreas del ANP en comento; y se distribuyen en distintos polígonos del APRN con diferente predominancia. En el Área del Proyecto (AP), de acuerdo con el reconocimiento de composición y estructura fisonómico de las especies dominantes observadas en campo, se llegó a la conclusión que el tipo de vegetación representativo y dominante en AP es Bosque de ***Pinus-Quercus*** (Bosque templado), cuyas especies de árboles características son *Morella lindeniana* como la especie con el mayor IVI (60.48%), seguida de *Pinus leiophylla* (57.78%) y *Quercus scytophylla* (31.38%). Estas especies han sido reportadas para los bosques de pino-encino de la región mencionadas

por otros estudios (CONANP, 2018, López-Pérez *et al*. 2011). A continuación, se describe las características de la composición, estructura, riqueza, y diversidad de este ecosistema templado.

Inventario arbóreo del bosque templado.

El estrato arbóreo del bosque templado del AP, se registraron 13 familias, 14 géneros y 18 especies. Las familias *Fagaceae y Pinaceae* con tres especies cada una. De acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT, 2010, ninguna especie se encuentra en riesgo, sin embargo, se tienen 4 ejemplares endémicos del lugar.

Tabla IV.28. Composición florística del estrato arbóreo.

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
1	Asteraceae	*Ageratina areolaris*	Raíz de Serpiente	N/A	Nativa	17
2	Clethraceae	*Clethra mexicana*	Mamojuaxtle	N/A	Nativa	192
3	Cornaceae	*Cornus disciflora*	Xochilcorona	N/A	Nativa	16
4	Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	N/A	Nativa	1
5	Fabaceae	*Mimosopsis aculeaticarpa*	Mimosa	N/A	Nativa	1
6	Fagaceae	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	N/A	Nativa	2
7	Fagaceae	*Quercus laurina*	Encino Laurelillo	N/A	Nativa	96
8	Fagaceae	*Quercus scytophylla*	Encino blanco	N/A	Endémica	203
9	Myricaceae	*Morella lindeniana*	Laurel	N/A	Nativa	819
10	Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Fresno	N/A	Nativa	74
11	Pentaphylacaceae	*Cleyera integrifolia*	Flor de tila	N/A	Endémica	65
12	Pentaphylacaceae	*Ternstroemia lineata*	Flor de tilia grande	N/A	Nativa	27
13	Pinaceae	*Pinus hartwegii*	Ocote blanco	N/A	Nativa	268
14	Pinaceae	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	N/A	Endémica	681
15	Pinaceae	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	N/A	Nativa	193
16	Sabiaceae	*Meliosma dentata*	Jaboncillo	N/A	Nativa	31
17	Styracaceae	*Styrax argenteus*	Capulin	N/A	Nativa	122
18	Symplocaceae	*Symplocos citrea*	Chico	N/A	Endémica	64

Inventario arbustivo del bosque templado.

En el estrato arbustivo por su parte, se obtuvo un listado compuesto por 13 familias, 16 géneros, 18 especies y 1 especie a nivel taxonómico a familia. En cuanto la cobertura vegetal del bosque templado, el estrato arbustivo mostro el valor más alto de cobertura (33.5%), siendo *Dendropanax arboreus* la más representativa.

La familia Asteraceae obtuvo la mayor riqueza de especies con 4 especies, en seguida de Araliaceae, Lamiaceae y Solanaceae con 2 cada una, las demás presentaron una sola especie. En el estrato arbustivo se encontró a *Comarostaphylis discolor* bajo la categoría de protección especial (Pr) en la NOM-059 (SEMARNAT, 2010).

Tabla IV.29. Composición florística del estrato arbustivo del bosque templado del AP.

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
1	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	N/A	Nativa	74
2	Araliaceae	*Oreopanax xalapensis*	Macuilillo	N/A	Nativa	17
3	Asteraceae	*Ageratina areolaris*	Raíz de Serpiente	N/A	Nativa	2
4	Asteraceae	*Alloispermum scabrum*	Hoja de pescado	N/A	Nativa	22
5	Asteraceae	*Roldana albonervia*	Senecio	N/A	Endémica	13
6	Asteraceae	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	N/A	Endémica	2
7	Clethraceae	*Clethra mexicana*	Mamojuaxtle	N/A	Nativa	3
8	**Ericaceae**	***Comarostaphylis discolor***	**Garambullo**	**Pr**	**Nativa**	**1**
9	Fagaceae	*Quercus laurina*	Encino Laurelillo	N/A	Nativa	5
10	Lamiaceae	*Lepechinia nelsonii*	Verbena	N/A	Endémica	2
11	Lamiaceae	*Salvia mexicana*	Tlacote	N/A	Endémica	7
12	Onagraceae	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo	N/A	Nativa	3
13	Polygalaceae	*Monnina ciliolata*	Tintorea	N/A	Nativa	23
14	Rosaceae	*Rubus liebmannii*	Zarzamora	N/A	Endémica	1
15	Rubiaceae	-	Rubiaceae	-	-	26
16	Solanaceae	*Cestrum anagyris*	Agua bendita	N/A	Nativa	2
17	Solanaceae	*Cestrum thyrsoideum*	Zapotillo	N/A	Nativa	8
18	Styracaceae	*Styrax argenteus*	Capulin	N/A	Nativa	4
19	Symplocaceae	*Symplocos citrea*	Chico	N/A	Endémica	6

Inventario de la vegetación herbácea

Para el muestreo de vegetación herbácea, se utilizó la metodología del *Protocolo para el monitoreo ecosistémico de bosques y selvas en áreas naturales protegidas* (Botello *et al.*, 2022).

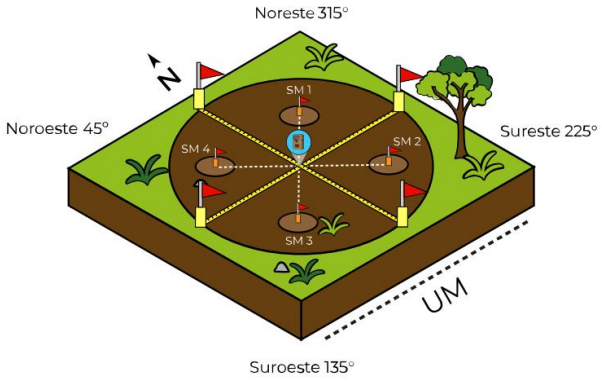


Figura IV.16. Representación gráfica del establecimiento de cada Unidad de Muestreo Tomado de Botello et al., 2022



Imagen IV.10. Cuadrante de 1 m x 1 m en campo, junto con la estaca con el nombre de la UM y sus coordenadas en el GPS

Los 24 taxas identificadas pertenecen a 14 familias botánicas, 22 géneros y 24 especies, de las cuales las familias Asteraceae y Poaceae representan la mayor riqueza de especies con 6 y 4, respectivamente. Ninguno de los ejemplares identificados se halla dentro de la NOM 059.

Tabla IV.30. Composición florística del estrato herbáceo del bosque templado del AP

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE ASIGNADO EN CAMPO	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
1	Asteraceae	*Ageratina sp.*	Ageratina	Ageratina	N/A	Nativa	67
2	Asteraceae	*Erigeron longipes*	Chalchuán	sp. hoja super larga	N/A	Nativa	16
3	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	Compuesta 4, Compuesta hoja ancha, herbácea2, herbáea3	N/A	Nativa	32
4	Asteraceae	*Tagetes lunulata*	Cinco Llagas	Compuesta1	N/A	Endémica	8
5	Asteraceae	*Tagetes tenuifolia*	Cempasúchil de Campo	Compuesta aserrada, Compuesta aserrada 2	N/A	Nativa	8
6	Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Abrojo	Compuesta 3 puntas	N/A	Nativa	6
7	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho Águila	Helecho	N/A	Nativa	12
8	Euphorbiaceae	*Euphorbia sp.*	-	Lechetrezna	N/A	Nativa	1
9	Euphorbiaceae	*Euphorbia sp. 1*	-	Lechetrezna 1	N/A	Nativa	7
10	Fabaceae	*Desmodium grahamii*	Pegaropa	Pegaropa	N/A	Nativa	7
11	Fabaceae	*Trifolium repens*	Trébol Blanco	Trebol, Trebol 5 hojas	N/A	Introducida	18
12	Onagraceae	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo	Aretillo	N/A	Nativa	7
13	Oxalidaceae	*Oxalis tetraphylla*	Oxalis tetraphylla	herbácea1	N/A	Nativa	17
14	Papaveraceae	*Argemone ochroleuca*	Cardo Santo	sp. hoja crispa	N/A	Nativa	15
15	Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra*	Mazorquilla	Leguminosa	N/A	Nativa	3
16	Poaceae	*Bromus carinatus*	Bromo de California	Pasto corazon	N/A	Nativa	9
17	Poaceae	*Muhlenbergia rigens*	Liendrilla de Venado	Liendrilla de Venado	N/A	Nativa	17
18	Poaceae	*Oplismenus hirtellus*	Pasto Sombra	sp. hoja larga	N/A	Nativa	14
19	Poaceae	*Paspalum notatum*	Pasto Estrella	Pasto, Pasto rastrero	N/A	Nativa	70
20	Polygonaceae	*Persicaria nepalensis*	Sangrina del Himalaya	Sangrina del Himalaya	N/A	Introducida	10
21	Polypodiaceae	*Pleopeltis polypodioides*	Helecho Siempre Viva	Helecho2	N/A	Nativa	6
22	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	Trompetilla	N/A	Nativa	3
23	Smilacaceae	*Smilax sp.*	Zarzaparrilla	Zarzaparrilla	N/A	Nativa	2
24	Solanaceae	*Solanum appendiculatum*	Tomate Silvestre	Enredadera2	N/A	Nativa	4

ÍNDICE DE DIVERSIDAD.

El índice de Shannon, también conocido en la literatura como Shannon-Weaver, se usa para medir la biodiversidad específica, es decir, la cantidad de diferentes microorganismos y organismos que hay en un ecosistema. Se usa el símbolo H' para representarlo, y sus valores oscilan entre números positivos, generalmente entre 2, 3 y 4. En la literatura, este índice es uno de los más populares para la medición de la biodiversidad. El valor de H se ha probado en muchos estudios ecológicos, los cuales muestran que H generalmente varía entre 1.5 y 3.5 y que raramente pasa de 4.5 (Magurran, 1988). El índice toma en cuenta la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. Es decir, contempla la riqueza y la abundancia de las especies. Como la fórmula implicada en su cálculo involucra un logaritmo, no existe un valor máximo para el índice. No obstante, el valor mínimo es cero, indicando la ausencia de diversidad –la condición existente en un monocultivo, por ejemplo, donde solo hay una especie.

En este caso, el muestreo realizado en la comunidad arbórea del Bosque templado, presenta una *diversidad media* de especies en este estrato de acuerdo con los resultados del índice de Shannon, así como la distribución de las abundancias entre las especies se distribuye de una manera muy equitativa.

Tabla IV.31. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato arbóreo de la vegetación templada.

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	68	34.0	0.006	-0.0304
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	764	384.0	0.067	-0.1808
Cornus disciflora	Xochilcorona	64	32.0	0.006	-0.0289
Arbutus xalapensis	Madroño	4	2.0	0.000	-0.0028
Mimosopsis aculeaticarpa	Mimosa	4	2.0	0.000	-0.0028
Quercus castanea	Encino capulincillo	8	4.0	0.001	-0.0051
Quercus laurina	Encino Laurelillo	382	192.0	0.033	-0.1136
Quercus scytophylla	Encino blanco	808	406.0	0.071	-0.1873
Morella lindeniana	Laurel	3,260	1638.0	0.285	-0.3578
Fraxinus uhdei	Fresno	295	148.0	0.026	-0.0943
Cleyera integrifolia	Flor de tila	259	130.0	0.023	-0.0857
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	107	54.0	0.009	-0.0439
Pinus hartwegii	Ocote blanco	1,067	536.0	0.093	-0.2213
Pinus leiophylla	Ocote chino	2,712	1362.0	0.237	-0.3413
Pinus montezumae	Pino montezuma	768	386.0	0.067	-0.1814
Meliosma dentata	Jaboncillo	123	62.0	0.011	-0.0489
Styrax argenteus	Capulin	486	244.0	0.042	-0.1342
Symplocos citrea	Chico	255	128.0	0.022	-0.0848
Total		**11,432**	**5,744**	**1.0**	**-2.1450**
				Índice de Shannon (H´)	**2.1450**
				Riqueza (S)	18
				Equidad(J)= H´/Ln(S)	**0.7421**

Para arbustos se presenta una *diversidad media* de especies de acuerdo con los resultados del índice de Shannon, así como un estado moderado de conservación.

Tabla IV.32. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato arbustivo de la vegetación templada.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Dendropanax arboreus	Zapotillo	1,473	740.0	0.335	-0.3663
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	338	170.0	0.077	-0.1972
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	40	20.0	0.009	-0.0426
Alloispermum scabrum	Hoja de pescado	438	220.0	0.099	-0.2296
Roldana albonervia	Senecio	259	130.0	0.059	-0.1666
Roldana hederifolia	Hediondilla	40	20.0	0.009	-0.0426
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	60	30.0	0.014	-0.0583

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Comarostaphylis discolor	Garambullo	20	10.0	0.005	-0.0244
Quercus laurina	Encino Laurelillo	100	50.0	0.023	-0.0857
Lepechinia nelsonii	Verbena	40	20.0	0.009	-0.0426
Salvia mexicana	Tlacote	139	70.0	0.032	-0.1093
Fuchsia thymifolia	Aretillo	60	30.0	0.014	-0.0583
Monnina ciliolata	Tintorea	460	230.0	0.105	-0.2361
Rubus liebmannii	Zarzamora	20	10.0	0.005	-0.0244
-	Rubiaceae	517	260.0	0.118	-0.2517
Cestrum anagyris	Agua bendita	40	20.0	0.009	-0.0426
Cestrum thyrsoideum	Zapotillo	159	80.0	0.036	-0.1201
Styrax argenteus	Capulin	80	40.0	0.018	-0.0726
Symplocos citrea	Chico	119	60.0	0.027	-0.0979
Total		**4,400**	**2,210**	**1.0**	**-2.2689**
			Índice de Shannon (H´)		**2.2689**
				Riqueza (S)	19
			Equidad(J)= H´/Ln(S)		**0.7706**

Y finalmente para hierbas de bosque templado, los datos indican nuevamente una *diversidad media* con una cifra de 2.7021.

Tabla IV.33. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato herbáceo de la vegetación templada.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Ageratina sp.	Ageratina	266,660	134,000.0	0.187	-0.3133
Erigeron longipes	Chalchuán	63,680	32,000.0	0.045	-0.1386
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	127,360	64,000.0	0.089	-0.2155
Tagetes lunulata	Cinco Llagas	31,840	16,000.0	0.022	-0.0848
Tagetes tenuifolia	Cempasúchil de Campo	31,840	16,000.0	0.022	-0.0848
Xanthium strumarium	Abrojo	23,880	12,000.0	0.017	-0.0684
Pteridium aquilinum	Helecho Águila	47,760	24,000.0	0.033	-0.1136
Euphorbia sp.	-	3,980	2,000.0	0.003	-0.0164
Euphorbia sp. 1	-	27,860	14,000.0	0.019	-0.0768
Desmodium grahamii	Pegaropa	27,860	14,000.0	0.019	-0.0768
Trifolium repens	Trébol Blanco	71,640	36,000.0	0.050	-0.1501
Fuchsia thymifolia	Aretillo	27,860	14,000.0	0.019	-0.0768
Oxalis tetraphylla	Oxalis tetraphylla	67,660	34,000.0	0.047	-0.1444
Argemone ochroleuca	Cardo Santo	59,700	30,000.0	0.042	-0.1327
Phytolacca icosandra	Mazorquilla	11,940	6,000.0	0.008	-0.0400
Bromus carinatus	Bromo de California	35,820	18,000.0	0.025	-0.0924
Muhlenbergia rigens	Liendrilla de Venado	67,660	34,000.0	0.047	-0.1444

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Oplismenus hirtellus	Pasto Sombra	55,720	28,000.0	0.039	-0.1265
Paspalum notatum	Pasto Estrella	278,600	140,000.0	0.195	-0.3188
Persicaria nepalensis	Sangrina del Himalaya	39,800	20,000.0	0.028	-0.0997
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Viva	23,880	12,000.0	0.017	-0.0684
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	11,940	6,000.0	0.008	-0.0400
Smilax sp.	Zarzaparrilla	7,960	4,000.0	0.006	-0.0289
Solanum appendiculatum	Tomate Silvestre	15,920	8,000.0	0.011	-0.0501
Total		**1,428,820**	**718,000**	**1.0**	**-2.7021**
			Índice de Shannon (H´)		**2.7021**
				Riqueza (S)	24
			Equidad(J)= H´/Ln(S)		**0.8502**

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI).

Vegetación arbórea.

La familia del estrato arbóreo con mayor IVI fue *Pinaceae*, acumulando el 103.7 % del valor total, siendo una de las más frecuentes (24.1%), la más abundante (39.8%) y dominante (39.8%) del área. Esta familia está representada dentro del AP por tres especies (*Pinus hartwegii*, *Pinus leiophylla*, *Pinus montezumae*), debiendo su mayor peso ecológico al aporte el Ocote chino.

Tabla IV.34. Índice de valor de importancia ecológica en el bosque templado de árboles del AP

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	68	0.0059	34.0	0.59	0.59	1	3.45	4.63
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	764	0.0668	384.0	6.69	6.68	3	10.34	23.71
Cornus disciflora	Xochilcorona	64	0.0056	32.0	0.56	0.56	1	3.45	4.56
Arbutus xalapensis	Madroño	4	0.0003	2.0	0.03	0.03	1	3.45	3.52
Mimosopsis aculeaticarpa	Mimosa	4	0.0003	2.0	0.03	0.03	1	3.45	3.52
Quercus castanea	Encino capulincillo	8	0.0007	4.0	0.07	0.07	1	3.45	3.59
Quercus laurina	Encino Laurelillo	382	0.0334	192.0	3.34	3.34	1	3.45	10.13
Quercus scytophylla	Encino blanco	808	0.0707	406.0	7.07	7.07	5	17.24	31.38
Morella lindeniana	Laurel	3,260	0.2851	1,638.0	28.52	28.51	1	3.45	60.48
Fraxinus uhdei	Fresno	295	0.0258	148.0	2.58	2.58	2	6.90	12.05
Cleyera integrifolia	Flor de tila	259	0.0226	130.0	2.26	2.26	1	3.45	7.97
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	107	0.0094	54.0	0.94	0.94	1	3.45	5.33
Pinus hartwegii	Ocote blanco	1,067	0.0933	536.0	9.33	9.33	1	3.45	22.11
Pinus leiophylla	Ocote chino	2,712	0.2372	1,362.0	23.71	23.72	3	10.34	57.78
Pinus montezumae	Pino montezuma	768	0.0672	386.0	6.72	6.72	3	10.34	23.78
Meliosma dentata	Jaboncillo	123	0.0108	62.0	1.08	1.08	1	3.45	5.61
Styrax argenteus	Capulin	486	0.0425	244.0	4.25	4.25	1	3.45	11.94
Symplocos citrea	Chico	255	0.0223	128.0	2.23	2.23	1	3.45	7.90

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
TOTAL		**11,432**	**1.00**	**5,744**	**100**	**100**	**29**	**100**	**300**

La estructura horizontal del bosque templado en el AP indica un cierto desequilibrio en la distribución de los árboles en las clases diamétricas menores, puesto que la mayor cantidad arboles estuvo acumulada en la cuarta clase diamétrica (más de 20.6 cm). Las especies representativas en bosque templado del AP, que tuvieron mayor proporción de individuos en esta clase (5.1 a 15 metros) de altura fueron *Mimosopsis aculeaticarpa*, *Ageratina areolaris*, *Quercus castanea*, *Morella lindeniana*, *Clethra mexicana*, *Fraxinus uhdei*, *Pinus hartwegii*, *Styrax argenteus*, *Symplocos citrea*, *Cleyera integrifolia*, *Cornus disciflora, Ternstroemia lineata* y *Meliosma dentata.*

Vegetación arbustiva.

En este estrato, la gran mayoría de los registros tanto arbustivos como renuevos son menores de 1.5 m. Lo que evidencia que los arbustos son el elemento más importante en la estructura de la comunidad, con más del doble de valor de importancia que los renuevos. En este caso, la especie *Dendropax arboreus*, es la especie de mayor importancia en este estrato (IVI: 71.71), debido a que es una especie muy abundante en las unidades de muestreo; siguiendo en importancia *Monnina ciliolata* y una especie de la familia Rubiaceae (IVI: 30.39 y 28.29), por ser muy abundantes.

Tabla IV.35. Índice de valor de importancia ecológica en el bosque templado de arbustos del AP

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Dendropanax arboreus	Zapotillo	1,473	0.3347	740.0	33.48	33.47	1	4.76	71.71
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	338	0.0769	170.0	7.69	7.69	1	4.76	20.14
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	40	0.0090	20.0	0.90	0.90	1	4.76	6.57
Alloispermum scabrum	Hoja de pescado	438	0.0995	220.0	9.95	9.95	1	4.76	24.67
Roldana albonervia	Senecio	259	0.0588	130.0	5.88	5.88	1	4.76	16.52
Roldana hederifolia	Hediondilla	40	0.0090	20.0	0.90	0.90	1	4.76	6.57
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	60	0.0136	30.0	1.36	1.36	1	4.76	7.48
Comarostaphylis discolor	Garambullo	20	0.0045	10.0	0.45	0.45	1	4.76	5.67
Quercus laurina	Encino Laurelillo	100	0.0226	50.0	2.26	2.26	1	4.76	9.29
Lepechinia nelsonii	Verbena	40	0.0090	20.0	0.90	0.90	1	4.76	6.57
Salvia mexicana	Tlacote	139	0.0317	70.0	3.17	3.17	1	4.76	11.10
Fuchsia thymifolia	Aretillo	60	0.0136	30.0	1.36	1.36	1	4.76	7.48
Monnina ciliolata	Tintorea	460	0.1045	230.0	10.41	10.45	2	9.52	30.39
Rubus liebmannii	Zarzamora	20	0.0045	10.0	0.45	0.45	1	4.76	5.67
-	Rubiaceae	517	0.1176	260.0	11.76	11.76	1	4.76	28.29
Cestrum anagyris	Agua bendita	40	0.0090	20.0	0.90	0.90	1	4.76	6.57
Cestrum thyrsoideum	Zapotillo	159	0.0362	80.0	3.62	3.62	1	4.76	12.00
Styrax argenteus	Capulin	80	0.0181	40.0	1.81	1.81	1	4.76	8.38
Symplocos citrea	Chico	119	0.0271	60.0	2.71	2.71	2	9.52	14.95
TOTAL		**4,400**	**1.00**	**2,210**	**100**	**100**	**21**	**100**	**300**

Vegetación herbácea.

En cuanto al estrato herbáceo tenemos con mayor representatividad a la especie *Paspalum notatum* (42.45%), seguido de *Ageratina sp*. (40.77%). De manera contaría *Euphorbia sp*., es la menos hallada.

Tabla IV.36. Índice de valor de importancia ecológica en el bosque templado de hierbas del AP

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Ageratina sp.	Ageratina	266,660	0.1866	134,000.0	18.66	18.66	1	3.45	40.77
Erigeron longipes	Chalchuán	63,680	0.0446	32,000.0	4.46	4.46	1	3.45	12.36
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	127,360	0.0891	64,000.0	8.91	8.91	2	6.90	24.72
Tagetes lunulata	Cinco Llagas	31,840	0.0223	16,000.0	2.23	2.23	1	3.45	7.91
Tagetes tenuifolia	Cempasúchil de Campo	31,840	0.0223	16,000.0	2.23	2.23	1	3.45	7.91
Xanthium strumarium	Abrojo	23,880	0.0167	12,000.0	1.67	1.67	1	3.45	6.79
Pteridium aquilinum	Helecho Águila	47,760	0.0334	24,000.0	3.34	3.34	1	3.45	10.13
Euphorbia sp.	-	3,980	0.0028	2,000.0	0.28	0.28	1	3.45	4.01
Euphorbia sp. 1	-	27,860	0.0195	14,000.0	1.95	1.95	1	3.45	7.35
Desmodium grahamii	Pegaropa	27,860	0.0195	14,000.0	1.95	1.95	1	3.45	7.35
Trifolium repens	Trébol Blanco	71,640	0.0501	36,000.0	5.01	5.01	1	3.45	13.48
Fuchsia thymifolia	Aretillo	27,860	0.0195	14,000.0	1.95	1.95	1	3.45	7.35
Oxalis tetraphylla	Oxalis tetraphylla	67,660	0.0474	34,000.0	4.74	4.74	2	6.90	16.37
Argemone ochroleuca	Cardo Santo	59,700	0.0418	30,000.0	4.18	4.18	1	3.45	11.80
Phytolacca icosandra	Mazorquilla	11,940	0.0084	6,000.0	0.84	0.84	2	6.90	8.57
Bromus carinatus	Bromo de California	35,820	0.0251	18,000.0	2.51	2.51	1	3.45	8.46
Muhlenbergia rigens	Liendrilla de Venado	67,660	0.0474	34,000.0	4.74	4.74	3	10.34	19.82
Oplismenus hirtellus	Pasto Sombra	55,720	0.0390	28,000.0	3.90	3.90	1	3.45	11.25
Paspalum notatum	Pasto Estrella	278,600	0.1950	140,000.0	19.50	19.50	1	3.45	42.45
Persicaria nepalensis	Sangrina del Himalaya	39,800	0.0279	20,000.0	2.79	2.79	1	3.45	9.02
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Viva	23,880	0.0167	12,000.0	1.67	1.67	1	3.45	6.79
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	11,940	0.0084	6,000.0	0.84	0.84	1	3.45	5.12
Smilax sp.	Zarzaparrilla	7,960	0.0056	4,000.0	0.56	0.56	1	3.45	4.56
Solanum appendiculatum	Tomate Silvestre	15,920	0.0111	8,000.0	1.11	1.11	1	3.45	5.68
TOTAL		**1,428,820**	**1.00**	**718,000**	**100**	**100**	**29**	**100**	**300**

VEGETACIÓN RIPARIA (DE CAÑADAS).

En cuanto a la vegetación riparia, las especies arbóreas que predominan son *Quercus scytophylla* como la especie con el mayor índice de importancia ecológica, seguida de *Clethra mexicana* y *Cleyera integrifolia*. En las cañadas más húmedas se observaron elementos como *Quercus scytophylla, Oreopanax xalapensis*, *Cornus disciflora*, *Dendropanax arboreus*, *Symplocos citrea*, y *Carpinus caroliniana*, estas especies están

reportadas en sitios cercanos más fríos (CONANP, 2018, López-Pérez *et al*. 2011). A continuación, se detalla las características de este ecosistema.



Imagen IV.11. Fotografía del cauce del arroyo el Sauco-Tomatillo en el sitio de estudio realizada en 4 de octubre de 2018, Fuente: Orozco (2019) Estudio FIN-114-EXT-RVO-EST-2018.

Inventario arbóreo de vegetación riparia.

El estrato arbóreo registró 14 familias, 15 géneros y 18 especies. La familia *Pinaceae* con tres especies y las familias Araliaceae y Pentaphylacaceae con 2 cada una. De acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT, 2010, la especie *Carpinus caroliniana* se encuentra Amenazada (A).

Tabla IV.37. Composición florística del estrato arbóreo en vegetación riparia.

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
1	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	N/A	Nativa	4
2	Araliaceae	*Oreopanax xalapensis*	Macuilillo	N/A	Nativa	6
3	**Betulaceae**	***Carpinus caroliniana***	**Lechillo**	**A**	**Nativa**	**52**
4	Celastraceae	*Zinowiewia integerrima*	Jicarillo	N/A	Nativa	3
5	Clethraceae	*Clethra mexicana*	Mamojuaxtle	N/A	Nativa	97
6	Cornaceae	*Cornus disciflora*	Xochilcorona	N/A	Nativa	3
7	Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	N/A	Nativa	1
8	Fagaceae	*Quercus scytophylla*	Encino blanco	N/A	Endémica	109
9	Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Capulincillo	N/A	Nativa	3
10	Myricaceae	*Morella lindeniana*	Laurel	N/A	Nativa	16
11	Pentaphylacaceae	*Cleyera integrifolia*	Flor de tila	N/A	Endémica	52
12	Pentaphylacaceae	*Ternstroemia lineata*	Flor de tilia grande	N/A	Nativa	5
13	Pinaceae	*Pinus douglasiana*	Pino avellano	N/A	Endémica	5
14	Pinaceae	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	N/A	Endémica	49
15	Pinaceae	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	N/A	Nativa	19

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
16	Styracaceae	*Styrax argenteus*	Capulin	N/A	Nativa	21
17	Symplocaceae	*Symplocos citrea*	Chico	N/A	Endémica	27
18	Urticaceae	-	Urticaceae	-	-	1

Inventario arbustivo de vegetación riparia.

En el estrato arbustivo por su parte, se obtuvo un listado compuesto por 23 familias, 27 géneros, 29 especies y 1 especie a nivel taxonómico a familia.

Nuevamente encontramos en estado renuevo a la especie *Carpinus caroliniana* (A) en categoría de riesgo. La especie más registrada es *Dendropanax arboreus* con 79 y *Quercus scytophylla* con 76 ejemplares.

Tabla IV.38. Composición florística del estrato arbustivo de vegetación riparia del AP.

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
1	Apiaceae	*Arracacia atropurpurea*	Acocote	N/A	Nativa	2
2	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	N/A	Nativa	79
3	Araliaceae	*Oreopanax xalapensis*	Macuilillo	N/A	Nativa	9
4	Asteraceae	*Ageratina areolaris*	Raíz de Serpiente	N/A	Nativa	3
5	Asteraceae	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	N/A	Endémica	20
6	**Betulaceae**	***Carpinus caroliniana***	**Lechillo**	**A**	**Nativa**	**2**
7	Celastraceae	*Celastrus pringlei*	-	N/A	Endémica	5
8	Celastraceae	*Zinowiewia integerrima*	Jicarillo	N/A	Nativa	1
9	Clethraceae	*Clethra mexicana*	Mamojuaxtle	N/A	Nativa	11
10	Ericaceae	*Agarista mexicana*	Granada silvestre	N/A	Nativa	4
11	Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de ángel	N/A	Nativa	18
12	Fagaceae	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	N/A	Nativa	3
13	Fagaceae	*Quercus scytophylla*	Encino blanco	N/A	Endémica	76
14	Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Capulincillo	N/A	Nativa	16
15	Myricaceae	*Morella lindeniana*	Laurel	N/A	Nativa	4
16	Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Fresno	N/A	Nativa	6
17	Onagraceae	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo	N/A	Nativa	7
18	Pentaphylacaceae	*Cleyera integrifolia*	Flor de tila	N/A	Endémica	16
19	Pentaphylacaceae	*Ternstroemia lineata*	Flor de tilia grande	N/A	Nativa	50
20	Pinaceae	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	N/A	Endémica	2
21	Polygalaceae	*Monnina ciliolata*	Tintorea	N/A	Nativa	12
22	Primulaceae	*Parathesis melanosticta*	Capulín de hueso	N/A	Endémica	13
23	Rosaceae	*Rubus liebmannii*	Zarzamora	N/A	Endémica	2
24	Rubiaceae	-	Rubiaceae frecuente	-	-	59
25	Sabiaceae	*Meliosma dentata*	Jaboncillo	N/A	Nativa	5

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
26	Solanaceae	*Cestrum anagyris*	Agua bendita	N/A	Nativa	23
27	Solanaceae	*Cestrum thyrsoideum*	Zapotillo	N/A	Nativa	1
28	Solanaceae	*Solanum marginatum*	Bola de oro	N/A	Exótica	4
29	Styracaceae	*Styrax argenteus*	Capulin	N/A	Nativa	19
30	Symplocaceae	*Symplocos citrea*	Chico	N/A	Endémica	15

Inventario de la vegetación herbácea.

Se identificaron un total de 23 familias botánicas, 41 géneros y 47 especies, de las cuales las familias Asteraceae y Fabaceae representan la mayor riqueza de especies con 9 y 6, respectivamente. Ninguno de los ejemplares identificados se halla dentro de la NOM 059.

Tabla IV.39. Composición florística del estrato herbáceo de vegetación riparia del AP

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE ASIGNADO	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
1	Adiantáceae	*Adiantum sp.*	Culantrillo	Culantrillo	N/A	Nativa	6
2	Asteraceae	*Ageratina sp.*	Ageratina	Ageratina	N/A	Nativa	10
3	Asteraceae	*Bidens ostruthioides*	Acahual Blanco	Acahual blanco	N/A	Nativa	57
4	Asteraceae	*Bidens pilosa*	Acahual Blanco	Compuesta frecuente	N/A	Nativa	1
5	Asteraceae	*Helichrysum luteoalbum*	Gordolobo Algodonoso	Gordolobo Algodonoso	N/A	Introducida	1
6	Asteraceae	*Hieracium sp.*	Pilosela	Pilosela	N/A	Nativa	4
7	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	Compuesta hoja ancha	N/A	Nativa	5
8	Asteraceae	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	Hediondilla	N/A	Endémica	28
9	Asteraceae	*Tagetes lunulata*	Cinco Llagas	Compuesta	N/A	Endémica	3
10	Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Abrojo	Compuesta 3 puntas	N/A	Nativa	3
11	Bromeliaceae	*Tillandsia prodigiosa*	Clavel del aire	Clavel del aire	N/A	Endémica	1
12	Campanulaceae	*Lobelia laxiflora*	Aretitos	Aretitos	N/A	Nativa	1
13	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho Águila	Helecho	N/A	Nativa	5
14	Euphorbiaceae	*Euphorbia macropus*	Hierba de la golondrina	Hierba de la golondrina	N/A	Nativa	7
15	Fabaceae	*Desmodium molliculum*	Amor Seco	Herbacea	N/A	Nativa	1
16	Fabaceae	*Desmodium sp.*	Pegaropa	Pegaropa	N/A	Nativa	7
17	Fabaceae	*Eriosema sp.*	-	-	N/A	Nativa	3
18	Fabaceae	*Hosackia repens*	Pico de loro	Pico de loro	N/A	Nativa	5
19	Fabaceae	*Tephrosia sp.*	-	Ceniciento	N/A	Nativa	2
20	Fabaceae	*Trifolium repens*	Trébol Blanco	Trebol	N/A	Introducida	3
21	Lamiaceae	*Lepechinia sp.*	-	Verbena 2	N/A	Nativa	32
22	Malvaceae	*Kearnemalvastrum lacteum*	Malvavisco	Malvavisco	N/A	Nativa	1
23	Onagraceae	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo	Aretillo	N/A	Nativa	3
24	Onagraceae	*Lopezia miniata*	Perita	Perita	N/A	Nativa	1

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE ASIGNADO	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
25	Orchidaceae	*Funkiella sp.*	-	-	N/A	Nativa	1
26	Oxalidaceae	*Oxalis sp.*	Trebol	Trebol	N/A	Nativa	2
27	Oxalidaceae	*Oxalis tetraphylla*	Oxalis tetraphylla	Trebol 4 hojas	N/A	Nativa	4
28	Piperaceae	*Peperomia sp.*	Cola de ratón	Cola de ratón	N/A	Nativa	5
29	Poaceae	*Bromus carinatus*	Bromo de California	Pasto corazon	N/A	Nativa	3
30	Poaceae	*Oplismenus hirtellus*	Pasto Sombra	Compuesta hoja larga, Pasto hoja larga, Pasto largo	N/A	Nativa	4
31	Poaceae	*Oplismenus sp.*	Zacate de labor	Pasto 1postrado, Zacate de labor	N/A	Nativa	46
32	Poaceae	*Paspalum notatum*	Pasto Estrella	Pasto	N/A	Nativa	3
33	Poaceae	*Zeugites americana*	Carricillo papachote	Carricillo papachote	N/A	Endémica	18
34	Polygalaceae	*Monnina ciliolata*	Tintorea	Tintorea	N/A	Nativa	10
35	Polygonaceae	*Polygonum sp.*	Hierba pejiguera	Hierba pejiguera	N/A	Nativa	1
36	Rosaceae	*Rubus sp.*	-	Zarzamora 1	N/A	Nativa	2
37	Rubiaceae	*Crusea coccinea*	Crusea	Rubiaceae	N/A	Nativa	36
38	Rubiaceae	*Crusea longiflora*	Hierba del Soldado	Morfosp1, Rubiaceae 1	N/A	Nativa	33
39	Rubiaceae	*Didymaea mexicana*	Ocosúchil	Rubiaceae	N/A	Nativa	33
40	Rubiaceae	*Spermacoce verticillata*	Culantrillo	Enredadera	N/A	Nativa	1
41	Scrophulariaceae	*Castilleja arvensis*	Cresta de Gallo	Chupirin	N/A	Nativa	1
42	Smilacaceae	*Smilax sp.*	Zarzaparrilla	Zarzaparrilla	N/A	Nativa	4
43	Solanaceae	*Datura stramonium*	Toloache	Toloache	N/A	Nativa	1
44	Solanaceae	*Solanum appendiculatum*	Tomate Silvestre	Tomate Silvestre	N/A	Nativa	2
45	Solanaceae	*Solanum marginatum*	Bola de oro	Bola de oro	N/A	Exótica	1
46	Tropaeolaceae	*Tropaeolum majus*	Mastuerzo Sudamericano	Pentada	N/A	Introducida	1
47	Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Uva de montaña	Uva de montaña	N/A	Nativa	6

ÍNDICE DE DIVERSIDAD.

En este caso, el muestreo realizado en la comunidad arbórea de vegetación riparia, presenta una *diversidad media* de especies de acuerdo con los resultados del índice de Shannon, así como la distribución de las abundancias entre las especies se distribuye de una manera muy equitativa.

Tabla IV.40. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato arbóreo de la vegetación riparia.

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Dendropanax arboreus	Zapotillo	9	4.4	0.008	-0.0404
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	13	6.7	0.013	-0.0554
Carpinus caroliniana	Lechillo	115	57.8	0.110	-0.2427
Zinowiewia integerrima	Jicarillo	7	3.3	0.006	-0.0321
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	214	107.8	0.205	-0.3249
Cornus disciflora	Xochilcorona	7	3.3	0.006	-0.0321

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Arbutus xalapensis	Madroño	2	1.1	0.002	-0.0130
Quercus scytophylla	Encino blanco	241	121.1	0.230	-0.3382
Nectandra salicifolia	Capulincillo	7	3.3	0.006	-0.0321
Morella lindeniana	Laurel	35	17.8	0.034	-0.1146
Cleyera integrifolia	Flor de tila	115	57.8	0.110	-0.2427
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	11	5.6	0.011	-0.0481
Pinus douglasiana	Pino avellano	11	5.6	0.011	-0.0481
Pinus leiophylla	Ocote chino	108	54.4	0.104	-0.2349
Pinus montezumae	Pino montezuma	42	21.1	0.040	-0.1291
Styrax argenteus	Capulin	46	23.3	0.044	-0.1383
Symplocos citrea	Chico	60	30.0	0.057	-0.1634
-	Urticaceae	2	1.1	0.002	-0.0130
Total		**1,046**	**526**	**1.0**	**-2.2432**
			Índice de Shannon (H´)		**2.2432**
				Riqueza (S)	18
			Equidad(J)= H´/Ln(S)		**0.7761**

De igual manera, para arbustos se presenta una *diversidad media* de especies de acuerdo con los resultados del índice de Shannon, así como un estado moderado de conservación (2.7829).

Tabla IV.41. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato arbustivo de la vegetación riparia.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Arracacia atropurpurea	Acocote	18	8.9	0.004	-0.0226
Dendropanax arboreus	Zapotillo	699	351.1	0.162	-0.2950
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	80	40.0	0.018	-0.0738
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	27	13.3	0.006	-0.0314
Roldana hederifolia	Hediondilla	177	88.9	0.041	-0.1311
Carpinus caroliniana	Lechillo	18	8.9	0.004	-0.0226
Celastrus pringlei	-	44	22.2	0.010	-0.0470
Zinowiewia integerrima	Jicarillo	9	4.4	0.002	-0.0127
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	97	48.9	0.023	-0.0856
Agarista mexicana	Granada silvestre	35	17.8	0.008	-0.0394
Calliandra grandiflora	Cabellos de ángel	159	80.0	0.037	-0.1219
Quercus castanea	Encino capulincillo	27	13.3	0.006	-0.0314
Quercus scytophylla	Encino blanco	672	337.8	0.156	-0.2899
Nectandra salicifolia	Capulincillo	142	71.1	0.033	-0.1122
Morella lindeniana	Laurel	35	17.8	0.008	-0.0394
Fraxinus uhdei	Fresno	53	26.7	0.012	-0.0542
Fuchsia thymifolia	Aretillo	62	31.1	0.014	-0.0610

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Cleyera integrifolia	Flor de tila	142	71.1	0.033	-0.1122
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	442	222.2	0.103	-0.2337
Pinus leiophylla	Ocote chino	18	8.9	0.004	-0.0226
Monnina ciliolata	Tintorea	106	53.3	0.025	-0.0913
Parathesis melanosticta	Capulín de hueso	115	57.8	0.027	-0.0967
Rubus liebmannii	Zarzamora	18	8.9	0.004	-0.0226
-	Rubiaceae frecuente	522	262.2	0.121	-0.2557
Meliosma dentata	Jaboncillo	44	22.2	0.010	-0.0470
Cestrum anagyris	Agua bendita	203	102.2	0.047	-0.1442
Cestrum thyrsoideum	Zapotillo	9	4.4	0.002	-0.0127
Solanum marginatum	Bola de oro	35	17.8	0.008	-0.0394
Styrax argenteus	Capulin	168	84.4	0.039	-0.1266
Symplocos citrea	Chico	133	66.7	0.031	-0.1072
Total		**4,307**	**2,164**	**1.0**	**-2.7829**
			Índice de Shannon (H´)		**2.7829**
				Riqueza (S)	30
			Equidad(J)= H´/Ln(S)		**0.8182**

Y finalmente para hierbas de vegetación riparia, los datos indican una *diversidad media-alta* con una cifra de 3.0692 y un buen estado de conservación.

Tabla IV.42. Índice de Shannon (H´) e índice de equidad de Pielou (J) para el estrato herbáceo de la vegetación riparia.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Adiantum sp.	Culantrillo	13,267	6,666.7	0.015	-0.0621
Ageratina sp.	Ageratina	22,111	11,111.1	0.025	-0.0909
Bidens ostruthioides	Acahual Blanco	126,033	63,333.3	0.140	-0.2750
Bidens pilosa	Acahual Blanco	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Helichrysum luteoalbum	Gordolobo Algodonoso	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Hieracium sp.	Pilosela	8,844	4,444.4	0.010	-0.0453
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	11,056	5,555.6	0.012	-0.0539
Roldana hederifolia	Hediondilla	61,911	31,111.1	0.069	-0.1839
Tagetes lunulata	Cinco Llagas	6,633	3,333.3	0.007	-0.0361
Xanthium strumarium	Abrojo	6,633	3,333.3	0.007	-0.0361
Tillandsia prodigiosa	Clavel del aire	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Lobelia laxiflora	Aretitos	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Pteridium aquilinum	Helecho Águila	11,056	5,555.6	0.012	-0.0539
Euphorbia macropus	Hierba de la golondrina	15,478	7,777.8	0.017	-0.0697
Desmodium molliculum	Amor Seco	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Desmodium sp.	Pegaropa	15,478	7,777.8	0.017	-0.0697

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Eriosema sp.	-	6,633	3,333.3	0.007	-0.0361
Hosackia repens	Pico de loro	11,056	5,555.6	0.012	-0.0539
Tephrosia sp.	-	4,422	2,222.2	0.005	-0.0261
Trifolium repens	Trébol Blanco	6,633	3,333.3	0.007	-0.0361
Lepechinia sp.	-	70,752	35,555.6	0.078	-0.1996
Kearnemalvastrum lacteum	Malvavisco	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Fuchsia thymifolia	Aretillo	6,633	3,333.3	0.007	-0.0361
Lopezia miniata	Perita	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Funkiella sp.	-	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Oxalis sp.	Trebol	4,422	2,222.2	0.005	-0.0261
Oxalis tetraphylla	Oxalis tetraphylla	8,844	4,444.4	0.010	-0.0453
Peperomia sp.	Cola de ratón	11,056	5,555.6	0.012	-0.0539
Bromus carinatus	Bromo de California	6,633	3,333.3	0.007	-0.0361
Oplismenus hirtellus	Pasto Sombra	8,844	4,444.4	0.010	-0.0453
Oplismenus sp.	Zacate de labor	101,711	51,111.1	0.113	-0.2461
Paspalum notatum	Pasto Estrella	6,633	3,333.3	0.007	-0.0361
Zeugites americana	Carricillo papachote	39,800	20,000.0	0.044	-0.1377
Monnina ciliolata	Tintorea	22,111	11,111.1	0.025	-0.0909
Polygonum sp.	Hierba pejiguera	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Rubus sp.	-	4,422	2,222.2	0.005	-0.0261
Crusea coccinea	Crusea	79,600	40,000.0	0.088	-0.2142
Crusea longiflora	Hierba del Soldado	72,967	36,666.7	0.081	-0.2034
Didymaea mexicana	Ocosúchil	72,967	36,666.7	0.081	-0.2034
Spermacoce verticillata	Culantrillo	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Castilleja arvensis	Cresta de Gallo	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Smilax sp.	Zarzaparrilla	8,844	4,444.4	0.010	-0.0453
Datura stramonium	Toloache	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Solanum appendiculatum	Tomate Silvestre	4,422	2,222.2	0.005	-0.0261
Solanum marginatum	Bola de oro	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Tropaeolum majus	Mastuerzo Sudamericano	2,211	1,111.1	0.002	-0.0147
Vitis tiliifolia	Uva de montaña	13,267	6,666.7	0.015	-0.0621
Total		**902,130**	**453,333**	**1.0**	**-3.0692**
				Índice de Shannon (H´)	**3.0692**
				Riqueza (S)	47
				Equidad(J)= H´/Ln(S)	**0.7972**

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI).

Vegetación arbórea.

La familia del estrato arbóreo con mayor IVI fue *Fagaceae*, acumulando el 59.7% del valor total, siendo las más abundante y dominante (23.0%); la familia Pinaceae se registra como la más frecuente (16.7%) con las especies *Pinus douglasiana, Pinus leiophylla* y *Pinus montezumae.*

Tabla IV.43. Índice de valor de importancia ecológica en vegetación riparia de árboles del AP

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Dendropanax arboreus	Zapotillo	9	0.0085	4.4	0.85	0.85	1	1.52	3.21
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	13	0.0127	6.7	1.27	1.27	3	4.55	7.08
Carpinus caroliniana	Lechillo	115	0.1099	57.8	10.99	10.99	5	7.58	29.56
Zinowiewia integerrima	Jicarillo	7	0.0063	3.3	0.63	0.63	3	4.55	5.81
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	214	0.2051	107.8	20.51	20.51	9	13.64	54.65
Cornus disciflora	Xochilcorona	7	0.0063	3.3	0.63	0.63	2	3.03	4.30
Arbutus xalapensis	Madroño	2	0.0021	1.1	0.21	0.21	1	1.52	1.94
Quercus scytophylla	Encino blanco	241	0.2304	121.1	23.04	23.04	9	13.64	59.73
Nectandra salicifolia	Capulincillo	7	0.0063	3.3	0.63	0.63	2	3.03	4.30
Morella lindeniana	Laurel	35	0.0338	17.8	3.38	3.38	6	9.09	15.86
Cleyera integrifolia	Flor de tila	115	0.1099	57.8	10.99	10.99	7	10.61	32.59
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	11	0.0106	5.6	1.06	1.06	1	1.52	3.63
Pinus douglasiana	Pino avellano	11	0.0106	5.6	1.06	1.06	1	1.52	3.63
Pinus leiophylla	Ocote chino	108	0.1036	54.4	10.36	10.36	7	10.61	31.32
Pinus montezumae	Pino montezuma	42	0.0402	21.1	4.02	4.02	3	4.55	12.58
Styrax argenteus	Capulin	46	0.0444	23.3	4.44	4.44	3	4.55	13.42
Symplocos citrea	Chico	60	0.0571	30.0	5.71	5.71	2	3.03	14.45
-	Urticaceae	2	0.0021	1.1	0.21	0.21	1	1.52	1.94
TOTAL		**1,046**	**1.00**	**526**	**100**	**100**	**66**	**100**	**300**

Respecto a la estructura horizontal del bosque ripario, indica un cierto desequilibrio en la distribución de los árboles en las clases diamétricas menores y en la cuarta (más de 15.6 cm), puesto que la mayor cantidad arboles estuvo acumulada en la tercera clase diamétrica (11.2 a 15.5 cm). Este fenómeno se considera como anormal, por lo tanto, al tener una mayor densidad de individuos en la clase inicial garantizaría la subsistencia a futuro de las clases mayores antes los procesos naturales de dinámica y demás factores externos. En relación con la distribución vertical por clase de altura, el mayor número de individuos se registró en la segunda clase (5.1 a 15 m), y se muestra un decremento progresivo hacia la primera y última clase. Las especies representativas en bosque ripario del AP, que tuvieron mayor proporción de individuos en esta claseclase (5.1 a 15 m) de altura fueron *Arbutus xalapensis, Quercus scytophylla, Oreopanax xalapensis, Nectandra salicifolia, Cornus disciflora, Dendropanax arboreus, Symplocos citrea, Clethra mexicana* y *Carpinus caroliniana*.

Vegetación arbustiva.

En este caso, la especie *Dendropax arboreus*, es la especie de mayor importancia en este estrato (IVI: 41.09), debido a que es una especie muy abundante en las unidades de muestreo; siguiendo en importancia *Quercus scytophylla* y una especie de la familia Rubiaceae (IVI: 36.15 y 27.93), por ser muy abundantes.

Tabla IV.44. Índice de valor de importancia ecológica en el bosque ripario de arbustos del AP

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Arracacia atropurpurea	Acocote	18	0.0041	8.9	0.41	0.41	1	1.23	2.06
Dendropanax arboreus	Zapotillo	699	0.1622	351.1	16.22	16.22	7	8.64	41.09
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	80	0.0185	40.0	1.85	1.85	3	3.70	7.40
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	27	0.0062	13.3	0.62	0.62	3	3.70	4.94
Roldana hederifolia	Hediondilla	177	0.0411	88.9	4.11	4.11	3	3.70	11.92
Carpinus caroliniana	Lechillo	18	0.0041	8.9	0.41	0.41	2	2.47	3.29
Celastrus pringlei	-	44	0.0103	22.2	1.03	1.03	2	2.47	4.52
Zinowiewia integerrima	Jicarillo	9	0.0021	4.4	0.21	0.21	1	1.23	1.65
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	97	0.0226	48.9	2.26	2.26	3	3.70	8.22
Agarista mexicana	Granada silvestre	35	0.0082	17.8	0.82	0.82	2	2.47	4.11
Calliandra grandiflora	Cabellos de ángel	159	0.0370	80.0	3.70	3.70	2	2.47	9.86
Quercus castanea	Encino capulincillo	27	0.0062	13.3	0.62	0.62	1	1.23	2.47
Quercus scytophylla	Encino blanco	672	0.1561	337.8	15.61	15.61	4	4.94	36.15
Nectandra salicifolia	Capulincillo	142	0.0329	71.1	3.29	3.29	4	4.94	11.51
Morella lindeniana	Laurel	35	0.0082	17.8	0.82	0.82	2	2.47	4.11
Fraxinus uhdei	Fresno	53	0.0123	26.7	1.23	1.23	3	3.70	6.17
Fuchsia thymifolia	Aretillo	62	0.0144	31.1	1.44	1.44	3	3.70	6.58
Cleyera integrifolia	Flor de tila	142	0.0329	71.1	3.29	3.29	4	4.94	11.51
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	442	0.1027	222.2	10.27	10.27	3	3.70	24.24
Pinus leiophylla	Ocote chino	18	0.0041	8.9	0.41	0.41	1	1.23	2.06
Monnina ciliolata	Tintorea	106	0.0246	53.3	2.46	2.46	4	4.94	9.87
Parathesis melanosticta	Capulín de hueso	115	0.0267	57.8	2.67	2.67	2	2.47	7.81
Rubus liebmannii	Zarzamora	18	0.0041	8.9	0.41	0.41	1	1.23	2.06
-	Rubiaceae frecuente	522	0.1211	262.2	12.11	12.11	3	3.70	27.93
Meliosma dentata	Jaboncillo	44	0.0103	22.2	1.03	1.03	3	3.70	5.76
Cestrum anagyris	Agua bendita	203	0.0472	102.2	4.72	4.72	4	4.94	14.38
Cestrum thyrsoideum	Zapotillo	9	0.0021	4.4	0.21	0.21	1	1.23	1.65
Solanum marginatum	Bola de oro	35	0.0082	17.8	0.82	0.82	1	1.23	2.88
Styrax argenteus	Capulin	168	0.0390	84.4	3.90	3.90	4	4.94	12.74
Symplocos citrea	Chico	133	0.0308	66.7	3.08	3.08	4	4.94	11.10
TOTAL		**4,307**	**1.00**	**2,164**	**100**	**100**	**81**	**100**	**300**

Vegetación herbácea.

En cuanto al estrato herbáceo tenemos con mayor representatividad a la especie *Bidens ostruthioides* (31.69%), seguido de *Oplismenus sp.* (27.55%). De manera contaría un conjunto de 12 especies son las menos frecuentes con un porcentaje de 1.74.

Tabla IV.45. Índice de valor de importancia ecológica en el bosque ripario de hierbas del AP

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Adiantum sp.	Culantrillo	13,267	0.0147	6,666.7	1.47	1.47	1	1.25	4.19
Ageratina sp.	Ageratina	22,111	0.0245	11,111.1	2.45	2.45	2	2.50	7.40
Bidens ostruthioides	Acahual Blanco	126,033	0.1397	63,333.3	13.97	13.97	3	3.75	31.69
Bidens pilosa	Acahual Blanco	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Helichrysum luteoalbum	Gordolobo Algodonoso	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Hieracium sp.	Pilosela	8,844	0.0098	4,444.4	0.98	0.98	1	1.25	3.21
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	11,056	0.0123	5,555.6	1.23	1.23	2	2.50	4.95
Roldana hederifolia	Hediondilla	61,911	0.0686	31,111.1	6.86	6.86	3	3.75	17.48
Tagetes lunulata	Cinco Llagas	6,633	0.0074	3,333.3	0.74	0.74	2	2.50	3.97
Xanthium strumarium	Abrojo	6,633	0.0074	3,333.3	0.74	0.74	2	2.50	3.97
Tillandsia prodigiosa	Clavel del aire	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Lobelia laxiflora	Aretitos	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Pteridium aquilinum	Helecho Águila	11,056	0.0123	5,555.6	1.23	1.23	3	3.75	6.20
Euphorbia macropus	Hierba de la golondrina	15,478	0.0172	7,777.8	1.72	1.72	1	1.25	4.68
Desmodium molliculum	Amor Seco	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Desmodium sp.	Pegaropa	15,478	0.0172	7,777.8	1.72	1.72	1	1.25	4.68
Eriosema sp.	-	6,633	0.0074	3,333.3	0.74	0.74	2	2.50	3.97
Hosackia repens	Pico de loro	11,056	0.0123	5,555.6	1.23	1.23	1	1.25	3.70
Tephrosia sp.	-	4,422	0.0049	2,222.2	0.49	0.49	1	1.25	2.23
Trifolium repens	Trébol Blanco	6,633	0.0074	3,333.3	0.74	0.74	3	3.75	5.22
Lepechinia sp.	-	70,752	0.0784	35,555.6	7.84	7.84	1	1.25	16.94
Kearnemalvastrum lacteum	Malvavisco	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Fuchsia thymifolia	Aretillo	6,633	0.0074	3,333.3	0.74	0.74	1	1.25	2.72
Lopezia miniata	Perita	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Funkiella sp.	-	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Oxalis sp.	Trebol	4,422	0.0049	2,222.2	0.49	0.49	1	1.25	2.23
Oxalis tetraphylla	Oxalis tetraphylla	8,844	0.0098	4,444.4	0.98	0.98	2	2.50	4.46
Peperomia sp.	Cola de ratón	11,056	0.0123	5,555.6	1.23	1.23	1	1.25	3.70
Bromus carinatus	Bromo de California	6,633	0.0074	3,333.3	0.74	0.74	1	1.25	2.72
Oplismenus hirtellus	Pasto Sombra	8,844	0.0098	4,444.4	0.98	0.98	3	3.75	5.71
Oplismenus sp.	Zacate de labor	101,711	0.1127	51,111.1	11.27	11.27	4	5.00	27.55
Paspalum notatum	Pasto Estrella	6,633	0.0074	3,333.3	0.74	0.74	2	2.50	3.97
Zeugites americana	Carricillo papachote	39,800	0.0441	20,000.0	4.41	4.41	5	6.25	15.07
Monnina ciliolata	Tintorea	22,111	0.0245	11,111.1	2.45	2.45	2	2.50	7.40
Polygonum sp.	Hierba pejiguera	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Rubus sp.	-	4,422	0.0049	2,222.2	0.49	0.49	1	1.25	2.23

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Crusea coccinea	Crusea	79,600	0.0882	40,000.0	8.82	8.82	1	1.25	18.90
Crusea longiflora	Hierba del Soldado	72,967	0.0809	36,666.7	8.09	8.09	4	5.00	21.18
Didymaea mexicana	Ocosúchil	72,967	0.0809	36,666.7	8.09	8.09	3	3.75	19.93
Spermacoce verticillata	Culantrillo	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Castilleja arvensis	Cresta de Gallo	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Smilax sp.	Zarzaparrilla	8,844	0.0098	4,444.4	0.98	0.98	1	1.25	3.21
Datura stramonium	Toloache	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	1	1.25	1.74
Solanum appendiculatum	Tomate Silvestre	4,422	0.0049	2,222.2	0.49	0.49	1	1.25	2.23
Solanum marginatum	Bola de oro	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	3	3.75	4.24
Tropaeolum majus	Mastuerzo Sudamericano	2,211	0.0025	1,111.1	0.25	0.25	2	2.50	2.99
Vitis tiliifolia	Uva de montaña	13,267	0.0147	6,666.7	1.47	1.47	1	1.25	4.19
TOTAL		**902,130**	**1.00**	**453,333**	**100**	**100**	**80**	**100**	**300**

De acuerdo a la información obtenida en campo y su análisis, la cobertura vegetal del AP, presenta una composición y estructura correspondiente a una vegetación representativo y dominante de un ecosistema de **bosque de *Pinus-Quercus***, sin embargo, en las cañadas y pendientes se desarrollan las 3 formas de vida estudiadas en este proyecto (arbóreas, arbustivas y herbáceas).

Esta conclusión va en concordancia con López-Pérez *et al.* (2011), quien en su artículo señala que algunos elementos higrófilos del BMM pueden penetrar en el bosque de *Pinus-Quercus*, esto debido a que la transición entre estos dos tipos de vegetación está marcada por un gradiente de humedad. Se menciona que el estrato arbóreo más alto, en el bosque de *Pinus-Quercus* aledaño al BMM, dominan 2 especies de *Pinus*, así como varias especies de *Quercus* (principalmente *Q. scytophylla*), *Cleyera integrifolia*, *Oreopanax xalapensis*, *Styrax argenteus y Symplocos citrea* pero en el estrato arbóreo bajo; en cuanto al estrato arbustivo y herbáceo, se menciona que en los sitios más conservados está escasamente representado, esto debido a la densa capa de hojarasca que hay en el suelo. Ambas aseveraciones concuerdan con lo reportado en los resultados del trabajo de campo en el AP. Por otro lado, donde López-Pérez *et al.* (2011) mencionan los elementos dominantes y representativos del BMM de las 3 formas de vida, destacan otros más encontrados en el AP que los mencionados anteriormente. Los resultados de este proyecto también concuerdan con las 3 familias mejor representadas en el artículo mencionado: Asteraceae, Poaceae y Fabaceae.

Finalmente, vale la pena destacar que el clima templado subhúmedo del BMM de Avándaro limita el desarrollo de elementos más comunes en otros BMM del país, como es el caso de *Podocarpus* spp., *Liquidambar styraciflua* y helechos arborescentes. A nivel de familia, están escasamente representadas o ausentes Clusiaceae, Juglandaceae, Lauraceae y Melastomataceae. Estas diferencias en la composición florística, agrupan a los BMM ubicados en el Eje Neovolcánico en un conjunto aislado del resto de los BMM de México.

Con fines comparativos y para el siguiente apartado es presentado a continuación, los índices de diversidad del área del proyecto por estrato vegetativo y de manera general.

Índice de Shannon-Weaver.

Tabla IV.46. Índice de Shannon-Weaver del estrato Arbóreo (AP)

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Dendropanax arboreus	Zapotillo	9	4.4	0.001	-0.0052
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	13	6.7	0.001	-0.0072
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	68	34.0	0.005	-0.0284
Carpinus caroliniana	Lechillo	115	57.8	0.009	-0.0432
Zinowiewia integerrima	Jicarillo	7	3.3	0.001	-0.0042
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	979	491.8	0.078	-0.1997
Cornus disciflora	Xochilcorona	70	35.3	0.006	-0.0291
Arbutus xalapensis	Madroño	6	3.1	0.000	-0.0037
Mimosopsis aculeaticarpa	Mimosa	4	2.0	0.000	-0.0026
Quercus castanea	Encino capulincillo	8	4.0	0.001	-0.0047
Quercus laurina	Encino Laurelillo	382	192.0	0.031	-0.1067
Quercus scytophylla	Encino blanco	1,049	527.1	0.084	-0.2082
Nectandra salicifolia	Capulincillo	7	3.3	0.001	-0.0042
Morella lindeniana	Laurel	3,295	1655.8	0.264	-0.3516
Fraxinus uhdei	Fresno	295	148.0	0.024	-0.0885
Cleyera integrifolia	Flor de tila	374	187.8	0.030	-0.1051
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	119	59.6	0.010	-0.0444
Pinus douglasiana	Pino avellano	11	5.6	0.001	-0.0062
Pinus hartwegii	Ocote blanco	1,067	536.0	0.086	-0.2103
Pinus leiophylla	Ocote chino	2,819	1416.4	0.226	-0.3361
Pinus montezumae	Pino montezuma	810	407.1	0.065	-0.1775
Meliosma dentata	Jaboncillo	123	62.0	0.010	-0.0455
Styrax argenteus	Capulin	532	267.3	0.043	-0.1345
Symplocos citrea	Chico	314	158.0	0.025	-0.0927
-	Urticaceae	2	1.1	0.000	-0.0014
Total		**12,478**	**6,270**	**1.0**	**-2.2408**
				Índice de Shannon (H´)	**2.2408**
				Riqueza (S)	25
				Equidad(J)= H´/Ln(S)	**0.6962**

Tabla IV.47. Índice de Shannon-Weaver del estrato Arbustivo (AP)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Arracacia atropurpurea	Acocote	18	8.9	0.002	-0.0128
Dendropanax arboreus	Zapotillo	2,171	1091.1	0.249	-0.3463
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	418	210.0	0.048	-0.1458
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	66	33.3	0.008	-0.0370
Alloispermum scabrum	Hoja de pescado	438	220.0	0.050	-0.1504

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Roldana albonervia	Senecio	259	130.0	0.030	-0.1046
Roldana hederifolia	Hediondilla	217	108.9	0.025	-0.0920
Carpinus caroliniana	Lechillo	18	8.9	0.002	-0.0128
Celastrus pringlei	-	44	22.2	0.005	-0.0267
Zinowiewia integerrima	Jicarillo	9	4.4	0.001	-0.0071
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	157	78.9	0.018	-0.0724
Agarista mexicana	Granada silvestre	35	17.8	0.004	-0.0222
Comarostaphylis discolor	Garambullo	20	10.0	0.002	-0.0140
Calliandra grandiflora	Cabellos de ángel	159	80.0	0.018	-0.0731
Quercus castanea	Encino capulincillo	27	13.3	0.003	-0.0179
Quercus laurina	Encino Laurelillo	100	50.0	0.011	-0.0513
Quercus scytophylla	Encino blanco	672	337.8	0.077	-0.1977
Lepechinia nelsonii	Verbena	40	20.0	0.005	-0.0247
Salvia mexicana	Tlacote	139	70.0	0.016	-0.0661
Nectandra salicifolia	Capulincillo	142	71.1	0.016	-0.0671
Morella lindeniana	Laurel	35	17.8	0.004	-0.0222
Fraxinus uhdei	Fresno	53	26.7	0.006	-0.0311
Fuchsia thymifolia	Aretillo	122	61.1	0.014	-0.0598
Cleyera integrifolia	Flor de tila	142	71.1	0.016	-0.0671
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	442	222.2	0.051	-0.1513
Pinus leiophylla	Ocote chino	18	8.9	0.002	-0.0128
Monnina ciliolata	Tintorea	564	283.3	0.065	-0.1773
Parathesis melanosticta	Capulín de hueso	115	57.8	0.013	-0.0571
Rubus liebmannii	Zarzamora	38	18.9	0.004	-0.0237
-	Rubiaceae	517	260.0	0.059	-0.1677
-	Rubiaceae frecuente	522	262.2	0.060	-0.1687
Meliosma dentata	Jaboncillo	44	22.2	0.005	-0.0267
Cestrum anagyris	Agua bendita	243	122.2	0.028	-0.0999
Cestrum thyrsoideum	Zapotillo	168	84.4	0.019	-0.0762
Solanum marginatum	Bola de oro	35	17.8	0.004	-0.0222
Styrax argenteus	Capulin	248	124.4	0.028	-0.1014
Symplocos citrea	Chico	252	126.7	0.029	-0.1025
Total		**8,707**	**4,374**	**1.0**	**-2.9095**
			Índice de Shannon (H´)		**2.9095**
				Riqueza (S)	37
			Equidad(J)= H´/Ln(S)		**0.8058**

Tabla IV.48. Índice de Shannon-Weaver del estrato Herbáceo (AP)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Adiantum sp.	Culantrillo	13,267	6,666.7	0.006	-0.0294
Ageratina sp.	Ageratina	288,771	145,111.1	0.124	-0.2587
Bidens ostruthioides	Acahual Blanco	126,033	63,333.3	0.054	-0.1577
Bidens pilosa	Acahual Blanco	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Erigeron longipes	Chalchuán	63,680	32,000.0	0.027	-0.0984
Helichrysum luteoalbum	Gordolobo Algodonoso	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Hieracium sp.	Pilosela	8,844	4,444.4	0.004	-0.0211
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	138,416	69,555.6	0.059	-0.1677
Roldana hederifolia	Hediondilla	61,911	31,111.1	0.027	-0.0964
Tagetes lunulata	Cinco Llagas	38,473	19,333.3	0.017	-0.0677
Tagetes tenuifolia	Cempasúchil de Campo	31,840	16,000.0	0.014	-0.0586
Xanthium strumarium	Abrojo	30,513	15,333.3	0.013	-0.0568
Tillandsia prodigiosa	Clavel del aire	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Lobelia laxiflora	Aretitos	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Pteridium aquilinum	Helecho Águila	58,816	29,555.6	0.025	-0.0928
Euphorbia macropus	Hierba de la golondrina	15,478	7,777.8	0.007	-0.0333
Euphorbia sp.	-	3,980	2,000.0	0.002	-0.0109
Euphorbia sp. 1	-	27,860	14,000.0	0.012	-0.0529
Desmodium grahamii	Pegaropa	27,860	14,000.0	0.012	-0.0529
Desmodium molliculum	Amor Seco	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Desmodium sp.	Pegaropa	15,478	7,777.8	0.007	-0.0333
Eriosema sp.	-	6,633	3,333.3	0.003	-0.0167
Hosackia repens	Pico de loro	11,056	5,555.6	0.005	-0.0254
Tephrosia sp.	-	4,422	2,222.2	0.002	-0.0119
Trifolium repens	Trébol Blanco	78,273	39,333.3	0.034	-0.1140
Lepechinia sp.	-	70,756	35,555.6	0.030	-0.1061
Kearnemalvastrum lacteum	Malvavisco	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Fuchsia thymifolia	Aretillo	34,493	17,333.3	0.015	-0.0623
Lopezia miniata	Perita	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Funkiella sp.	-	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Oxalis sp.	Trebol	4,422	2,222.2	0.002	-0.0119
Oxalis tetraphylla	Oxalis tetraphylla	76,504	38,444.4	0.033	-0.1121
Argemone ochroleuca	Cardo Santo	59,700	30,000.0	0.026	-0.0939
Phytolacca icosandra	Mazorquilla	11,940	6,000.0	0.005	-0.0270
Peperomia sp.	Cola de ratón	11,056	5,555.6	0.005	-0.0254
Bromus carinatus	Bromo de California	42,453	21,333.3	0.018	-0.0730
Muhlenbergia rigens	Liendrilla de Venado	67,660	34,000.0	0.029	-0.1027
Oplismenus hirtellus	Pasto Sombra	64,564	32,444.4	0.028	-0.0993

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Ind Totales	Abundancia (ind/ha)	Abundancia relativa (pi)	(Pi)*Ln(Pi)
Oplismenus sp.	Zacate de labor	101,711	51,111.1	0.044	-0.1367
Paspalum notatum	Pasto Estrella	285,233	143,333.3	0.122	-0.2571
Zeugites americana	Carricillo papachote	39,800	20,000.0	0.017	-0.0695
Monnina ciliolata	Tintorea	22,111	11,111.1	0.009	-0.0442
Persicaria nepalensis	Sangrina del Himalaya	39,800	20,000.0	0.017	-0.0695
Polygonum sp.	Hierba pejiguera	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Viva	23,880	12,000.0	0.010	-0.0469
Rubus sp.	-	4,422	2,222.2	0.002	-0.0119
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	11,940	6,000.0	0.005	-0.0270
Crusea coccinea	Crusea	79,600	40,000.0	0.034	-0.1153
Crusea longiflora	Hierba del Soldado	72,967	36,666.7	0.031	-0.1084
Didymaea mexicana	Ocosúchil	72,967	36,666.7	0.031	-0.1084
Spermacoce verticillata	Culantrillo	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Castilleja arvensis	Cresta de Gallo	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Smilax sp.	Zarzaparrilla	16,804	8,444.4	0.007	-0.0356
Datura stramonium	Toloache	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Solanum appendiculatum	Tomate Silvestre	20,342	10,222.2	0.009	-0.0414
Solanum marginatum	Bola de oro	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Tropaeolum majus	Mastuerzo Sudamericano	2,211	1,111.1	0.001	-0.0066
Vitis tiliifolia	Uva de montaña	13,267	6,666.7	0.006	-0.0294
Total		**2,330,950**	**1,171,333**	**1.0**	**-3.3641**
			Índice de Shannon (H´)		**3.3641**
				Riqueza (S)	58
			Equidad(J)= H´/Ln(S)		**0.8285**

Índice de Valor de Importancia (IVI).

Tabla IV.49. Índice de Valor de Importancia del estrato Arbóreo (AP)

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Dendropanax arboreus	Zapotillo	9	0.0007	4.4	0.07	0.07	1	1.05	1.20
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	13	0.0010	6.7	0.11	0.10	3	3.16	3.37
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	68	0.0054	34.0	0.54	0.54	1	1.05	2.14
Carpinus caroliniana	Lechillo	115	0.0092	57.8	0.92	0.92	5	5.26	7.11
Zinowiewia integerrima	Jicarillo	7	0.0006	3.3	0.05	0.06	3	3.16	3.27
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	979	0.0785	491.8	7.84	7.85	12	12.63	28.32
Cornus disciflora	Xochilcorona	70	0.0056	35.3	0.56	0.56	3	3.16	4.28
Arbutus xalapensis	Madroño	6	0.0005	3.1	0.05	0.05	2	2.11	2.20
Mimosopsis aculeaticarpa	Mimosa	4	0.0003	2.0	0.03	0.03	1	1.05	1.12

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Quercus castanea	Encino capulincillo	8	0.0006	4.0	0.06	0.06	1	1.05	1.18
Quercus laurina	Encino Laurelillo	382	0.0306	192.0	3.06	3.06	1	1.05	7.18
Quercus scytophylla	Encino blanco	1,049	0.0841	527.1	8.41	8.41	14	14.74	31.55
Nectandra salicifolia	Capulincillo	7	0.0006	3.3	0.05	0.06	2	2.11	2.21
Morella lindeniana	Laurel	3,295	0.2641	1,655.8	26.41	26.41	7	7.37	60.18
Fraxinus uhdei	Fresno	295	0.0236	148.0	2.36	2.36	2	2.11	6.83
Cleyera integrifolia	Flor de tila	374	0.0300	187.8	3.00	3.00	8	8.42	14.41
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	119	0.0095	59.6	0.95	0.95	2	2.11	4.01
Pinus douglasiana	Pino avellano	11	0.0009	5.6	0.09	0.09	1	1.05	1.23
Pinus hartwegii	Ocote blanco	1,067	0.0855	536.0	8.55	8.55	1	1.05	18.15
Pinus leiophylla	Ocote chino	2,819	0.2259	1,416.4	22.59	22.59	10	10.53	55.71
Pinus montezumae	Pino montezuma	810	0.0649	407.1	6.49	6.49	6	6.32	19.30
Meliosma dentata	Jaboncillo	123	0.0099	62.0	0.99	0.99	1	1.05	3.03
Styrax argenteus	Capulin	532	0.0426	267.3	4.26	4.26	4	4.21	12.74
Symplocos citrea	Chico	314	0.0252	158.0	2.52	2.52	3	3.16	8.19
-	Urticaceae	2	0.0002	1.1	0.02	0.02	1	1.05	1.09
TOTAL		**12,478**	**1.00**	**6,270**	**100**	**100**	**95**	**100**	**300**

Tabla IV.50. Índice de Valor de Importancia del estrato Arbustivo (AP)

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Arracacia atropurpurea	Acocote	18	0.0021	8.9	0.20	0.21	1	0.98	1.39
Dendropanax arboreus	Zapotillo	2,171	0.2493	1,091.1	24.94	24.93	8	7.84	57.72
Oreopanax xalapensis	Macuilillo	418	0.0480	210.0	4.80	4.80	4	3.92	13.52
Ageratina areolaris	Raíz de Serpiente	66	0.0076	33.3	0.76	0.76	4	3.92	5.44
Alloispermum scabrum	Hoja de pescado	438	0.0503	220.0	5.03	5.03	1	0.98	11.04
Roldana albonervia	Senecio	259	0.0297	130.0	2.97	2.97	1	0.98	6.93
Roldana hederifolia	Hediondilla	217	0.0249	108.9	2.49	2.49	4	3.92	8.90
Carpinus caroliniana	Lechillo	18	0.0021	8.9	0.20	0.21	2	1.96	2.37
Celastrus pringlei	-	44	0.0051	22.2	0.51	0.51	2	1.96	2.97
Zinowiewia integerrima	Jicarillo	9	0.0010	4.4	0.10	0.10	1	0.98	1.19
Clethra mexicana	Mamojuaxtle	157	0.0180	78.9	1.80	1.80	4	3.92	7.53
Agarista mexicana	Granada silvestre	35	0.0040	17.8	0.41	0.40	2	1.96	2.77
Comarostaphylis discolor	Garambullo	20	0.0023	10.0	0.23	0.23	1	0.98	1.44
Calliandra grandiflora	Cabellos de ángel	159	0.0183	80.0	1.83	1.83	2	1.96	5.62
Quercus castanea	Encino capulincillo	27	0.0031	13.3	0.30	0.31	1	0.98	1.60
Quercus laurina	Encino Laurelillo	100	0.0115	50.0	1.14	1.15	1	0.98	3.27

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Quercus scytophylla	Encino blanco	672	0.0772	337.8	7.72	7.72	4	3.92	19.36
Lepechinia nelsonii	Verbena	40	0.0046	20.0	0.46	0.46	1	0.98	1.90
Salvia mexicana	Tlacote	139	0.0160	70.0	1.60	1.60	1	0.98	4.18
Nectandra salicifolia	Capulincillo	142	0.0163	71.1	1.63	1.63	4	3.92	7.18
Morella lindeniana	Laurel	35	0.0040	17.8	0.41	0.40	2	1.96	2.77
Fraxinus uhdei	Fresno	53	0.0061	26.7	0.61	0.61	3	2.94	4.16
Fuchsia thymifolia	Aretillo	122	0.0140	61.1	1.40	1.40	4	3.92	6.72
Cleyera integrifolia	Flor de tila	142	0.0163	71.1	1.63	1.63	4	3.92	7.18
Ternstroemia lineata	Flor de tilia grande	442	0.0508	222.2	5.08	5.08	3	2.94	13.10
Pinus leiophylla	Ocote chino	18	0.0021	8.9	0.20	0.21	1	0.98	1.39
Monnina ciliolata	Tintorea	564	0.0648	283.3	6.48	6.48	6	5.88	18.84
Parathesis melanosticta	Capulín de hueso	115	0.0132	57.8	1.32	1.32	2	1.96	4.60
Rubus liebmannii	Zarzamora	38	0.0044	18.9	0.43	0.44	2	1.96	2.83
-	Rubiaceae	517	0.0594	260.0	5.94	5.94	1	0.98	12.86
-	Rubiaceae frecuente	522	0.0600	262.2	5.99	6.00	3	2.94	14.93
Meliosma dentata	Jaboncillo	44	0.0051	22.2	0.51	0.51	3	2.94	3.95
Cestrum anagyris	Agua bendita	243	0.0279	122.2	2.79	2.79	5	4.90	10.49
Cestrum thyrsoideum	Zapotillo	168	0.0193	84.4	1.93	1.93	2	1.96	5.82
Solanum marginatum	Bola de oro	35	0.0040	17.8	0.41	0.40	1	0.98	1.79
Styrax argenteus	Capulin	248	0.0285	124.4	2.84	2.85	5	4.90	10.60
Symplocos citrea	Chico	252	0.0289	126.7	2.90	2.89	6	5.88	11.67
TOTAL		**8,707**	**1.00**	**4,374**	**100**	**100**	**102**	**100**	**300**

Tabla IV.51. Índice de Valor de Importancia del estrato Herbáceo (AP)

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Adiantum sp.	Culantrillo	13,267	0.0057	6,666.7	0.57	0.57	1	0.92	2.06
Ageratina sp.	Ageratina	288,771	0.1239	145,111.1	12.39	12.39	3	2.75	27.53
Bidens ostruthioides	Acahual Blanco	126,033	0.0541	63,333.3	5.41	5.41	3	2.75	13.57
Bidens pilosa	Acahual Blanco	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Erigeron longipes	Chalchuán	63,680	0.0273	32,000.0	2.73	2.73	1	0.92	6.38
Helichrysum luteoalbum	Gordolobo Algodonoso	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Hieracium sp.	Pilosela	8,844	0.0038	4,444.4	0.38	0.38	1	0.92	1.68
Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	138,416	0.0594	69,555.6	5.94	5.94	4	3.67	15.55
Roldana hederifolia	Hediondilla	61,911	0.0266	31,111.1	2.66	2.66	3	2.75	8.06
Tagetes lunulata	Cinco Llagas	38,473	0.0165	19,333.3	1.65	1.65	3	2.75	6.05
Tagetes tenuifolia	Cempasúchil de Campo	31,840	0.0137	16,000.0	1.37	1.37	1	0.92	3.65

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Xanthium strumarium	Abrojo	30,513	0.0131	15,333.3	1.31	1.31	3	2.75	5.37
Tillandsia prodigiosa	Clavel del aire	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Lobelia laxiflora	Aretitos	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Pteridium aquilinum	Helecho Águila	58,816	0.0252	29,555.6	2.52	2.52	4	3.67	8.72
Euphorbia macropus	Hierba de la golondrina	15,478	0.0066	7,777.8	0.66	0.66	1	0.92	2.25
Euphorbia sp.	-	3,980	0.0017	2,000.0	0.17	0.17	1	0.92	1.26
Euphorbia sp. 1	-	27,860	0.0120	14,000.0	1.20	1.20	1	0.92	3.31
Desmodium grahamii	Pegaropa	27,860	0.0120	14,000.0	1.20	1.20	1	0.92	3.31
Desmodium molliculum	Amor Seco	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Desmodium sp.	Pegaropa	15,478	0.0066	7,777.8	0.66	0.66	1	0.92	2.25
Eriosema sp.	-	6,633	0.0028	3,333.3	0.28	0.28	2	1.83	2.40
Hosackia repens	Pico de loro	11,056	0.0047	5,555.6	0.47	0.47	1	0.92	1.87
Tephrosia sp.	-	4,422	0.0019	2,222.2	0.19	0.19	1	0.92	1.30
Trifolium repens	Trébol Blanco	78,273	0.0336	39,333.3	3.36	3.36	4	3.67	10.39
Lepechinia sp.	-	70,756	0.0304	35,555.6	3.04	3.04	1	0.92	6.99
Kearnemalvastrum lacteum	Malvavisco	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Fuchsia thymifolia	Aretillo	34,493	0.0148	17,333.3	1.48	1.48	2	1.83	4.79
Lopezia miniata	Perita	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Funkiella sp.	-	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Oxalis sp.	Trebol	4,422	0.0019	2,222.2	0.19	0.19	1	0.92	1.30
Oxalis tetraphylla	Oxalis tetraphylla	76,504	0.0328	38,444.4	3.28	3.28	4	3.67	10.23
Argemone ochroleuca	Cardo Santo	59,700	0.0256	30,000.0	2.56	2.56	1	0.92	6.04
Phytolacca icosandra	Mazorquilla	11,940	0.0051	6,000.0	0.51	0.51	2	1.83	2.86
Peperomia sp.	Cola de ratón	11,056	0.0047	5,555.6	0.47	0.47	2	1.83	2.78
Bromus carinatus	Bromo de California	42,453	0.0182	21,333.3	1.82	1.82	4	3.67	7.31
Muhlenbergia rigens	Liendrilla de Venado	67,660	0.0290	34,000.0	2.90	2.90	4	3.67	9.48
Oplismenus hirtellus	Pasto Sombra	64,564	0.0277	32,444.4	2.77	2.77	5	4.59	10.13
Oplismenus sp.	Zacate de labor	101,711	0.0436	51,111.1	4.36	4.36	5	4.59	13.31
Paspalum notatum	Pasto Estrella	285,233	0.1224	143,333.3	12.24	12.24	2	1.83	26.31
Zeugites americana	Carricillo papachote	39,800	0.0171	20,000.0	1.71	1.71	1	0.92	4.33
Monnina ciliolata	Tintorea	22,111	0.0095	11,111.1	0.95	0.95	1	0.92	2.81
Persicaria nepalensis	Sangrina del Himalaya	39,800	0.0171	20,000.0	1.71	1.71	1	0.92	4.33
Polygonum sp.	Hierba pejiguera	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Viva	23,880	0.0102	12,000.0	1.02	1.02	1	0.92	2.97
Rubus sp.	-	4,422	0.0019	2,222.2	0.19	0.19	1	0.92	1.30
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	11,940	0.0051	6,000.0	0.51	0.51	4	3.67	4.69
Crusea coccinea	Crusea	79,600	0.0341	40,000.0	3.41	3.41	3	2.75	9.58

Nombre científico	Nombre común	Ind Totales	Cobertura	Abundancia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	IVI
Crusea longiflora	Hierba del Soldado	72,967	0.0313	36,666.7	3.13	3.13	1	0.92	7.18
Didymaea mexicana	Ocosúchil	72,967	0.0313	36,666.7	3.13	3.13	1	0.92	7.18
Spermacoce verticillata	Culantrillo	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Castilleja arvensis	Cresta de Gallo	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	2	1.83	2.02
Smilax sp.	Zarzaparrilla	16,804	0.0072	8,444.4	0.72	0.72	1	0.92	2.36
Datura stramonium	Toloache	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	3	2.75	2.94
Solanum appendiculatum	Tomate Silvestre	20,342	0.0087	10,222.2	0.87	0.87	1	0.92	2.66
Solanum marginatum	Bola de oro	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	1	0.92	1.11
Tropaeolum majus	Mastuerzo Sudamericano	2,211	0.0009	1,111.1	0.09	0.09	3	2.75	2.94
Vitis tiliifolia	Uva de montaña	13,267	0.0057	6,666.7	0.57	0.57	1	0.92	2.06
TOTAL		**2,330,950**	**1.00**	**1,171,333**	**100**	**100**	**109**	**100**	**300**

IV.2.1.2.1.3. COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL ÁREA DEL PROYECTO CON RELACIÓN AL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

El estado de una comunidad biológica se reconoce de acuerdo a su relación con las condiciones de comunidades similares del conjunto regional, referencias bibliográficas o sistemas similares. Este enfoque comparativo provee de referencias para identificar las variaciones que puedan existir entre ambos sistemas (Halfter et al. 2005). En el caso del análisis de las comunidades derivado de la interacción con actividades antrópicas pasadas o futuras, la región de referencia permite conocer el estado prístino de las comunidades, fungiendo como línea base para cotejar el estado ambiental del área en el que se pretende o se realizan las actividades humanas, y determinar el grado de afectación en las comunidades naturales además de reconocer las posibles afectaciones a los elementos bióticos, que por su ecología o distribución pueden recibir impactos significativos por estas intervenciones antrópicas, y por ende que sean elementos de interés para su conservación o manejo (Moreno 2001). Todo ello como insumo para reconocer el impacto ambiental y la viabilidad de las intervenciones en el medio natural (SEMARNAT SF).

ESTRATO ARBÓREO

En el estrato arbóreo, se presenta una riqueza mayor en el sistema ambiental regional respecto al área del proyecto, siendo 43 especies contra 25 del AP. Así mismo, se nota un mayor número de individuos en el SAR en comparación con el AP.

Tabla IV.52. Número de individuos por hectárea y totales de árboles presentes en el SAR y AP.

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR	AP	SAR	AP
			Individuos/ha.		Individuos TOTALES	
1	*Dendropanax arboreus*	*Zapotillo*	21	4	14,144	9
2	*Oreopanax xalapensis*	*Macuilillo*	26	7	17,122	13
3	*Ageratina areolaris*	*Raíz de Serpiente*		34		68
4	*Alnus acuminata*	*Aile*	44		29,778	
5	*Alnus jorullensis*	*Aliso*	94		63,278	
6	*Alnus sp.*	*Aile*	111		74,444	
7	*Carpinus caroliniana*	*Lechillo*		58		115
8	-	*Celastraceae*	31		20,844	
9	*Zinowiewia integerrima*	*Jicarillo*		3		7
10	*Hedyosmum mexicanum*	*Palo de agua*	2		1,489	
11	*Clethra mexicana*	*Mamojuaxtle*	43	492	29,033	979
12	*Clethra sp.*	*Cletra*	30		19,951	
13	*Clusia sp.*	*Chagualo*	7		4,467	
14	*Cornus disciflora*	*Xochilcorona*	9	35	5,956	70
15	*Cupressus sp.*	*Ciprés*	2		1,489	
16	*Arbutus xalapensis*	*Madroño*	14	3	9,380	6
17	*Mimosopsis aculeaticarpa*	*Mimosa*		2		4
18	*Quercus castanea*	*Encino capulincillo*		4		8
19	*Quercus laurina*	*Encino Laurelillo*	4	192	2,680	382
20	*Quercus rugosa*	*Encino negro*	78		52,260	
21	*Quercus scytophylla*	*Encino blanco*	134	527	89,482	1,049
22	*Quercus sp.*	*Encino*	37		24,567	
23	*Garrya sp.*	*Azulillo*	6		4,020	
24	*Juglans sp.*	*Nogal*	16		10,422	

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR	AP	SAR	AP
			Individuos/ha.		Individuos TOTALES	
25	-	*Lauraceae*	1		744	
26	*Nectandra salicifolia*	*Capulincillo*	4	3	2,978	7
27	-	*Malpigeacea*	1		744	
28	*Morella lindeniana*	*Laurel*		1,656		3,295
29	*Eugenia crenularis*	*Capulincillo*	12		8,189	
30	*Eugenia spp.*	*Capulincillo*	1		744	
31	*Fraxinus uhdei*	*Fresno*	12	148	8,189	295
32	*Cleyera integrifolia*	*Flor de tila*	6	188	4,169	374
33	*Ternstroemia lineata*	*Flor de tilia grande*	10	60	6,551	119
34	*Pinus douglasiana*	*Pino avellano*	64	6	43,029	11
35	*Pinus hartwegii*	*Ocote blanco*		536		1,067
36	*Pinus leiophylla*	*Ocote chino*	86	1,416	57,918	2,819
37	*Pinus montezumae*	*Pino montezuma*	22	407	14,889	810
38	*Pinus oocarpa*	*Pino prieto*	24		16,080	
39	*Pinus pseudostrobus*	*Pino blanco*	60		40,200	
40	*Piper sp.*	*Pimienta común*	1		744	
41	*Parathesis sp.*	*Capulin sp*	1		744	
42	*Meliosma dentata*	*Jaboncillo*	26	62	17,122	123
43	*Populus sp.*	*Álamo*	1		744	
44	*Salix sp.*	*Sauce*	1		744	
45	*Styrax argenteus*	*Capulin*	33	267	22,333	532
46	*Symplocos citrea*	*Chico*	8	158	5,211	314
47	-	*Urticaceae*		1		2
48	-	*Meliosma 3*	1		744	
49	-	*Morpho2*	1		744	
50	-	*Morpho3*	1		744	
51	-	*Muestra II*	4		2,978	
TOTAL			**1,093**	**6,270**	**732,082**	**12,478**

Estructura.

En el SAR se reduce drásticamente la abundancia de *Eugenia spp.*, *Piper sp.*, *Parathesis sp.* Populus sp., y *Salix sp.*, así como aquellas especies morfológicas, por consiguiente, de igual manera disminuye la abundancia relativa de las mismas. Por el lado contrario la mayor especie de importancia es *Quercus scytophylla* (31.79%) siendo de igual manera una de las del área del proyecto (31.55%).

Tabla IV.53. Variables de estructura de las especies arbóreas entre AP y SAR

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR					AP				
			Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	*Dendropanax arboreus*	*Zapotillo*	21	1.93	1.93	4.59	8.45	4	0.07	0.07	1.05	1.20
2	*Oreopanax xalapensis*	*Macuilillo*	26	2.34	2.34	2.75	7.43	7	0.11	0.10	3.16	3.37
3	*Ageratina areolaris*	*Raíz de Serpiente*						34	0.54	0.54	1.05	2.14
4	*Alnus acuminata*	*Aile*	44	4.07	4.07	1.83	9.97					
5	*Alnus jorullensis*	*Aliso*	94	8.64	8.64	2.75	20.04					
6	*Alnus sp.*	*Aile*	111	10.17	10.17	2.75	23.09					
7	*Carpinus caroliniana*	*Lechillo*						58	0.92	0.92	5.26	7.11
8	-	*Celastraceae*	31	2.85	2.85	1.83	7.53					
9	*Zinowiewia integerrima*	*Jicarillo*						3	0.05	0.06	3.16	3.27
10	*Hedyosmum mexicanum*	*Palo de agua*	2	0.20	0.20	0.92	1.32					
11	*Clethra mexicana*	*Mamojuaxtle*	43	3.97	3.97	7.34	15.27	492	7.84	7.85	12.63	28.32
12	*Clethra sp.*	*Cletra*	30	2.73	2.73	3.67	9.12					
13	*Clusia sp.*	*Chagualo*	7	0.61	0.61	0.92	2.14					
14	*Cornus disciflora*	*Xochilcorona*	9	0.81	0.81	2.75	4.38	35	0.56	0.56	3.16	4.28
15	*Cupressus sp.*	*Ciprés*	2	0.20	0.20	0.92	1.32					
16	*Arbutus xalapensis*	*Madroño*	14	1.28	1.28	2.75	5.31	3	0.05	0.05	2.11	2.20
17	*Mimosopsis aculeaticarpa*	*Mimosa*						2	0.03	0.03	1.05	1.12
18	*Quercus castanea*	*Encino capulincillo*						4	0.06	0.06	1.05	1.18
19	*Quercus laurina*	*Encino Laurelillo*	4	0.37	0.37	0.92	1.65	192	3.06	3.06	1.05	7.18
20	*Quercus rugosa*	*Encino negro*	78	7.14	7.14	2.75	17.03					
21	*Quercus scytophylla*	*Encino blanco*	134	12.22	12.22	7.34	31.79	527	8.41	8.41	14.74	31.55
22	*Quercus sp.*	*Encino*	37	3.36	3.36	2.75	9.46					
23	*Garrya sp.*	*Azulillo*	6	0.55	0.55	0.92	2.02					

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR					AP				
			Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
24	*Juglans sp.*	*Nogal*	16	1.42	1.42	1.83	4.68					
25	-	*Lauraceae*	1	0.10	0.10	0.92	1.12					
26	*Nectandra salicifolia*	*Capulincillo*	4	0.41	0.41	0.92	1.73	3	0.05	0.06	2.11	2.21
27	-	*Malpigeacea*	1	0.10	0.10	0.92	1.12					
28	*Morella lindeniana*	*Laurel*						1,656	26.41	26.41	7.37	60.18
29	*Eugenia crenularis*	*Capulincillo*	12	1.12	1.12	2.75	4.99					
30	*Eugenia spp.*	*Capulincillo*	1	0.10	0.10	0.92	1.12					
31	*Fraxinus uhdei*	*Fresno*	12	1.12	1.12	2.75	4.99	148	2.36	2.36	2.11	6.83
32	*Cleyera integrifolia*	*Flor de tila*	6	0.57	0.57	1.83	2.97	188	3.00	3.00	8.42	14.41
33	*Ternstroemia lineata*	*Flor de tilia grande*	10	0.89	0.89	2.75	4.54	60	0.95	0.95	2.11	4.01
34	*Pinus douglasiana*	*Pino avellano*	64	5.88	5.88	2.75	14.51	6	0.09	0.09	1.05	1.23
35	*Pinus hartwegii*	*Ocote blanco*						536	8.55	8.55	1.05	18.15
36	*Pinus leiophylla*	*Ocote chino*	86	7.91	7.91	4.59	20.41	1,416	22.59	22.59	10.53	55.71
37	*Pinus montezumae*	*Pino montezuma*	22	2.03	2.03	2.75	6.82	407	6.49	6.49	6.32	19.30
38	*Pinus oocarpa*	*Pino prieto*	24	2.20	2.20	1.83	6.23					
39	*Pinus pseudostrobus*	*Pino blanco*	60	5.49	5.49	3.67	14.65					
40	*Piper sp.*	*Pimienta común*	1	0.10	0.10	0.92	1.12					
41	*Parathesis sp.*	*Capulin sp*	1	0.10	0.10	0.92	1.12					
42	*Meliosma dentata*	*Jaboncillo*	26	2.34	2.34	3.67	8.35	62	0.99	0.99	1.05	3.03
43	*Populus sp.*	*Álamo*	1	0.10	0.10	0.92	1.12					
44	*Salix sp.*	*Sauce*	1	0.10	0.10	0.92	1.12					
45	*Styrax argenteus*	*Capulin*	33	3.05	3.05	5.50	11.61	267	4.26	4.26	4.21	12.74
46	*Symplocos citrea*	*Chico*	8	0.71	0.71	1.83	3.26	158	2.52	2.52	3.16	8.19
47	-	*Urticaceae*						1	0.02	0.02	1.05	1.09
48	-	*Meliosma 3*	1	0.10	0.10	0.92	1.12					
49	-	*Morpho2*	1	0.10	0.10	0.92	1.12					
50	-	*Morpho3*	1	0.10	0.10	0.92	1.12					
51	-	*Muestra II*	4	0.41	0.41	0.92	1.73					

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR					AP				
			Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
TOTAL			**1,093**	100	100	100	**300**	**6,270**	100	100	100	**300**

ESTRATO ARBUSTIVO

En el estrato arbustivo, el SAR tiene una mayor riqueza de especies en comparación con el AP, con 51 y 37 especies respectivamente. En ambas áreas se presentan especies endémicas como *Pinus leiophylla*, sin embargo, es importante mencionar que se encuentra en estado adulto como árbol y en renuevo como es mostrado en el estrato arbustivo.

Tabla IV.54. Comparativo de número de individuos del SAR respecto al AP en BT

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR	AP	SAR	AP
			Individuos/ha.		Individuos TOTALES	
1	*Arracacia atropurpurea*	Acocote		9		18
2	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	400	1,091	268,000	2,171
3	*Dendropanax sp.*	Mano de León	4		2,978	
4	*Oreopanax xalapensis*	Macuilillo	378	210	253,111	418
5	*Ageratina areolaris*	Raíz de Serpiente	24	33	16,080	66
6	*Ageratina petiolaris*	Amargocilla	8		5,360	
7	*Alloispermum scabrum*	Hoja de pescado		220		438
8	*Roldana albonervia*	Senecio		130		259
9	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	13	109	8,933	217
10	*Verbesina oncophora*	Memelilla	8		5,360	
11	*Alnus arguta*	Llite	44		29,778	
12	*Carpinus caroliniana*	Lechillo		9		18
13	*Lobelia laxiflora*	Aretitos	8		5,360	
14	-	Celastraceae	89		59,556	
15	*Celastrus pringlei*	-		22		44
16	*Zinowiewia integerrima*	Jicarillo		4		9
17	*Clethra mexicana*	Mamojuaxtle		79		157
18	*Clethra sp.*	Cletra	44		29,778	

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR	AP	SAR	AP
			Individuos/ha.		Individuos TOTALES	
19	*Clusia sp.*	Chagualo	4		2,978	
20	*Cornus disciflora*	Xochilcorona	4		2,978	
21	*Agarista mexicana*	Granada silvestre	13	18	8,933	35
22	*Arbutus xalapensis*	Madroño	8		5,360	
23	*Comarostaphylis discolor*	Garambullo		10		20
24	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de ángel	72	80	48,240	159
25	*Desmodium densiflorum*	Gusanillo	16		10,720	
26	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	48	13	32,160	27
27	*Quercus laurina*	Encino Laurelillo		50		100
28	*Quercus rugosa*	Encino negro	48		32,160	
29	*Quercus scytophylla*	Encino blanco	27	338	17,867	672
30	*Quercus sp.*	Encino	49		32,756	
31	*Lepechinia nelsonii*	Verbena		20		40
32	*Salvia mexicana*	Tlacote		70		139
33	-	Lauraceae	120		80,400	
34	*Nectandra salicifolia*	Capulincillo	31	71	20,844	142
35	*Monochaetum calcaratum*	Flor rosada	62		41,689	
36	*Morella lindeniana*	Laurel		18		35
37	*Myrsine myricoides*	Manglillo	18		11,911	
38	*Eugenia crenularis*	Capulincillo	40		26,800	
39	*Fraxinus uhdei*	Fresno	21	27	14,293	53
40	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo	168	61	112,560	122
41	*Cleyera integrifolia*	Flor de tila	13	71	8,933	142
42	*Ternstroemia lineata*	Flor de tilia grande	204	222	136,978	442
43	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	8	9	5,360	18
44	*Pinus oocarpa*	Pino prieto	8		5,360	
45	*Monnina ciliolata*	Tintorea	24	283	16,080	564
46	*Parathesis melanosticta*	Capulín de hueso	40	58	26,800	115

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR	AP	SAR	AP
			Individuos/ha.		Individuos TOTALES	
47	*Rubus liebmannii*	Zarzamora		19		38
48	-	Rubiaceae	302	260	202,489	517
49		Rubiaceae frecuente	707	262	473,467	522
50	*Meliosma dentata*	Jaboncillo		22		44
51	*Meliosma dentata*	Jaboncillo	156		104,222	
52	*Xylosma flexuosa*	Alfilerillo	4		2,978	
53	*Cestrum anagyris*	Agua bendita	53	122	35,733	243
54	*Cestrum sp.*	Cestrum	13		8,933	
55	*Cestrum sp. 2*	Cestrum	4		2,978	
56	*Cestrum thyrsoideum*	Zapotillo	9	84	5,956	168
57	*Solanum marginatum*	Bola de oro		18		35
58	*Styrax argenteus*	Capulin	61	124	41,093	248
59	*Symplocos citrea*	Chico	48	127	32,160	252
60	-	Compuesta 2 hojas juntas	53		35,733	
61	-	Desconocida 1 con frutos	138		92,311	
62	-	Frutita roja	4		2,978	
63	-	Liana	4		2,978	
64	-	Morfo 1	4		2,978	
65	-	Nispero	4		2,978	
66	-	Parece encino	49		32,756	
TOTAL			**3,685**	**4,374**	**2,469,175**	**8,707**

En el AP, los arbustos y renuevos tienen una importancia similar en la comunidad, mientras que en el SAR los arbustos son el principal componente del estrato arbustivo (IVI) y los renuevos tienen un IVI menor a la mitad del valor que en el AP. Además, en el AP no se registraron enredaderas mientras que en el SAR si, y éstas tienen una mínima importancia en la estructura de la comunidad del SAR.

Tabla IV.55. Especies del estrato arbustivo y su distribución en AP y SAR

No.	Nombre cientifico	Nombre común	SAR					AP				
			Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	*Arracacia atropurpurea*	Acocote						9	0.20	0.21	0.98	1.39
2	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	400	10.85	10.85	7.84	29.55	1,091	24.94	24.93	7.84	57.72
3	*Dendropanax sp.*	Mano de León	4	0.12	0.12	0.98	1.22					
4	*Oreopanax xalapensis*	Macuilillo	378	10.25	10.25	6.86	27.36	210	4.80	4.80	3.92	13.52
5	*Ageratina areolaris*	Raíz de Serpiente	24	0.65	0.65	0.98	2.28	33	0.76	0.76	3.92	5.44
6	*Ageratina petiolaris*	Amargocilla	8	0.22	0.22	0.98	1.41					
7	*Alloispermum scabrum*	Hoja de pescado						220	5.03	5.03	0.98	11.04
8	*Roldana albonervia*	Senecio						130	2.97	2.97	0.98	6.93
9	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	13	0.36	0.36	0.98	1.70	109	2.49	2.49	3.92	8.90
10	*Verbesina oncophora*	Memelilla	8	0.22	0.22	0.98	1.41					
11	*Alnus arguta*	Llite	44	1.21	1.21	1.96	4.37					
12	*Carpinus caroliniana*	Lechillo						9	0.20	0.21	1.96	2.37
13	*Lobelia laxiflora*	Aretitos	8	0.22	0.22	0.98	1.41					
14	-	Celastraceae	89	2.41	2.41	1.96	6.78					
15	*Celastrus pringlei*	-						22	0.51	0.51	1.96	2.97
16	*Zinowiewia integerrima*	Jicarillo						4	0.10	0.10	0.98	1.19
17	*Clethra mexicana*	Mamojuaxtle						79	1.80	1.80	3.92	7.53
18	*Clethra sp.*	Cletra	44	1.21	1.21	1.96	4.37					
19	*Clusia sp.*	Chagualo	4	0.12	0.12	0.98	1.22					
20	*Cornus disciflora*	Xochilcorona	4	0.12	0.12	0.98	1.22					
21	*Agarista mexicana*	Granada silvestre	13	0.36	0.36	0.98	1.70	18	0.41	0.40	1.96	2.77
22	*Arbutus xalapensis*	Madroño	8	0.22	0.22	0.98	1.41					
23	*Comarostaphylis discolor*	Garambullo						10	0.23	0.23	0.98	1.44
24	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de ángel	72	1.95	1.95	1.96	5.87	80	1.83	1.83	1.96	5.62
25	*Desmodium densiflorum*	Gusanillo	16	0.43	0.43	0.98	1.85					

No.	Nombre cientifico	Nombre común	SAR					AP				
			Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
26	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	48	1.30	1.30	0.98	3.59	13	0.30	0.31	0.98	1.60
27	*Quercus laurina*	Encino Laurelillo						50	1.14	1.15	0.98	3.27
28	*Quercus rugosa*	Encino negro	48	1.30	1.30	1.96	4.57					
29	*Quercus scytophylla*	Encino blanco	27	0.72	0.72	0.98	2.43	338	7.72	7.72	3.92	19.36
30	*Quercus sp.*	Encino	49	1.33	1.33	1.96	4.61					
31	*Lepechinia nelsonii*	Verbena						20	0.46	0.46	0.98	1.90
32	*Salvia mexicana*	Tlacote						70	1.60	1.60	0.98	4.18
33	-	Lauraceae	120	3.26	3.26	2.94	9.45					
34	*Nectandra salicifolia*	Capulincillo	31	0.84	0.84	1.96	3.65	71	1.63	1.63	3.92	7.18
35	*Monochaetum calcaratum*	Flor rosada	62	1.69	1.69	1.96	5.34					
36	*Morella lindeniana*	Laurel						18	0.41	0.40	1.96	2.77
37	*Myrsine myricoides*	Manglillo	18	0.48	0.48	1.96	2.93					
38	*Eugenia crenularis*	Capulincillo	40	1.09	1.09	2.94	5.11					
39	*Fraxinus uhdei*	Fresno	21	0.58	0.58	1.96	3.12	27	0.61	0.61	2.94	4.16
40	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo	168	4.56	4.56	3.92	13.04	61	1.40	1.40	3.92	6.72
41	*Cleyera integrifolia*	Flor de tila	13	0.36	0.36	0.98	1.70	71	1.63	1.63	3.92	7.18
42	*Ternstroemia lineata*	Flor de tilia grande	204	5.55	5.55	1.96	13.06	222	5.08	5.08	2.94	13.10
43	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	8	0.22	0.22	0.98	1.41	9	0.20	0.21	0.98	1.39
44	*Pinus oocarpa*	Pino prieto	8	0.22	0.22	0.98	1.41					
45	*Monnina ciliolata*	Tintorea	24	0.65	0.65	0.98	2.28	283	6.48	6.48	5.88	18.84
46	*Parathesis melanosticta*	Capulín de hueso	40	1.09	1.09	3.92	6.09	58	1.32	1.32	1.96	4.60
47	*Rubus liebmannii*	Zarzamora						19	0.43	0.44	1.96	2.83
48	-	Rubiaceae	302	8.20	8.20	4.90	21.30	260	5.94	5.94	0.98	12.86
49		Rubiaceae frecuente	707	19.18	19.18	2.94	41.29	262	5.99	6.00	2.94	14.93
50	*Meliosma dentata*	Jaboncillo						22	0.51	0.51	2.94	3.95

No.	Nombre cientifico	Nombre común	SAR					AP				
			Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
51	*Meliosma dentata*	Jaboncillo	156	4.22	4.22	3.92	12.36					
52	*Xylosma flexuosa*	Alfilerillo	4	0.12	0.12	0.98	1.22					
53	*Cestrum anagyris*	Agua bendita	53	1.45	1.45	3.92	6.82	122	2.79	2.79	4.90	10.49
54	*Cestrum sp.*	Cestrum	13	0.36	0.36	1.96	2.68					
55	*Cestrum sp. 2*	Cestrum	4	0.12	0.12	0.98	1.22					
56	*Cestrum thyrsoideum*	Zapotillo	9	0.24	0.24	0.98	1.46	84	1.93	1.93	1.96	5.82
57	*Solanum marginatum*	Bola de oro						18	0.41	0.40	0.98	1.79
58	*Styrax argenteus*	Capulin	61	1.66	1.66	3.92	7.25	124	2.84	2.85	4.90	10.60
59	*Symplocos citrea*	Chico	48	1.30	1.30	0.98	3.59	127	2.90	2.89	5.88	11.67
60	-	Compuesta 2 hojas juntas	53	1.45	1.45	0.98	3.87					
61	-	Desconocida 1 con frutos	138	3.74	3.74	0.98	8.46					
62	-	Frutita roja	4	0.12	0.12	0.98	1.22					
63	-	Liana	4	0.12	0.12	0.98	1.22					
64	-	Morfo 1	4	0.12	0.12	0.98	1.22					
65	-	Nispero	4	0.12	0.12	0.98	1.22					
66	-	Parece encino	49	1.33	1.33	1.96	4.61					
TOTAL			**3,685**	100	100	100	**300**	**4,374**	100	100	100	**300**

ESTRATO HERBÁCEO

Este estrato presenta en el SAR menor riqueza de especies siendo 45 mientras que en el AP se presentan 58, no obstante, bibliográficamente se encuentran bien representadas en el área de influencia de la zona de estudio. El número total de registros supera enormemente el sistema ambiental regional a comparación del área del proyecto.

Tabla IV.56. Especies del estrato herbáceo y su distribución en AP y SAR

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR	AP	SAR	AP
			Individuos/ha.		Individuos TOTALES	
1	*Adiantum sp.*	Culantrillo	5,556	6,667	3,722,222	13,267
2	*Toxicodendron radicans*	Hiedra venenosa	6,667		4,466,667	
3	*Eryngium sp.*	Hierba del sapo	2,000		1,340,000	
4	*Osmorhiza sp.*	Perejil de campo	2,222		1,488,889	
5	*Asplenium monanthes*	Helecho Perejil de Un Soro	15,556		10,422,222	
6	*Ageratina sp.*	Ageratina		145,111		288,771
7	*Bidens ostruthioides*	Acahual Blanco		63,333		126,033
8	*Helichrysum luteoalbum*	Gordolobo Algodonoso		1,111		2,211
9	*Hieracium sp.*	Pilosela		4,444		8,844
10	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	5,556	31,111	3,722,222	61,911
11	*Bidens pilosa*	Acahual Blanco	3,333	1,111	2,233,333	2,211
12	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	1,111	69,556	744,444	138,416
13	*Tagetes lunulata*	Cinco Llagas	2,000	19,333	1,340,000	38,473
14	*Xanthium strumarium*	Abrojo	8,889	15,333	5,955,556	30,513
15	*Erigeron longipes*	Chalchuán		32,000		63,680
16	*Tagetes tenuifolia*	Cempasúchil de Campo		16,000		31,840
17	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	8,889		5,955,556	
18	*Xanthium strumarium*	Abrojo	13,333		8,933,333	
19	*Begonia balmisiana*	Ala de ángel	1,111		744,444	
20	*Blechnum sp.*	-	1,111		744,444	
21	*Tillandsia prodigiosa*	Clavel del aire	2,222	1,111	1,488,889	2,211
22	*Disocactus speciosus*	Santa Martha	77,778		52,111,111	
23	*Lobelia laxiflora*	Aretitos		1,111		2,211
24	*Pteridium aquilinum*	Helecho Águila	19,111	29,556	12,804,444	58,816
25	*Euphorbia macropus*	Hierba de la golondrina	1,111	7,778	744,444	15,478
26	*Euphorbia sp.*	-		2,000		3,980
27	*Euphorbia sp. 1*	-		14,000		27,860

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR	AP	SAR	AP
			Individuos/ha.		Individuos TOTALES	
28	*Aeschynomene petraea*	Aeschynomene	12,000		8,040,000	
29	*Desmodium grahamii*	Pegaropa	27,333	14,000	18,313,333	27,860
30	*Desmodium sp.*	Pegaropa	12,222	7,778	8,188,889	15,478
31	*Eriosema sp.*	-	28,000	3,333	18,760,000	6,633
32	*Hosackia repens*	Pico de loro	2,222	5,556	1,488,889	11,056
33	*Tephrosia sp.*	-		2,222		4,422
34	*Desmodium molliculum*	Amor Seco	1,111	1,111	744,444	2,211
35	*Trifolium repens*	Trébol Blanco		39,333		78,273
36	*Lepechinia sp.*	-	82,000	35,556	54,940,000	70,756
37	*Kearnemalvastrum lacteum*	Malvavisco		1,111		2,211
38	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo		17,333		34,493
39	*Lopezia miniata*	Perita		1,111		2,211
40	*Funkiella sp.*	-		1,111		2,211
41	*Oxalis sp.*	Trebol		2,222		4,422
42	*Oxalis tetraphylla*	Oxalis tetraphylla		38,444		76,504
43	*Argemone ochroleuca*	Cardo Santo		30,000		59,700
44	*Passiflora sexocellata*	Ala de murciélago	20,000		13,400,000	
45	*Phytolacca icosandra*	Mazorquilla		6,000		11,940
46	*Peperomia sp.*	Cola de ratón		5,556		11,056
47	*Russelia sp.*	-	4,444		2,977,778	
48	*Chusquea sp.*	Bambú andino	1,111		744,444	
49	*Muhlenbergia rigens*	Liendrilla de Venado	30,000	34,000	20,100,000	67,660
50	*Oplismenus sp.*	Zacate de labor	60,222	51,111	40,348,889	101,711
51	*Zeugites americana*	Carricillo papachote	1,111	20,000	744,444	39,800
52	*Bromus carinatus*	Bromo de California	32,222	21,333	21,588,889	42,453
53	*Oplismenus hirtellus*	Pasto Sombra	11,111	32,444	7,444,444	64,564
54	*Paspalum notatum*	Pasto Estrella		143,333		285,233
55	*Monnina ciliolata*	Tintorea		11,111		22,111

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR	AP	SAR	AP
			Individuos/ha.		Individuos TOTALES	
56	*Persicaria nepalensis*	Sangrina del Himalaya		20,000		39,800
57	*Polygonum sp.*	Hierba pejiguera		1,111		2,211
58	*Polypodium sp.*	Polipodio	7,333		4,913,333	
59	*Pleopeltis polypodioides*	Helecho Siempre Viva	2,222	12,000	1,488,889	23,880
60	*Rubus sp.*	-		2,222		4,422
61		Zarza común	1,111		744,444	
62	*Crusea coccinea*	Crusea		40,000		79,600
63	*Didymaea mexicana*	Ocosúchil	67,778	36,667	45,411,111	72,967
64	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	16,667	6,000	11,166,667	11,940
65	*Crusea longiflora*	Hierba del Soldado	11,111	36,667	7,444,444	72,967
66	*Spermacoce verticillata*	Culantrillo	1,111	1,111	744,444	2,211
67	*Castilleja arvensis*	Cresta de Gallo		1,111		2,211
68	*Smilax sp.*	Zarzaparrilla	7,778	8,444	5,211,111	16,804
69	*Solanum appendiculatum*	Tomate Silvestre	13,333	10,222	8,933,333	20,342
70	*Solanum marginatum*	Bola de oro	3,333	1,111	2,233,333	2,211
71	*Solanum sp.*	Tomatillo	16,667		11,166,667	
72	*Datura stramonium*	Toloache		1,111		2,211
73	*Tropaeolum majus*	Mastuerzo Sudamericano		1,111		2,211
74	*Vitis tiliifolia*	Uva de montaña	1,111	6,667	744,444	13,267
TOTAL			**652,222**	**1,171,333**	**436,988,883**	**2,330,950**

En el SAR existe una mayor predominancia de las especies gramíneas (poaceae), ya que representa alrededor de un tercio de las especies registradas (abundancia relativa). En el AP las familias Asteraceae y Poaceae presentan la mayor influencia.

Tabla IV.57. Especies del estrato herbáceo y su distribución en AP y SAR en BT

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR					AP				
			Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	*Adiantum sp.*	Culantrillo	5,556	0.85	0.85	3.28	4.98	6,667	0.57	0.57	0.92	2.06

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR					AP				
			Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
2	*Toxicodendron radicans*	Hiedra venenosa	6,667	1.02	1.02	3.28	5.32					
3	*Eryngium sp.*	Hierba del sapo	2,000	0.31	0.31	1.64	2.25					
4	*Osmorhiza sp.*	Perejil de campo	2,222	0.34	0.34	1.64	2.32					
5	*Asplenium monanthes*	Helecho Perejil de Un Soro	15,556	2.39	2.39	1.64	6.41					
6	*Ageratina sp.*	Ageratina						145,111	12.39	12.39	2.75	27.53
7	*Bidens ostruthioides*	Acahual Blanco						63,333	5.41	5.41	2.75	13.57
8	*Helichrysum luteoalbum*	Gordolobo Algodonoso						1,111	0.09	0.09	0.92	1.11
9	*Hieracium sp.*	Pilosela						4,444	0.38	0.38	0.92	1.68
10	*Roldana hederifolia*	Hediondilla	5,556	0.85	0.85	1.64	3.34	31,111	2.66	2.66	2.75	8.06
11	*Bidens pilosa*	Acahual Blanco	3,333	0.51	0.51	1.64	2.66	1,111	0.09	0.09	0.92	1.11
12	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	1,111	0.17	0.17	1.64	1.98	69,556	5.94	5.94	3.67	15.55
13	*Tagetes lunulata*	Cinco Llagas	2,000	0.31	0.31	1.64	2.25	19,333	1.65	1.65	2.75	6.05
14	*Xanthium strumarium*	Abrojo	8,889	1.36	1.36	3.28	6.00	15,333	1.31	1.31	2.75	5.37
15	*Erigeron longipes*	Chalchuán						32,000	2.73	2.73	0.92	6.38
16	*Tagetes tenuifolia*	Cempasúchil de Campo						16,000	1.37	1.37	0.92	3.65
17	*Melampodium divaricatum*	Acahual Amarillo	8,889	1.36	1.36	1.64	4.37					
18	*Xanthium strumarium*	Abrojo	13,333	2.04	2.04	3.28	7.37					
19	*Begonia balmisiana*	Ala de ángel	1,111	0.17	0.17	3.28	3.62					
20	*Blechnum sp.*	-	1,111	0.17	0.17	1.64	1.98					
21	*Tillandsia prodigiosa*	Clavel del aire	2,222	0.34	0.34	1.64	2.32	1,111	0.09	0.09	0.92	1.11
22	*Disocactus speciosus*	Santa Martha	77,778	11.93	11.93	1.64	25.49					
23	*Lobelia laxiflora*	Aretitos						1,111	0.09	0.09	0.92	1.11
24	*Pteridium aquilinum*	Helecho Águila	19,111	2.93	2.93	1.64	7.50	29,556	2.52	2.52	3.67	8.72
25	*Euphorbia macropus*	Hierba de la golondrina	1,111	0.17	0.17	1.64	1.98	7,778	0.66	0.66	0.92	2.25
26	*Euphorbia sp.*	-						2,000	0.17	0.17	0.92	1.26
27	*Euphorbia sp. 1*	-						14,000	1.20	1.20	0.92	3.31
28	*Aeschynomene petraea*	Aeschynomene	12,000	1.84	1.84	1.64	5.32					
29	*Desmodium grahamii*	Pegaropa	27,333	4.19	4.19	1.64	10.02	14,000	1.20	1.20	0.92	3.31

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR					AP				
			Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
30	*Desmodium sp.*	Pegaropa	12,222	1.87	1.87	3.28	7.03	7,778	0.66	0.66	0.92	2.25
31	*Eriosema sp.*	-	28,000	4.29	4.29	1.64	10.23	3,333	0.28	0.28	1.83	2.40
32	*Hosackia repens*	Pico de loro	2,222	0.34	0.34	1.64	2.32	5,556	0.47	0.47	0.92	1.87
33	*Tephrosia sp.*	-						2,222	0.19	0.19	0.92	1.30
34	*Desmodium molliculum*	Amor Seco	1,111	0.17	0.17	1.64	1.98	1,111	0.09	0.09	0.92	1.11
35	*Trifolium repens*	Trébol Blanco						39,333	3.36	3.36	3.67	10.39
36	*Lepechinia sp.*	-	82,000	12.57	12.57	3.28	28.42	35,556	3.04	3.04	0.92	6.99
37	*Kearnemalvastrum lacteum*	Malvavisco						1,111	0.09	0.09	0.92	1.11
38	*Fuchsia thymifolia*	Aretillo						17,333	1.48	1.48	1.83	4.79
39	*Lopezia miniata*	Perita						1,111	0.09	0.09	0.92	1.11
40	*Funkiella sp.*	-						1,111	0.09	0.09	0.92	1.11
41	*Oxalis sp.*	Trebol						2,222	0.19	0.19	0.92	1.30
42	*Oxalis tetraphylla*	Oxalis tetraphylla						38,444	3.28	3.28	3.67	10.23
43	*Argemone ochroleuca*	Cardo Santo						30,000	2.56	2.56	0.92	6.04
44	*Passiflora sexocellata*	Ala de murciélago	20,000	3.07	3.07	1.64	7.77					
45	*Phytolacca icosandra*	Mazorquilla						6,000	0.51	0.51	1.83	2.86
46	*Peperomia sp.*	Cola de ratón						5,556	0.47	0.47	1.83	2.78
47	*Russelia sp.*	-	4,444	0.68	0.68	1.64	3.00					
48	*Chusquea sp.*	Bambú andino	1,111	0.17	0.17	6.56	6.90					
49	*Muhlenbergia rigens*	Liendrilla de Venado	30,000	4.60	4.60	1.64	10.84	34,000	2.90	2.90	3.67	9.48
50	*Oplismenus sp.*	Zacate de labor	60,222	9.23	9.23	1.64	20.11	51,111	4.36	4.36	4.59	13.31
51	*Zeugites americana*	Carricillo papachote	1,111	0.17	0.17	1.64	1.98	20,000	1.71	1.71	0.92	4.33
52	*Bromus carinatus*	Bromo de California	32,222	4.94	4.94	6.56	16.44	21,333	1.82	1.82	3.67	7.31
53	*Oplismenus hirtellus*	Pasto Sombra	11,111	1.70	1.70	3.28	6.69	32,444	2.77	2.77	4.59	10.13
54	*Paspalum notatum*	Pasto Estrella						143,333	12.24	12.24	1.83	26.31
55	*Monnina ciliolata*	Tintorea						11,111	0.95	0.95	0.92	2.81
56	*Persicaria nepalensis*	Sangrina del Himalaya						20,000	1.71	1.71	0.92	4.33
57	*Polygonum sp.*	Hierba pejiguera						1,111	0.09	0.09	0.92	1.11

No.	Nombre científico	Nombre común	SAR					AP				
			Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Abundancia (ind/ha)	abundancia relativa	dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
58	*Polypodium sp.*	Polipodio	7,333	1.12	1.12	1.64	3.89					
59	*Pleopeltis polypodioides*	Helecho Siempre Viva	2,222	0.34	0.34	1.64	2.32	12,000	1.02	1.02	0.92	2.97
60	*Rubus sp.*	-						2,222	0.19	0.19	0.92	1.30
61		Zarza común	1,111	0.17	0.17	3.28	3.62					
62	*Crusea coccinea*	Crusea						40,000	3.41	3.41	2.75	9.58
63	*Didymaea mexicana*	Ocosúchil	67,778	10.39	10.39	1.64	22.42	36,667	3.13	3.13	0.92	7.18
64	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	16,667	2.56	2.56	1.64	6.75	6,000	0.51	0.51	3.67	4.69
65	*Crusea longiflora*	Hierba del Soldado	11,111	1.70	1.70	3.28	6.69	36,667	3.13	3.13	0.92	7.18
66	*Spermacoce verticillata*	Culantrillo	1,111	0.17	0.17	1.64	1.98	1,111	0.09	0.09	0.92	1.11
67	*Castilleja arvensis*	Cresta de Gallo						1,111	0.09	0.09	1.83	2.02
68	*Smilax sp.*	Zarzaparrilla	7,778	1.19	1.19	1.64	4.02	8,444	0.72	0.72	0.92	2.36
69	*Solanum appendiculatum*	Tomate Silvestre	13,333	2.04	2.04	1.64	5.73	10,222	0.87	0.87	0.92	2.66
70	*Solanum marginatum*	Bola de oro	3,333	0.51	0.51	1.64	2.66	1,111	0.09	0.09	0.92	1.11
71	*Solanum sp.*	Tomatillo	16,667	2.56	2.56	1.64	6.75					
72	*Datura stramonium*	Toloache						1,111	0.09	0.09	2.75	2.94
73	*Tropaeolum majus*	Mastuerzo Sudamericano						1,111	0.09	0.09	2.75	2.94
74	*Vitis tiliifolia*	Uva de montaña	1,111	0.17	0.17	1.64	1.98	6,667	0.57	0.57	0.92	2.06
TOTAL			**652,222**	100	100	100	**300**	**1,171,333**	100	100	100	**300**

IV.2.1.2.2. FAUNA SILVESTRE.

Para todos los grupos, los transectos y puntos de conteo se establecieron *in situ*, abarcando la mayor parte del área de estudio. Para los cuatro grupos considerados, su muestreo se basó en el *Protocolo para el monitoreo ecosistémico de bosques y selvas en Áreas Naturales Protegidas* (Botello *et al*. 2022). No obstante, es importante aclarar que, de acuerdo a la experiencia del personal participante, a las condiciones ambientales del sitio, a los objetivos del proyecto y al tiempo disponible para llevarlo a cabo, los métodos empleados para el muestreo de cada grupo se modificaron con respecto a las recomendaciones del manual.

IV.2.1.2.2.1. DISEÑO DE MUESTREO PARA EL INVENTARIO DE FAUNA.

MUESTREO DE AVES.

Durante esta primera salida se realizaron en total 39 puntos de conteo, ubicados a lo largo de recorridos lineales y no lineales preestablecidos dentro del AP (13 puntos en el polígono oriental y 26 en el occidental). Los puntos fueron separados por al menos 150 m de distancia (en algunas ocasiones fue necesaria una separación menor), donde se registró visual y/o auditivamente la identidad y abundancia de los individuos durante 5-10 minutos, en un radio menor a los 100 m, esto para evitar el conteo repetido de los individuos, auxiliándose con guías de campo especializadas (Howell y Webb 1995, National Geographic 2006) y de grabaciones de llamados y cantos disponibles en repositorios en línea (aplicación de dispositivos móviles "Merlín"). El muestreo se realizó desde el amanecer (7:00 am) hasta las 11:00 am, y desde las 05:00 pm hasta el anochecer (7:00 pm), abarcando los periodos de máxima actividad de las aves (Ralph *et al*. 1997), y permitiendo el registro de especies diurnas, crepusculares y nocturnas.

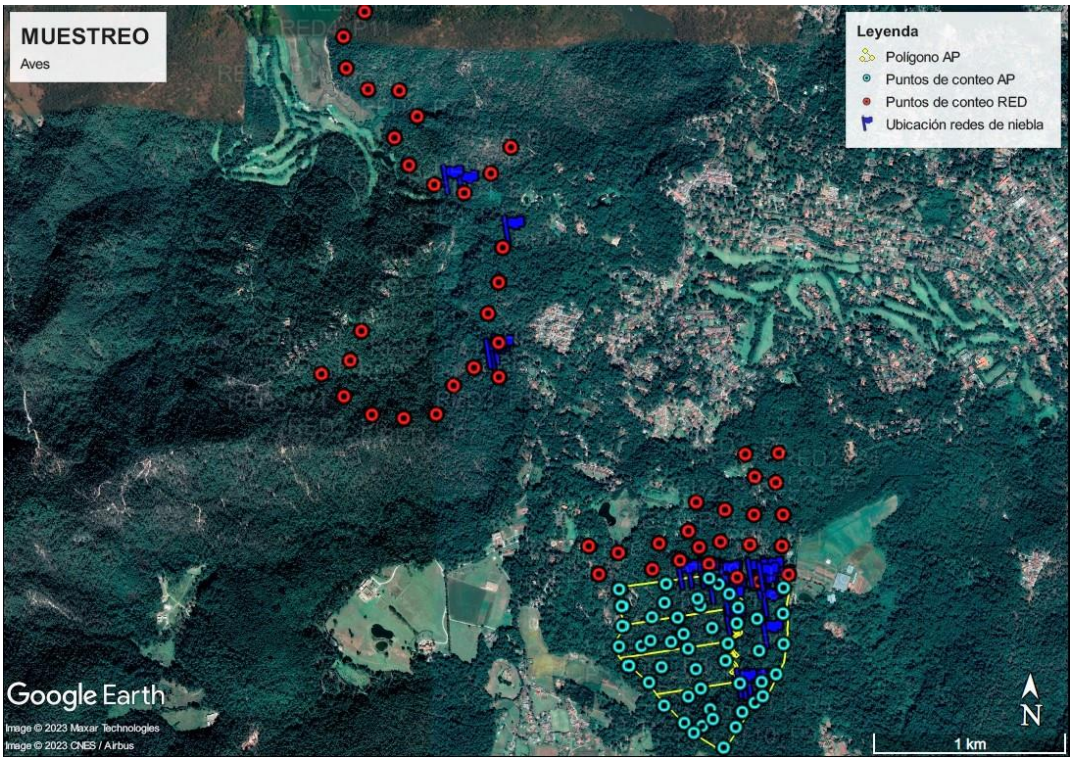


Imagen IV.12. Ubicación geográfica de los puntos de conteo para el muestreo de las aves en el Área del Proyecto (AP; puntos azules) así como en el Sistema Ambiental Regional (SAR; puntos rojos). Las banderas azules representan la ubicación geográfica de las redes de niebla para las estaciones de captura, tanto en el AP como en el SAR.

Durante la segunda salida de muestreo se realizaron 23 puntos de conteo en el área norte del SAR, y se realizó un transecto adicional de 10 puntos en el polígono occidental del AP. Adicionalmente se realizaron capturas con redes de niebla, lo que permitió el registro de aves de hábitos sigilosos o que se encuentran en el sotobosque, las cuales son difíciles de detectar con los métodos convencionales (Ralph *et al*. 1996). Se utilizaron 5 redes de niebla de 12 x 2.5 m, separadas por al menos 50 m, ubicadas en áreas con vegetación densa y abundancia de sotobosque en los dos polígonos principales dentro del AP, teniendo un esfuerzo de muestreo de 72 horas/red.

Finalmente, durante la tercera salida se realizaron 26 puntos de conteo en la tercera área del SAR (fraccionamiento privado), y se realizaron capturas utilizando 3 redes de niebla en la misma zona, teniendo un esfuerzo de muestreo de 42 horas/red. En todos los casos, Los individuos capturados fueron identificados, fotografiados y liberados en los mismos sitios donde fueron capturados. En total se realizaron 49 puntos de conteo en el AP y 49 puntos de conteo en el SAR.

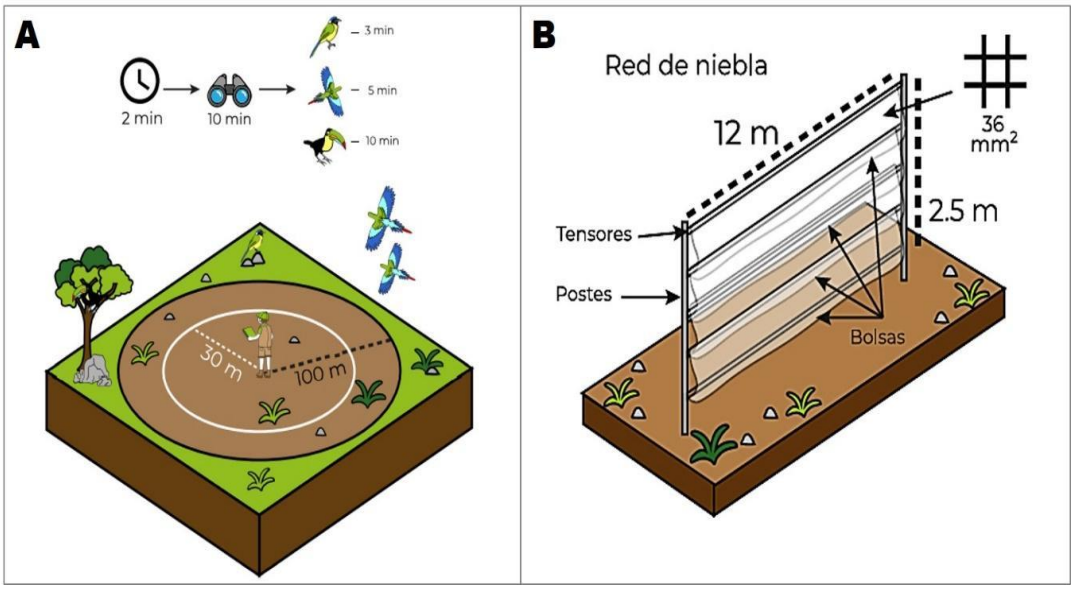


Imagen IV.13. Descripción ilustrada de los puntos de conteo. Para el presente proyecto, no se hizo una distinción entre las bandas de 30 y 100 m. Para cada punto se utilizó un radio límite de 100 m durante los 10 minutos de observación de individuos por punto. B. Ilustración de las medidas de las redes de niebla utilizadas para la captura de aves y murciélagos. Tomado y modificado de Botello et al. (2022).

MUESTREO DE MAMÍFEROS

Durante la primera salida de muestreo se realizaron 12 transectos en búsqueda de rastros en el AP (9 en el polígono occidental y 3 en el oriental) y se colocaron las cuatro cámaras trampa (2 en cada polígono). El esfuerzo de muestreo de los transectos en el AP fue de 14.09 km. Durante la segunda salida se realizaron dos transectos en el área norte del SAR y uno en el área sur, teniendo un esfuerzo de muestreo de 7.73 km. Adicionalmente, se establecieron 29 trampas Sherman para la captura de mamíferos terrestres pequeños en dos transectos independientes en cada polígono del AP; y se utilizaron 4 redes de niebla por noche para la captura de murciélagos dentro del AP.

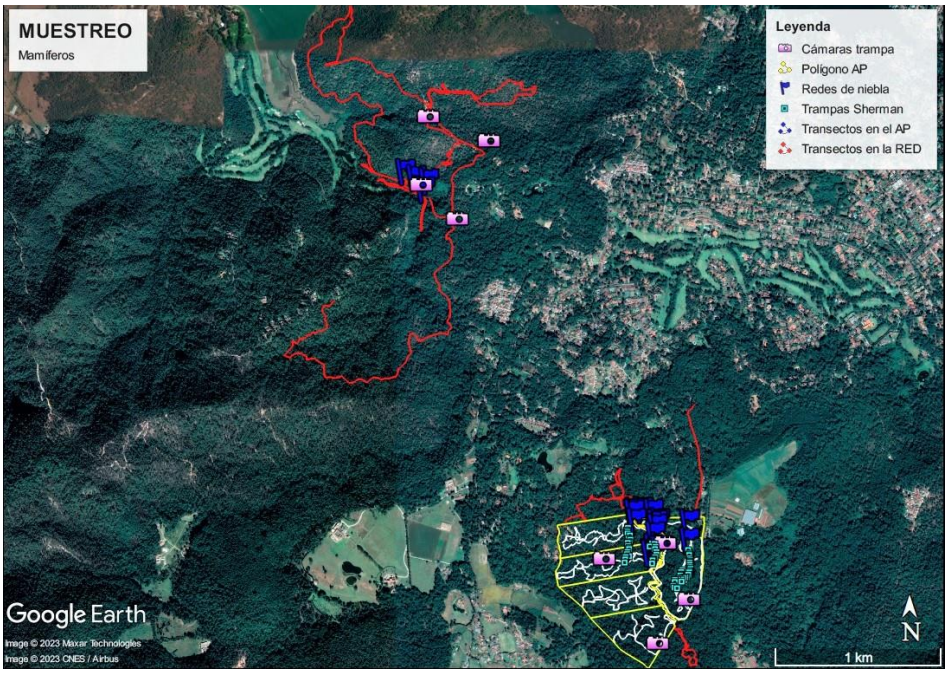


Imagen IV.14. Ubicación geográfica de los métodos de muestreo de mamíferos. Se muestran las ubicaciones de los transectos de búsqueda de rastros dentro del AP (líneas rojas) y en el SAR (líneas verdes); de los rastros/registros (puntos blancos); de las cámaras trampa (cámaras rosas), de las redes de niebla (banderas azules) y de las trampas Sherman (puntos azul turquesa).

Durante la tercera salida se realizaron XX transectos en el área Noroeste del SAR (fraccionamiento privado), con un esfuerzo de muestreo de XX km. Adicionalmente se llevaron a cabo redeos en la misma área durante dos noches consecutivas, y se colocaron 4 cámaras trampa.

Los transectos de búsqueda de rastros fueron separados por al menos 100 m. Los recorridos dentro del transecto se realizaron manteniendo una velocidad entre 1 y 1.5 km/hora, entre las 07:00 y 11:00 am para especies diurnas y entre las 6:00 y 10:00 pm para las nocturnas. Para el fototrampeo, se instalaron 4 cámaras trampa, teniendo en el AP 2 en el polígono oriental y 2 en el occidental; y las mismas 4 posteriormente fueron colocadas en el área noroeste del SAR. Se programaron para que tomaran 3 fotos durante cada evento y con un tiempo de espera de 5 minutos. La distancia entre cada cámara trampa del polígono occidental fue de aproximadamente 600 metros, mientras que para el polígono oriental fue de aproximadamente 300 metros. El esfuerzo de muestreo para las cámaras trampa fue de 118 días/trampa en el AP, y de XX días/trampa en el SAR.

Respecto al uso de trampas Sherman, éstas se colocaron en dos transectos del polígono oriental y en dos transectos del occidental (un transecto por noche), con una separación de entre 10 a 15 m entre cada trampa (Romero-Almaraz *et al*. 2007). Las trampas se pusieron al atardecer y estuvieron activas durante una noche.

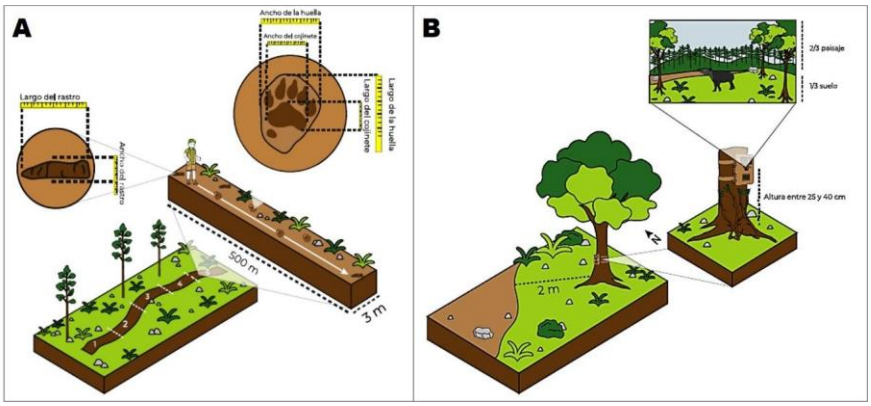


Imagen IV.15. Descripción ilustrada de los transectos de búsqueda de rastros de mamíferos medianos y grandes. Para el presente estudio, los transectos se ubicaron sobre caminos y senderos de los predios, teniendo longitudes variables, con la finalidad de tener la mayor detectabilidad de rastros posible. B. Instrucciones para la instalación de las cámaras trampa en los predios de muestreo. Tomado y modificado de Botello et al. (2022).

Respecto a las estaciones de redeo para la captura de murciélagos (segunda y tercera salida), se instalaron de tres a cuatro redes de niebla por noche de muestreo, ubicadas en ambos polígonos del AP, en el Río que divide dichos polígonos, así como en el área noroeste del SAR; teniendo un esfuerzo de muestreo de 6570 m^2 red/hora para el AP, y de XX m^2 red/hora para el SAR. La revisión de las redes se realizó cada 30 minutos. Las redes se operaron entre las 5:30 y 6:00 pm para capturar aquellas especies que inician su actividad antes de la puesta de sol, y se mantuvieron activas hasta las 00:00 horas. La ubicación exacta de las trampas Sherman y de las redes de niebla se determinó *in situ* una vez que se observaron las mejores condiciones para su correcto funcionamiento. De los individuos capturados, se registró el sexo, estado reproductivo y algunas medidas morfológicas necesarias para su correcta identificación, y posteriormente fueron marcados con marcador indeleble en plata y liberados en los mismos sitios.

MUESTREO DE REPTILES Y ANFIBIOS

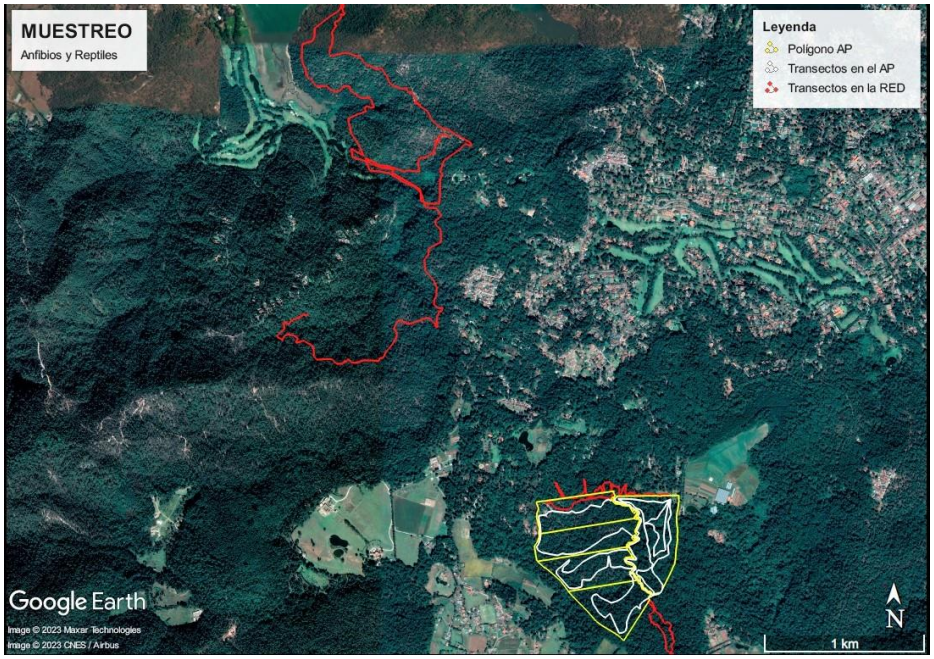


Imagen IV.16. Ubicación geográfica de los transectos por encuentro visual para el muestreo de reptiles y anfibios en el AP (líneas azules) y en el SAR (líneas rojas).

Para el presente proyecto, la búsqueda de los individuos se llevó a cabo mediante el método de Encuentro por Inspección Visual (VES por sus siglas en inglés; Crump y Scott 1994), el cual es una variante al método de Relevamiento por encuentro Visual (REV) sugerido por Botello *et al*. (2022), que se ajusta mejor a los objetivos del proyecto. Durante la primera salida se realizaron un total de 11 transectos cortos en los diferentes polígonos del AP (incluyendo el Río). Durante la segunda salida se realizó un transecto en el AP (polígono oriental) y 2 en el SAR, de los cuales uno se realizó en el área norte y uno en el área sur. Durante la tercera salida se realizaron 5 transectos en el área noroeste del SAR. Se tuvo un esfuerzo de muestreo de 36.5 horas/persona para el AP; y de 40 horas/persona para el SAR.

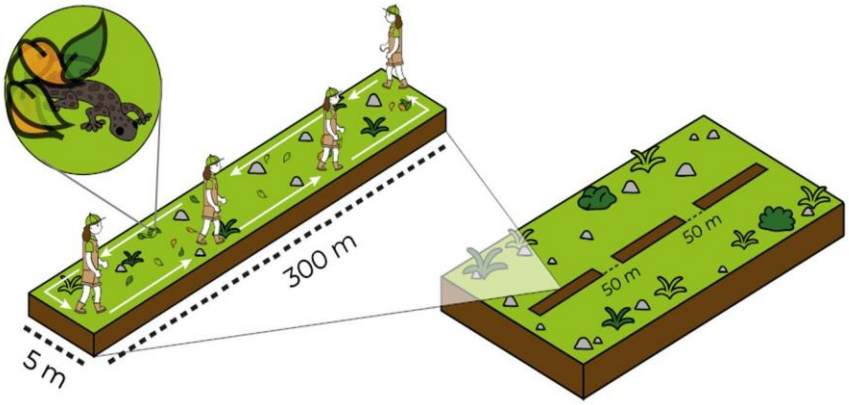


Imagen IV.17. Descripción ilustrada de los transectos para el Encuentro por Inspección Visual de reptiles y anfibios. Para este proyecto, los transectos tendrán una longitud variable, dependiendo de las condiciones del área. Tomado y modificado de Botello et al. (2022).

Para la implementación de los transectos de Encuentro por Inspección Visual (VES), el encargado del muestreo caminó a través de transectos establecidos en las áreas de interés (seleccionados por tipo hábitat), por un periodo de tiempo preestablecido sistemáticamente (alrededor de 4 horas), buscando los organismos debajo de hojarasca, levantando troncos, en orificios, en cuevas etc., con la finalidad de registrar a todos los reptiles y anfibios que sean visibles. Los horarios en los que se realizaron los muestreos comprenden de las 10:00 am a las 2:00 pm, y de 6:00 a 10:00 pm. Esto para abarcar los distintos horarios de actividad (día, crepúsculo y noche) de estos grupos de vertebrados.

Análisis de datos

Para los cuatro grupos muestreados, se generó un inventario con las especies registradas, el cual incluye sus respectivas categorías de riesgo, abundancia, estacionalidad (en el caso de las aves), endemismo, tipo o tipos de vegetación donde se registraron, y un valor de importancia para su conservación, tanto en el AP como en el SAR. Para cada grupo se estimó la efectividad del esfuerzo de muestreo (número de especies potenciales mediante el índice de Chao 1), el cual se muestra de manera gráfica en curvas de acumulación de especies. Se comparó la estructura de las comunidades mediante curvas de rango-abundancia, y se comparó la diversidad (índice de Shannon) y similitud (índice de Morisita-Horn) entre el AP y el SAR, bajo los supuestos de que un valor del índice de Shannon mayor a 3.5 representa una alta diversidad (un valor entre 2 y 3.4 representa una diversidad media, y un valor mejor a 2 representa una diversidad baja); y de que un valor del índice de Morisita-Horn igual a 0 representa comunidades distintas (0% de traslape, alto recambio) e igual a 1 representa comunidades iguales (100% traslape, nulo recambio). Los análisis de los datos se llevaron a cabo con los paquetes estadísticos Past 4.03 (Hammer et al. 2001) y Estimates 9.1 (Colwell 2013).

Para determinar las categorías de riesgo de todos los grupos se utilizó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2019, la cual tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana (SEMARNAT 2019). Para las aves, el endemismo se determinó de acuerdo a González-García y Gómez de Silva (2003), teniendo tres categorías de endemismo (*endémicas*, cuya distribución se restringe al territorio nacional, *cuasiendémicas*, cuya distribución fuera de México no mayor a los 35 000 km^2, y *semiendémicas*, aquellas endémicas a un país o a una región durante una época específica del año); y el estatus migratorio de acuerdo a los mapas de distribución generados por el Laboratorio de Ornitología de Cornell (https:// www.allaboutbirds.org/).

Para determinar las abundancias relativas de todos los grupos, a la especie con mayor número de registros se le asignó una abundancia del 100%. Calculamos las abundancias de las demás especies en relación con la especie más abundante de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Arel = \left(\frac{TOz}{TOmax}\right)100$$

Donde:
Arel = Abundancia relativa
TOz = Total de observaciones de la especie z
TOmax = Total de observaciones de la especie más abundante

Según su porcentaje de abundancia, las asignamos a una de las categorías de abundancia relativa propuestas por Pettingill (1970):

(A) = Abundante, de 90 a 100%
(C) = Común, de 65 a 89%
(MC) = Medianamente común, de 31 a 64%
(NC) = No común, de 10 a 30%
(R) = Rara, de 1 a 9%

Se identificaron cuatro tipos principales de asociación vegetal donde fueron registrados los individuos: Bosque de pino-encino o encino-pino, Vegetación riparia o ribereña, Bosque perturbado o transformado, y áreas urbanas. Cabe mencionar que algunas especies, sobre todo las aves, utilizan más de alguno de estos tipos de hábitats.

Finalmente, se utilizó como base el trabajo de Altamirano González-Ortega (2003) para definir los mejores criterios (situación de riesgo, endemismo, área de distribución, usos y susceptibilidad al disturbio) y sus respectivos puntajes para asignar un valor de importancia (Alto, Medio o Bajo) para la conservación de las especies registradas, tanto en el AP como en el SAR.

IV.2.1.2.2.2. AVES, MAMÍFEROS, REPTILES Y ANFIBIOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Durante el desarrollo de la verificación registrada en el Acta AI0117RN2022VA001, "… se pudieron escuchar cantos de diversas aves canoras, así mismo se observaron ejemplares de mamíferos pequeños (ardillas y conejos)".

De los estudios de campo para identificar la fauna presente se generó un inventario con las especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles registrados en el AP con respecto a un sistema de autorreferencia

(mismo sitio, mismo tiempo). Es decir, se distinguió en dosn secciones el predio: oriental y oocidental; a fin de hacer un comparativo entre ellos para fortalecer los análisis diversidad y riqueza y de las cuales se determinó su abundancia, categoría de riesgo, endemismo, estatus migratorio (para las aves), índices de diversidad y similitud. Registramos 94 especies de aves, 9 especies de mamíferos, 4 de anfibios y 8 de reptiles. En el caso de las aves, se registró una especie Amenazada (*Geothlypis tolmiei*) y una especie sujeta a Protección especial (*Myadestes occidentalis*). Para los mamíferos no se registró ninguna especie en riesgo. Para reptiles y anfibios se encontraron dos especies de serpientes Amenazadas (*Thamnophis cyrtopsis y Conopsis biserialis*), una especie de lagartija sujeta a Protección especial (*Sceloporus grammicus*), y una especie de anfibio Amenazada (*Lithobates neovolcanicus*).

Se realizó un muestreo de cuatro grupos de vertebrados terrestres y acuáticos (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) en el área del estudio mediante transectos. El trabajo se basó en un enfoque de conservación de la naturaleza, teniendo como finalidad, además de proporcionar un listado de las especies presentes sus abundancias y algunos estimadores de diversidad, un análisis de su valoración ambiental y económica. Para el muestreo de la avifauna se llevaron a cabo puntos de conteo a lo largo de transectos lineales y no lineales. Para la herpetofauna se realizaron transectos de búsqueda de individuos por el método de encuentro por inspección visual. Para la mastofauna se realizaron transectos de búsqueda de rastros y estaciones de fototrampeo (para el registro de mamíferos medianos y grandes). Para todos los grupos, los transectos y puntos de conteo se establecieron in situ, abarcando la mayor parte posible de las áreas de interés. Para los cuatro grupos considerados, su muestreo se basó en el Protocolo para el monitoreo ecosistémico de bosques y selvas en Áreas Naturales Protegidas (Botello et al. 2022).

Para el presente estudio, la búsqueda de los individuos se llevó a cabo mediante el método de Encuentro por Inspección Visual (VES por sus siglas en inglés; Crump y Scott 1994), el cual es una variante al método de Relevamiento por encuentro Visual (REV) sugerido por Botello et al. (2022), que se ajusta mejor a los objetivos del estudio.

Avifauna

Como resultado del muestreo de avifauna, se registraron en general un total de 94 especies de aves, pertenecientes a 9 órdenes y 31 familias de acuerdo al arreglo taxonómico de la AOU y suplementos (Chesser et al. 2022). Las familias mejor representadas fueron Parulidae (chipes migratorios y residentes) y Tyrannidae (mosqueros, papamoscas y tiranos), con 17 y 11 especies respectivamente.

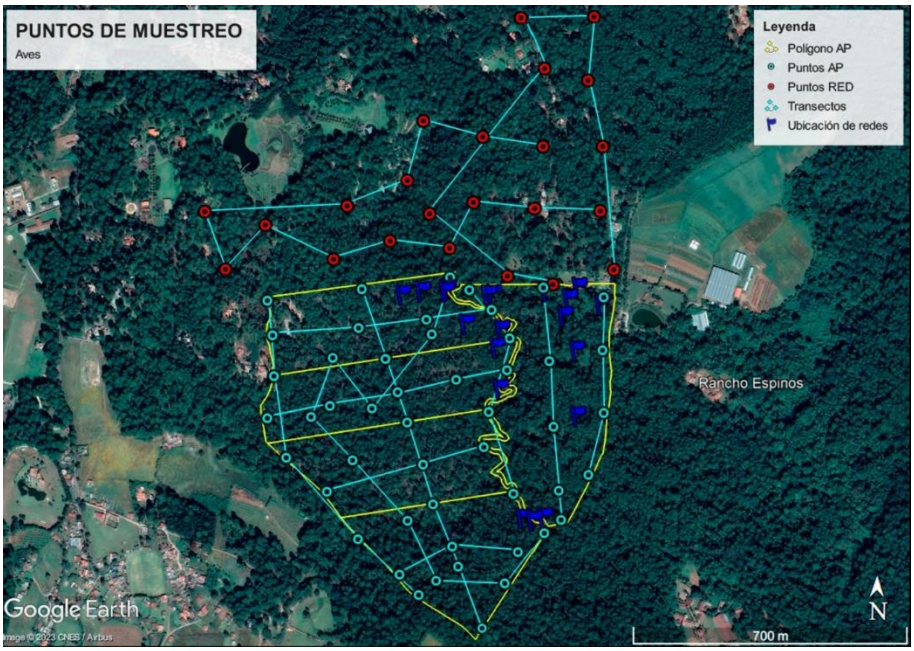


Imagen IV.18. Ubicación geográfica de los puntos (azules en el AP y fuera del AP) y transectos para el muestreo de las aves en el Área del Proyecto (AP). Las banderas azules representan la ubicación geográfica de las redes de niebla para las estaciones de captura.

Como se muestra en el siguiente cuadro, dentro del AP el tratamiento de los polígonos o secciones (occidental y oriental) en conjunto tuvo una mayor riquezade especies (75) que el polígono occidental (66). Si bien ambos sitios presentan una alta diversidad de especies de aves (índice de Shannon mayor a 3.8), el área de polígono oriental es ligeramente más diversa que el área de la del polígono occidental. Respecto a la diversidad beta, se observó un alto grado de traslape de especies (índice de Morisita-Horn de 0.7), teniendo que ambos sitios comparten 54 (57%) de las 94 especies de aves presentes.

Tabla IV.58. Número de especies de aves observadas y esperadas, e índices de diversidad y similitud en el conjunto de polígono oriental y occidental (AP).

POLÍGONO DE ESTUDIO	RIQUEZA OBSERVADA	RIQUEZA ESPERADA (Chao 1)	% DE DETECCIÓN	DIVERSIDAD (Shannon)	SIMILITUD (Morisita-Horn)
Oriental	75	83.26	90.08	3.82	0.70850542
Occidental	66	74.65	88.41	3.80	

Respecto al estado de riesgo, solo dos especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-SEMARNAT-059: El Clarín Jilquero (*Myadestes occidentalis*), considerada como “sujeta a Protección especial” (Pr), y el Chipe Lores Negros (*Geothlypis tolmiei*), considerada como Amenazada. El clarín es una de las especies más abundantes, habiendo sido registrado en todos los sub-polígonos muestreados. Aunque el chipe fue una de las especies raras, fue registrado tanto en el AP como fuera de ella.

Respecto al endemismo, del total de las 94 especies registradas, se tuvieron 22 (24%) en alguna categoría de endemismo. De estas, ocho (8.5% del total) se consideraron como endémicas; seis (6.4% del total) como cuasiendémicas y ocho (8.5% del total) como semiendémicas.

Respecto a la estacionalidad, la mayoría de las especies registradas (71; 75.5%) se consideraron como residentes permanentes; mientras que las restantes 23 (24.5%) son migratorias (visitantes de invierno) en la región que corresponde al AP. Finalmente, respecto a los gremios tróficos, la mayoría de las especies (58; 62%) presentan dietas mayoritariamente inectívoras; teniendo solo tres especies carnívoras (Buteo jamaicensis, Bubo virginianus y Glaucidium gnoma) y una especie piscívora (Megaceryle alcyon).

Tabla IV.59. Inventario de aves registradas en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR), Valle de Bravo, estado de México. ABUNDANCIA: (A) Abundante, (C) Común, (MC) Medianamente Común, (NC) No común, (Ra) Rara, (-) Ausente. NOM-059-2010

ORDEN FAMILIA ***Especie***	**NOMBRE COMÚN**	**ABUNDANCIA**		**NOM -059-2010**	**ESTATUS MIGRATORIO**	**ENDEMISMO**	**GREMIO ALIMENTICIO**
		Sección Ote.	**Sección Pte**				
GALLIFORMES							
CRACIDAE							
Ortalis poliocephala	Chachalaca Pálida	Ra	-	-	RP	E	Frug
CAPRIMULGIFORMES							
CAPRIMULGIDAE							
Antrostomus arizonae	Tapacaminos Cuerporruín Mexicano	Ra	-	-	RP	-	Ins
APODIFORMES							
TROCHILIDAE							
Colibri thalassinus	Colibrí Orejas Violetas	NC	NC	-	RP	-	Nec/Ins
Eugenes fulgens	Colibrí Magnífico	Ra	-	-	RP	-	Nec/Ins
Lampornis amethystinus	Colibrí Garganta Amatista	Ra	Ra	-	RP	-	Nec/Ins
Lampornis clemenciae	Colibrí Garganta Azul	Ra	-	-	RP	SE	Nec/Ins
Basilinna leucotis	Zafiro Orejas Blancas	MC	MC	-	RP	-	Nec/Ins
Saucerottia beryllina	Colibrí Berilo	Ra	-	-	RP	-	Nec/Ins
ACCIPITRIFORMES							
ACCIPITRIDAE							
Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja	-	Ra	-	RP	-	Car
STRIGIFORMES							
STRIGIDAE							
Bubo virginianus	Búho Cornudo	-	Ra	-	RP	-	Car
Glaucidium gnoma	Tecolote Serrano	-	Ra	-	RP	-	Car
TROGONIFORMES							
TROGONIDAE							
Trogon mexicanus	Coa Mexicana	Ra	NC	-	RP	-	Ins/frug
CORACIIFORMES							
ALCEDINIDAE							
Megaceryle alcyon	Martín Pescador Norteño	Ra	-	-	VI	-	Pis
PICIFORMES							
PICIDAE							
Melanerpes formicivorus	Carpintero Bellotero	MC	NC	-	RP	-	Gran/Ins
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano	Ra	Ra	-	RP	-	Ins
Dryobates villosus	Carpintero Albinegro Mayor	Ra	Ra	-	RP	-	Ins
Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	Ra	-	-	RP	-	Ins
PASSERIFORMES							
TITYRIDAE							
Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado	Ra	-	-	RP	-	Ins

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM -059- 2010	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	GREMIO ALIMENTICIO
		Sección Ote.	Sección Pte				
Myiopagis viridicata	Mosquerito Verdoso	Ra	NC	-	RP	-	Ins
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas Triste	-	NC	-	RP	-	Ins
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	Ra	-	-	RP	SE	Ins
Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas Copetón	MC	MC	-	RP	-	Ins
Contopus pertinax	Papamoscas José María	NC	NC	-	RP	-	Ins
Empidonax sp.	Papamoscas	Ra	NC	-	VI	-	Ins
Empidonax hammondii	Papamoscas de Hammond	-	Ra	-	VI	-	Ins
Empidonax occidentalis	Papamoscas Amarillo Barranqueño	Ra	NC	-	RP	SE	Ins
Empidonax fulvifrons	Papamoscas Pecho Canela	Ra	Ra	-	RP	-	Ins
Sayornis nigricans	Papamoscas Negro	-	Ra	-	RP	-	Ins
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	Ra	-	-	RP	-	Ins
FURNARIIDAE							
Lepidocolaptes leucogaster	Trepatroncos Mexicano	NC	NC	-	RP	E	Ins
VIREONIDAE							
Vireolanius melitophrys	Vireón Arlequín	Ra	Ra	-	RP	CE	Ins
Vireo huttoni	Vireo Reyezuelo	-	NC	-	RP	-	Ins
Vireo cassini	Vireo de Cassin	Ra	Ra	-	VI	SE	Ins
Vireo gilvus	Vireo Gorjeador	-	Ra	-	RP	-	Ins
CORVIDAE							
Aphelocoma ultramarina	Chara Transvolcánica	MC	MC	-	RP	-	Omn
HIRUNDINIDAE							
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	NC	-	RP	-	Ins
AEGITHALIDAE							
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	-	NC	-	RP	-	Ins
REGULIDAE							
Corthylio calendula	Reyezuelo Matraquita	NC	C	-	VI	-	Ins
PTILIOGONATIDAE							
Ptiliogonys cinereus	Capulinero Gris	NC	MC	-	RP	CE	Frug/ins
SITTIDAE							
Sitta carolinensis	Bajapalos Pecho Blanco	-	Ra	-	RP	-	Ins
CERTHIIDAE							
Certhia americana	Trepadorcito Americano	NC	NC	-	RP	-	Ins
POLIOPTILIDAE							
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	Ra	NC	-	VI	-	Ins
TROGLODYTIDAE							
Campylorhynchus megalopterus	Matraca Barrada	NC	-	-	RP	E	Ins
Troglodytes aedon	Saltapared Común migratorio	Ra	NC	-	VI	-	Ins
Troglodytes brunneicollis	Saltapared Común residente	Ra	NC	-	RP	CE	Ins
MIMIDAE							
Melanotis caerulescens	Mulato Azul	Ra	Ra	-	RP	E	Ins/frug

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM -059-2010	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	GREMIO ALIMENTICIO
		Sección Ote.	Sección Pte				
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	Ra	-	-	RP	-	Ins/frug
TURDIDAE							
Sialia sialis	Azulejo Garganta Canela	NC	Ra	-	RP	-	Ins/Omn
Myadestes occidentalis	Clarín Jilguero	MC	A	Pr	RP	-	Frug
Catharus aurantiirostris	Zorzal Pico Naranja	Ra	Ra	-	RP	-	Frug
Catharus occidentalis	Zorzal Mexicano	Ra	Ra	-	RP	E	Frug
Catharus guttatus	Zorzal Cola Canela	Ra	Ra	-	VI	-	Frug
Turdus assimilis	Mirlo Garganta Blanca	NC	C	-	RP	-	Frug
Turdus migratorius	Mirlo Primavera	NC	Ra	-	RP	-	Frug
PEUCEDRAMIDAE							
Peucedramus taeniatus	Ocotero Enmascarado	Ra	MC	-	RP	-	Ins
PASSERIDAE							
Passer domesticus	Gorrión Doméstico	Ra	-	-	RP	-	Omn
FRINGILLIDAE							
Coccothraustes abeillei	Picogrueso Encapuchado	Ra	Ra	-	RP	CE	Omn
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	MC	NC	-	RP	-	Omn
Loxia curvirostra	Picotuerto Rojo	Ra	-	-	RP	-	Gran/Ins
Spinus pinus	Jilguerito Pinero	Ra	-	-	RP	-	Gran/Ins
Spinus notatus	Jilguerito Encapuchado	Ra	Ra	-	RP	-	Gran/Ins
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	Ra	-	-	RP	-	Gran/Ins
PASSERELLIDAE							
Arremon virenticeps	Rascador Cejas Verdes	Ra	Ra	-	RP	E	Gran/Ins
Junco phaeonotus	Junco Ojos de Lumbre	NC	MC	-	RP	CE	Gran/Ins
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	Ra	Ra	-	VI	-	Gran/Ins
Melozone fusca	Rascador Viejita	Ra	-	-	RP	-	Omn
Pipilo maculatus	Rascador Moteado	NC	-	-	RP	-	Omn
Atlapetes pileatus	Rascador Gorra Canela	NC	NC	-	RP	E	Omn
ICTERIDAE							
Icterus bullockii	Calandria Cejas Naranjas	Ra	Ra	-	VI	SE	Ins
PARULIDAE							
Parkesia motacilla	Chipe Arroyero	-	Ra	-	VI	-	Ins
Mniotilta varia	Chipe Trepador	Ra	NC	-	VI	-	Ins
Oreothlypis superciliosa	Chipe Cejas Blancas	Ra	Ra	-	RP	-	Ins
Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo	-	Ra	-	VI	-	Ins
Leiothlypis ruficapilla	Chipe Cabeza Gris	Ra	-	-	VI	-	Ins
Geothlypis tolmiei	Chipe Lores Negros	Ra	Ra	A	VI	-	Ins
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	A	NC	-	VI	-	Ins
Setophaga graciae	Chipe Cejas Amarillas	Ra	NC	-	RP	-	Ins
Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	NC	NC	-	VI	-	Ins
Setophaga occidentalis	Chipe Cabeza Amarilla	NC	NC	-	VI	-	Ins
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela	Ra	-	-	RP	CE	Ins
Basileuterus belli	Chipe Cejas Doradas	NC	MC	-	RP	-	Ins
Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra	Ra	MC	-	VI	-	Ins
Cardellina rubrifrons	Chipe Cara Roja	-	NC	-	VI	SE	Ins

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM -059- 2010	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	GREMIO ALIMENTICIO
		Sección Ote.	Sección Pte				
Cardellina rubra	Chipe Rojo	Ra	NC	-	RP	E	Ins
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	Ra	NC	-	RP	-	Ins
Myioborus miniatus	Pavito Alas Negras	NC	C	-	RP	-	Ins
CARDINALIDAE							
Piranga flava	Piranga Encinera	Ra	Ra	-	RP	-	Ins/frug
Piranga rubra	Piranga Roja	Ra	-	-	VI	-	Ins/frug
Piranga ludoviciana	Piranga Capucha Roja	Ra	Ra	-	VI	-	Ins/frug
Piranga bidentata	Piranga Dorso Rayado	Ra	-	-	RP	-	Ins/frug
Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado	Ra	-	-	VI	-	Omn
Pheucticus melanocephalus	Picogordo Tigrillo	Ra	-	-	RP	SE	Omn
Passerina versicolor	Colorín Morado	Ra	-	-	RP	SE	Ins/frug
THRAUPIDAE							
Diglossa baritula	Picochueco Vientre Canela	Ra	-	-	RP	-	Nec



Chachalaca Oriental (*Ortalis vetula*) 📷 ACM



Papamoscas Copetón (*Mitrephanes phaeocercus*) 📷 ACM





Cuicacoche Pico Curvo (*Toxostoma curvirostre*) 📷 ACM



Azulejo Garganta Canela (*Sialia sialis*) 📷 ACM



Clarín Jilguero (*Myadestes occidentalis*) 📷 ACM



Pinzón Mexicano (*Haemorhous mexicanus*) 📷 ACM



Junco Ojo de Lumbre (*Junco phaeonotus*) 📷 ACM



Rascador Viejita (*Melozone fusca*) 📷 ACM



Chipe Rabadilla Amarilla (*Setophaga coronata*) 📷 ACM

Piranga Encinera (*Piranga flava*) 📷 ACM



Piranga Roja (*Piranga rubra*) 📷 ACM



Picogordo Degollado (*Pheucticus ludovicianus*) 📷 ACM



Registro de aves



Muestreo de Aves

Mastofauna

Se registraron en total nueve especies de mamíferos, pertenecientes a cinco órdenes y siete familias según el arreglo taxonómico de Ceballos y Río-Cabrales (2013). Las familias mejor representadas fueron *Canidae* y *Procyonidae*, con dos especies cada una.

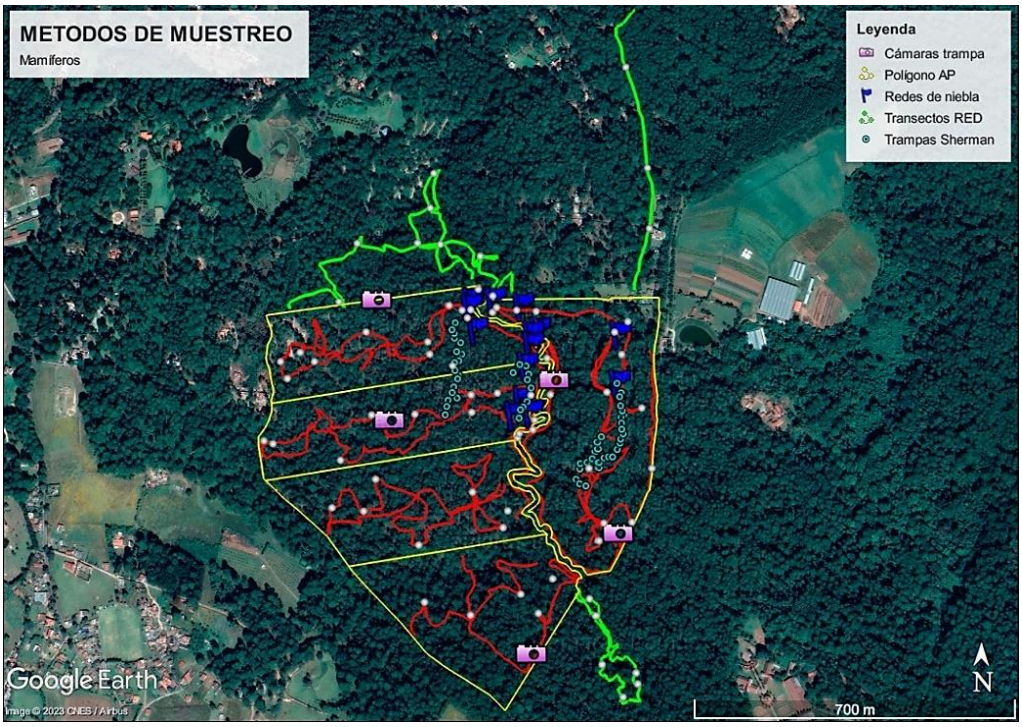


Imagen IV.19. Ubicación geográfica de los métodos de muestreo de mamíferos. Se muestran las ubicaciones de los transectos de búsqueda de rastros dentro del AP (líneas rojas) y fuera del AP (líneas verdes); de los rastros/registros (puntos blancos); de las cámaras trampa (cámaras rosas), de las redes de niebla (banderas azules) y de las trampas Sherman (puntos azul turquesa).

La gran mayoría de los registros se obtuvieron del fototrampeo y de los transectos de búsqueda de rastros. Con el método de redeo solo se obtuvo el registro de una especie, el Murciélago Cola Peluda (*Lasiurus blossevilli*), capturado en el polígono Occidental del AP. No se tuvo éxito de captura de roedores y mamíferos pequeños con las trampas Sherman.

Del total de especies registradas, ocho se encontraron en la sección oriental y la más abundante fue la Ardilla Gris (*Sciurus aureogaster*), típica de bosques templados y muy abundante en bosques con distintos grados de perturbación. Del resto de especies, una (12.50%) fue “común”, dos (25%) fueron “moderadamente comunes”, dos (25%) “no comunes” y dos (25%) “raras”. Por su parte, en el polígono occidental se registraron seis especies, teniendo de igual forma a la Ardilla Gris (*S. aureogaster*) como la especie más abundante. De las restantes, una (16.66%) fue “moderadamente común”, una (16.66%) “no común” y tres (50%) “raras”.

La estructura de las comunidades de ambos tratamientos muestra cierta similitud, pues ambas presentan poca dominancia por la misma especie, no obstante, se puede apreciar una dominancia ligeramente más marcada en el polígono occidental, donde se tuvo un mayor número de especies raras.

Con relación al endemismo, únicamente el Conejo de Monte (*Sylvilagus cunicularius*) es endémica y solo se registró en el conjunto ambas secciones del área de estudio. Respecto a su estado de conservación, ninguna especie se encontró enlistada en la NOM-059. Respecto a los gremios alimenticios, se tuvo a una especie insectívora, una herbívora y ocho omnívoras.

Tabla IV.60. Número de especies de mamíferos observadas y esperadas e índices de diversidad y similitud en el conjunto de secciones (polígonos oriental y occidental)

POLÍGONO DE ESTUDIO	RIQUEZA OBSERVADA	RIQUEZA ESPERADA (Chao 1)	% DE DETECCIÓN	DIVERSIDAD (Shannon)	SIMILITUD (Morisita-Horn)
Oriental	8	10.92	73.26	1.76	0.81997069
Occidental	6	6	100	1.24	

Tabla IV.61. Inventario de mamíferos registrados en el Área del Proyecto (AP) y fuera del AP (SAR), Valle de Bravo, estado de México. ABUNDANCIA: (A) Abundante, (C) Común, (MC) Medianamente Común, (NC) No común, (Ra) Rara, (-) Ausente. NOM-059-20

ORDEN FAMILIA Subfamilia Especie	ABUNDANCIA		NOM-059	ENDEMISMO	GREMIO ALIMENTICIO
	Polígono Oriental	Polígono Occidental			
DIDELPHIMORPHIA					
DIDELPHIDAE					
Didelphinae					
Didelphis virginiana	NC	-	-	-	Omn
LAGOMORPHA					
LEPORIDAE					
Leporinae					
Sylvilagus cunicularius	MC	-	-	E	Her
RODENTIA					
SCIURIDAE					
Sciurinae					
Sciurus aureogaster	A	A	-	-	Omn
CARNIVORA			-	-	
CANIDAE					
Canis latrans	Ra	Ra	-	-	Omn
Urocyon cinereoargenteus	NC	NC	-	-	Omn
MEPHITIDAE					
Mephitis macroura	-	Ra	-	-	Omn
PROCYONIDAE					
Procyoninae					
Bassariscus astutus	MC	MC	-	-	Omn
Procyon lotor	C	Ra	-	-	Omn
CHIROPTERA					
VERPERTILIONIDAE					
Vespertilioninae					
Lasiurus blossevilli	Ra	-	-	-	Ins



Conejo de monte (Sylvilagus cunicularius) 📷 *JANJ*



Ardilla gris (Sciurus aureogaster) 📷 *ACM*



Coyote (Canis latrans) 📷 *JANJ*



Zorra gris (Urocyon cinereoargenteus) 📷 *JANJ*



Zorrillo listado (Mephitis macroura) 📷 *CONABIO*



Cacomixtle norteño (Bassariscus astutus) 📷 *JANJ*



Mapache (Procyon lotor) 📷 *JANJ*



Registro de excretas



Instalación de Cámaras trampa



Registro de huellas

Herpetofauna y anfibios

Se obtuvieron 95 registros de 12 especies (4 anfibios y 8 reptiles), pertenecientes a 2 órdenes y 6 familias. Las familias de reptiles mejor representadas fueron Phrynosomatidae y Natricidae, con 3 especies de lagartijas y tres de serpientes respectivamente; y de anfibios las familias Craugastoridae y Ranidae, con dos especies de ranas cada una. Resulta importante señalar el registro de tres especies consideradas como Amenazadas (*Lithobates neovolcanicus, Thamnophis cyrtopsis y Conopsis biserialis*) y una sujeta a Protección especial (*Sceloporus grammicus*).

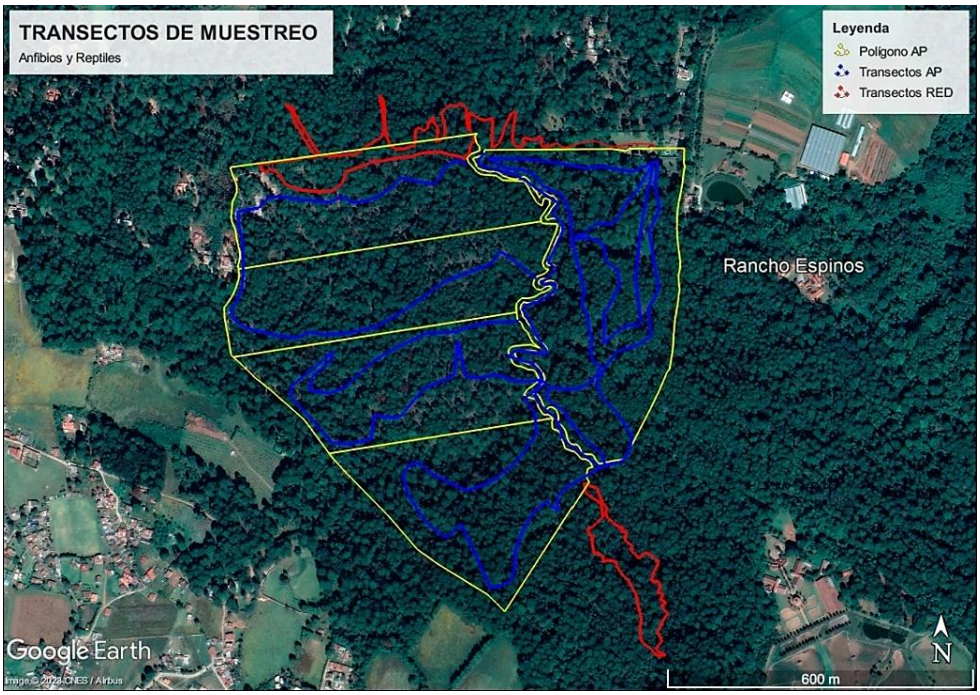


Imagen IV.20. Ubicación geográfica de los transectos por encuentro visual para el muestreo de reptiles y anfibios en el AP (líneas azules) y fuera del AP (líneas rojas).

A excepción de *Craugastor pygmaeus, Sceloporus grammicus y Thamnophis cyrtopsis*, todas las especies de anfibios y reptiles registradas en el AP se consideran como endémicas. *Thamnophis cyrtopsis* y *Thamnophis pulchrilatus* fueron las únicas especies piscívoras/carnívoras, las restantes siete son insectívoras.

Con base en el número de registros, las especies más abundantes dentro del AP fueron el Eslizón de Nariz Corta (*Plestiodon indubitus*) y la Lagartija del Mezquite (*Sceloporus grammicus*). Analizando los polígonos por separado, la especie más abundante en la sección oriental (polígono oriental) fue *P. indubitus*, mientras que en el polígono occidental fueron *C. hobartsmithi, P. indubitus y S. grammicus*. La estructura de las comunidades es similar en ambos polígonos, aunque la identidad y abundancia de las especies difiere. En la sección oriental se registraron 9 especies, y en el occidental 7.

Tabla IV.62. Inventario de Reptiles y Anfibios registrados en el Área del Proyecto (AP), Valle de Bravo, estado de México. ABUNDANCIA: (A) Abundante, (C) Común, (MC) Medianamente Común, (NC) No común, (Ra) Rara. NOM-059-2010: (A) Amenazada, (Pr) Protección especial

ORDEN FAMILIA Especie	ABUNDANCIA				NOM-059-2010	ENDEMISMO	GREMIO ALIMENTICIO
	Bosque templado		Bosque ripario				
	Oriental	Occidental	Río dentro	Río fuera			
ANURA							
CRAUGASTORIDAE							
Craugastor hobartsmithi	Ra	A	NC	A	-	E	Ins
Craugastor pygmaeus	-	-	MC	-	-	-	Ins
RANIDAE							
Lithobates neovolcanicus	-	-	A	-	A	E	Ins/Car
Lithobates spectabilis	-	NC	-	-	-	E	Ins/Car
SQUAMATA							
PHRYNOSOMATIDAE							
Sceloporus subniger	NC	NC	NC	-	-	E	Ins

ORDEN FAMILIA Especie	ABUNDANCIA Bosque templado Oriental	Bosque templado Occidental	Bosque ripario Río dentro	Bosque ripario Río fuera	NOM-059-2010	ENDEMISMO	GREMIO ALIMENTICIO
Sceloporus grammicus	NC	A	MC	-	Pr	-	Ins
Sceloporus torquatus	MC	MC	NC	-	-	E	Ins
SCINCIDAE							
Plestiodon indubitus	A	A	NC	-	-	E	Ins
NATRICIDAE							
Storeria storerioides	Ra	-	-	-	-	E	Ins
Thamnophis cyrtopsis	Ra	-	-	-	A	-	Pis/Car
Thamnophis pulchrilatus	Ra	-	-	-	-	E	Pis/Car
COLUBRIDAE							
Conopsis biserialis	Ra	NC	-	-	A	E	Ins

Tabla IV.63. Número de especies de reptiles y anfibios observadas y esperadas, e índices de diversidad y similitud en los polígonos oriental y occidental, dentro del AP.

POLÍGONO DE ESTUDIO	RIQUEZA OBSERVADA	RIQUEZA ESPERADA (Chao 1)	% DE DETECCIÓN	DIVERSIDAD (Shannon)	SIMILITUD (Morisita-Horn)
Oriental	9	16.11	55.86	1.88	0.6622961
Occidental	7	8.41	83.23	1.79	



Rana ladradora (Craugastor hobartsmithi) 📷 *JTPC*



Rana pigmea (Craugastor pygmaeus) 📷 *JTPC*



Rana neovolcanica (Lithobates neovolcanicus) 📷 *JTPC*



Rana manchada (Lithobates spectabilis) 📷 *JTPC*



Lagartija llanera (Sceloporus subniger) 📷 *JTPC*



Lagartija del Mezquite (Sceloporus grammicus) 📷 *JTPC*



Roño de collar (Sceloporus torquatus) 📷 *JTPC*



Eslizón de nariz corta (Plestiodon indubitus) 📷 *JTPC*



Culebra de agua (Thamnophis cyrtopsis) 📷 *JTPC*



Culebra (Thamnophis pulchrilatus) 📷 *JTPC*



Culebra de tierra (Conopsis biserialis) 📷 *JTPC*



Culebra parda (Storeria storerioides) 📷 *JTPC*



Muestreo de anfibios y reptiles 📷 *JANJ*



Muestreo de anfibios y reptiles en las obras 📷 *JANJ*



Colecta de anfibios y retiles 📷 *JANJ*



Registro fotográfico de anfibios y reptiles 📷 *JANJ*

IV.2.1.2.2.3. INVENTARIO DE FAUNA DEL AP EN RELACIÓN A SU CONTEXTO AMBIENTAL DEL RESPECTO AL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

AVIFAUNA

Como resultado del muestreo, se registraron en total 109 especies de aves, pertenecientes a 12 órdenes y 35 familias de acuerdo al arreglo taxonómico de la AOU y suplementos (Chesser *et al*. 2022). Las familias mejor representadas fueron Parulidae (chipes migratorios y residentes) y Tyrannidae (mosqueros, papamoscas y tiranos), con 18 y 14 especies respectivamente (Anexo 1). En general, las especies más abundantes fueron el Chipe Rabadilla Amarilla (*Setophaga coronata*) y el Clarín Jilguero (*Myadestes occidentalis*). Anexo 1.

Respecto al estado de riesgo, solo tres especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-SEMARNAT-059: El Clarín Jilquero (*Myadestes occidentalis*) considerada como "sujeta a Protección especial" (Pr), el Chipe Lores Negros (*Geothlypis tolmiei*) considerada como "Amenazada" (A), y el Zorzal de Frantzius (*Catharus frantzii*) también en la categoría de "Amenazada". Anexo 1.

Respecto al endemismo, de las 109 especies registradas, se tuvieron 26 (24%) en alguna categoría de endemismo. De estas, nueve (8.3% del total) se consideraron como endémicas; seis (5.5% del total) como cuasiendémicas y 11 (10.1% del total) como semiendémicas (Anexo 1). Respecto a la estacionalidad, la mayoría de las especies registradas (82; 75.2% del total) se consideraron como residentes permanentes; mientras que las restantes 27 (24.8% del total) son migratorias (visitantes de invierno) en la región muestreada (Anexo 1).

Analizando ambos sitios por separado, se observa que el número de especies en alguna de categoría de endemismo, así como el número de especies residentes y migratorias es muy similar entre el AP y el SAR. Por lo que, pesar de tener menos especies que el SAR, el AP representa un sitio de importancia para mantener las poblaciones de las aves endémicas y migratorias, las cuales representan alrededor de una cuarta parte del total de la avifauna presente.

Tabla IV.64. Comparación del endemismo y estacionalidad de las especies de aves registradas en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). Se muestra el porcentaje en relación al número de especies para cada sitio (87 para el AP y 91 para el SAR).

	AP	**SAR**

	No. de especies	%	No. de especies	%
ENDEMISMO:				
Endémica	8	9.2	8	8.8
Cuasiendémica	6	6.9	6	6.6
Semiendémica	7	8	8	8.8
No endémica	66	75.9	69	75.8
ESTACIONALIDAD:				
Residente Permanente	65	74.7	69	75.8
Migratoria (Visitante invernal)	22	25.3	22	24.2

MASTOFAUNA

Como resultado de los diferentes métodos empleados para el muestreo, e incluyendo las dos primeras salidas de campo, se registraron en total 9 especies de mamíferos, pertenecientes a 5 órdenes y 7 familias según el arreglo taxonómico de Ceballos y Río-Cabrales (2013). Las familias mejor representadas fueron Canidae y Procyonidae, con 2 especies cada una (ver Anexo 1). En general, la especie más abundante fue la Ardilla Gris (*Sciurus aureogaster*).

La gran mayoría de los registros se obtuvieron del fototrampeo y de los transectos de búsqueda de rastros. Con el método de rodeo solo se obtuvo el registro de una especie, el Murciélago Cola Peluda (*Lasiurus blossevilli*), capturado en el polígono occidental del AP. No se tuvo éxito de captura de murciélagos en el SAR. Tampoco se tuvo éxito de captura de roedores y mamíferos pequeños con las trampas Sherman en el AP.

Con relación al endemismo, únicamente el Conejo de Monte (*Sylvilagus cunicularius*) es endémica, el cual fue registrado en el AP y no en el SAR. Respecto a su estado de conservación, ninguna especie se encontró enlistada en la NOM-059. No obstante, debido a que aún no se integra la información de la tercera salida de muestreo en el SAR, no se sabe si otras especies endémicas o en riesgo estén presentes allí. La presencia del conejo endémico en el AP resalta la importancia de conservar el área para esta y las otras especies de mamíferos presentes.

HERPETOFAUNA

Como resultado del muestreo (incluyendo las tres salidas de campo) se obtuvieron 146 registros de 16 especies (7 anfibios y 9 reptiles), pertenecientes a 2 órdenes y 8 familias. Las familias de reptiles mejor representadas fueron Phrynosomatidae y Natricidae, con tres especies de lagartijas y tres de culebras respectivamente; y de anfibios la familia Hylidae, con tres especies de ranas (Anexo 1). Con base en el número de registros, las especies más abundantes fueron el Eslizón de Nariz Corta (*Plestiodon indubitus*) y la Ranita de Pastizal (*Exerodonta smaragdina*).

Resulta importante señalar el registro de tres especies consideradas como Amenazadas (*Lithobates neovolcanicus*, *Thamnophis cyrtopsis* y *Conopsis biserialis*) y dos sujetas a Protección especial (*Sceloporus grammicus* y *Exerodonta smaragdina*).

A excepción de *Craugastor pygmaeus*, *Sceloporus grammicus* y *Thamnophis cyrtopsis*, el resto de las 13 especies de anfibios y reptiles registradas (81.3%) se consideran como endémicas. No obstante, aunque el número de especies endémicas fue igual entre el AP y el SAR, algunas de estas especies fueron encontradas de manera restringida en un determinado sitio. Por ejemplo, tres especies de ranas endémicas (*Dryophytes eximius*, *Exerodonta smaragdina* y *Sarcohyla hapsa*) se encontraron únicamente en el SAR,

mientras que otras dos ranas (*Lithobates neovolcanicus* y *L. spectabilis*) y dos culebras endémicas (*Conopsis biserialis* y *Thamnophis pulchrilatus*) se encontraron únicamente en el AP.

Tabla IV.65. Comparación del endemismo de las especies de anfibios y reptiles registradas en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). Se muestra el porcentaje en relación al número de especies para cada sitio (12 para el AP y 10 para el SAR).

	AP		SAR	
	No. de especies	**%**	**No. de especies**	**%**
ENDEMISMO:				
Endémica	9	75	9	90
No endémica	3	25	1	10

IDENTIFICACIÓN DE LAS POBLACIONES Y/O ESPECIES ANIMALES EN RIESGO.

Para el caso de las aves, se registraron tres especies enlistadas en la NOM-059: el Clarín Jilguero (*Myadestes occidentalis*; Pr) y el Chipe Lores Negros (*Geothlypis tolmiei*; A), y el Zorzal de Frantzius (*Catharus frantzii*; A). El Clarín Jilguero resultó ser una de las especies más numerosas, habiendo sido registrado en todos los sitios muestreados. Aunque el Chipe Lores Negros fue una especie considerada como rara, fue registrada tanto en el AP como en el SAR; mientras que el Zorzal de Frantzius, también rara, se registró únicamente en el SAR y no en el AP (Anexo 1). Consideramos que, el mantener el mayor número posible de pinos y encinos, y sobre todo de las cañadas arboladas con elementos riparios, representa una medida eficaz para que las poblaciones de las tres especies permanezcan estables en caso de que se lleven a cabo desarrollos inmobiliarios en la zona. Para el Chipe y el Zorzal, son de vital importancia las áreas densamente arbustivas y húmedas, por lo que además de mantener el estrato arbóreo, resulta necesario proteger el sotobosque, sobre todo en las cañadas y cerca de los cuerpos de agua, donde habitan otras especies de aves que, aunque no están enlistadas en la NOM, son importantes al considerase como endémicas y presentan un alto valor de importancia (Anexo 1), como es el caso de *Melanotis caerulescens*, *Arremon virenticeps* y *Cardellina rubra*, entre otros.

En el SAR, además de presentar una riqueza de especies ligeramente mayor que en el AP, se registró allí una especie amenazada adicional y una especie con un valor alto de importancia adicional. Esto pone en evidencia la necesidad de extender los esfuerzos de conservación no solo a los límites del AP, sino al área de bosque circundante al mismo. Esto permitiría asegurar la conectividad entre las poblaciones, y evitar que el AP quede aislado y que las poblaciones se enfrenten a procesos de extinción local.

Tabla IV.66. Número de especies de aves en riesgo de acuerdo a la NOM-051; y número de especies de importancia (alta, media o baja) para su conservación, tanto en el Área del Proyecto (AP) como en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Se muestra el porcentaje en relación al número de especies para cada sitio (87 para el AP y 91 para el SAR). Todas las especies enlistadas en la NOM se encuentran entre las especies con un valor de importancia alto.

	AP		SAR	
	No. de especies	**%**	**No. de especies**	**%**
NOM-SEMARNAT-059-2019:				
Amenazada	1	1.1	2	2.2
Sujeta a Protección especial	1	1.1	1	1.1
Sin categoría	85	97.7	88	96.7
VALOR DE IMPORTANCIA:				
Alto	7	8.04	8	8.79
Medio	53	60.91	52	57.14

	AP		SAR	
	No. de especies	**%**	**No. de especies**	**%**
Bajo	27	31.03	31	34.06

Para los mamíferos no se registró ninguna especie enlistada en la NOM, no obstante, esto no significa que las especies presentes no tengan un valor intrínseco, ya que estas forman parte del ecosistema y su extirpación puede llevar a un desequilibrio ambiental. Para el AP resulta importante la presencia del Conejo de Monte (*Sylvilagus cunicularius*), la única especie considerada como endémica, y que no fue registrada en el SAR (Anexo 1).

El grupo de los reptiles y anfibios resultó ser el que presentó el mayor número de endemismos y de especies enlistadas en alguna categoría de riesgo (Anexo 1), estas fueron: *Exerodonta smaragdina* (sujeta a Protección especial; una rana abundante en el SAR), *Lithobates neovolcanicus* (Amenazada; una rana medianamente común en el AP), *Sceloporus grammicus* (sujeta a Protección especial; una lagartija relativamente común tanto en el AP como en el SAR), *Conopsis biserialis* (Amenazada; una culebra terrestre poco común en el AP) y *Thamnophis cyrtopsis* (Amenazada; otra culebra que aunque está ampliamente distribuida en el país fue rara en el AP). Como ya se mencionó anteriormente, resulta de gran importancia la conservación de las áreas húmedas en las cañadas y de la vegetación circundante a los ríos primarios y secundarios dentro y fuera del AP. Al preservar estas áreas incrementa la probabilidad de que muchas especies (sobre todo aquellas poco abundantes) permanezcan en caso de que el AP sea sometido a cambio de uso de suelo o a un disturbio natural.

Al comparar las especies enlistadas en la NOM y las especies de importancia para su conservación, entre el AP y el SAR, encontramos que en el AP se tuvo un mayor número de especies en riesgo (3 amenazadas y una sujeta a protección especial), mientras que en el AP solo se tuvieron dos especies sujetas a protección especial (Anexo 1). Respecto a los valores de importancia, observamos que en ambos sitios se tuvo un número significativo de especies con un alto valor de importancia. Al albergar tres especies amenazadas (una rana y dos culebras), el AP representa un área de importancia para la conservación de especies de anfibios y reptiles en riesgo; mientas que el SAR representa un sitio de importancia para la preservación de ranas endémicas y sensibles al disturbio.

Tabla IV.67. Número de especies de anfibios y reptiles en riesgo de acuerdo a la NOM-051; y número de especies de importancia (alta, media o baja) para su conservación, tanto en el Área del Proyecto (AP) como en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Se muestra el porcentaje en relación al número de especies para cada sitio (12 para el AP y 10 para el SAR).

	AP		SAR	
	No. de especies	**%**	**No. de especies**	**%**
NOM-SEMARNAT-059-2019:				
Amenazada	3	25	0	0
Sujeta a Protección especial	1	8.33	2	20
Sin categoría	8	66.67	8	80
VALOR DE IMPORTANCIA:				
Alto	7	58.33	7	70
Medio	4	33.33	2	20
Bajo	1	8.33	1	10

IV.2.1.2.2.4. COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA DEL AP CON RELACIÓN A LA FAUNA PRESENTE EN EL SAR.

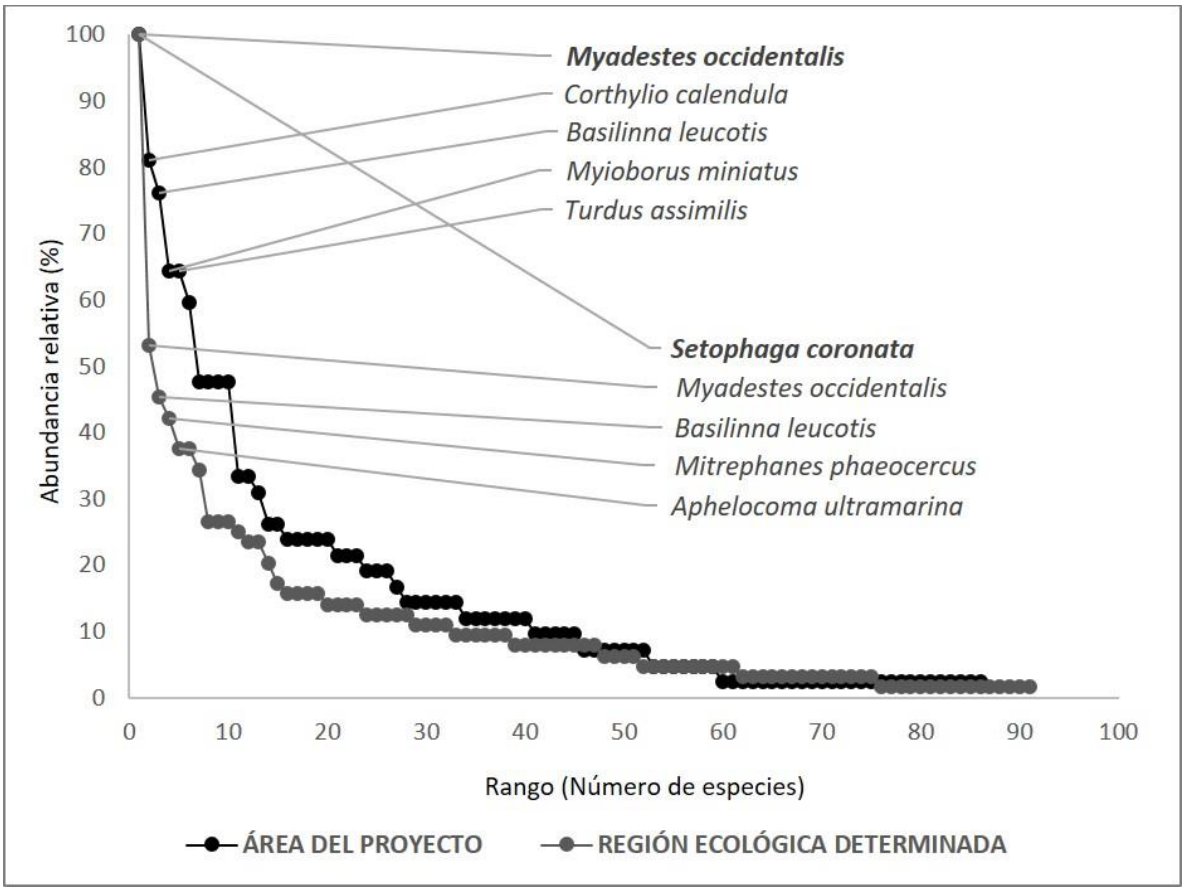
AVES

Específicamente, en el AP se determinaron un total de 87 especies (Anexo 1). De estas, la más abundante y dominante fue el Clarín Jilguero (*Myadestes occidentalis*), especie típica de cañadas y bosques de pino-encino. De las restantes, cuatro (4.6%) se consideraron "comunes", ocho (9.2%) "medianamente comunes", 32 (36.8%) "no comunes" y 42 (48.3%) "raras". En el SAR se registraron 91 especies, siendo la más abundante y dominante el Chipe Rabadilla Amarilla (*Setophaga coronata*), especie migratoria de invierno y ampliamente distribuida en ambientes arbolados de todo tipo. De las restantes, cinco (5.5%) se consideraron "comunes", nueve (9.9%) "medianamente comunes", 36 (39.6%) "no comunes" y 40 (44%) "raras". La curva de rango-abundancia muestra que la comunidad de aves del SAR presenta una dominancia más marcada que la comunidad del AP, teniendo en ambos casos una alta proporción de especies raras (Anexo 1). Cabe mencionar que el Clarín Jilguero (*Myadestes occidentalis*) y el Zafiro Orejas Blancas (*Basilinna leucotis*) se encuentran entre las especies más abundantes en ambos sitios.

Para el grupo de las aves se tuvo un esfuerzo de muestreo satisfactorio, estimando porcentajes de detectabilidad de 84.7 y 91.9% para el AP y el SAR, respectivamente. Las curvas de acumulación de especies para cada polígono muestran una tendencia asintótica.

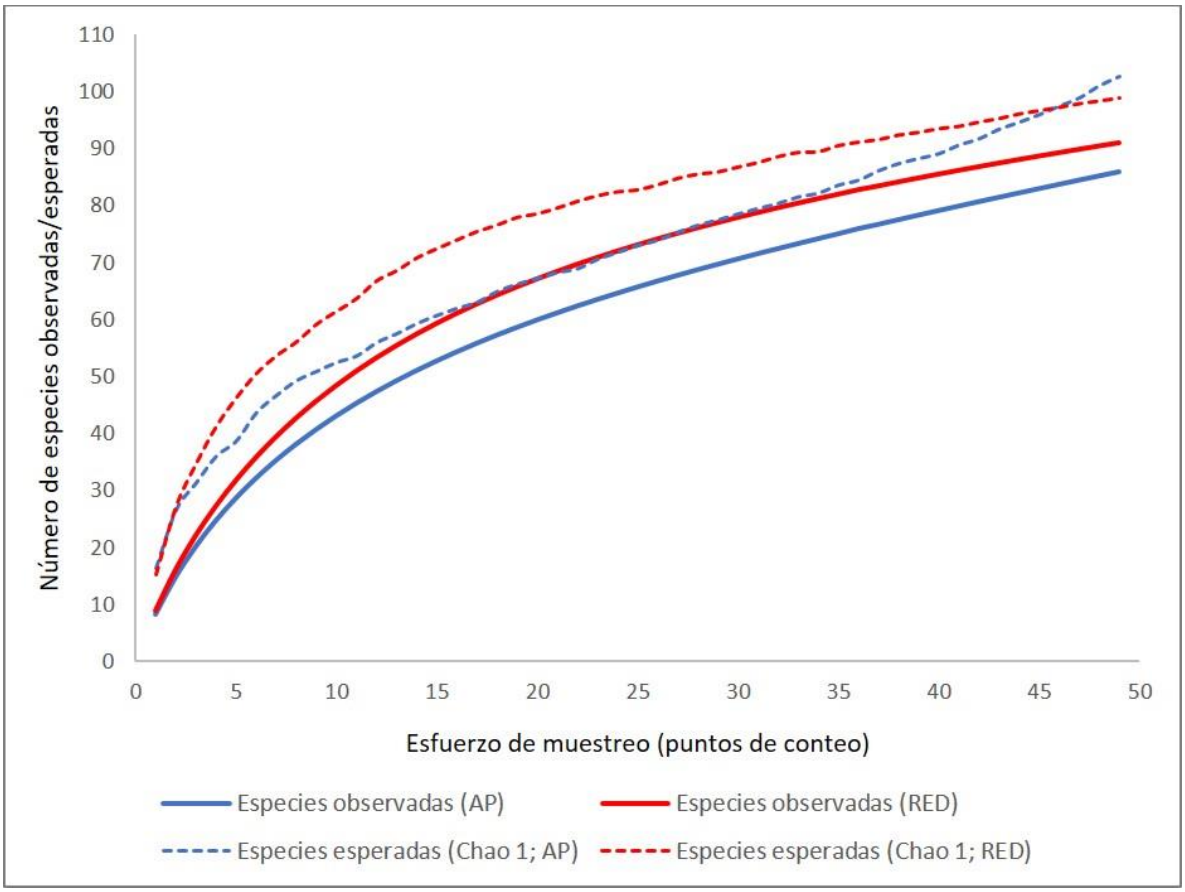
Tabla IV.68. Número de especies de aves observadas y esperadas, e índices de diversidad y similitud en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR)

POLIGONO DE ESTUDIO	RIQUEZA OBSERVADA	RIQUEZA ESPERADA (Chao 1)	% DE DETECCIÓN	DIVERSIDAD (Shannon)	SIMILITUD (Morisita-Horn)
AP	87	102.7	84.7	3.9	0.78
SAR	91	98.9	91.9	4	



Grafica IV.2. Curva de rango-abundancia de las especies de aves registradas en el Área del Proyecto (AP; línea oscura) y el Sistema Ambiental Regional (SAR; línea gris). Se señalan las cinco especies más abundantes de cada sitio.

Como se muestra en él, en el Sistema Ambiental Regional se tuvo una mayor riqueza de especies (91) que en el Área del Proyecto (86). Si bien ambos sitios presentan una alta diversidad de especies de aves (índice de Shannon mayor a 3.8), el área del SAR es ligeramente más diversa que el área del AP. Respecto a la diversidad beta, se observó un alto grado de traslape de especies (índice de Morisita-Horn de 0.78), teniendo que ambos sitios comparten 69 (63.3%) de las 109 especies de aves presentes.

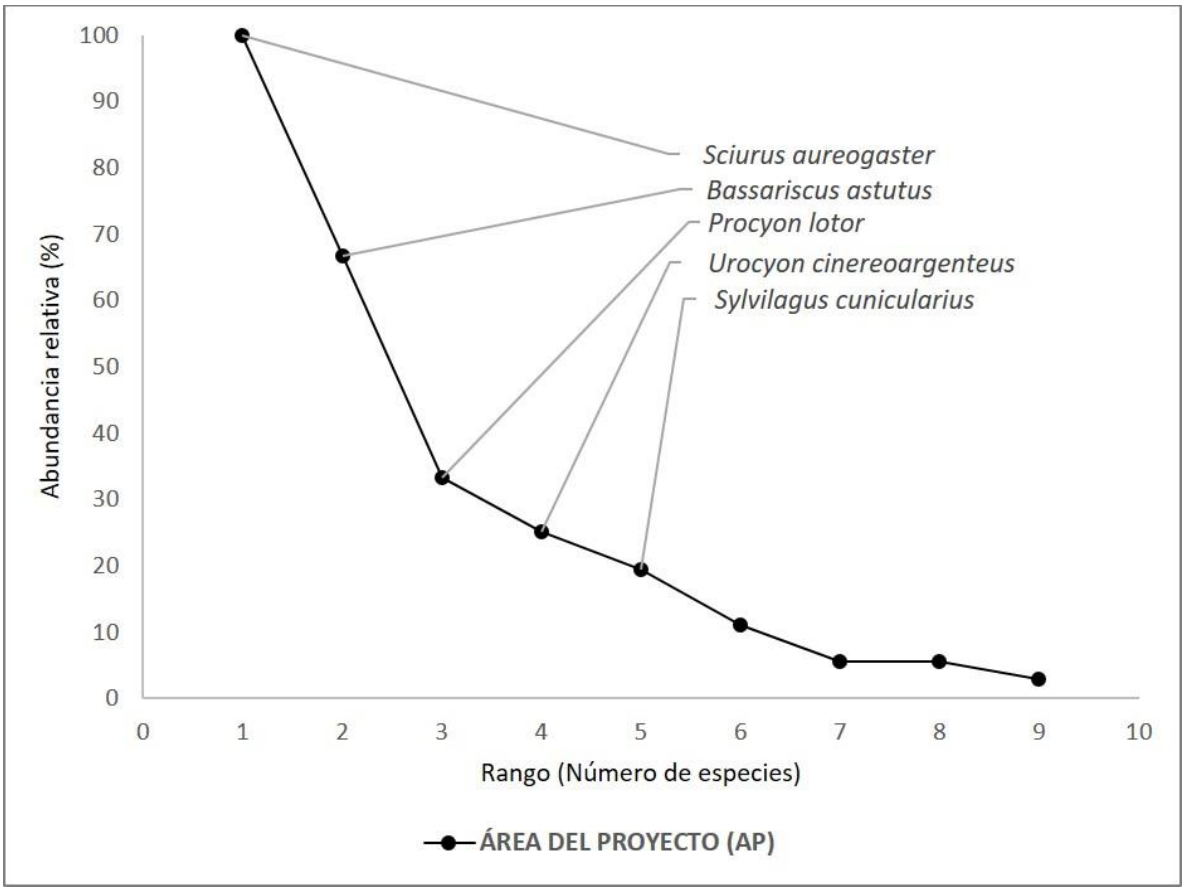


Grafica IV.3. Curvas de acumulación de especies de aves en el Área del Proyecto (AP; líneas azules) y en el Sistema Ambiental Regional (SAR; líneas rojas). Se muestran las curvas de las especies esperadas (estimador Chao 1; líneas punteadas) para cada tratamiento.

MAMÍFEROS

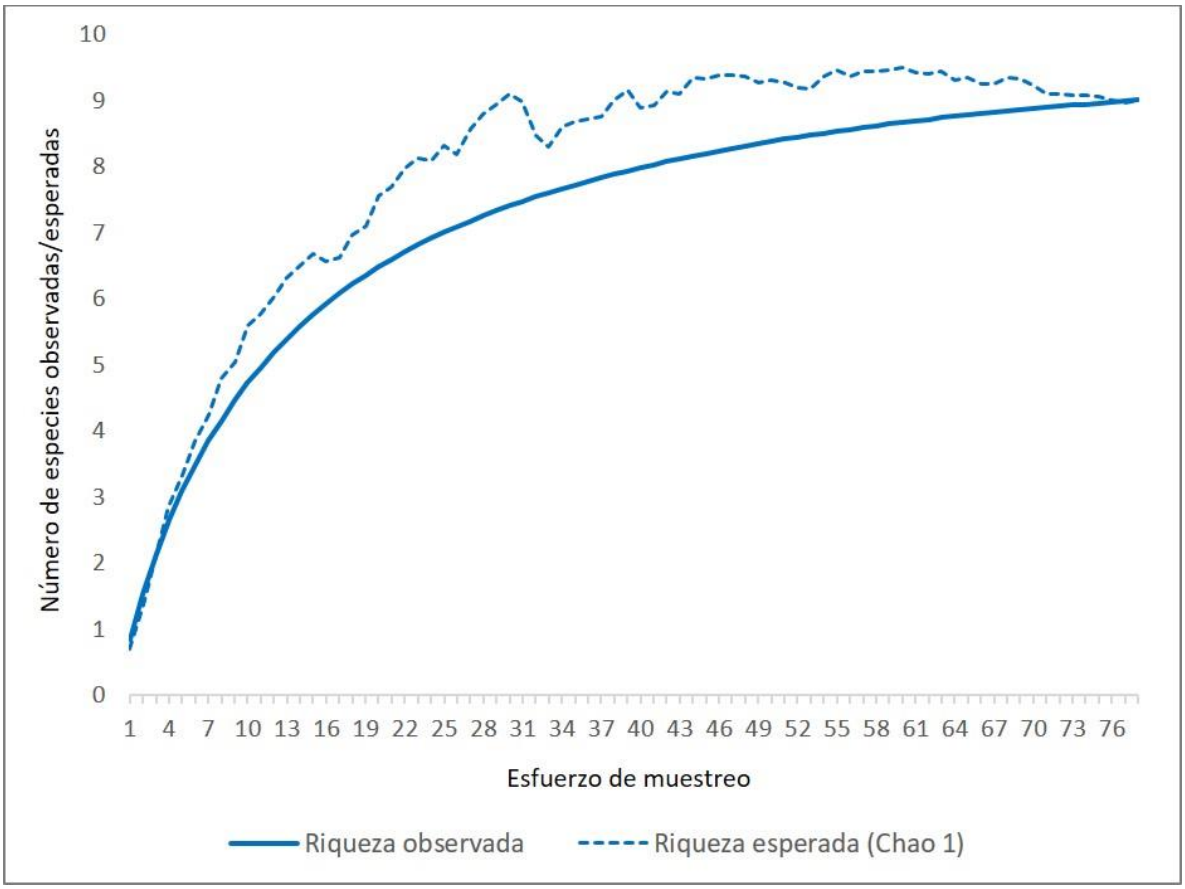
Del total de especies registradas, 9 se encontraron en el AP y la más abundante fue la Ardilla Gris (*Sciurus aureogaster*), típica de bosques templados y muy abundante en bosques con distintos grados de perturbación. Del resto de especies, una (11.11%) fue "común", una (11.11%) "medianamente común", tres (33.33%) "no comunes" y tres (33.33%) "raras" (Anexo 1). Por su parte, en el SAR se registraron 5 especies, teniendo al Cacomixtle Norteño (*Bassariscus astutus*) como la especie más abundante y las otras cuatro aparentemente raras. Cabe mencionar que aún falta integrar la información de la tercera salida de muestreo en el SAR, por lo que los resultados de este sitio aún no son concluyentes.

Aún no se puede hacer una comparación de la estructura de las comunidades entre ambos sitios muestreados. No obstante, analizando únicamente el AP, se observa que el sitio presenta una dominancia moderada por la Ardilla gris, teniendo relativamente pocas especies raras.



Grafica IV.4. Curva de rango-abundancia de las especies de mamíferos registradas en el Área del Proyecto (AP). Se señalan las cinco especies más abundantes.

El esfuerzo de muestreo para el AP fue muy satisfactorio, teniendo un porcentaje de detección cercano al 100%. La curva de acumulación de especies (tanto la observada como la esperada) muestran una marcada asíntota. Sin embargo, el hecho de tener un porcentaje de detección del 100% para el AP debería interpretarse con cautela, ya que el esfuerzo de muestreo fue bajo y se registraron relativamente pocas especies. Este patrón podría deberse a un supuesto no considerado en el análisis estadístico. Para generar resultados más robustos, se recomienda ampliar el esfuerzo de muestreo de mamíferos (en especial con estaciones de captura y fototrampeo) en todos los sitios de interés. Analizando los estimadores de diversidad, encontramos que en el AP se tuvo un valor de diversidad bajo (índice de Shannon menor a 1.72.



Grafica IV.5. Curvas de acumulación de especies de mamíferos para el Área del Proyecto (AP; línea azul). Se muestra la curva de las especies esperadas (estimador Chao 1; línea azul punteada) para el AP.

Tabla IV.69. Número de especies de mamíferos observadas y esperadas e índices de diversidad en el Área del Proyecto (AP).

POLÍGONO DE ESTUDIO	RIQUEZA OBSERVADA	RIQUEZA ESPERADA (Chao 1)	% DE DETECCIÓN	DIVERSIDAD (Shannon)	SIMILITUD (Morisita-Horn)
AP	9	9	100%	1.72	-

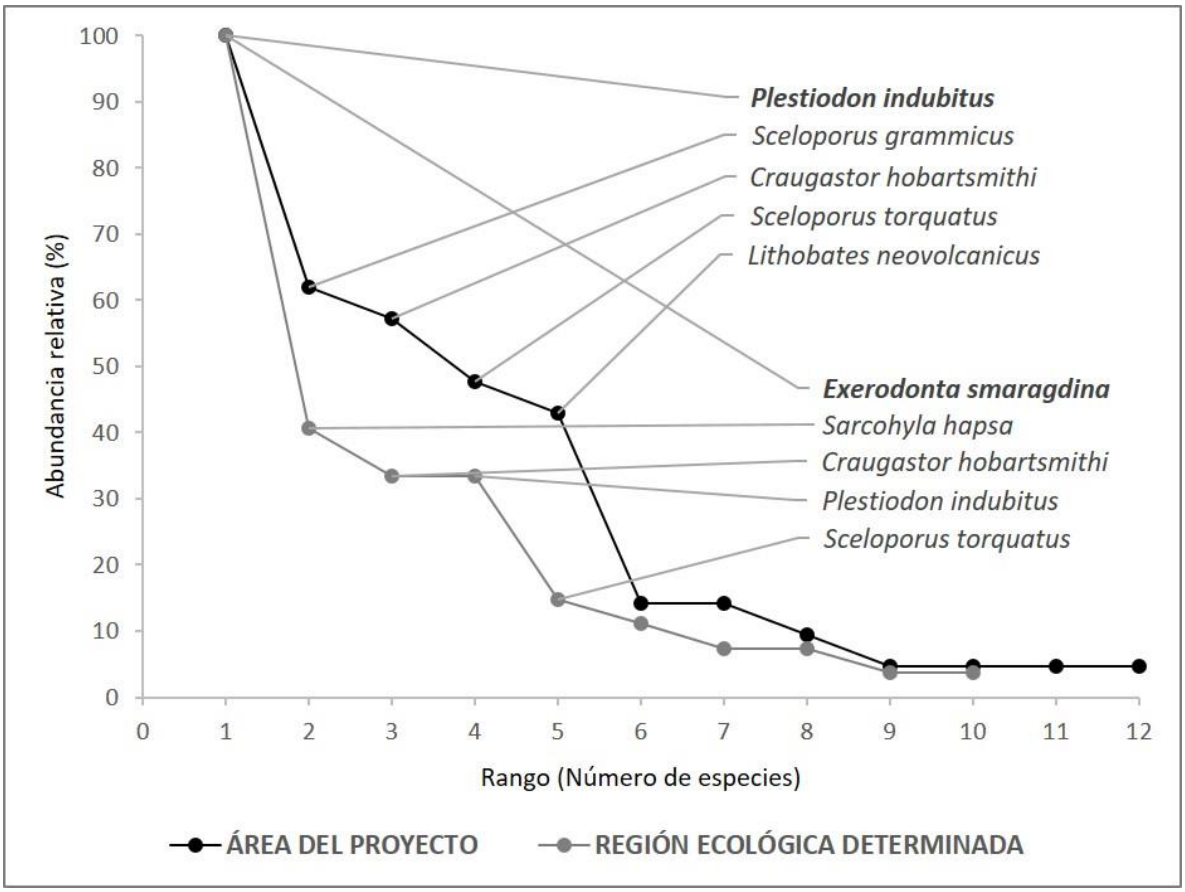
ANFIBIOS Y REPTILES

En el AP se encontraron 12 especies (4 anfibios y 8 reptiles), mientras que en el SAR se registraron 10 especies (4 anfibios y 6 reptiles). Analizando las comunidades de los dos sitios por separado, observamos que en el AP la especie más abundante en fue el Eslizón de Nariz Corta (*Plestiodon indubitus*), una lagartija endémica a las áreas montañosas del centro de México. De las restantes, 4 (33.33%) fueron "medianamente comunes", 3 (25%) "no comunes", y 4 (33.33%) "raras". Por su parte, en el SAR la especie más abundante y dominante fue la Ranita de Pastizal (*Exerodonta smaragdina*), una especie de rana endémica al occidente de México. De las restantes, 3 (30%) fueron "medianamente comunes", 2 (20%) "no comunes" y 4 (40%) "raras".

La estructura de las comunidades fue similar en ambos sitios, aunque en el AP la riqueza de especies fue ligeramente mayor (12 vs 10) y como ya se mencionó anteriormente, la identidad de las especies varió en

gran medida (Anexo 1). Sin embargo, cabe señalar que *Craugastor hobartsmithi* y *Sceloporus torquatus* se encontraron entre las especies más numerosas en ambos sitios. Ambos sitios cuentan con relativamente pocas especies raras.

El esfuerzo de muestreo para el AP y el SAR fue satisfactorio, aunque un poco más completo en el SAR, teniendo porcentajes de detección del 71.13 y 84.1%, respectivamente. Una recomendación para ambos sitios sería ampliar el esfuerzo de muestreo durante el periodo de verano, para incrementar la completitud del muestreo y tener una aproximación más real a la herpetofauna presente.



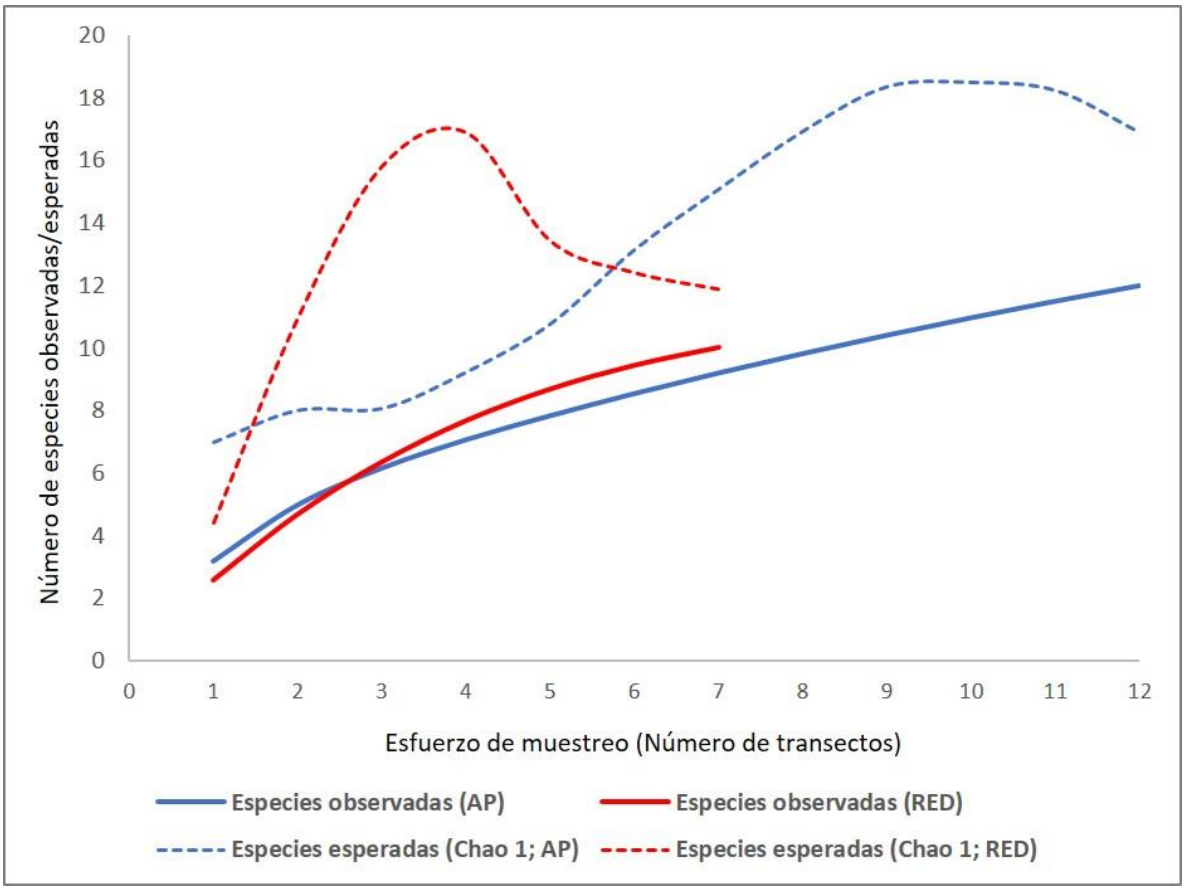
Grafica IV.6. Curva de rango-abundancia de las especies de anfibios y reptiles registradas en el AP (línea oscura) y en el SAR (línea gris). Se muestran las cinco especies más abundantes de cada sitio.

Tabla IV.70. Número de especies de reptiles y anfibios observadas y esperadas, e índices de diversidad y similitud en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR).

POLÍGONO DE ESTUDIO	RIQUEZA OBSERVADA	RIQUEZA ESPERADA (Chao 1)	% DE DETECCIÓN	DIVERSIDAD (Shannon)	SIMILITUD (Morisita-Horn)
AP	12	16.87	71.13	2.12	0.6622961
SAR	10	11.9	84.1	2.22	

En ambos sitos muestreados se tuvo un valor de diversidad medio (índice de Shannon menor mayor a 2), siendo ligeramente más alta en el SAR. Por otra parte, ambos sitios presentaron una baja similitud de

especies (índice de Morisita-Horn de 0.37), lo que refleja el alto grado de recambio de especies entre ambos sitios, pues en ellos solo se comparten 6 (37.5%) de las 16 especies registradas en total.



Grafica IV.7. Curvas de acumulación de especies de anfibios y reptiles en el Área del Proyecto (AP; líneas azules) y en el Sistema Ambiental Regional (SAR; líneas rojas). Se muestran las curvas de las especies esperadas (estimador Chao 1; líneas punteadas) para cada tratamiento.

IV.2.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO.

A continuación, se presenta el municipio en el que se encuentra el sistema ambiental regional y área del proyecto, así mismo se muestran los datos socioeconómicos.

DEMOGRÁFICA.

- **Valle de Bravo.**

Es uno de los 125 municipios del Estado de México, México y uno de los 7 municipios que integran la Región Valle de Bravo. Su cabecera municipal es Valle de Bravo (antiguamente llamado San Francisco del Valle de Tesmascaltepec) y es también cabecera regional.

Se localiza en la parte poniente del estado, en las coordenadas 98° 53’45” (mínima) 98°55´ 50” (máxima) longitud oeste y 19°43´33´(mínima) 19°36´40” (máxima) latitud norte, a una altura de 1,300 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Amanalco y Donato Guerra, al poniente con el Santo Tomás, Otzoloapan y Zacazonapan. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 84 kilómetros. La zona abarca una superficie territorial de 1,997.49 km² que corresponde al 8.9% del territorio estatal.

En cuanto a los puntos más relevantes se encuentran:

- ✓ El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 4.1 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 4.1 integrantes.
- ✓ El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 7.9, frente al grado promedio de escolaridad de 9.1 en la entidad.
- ✓ En 2010, el municipio contaba con 68 escuelas preescolares (0.8% del total estatal), 65 primarias (0.8% del total) y 36 secundarias (1%). Además, el municipio contaba con nueve bachilleratos (0.7%) y una escuela de formación para el trabajo (0.3%). El municipio no contaba con ninguna primaria indígena.
- ✓ Las unidades médicas en el municipio eran 16 (0.9% del total de unidades médicas del estado). • El personal médico era de 155 personas (0.9% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 9.7, frente a la razón de 10.1 en todo el estado[4].
- ✓ En 2010, 32,888 individuos (58.3% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 23,541 (41.7%) presentaban pobreza moderada y 9,347 (16.6%) estaban en pobreza extrema.
- ✓ En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 27.2% de la población, lo que significa que 15,330 individuos presentaron esta carencia social.
- ✓ En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 26.9%, equivalente a 15,171 personas.
- ✓ La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 79.5% de la población, es decir 44,876 personas se encontraban bajo esta condición.
- ✓ El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 23.5% (13,267 personas).
- ✓ El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 35.3%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 19,939 personas.
- ✓ La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 36.6%, es decir una población de 20,675 personas.

DINÁMICA DEMOGRÁFICA.

En el año 2000 el Estado de México tenía una población total de 13 millones 96 mil 686 habitantes, cifra que para 2015 incrementó en más de tres millones de personas alcanzando un total de 16 millones 187 mil 608 habitantes. La última cifra de 2017 registra 17 millones 363 mil 382 mexiquenses lo que representa un aumento de más de un millón de personas en tan solo dos años.

Por su parte la Región XIX Valle de Bravo en el año 2000 contó con 297 mil 691 habitantes, lo que representó el 2.27 por ciento de la población estatal y para 2015 creció a 362 mil 954 habitantes, equivalente al 2.24 por ciento del total estatal. La cifra de 2017 muestra un incremento de 33 mil 667 personas, alcanzando los 396 mil 621 habitantes.

[4] Fuente: Elaboración propia con información de CONEVAL.

De acuerdo con lo anterior, la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de la Región XIX Valle de Bravo para el periodo 2010-2015 fue de 1.31 por ciento, menor a la de la entidad la cual se ubicó en 1.37 por ciento. Cifras que para el periodo 2015-2017 incrementaron a 3.94 y 3.10 por ciento respectivamente. Los municipios de la región que muestran las TCMA más altas son Otzoloapan que pasó de -0.64 por ciento en el periodo 2000-2010 a 14.65 por ciento en el último periodo de referencia. Por otra parte, San Simón de Guerrero al pasar de 1.40 por ciento en el periodo 2000-2010 a 8.67 por ciento en el último periodo.

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD

Examinar la estructura demográfica por grandes grupos de edad, es decir, la población de 0 a 14 años (niños), la población de 15 a 64 años (jóvenes y adultos en edad productiva) y de 65 años o más (adultos mayores), permite comprender mejor la complejidad de los desafíos socio-espaciales que se presentan en el Estado de México y, especialmente, en la Región XIX Valle de Bravo, en materia de capacidad productiva y consumidora de servicios en las diferentes etapas de vida de los mexiquenses.

En el Estado de México se evoluciona hacia un proceso acelerado de envejecimiento, donde los grupos quinquenales de niñas y niños pierden gradualmente importancia y los de jóvenes y adultos se amplían, adquiriendo mayor participación relativa. Algo semejante ocurre en el caso de la pirámide demográfica de la Región XIX Valle de Bravo, la cual sigue el mismo patrón de comportamiento.

En el caso del Estado de México la estructura por grupos de edad se encuentra de la siguiente manera: el 26.49 por ciento corresponde a niños, 67.26 por ciento son jóvenes y adultos y, 6.14 por ciento corresponde al grupo de adultos mayores. Estos datos ponen de manifiesto que la entidad atraviesa por el fenómeno denominado “bono demográfico”, situación en la que existe una elevada proporción de jóvenes que se encuentran en plena capacidad productiva y que amortiguan la economía de los hogares. Este proceso se considera transitorio y la entidad se ubica en una fase intermedia del mismo, paso previo al conocido como envejecimiento demográfico.

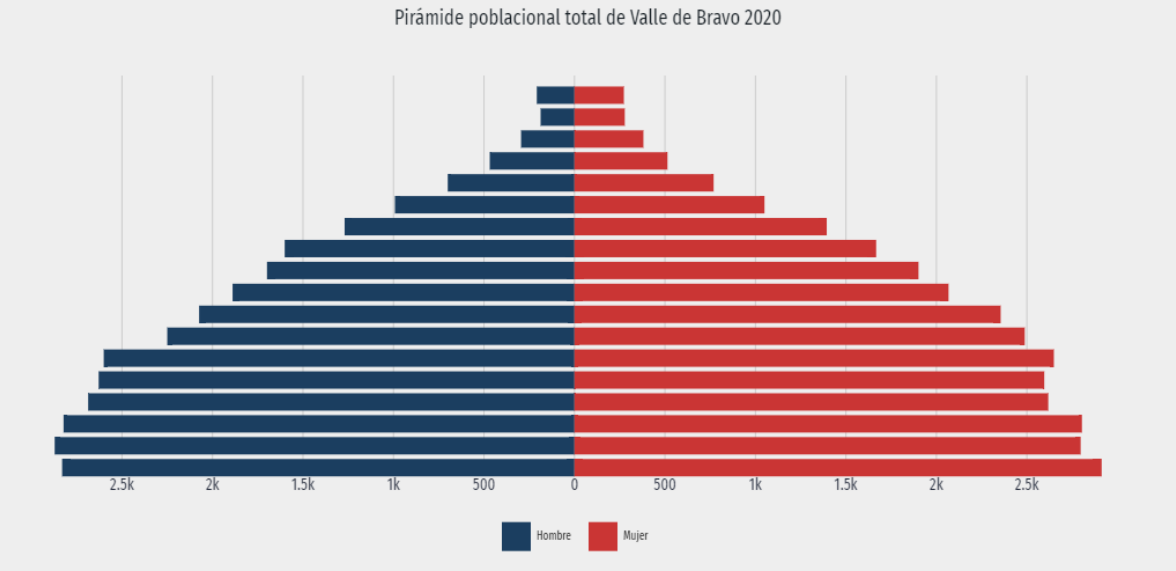
En cuanto a la Región XIX Valle de Bravo, las cifras de los grandes grupos de edad son: 33.86 por ciento corresponde a la población infantil, 60.44 por ciento a la población joven y adulta y 5.59 por ciento, a la población adulta mayor. Lo anterior muestra que la estructura demográfica de la región aún es más joven que en la entidad.

En resumen, la población total de Valle de Bravo en 2020 fue 61,590 habitantes, siendo 51.2% mujeres y 48.8% hombres.

Tabla IV.71. Clasificación de la población.

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN		
Sexo	**N° de habitantes**	**%**
Hombres	30,076	48.83
Mujeres	31,514	51.17
Total	**61,590**	**100**

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 0 a 4 años (5,744 habitantes), 5 a 9 años (5,669 habitantes) y 10 a 14 años (5,627 habitantes). Entre ellos concentraron el 27.7% de la población total.



Grafica IV.8. ***Pirámide poblacional del municipio en el año 2020***

DENSIDAD DE POBLACIÓN

La Región XIX Valle de Bravo cuenta con una superficie de dos mil 818.94 km^2 y una densidad de población de 140.70 habitantes por km^2, ubicándose por debajo del indicador estatal, que es de 772.12 habitantes por km^2. Los municipios con mayor superficie son Temascaltepec, Villa Victoria y Valle de Bravo representando cerca del 50 por ciento de toda la región (49.85 por ciento). No obstante, más del 60 por ciento de la población se concentra en Villa Victoria y Valle de Bravo, lo que representa condiciones diversas y retos en la urbanización y desarrollo de la región.

Población.[5]

Tabla IV.72 Datos generales del municipio.

Población 2010	61,599 Habitantes
Población 2020	61,590 Habitantes
Superficie	818.94 km^2
Densidad de población	140.70 Habitantes/Km^2
Tipo de urbanización	Urbano

POBLACIÓN INDÍGENA

En la entidad habitan en 2015 cerca de 421 mil 868 personas mayores de cinco años, que hablan alguna lengua indígena de las cuales 4.86 por ciento se encuentran en la Región XIX Valle de Bravo (20 mil 518 personas). Los municipios de la región que concentran la mayor proporción de población indígena son Donato Guerra con el 34.53 por ciento del total regional y Villa Victoria con el 26.23 por ciento. Bajo este contexto es necesario proporcionar atención especial para proteger los derechos y costumbres de esta población indígena y con ello apuntalar su acceso al desarrollo.

[5] Los valores presentados fueron obtenidos del cuestionario ampliado publicado por INEGI en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos.

De acuerdo a los valores presentados dentro del Censo Población y Vivienda 2020 (Cuestionario ampliado), La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 254 personas, lo que corresponde a 0.41% del total de la población de Valle de Bravo[6].

Las lenguas indígenas más habladas fueron Mazahua (196 habitantes), Huasteco (18 habitantes) y Otomí (11 habitantes).



Grafica IV.9. ***Principales lenguas indígenas habladas en el municipio, 2020.***

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA).

En el cuarto trimestre de 2022, la tasa de participación laboral en Estado de México fue 59.8%, lo que implicó una disminución de 0.15 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (59.9%). La tasa de desocupación fue de 4.46% (367k personas), lo que implicó una disminución de 0.37 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (4.83%).

Tabla IV.73. Indicadores de participación económica del municipio

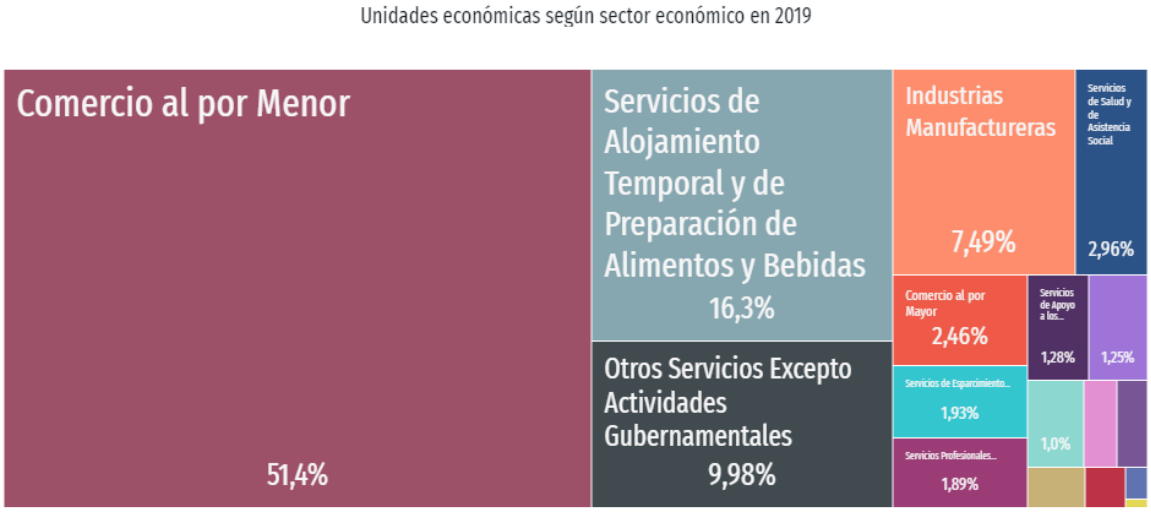
INDICADORES DE PARTICIPACIÓN ECONÓMICA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Población económicamente activa (PEA)	569	523	535
Ocupada	495	440	1156
Desocupada	943	54,056	628
Población no económicamente activa	5,076	3,278	1,644

Indicadores económicos.

Según datos del Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en Valle de Bravo fueron Comercio al por Menor (1,441 unidades), Servicios de Alojamiento

[6] Los valores presentados fueron obtenidos del cuestionario ampliado publicado por INEGI en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos.

Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (458 unidades) y Otros Servicios Excepto Actividades Gubernamentales (280 unidades).

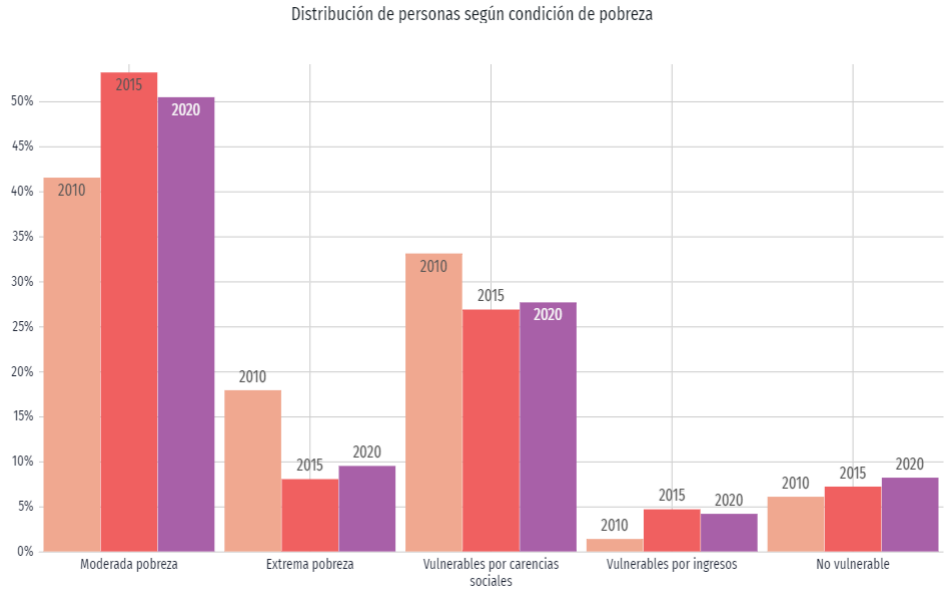


Grafica IV.10. ***Unidades económicas según sector económico en 2019***

Equidad.[7]

La visualización compara diversos indicadores de pobreza y carencias sociales. En 2020, 50.5% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 9.5% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 27.7%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 4.18%.

Las principales carencias sociales de Valle de Bravo en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y rezago educativo.



Grafica IV.11. ***Distribución de personas según la condición de pobreza en 2010, 2015 y 2020.***

[7] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Indicadores de marginación, 2020.[8]

Tabla IV.74. Índices e indicadores de marginación 2020.

Indicadores de marginación	
Índice de marginación	56.811
Grado de marginación	Muy bajo
Lugar a nivel nacional	1,875

VIVIENDAS Y SERVICIOS.

Uno de los elementos a considerar para el desarrollo del territorio es la infraestructura básica, cuya cobertura y calidad benefician de manera transversal al resto de los pilares, es decir que el impacto del acceso a los servicios públicos suele ser indicador del éxito de las políticas sociales, económicas e incluso de seguridad, tales como el derecho a la ciudad, el libre tránsito y la convivencia en un entorno de paz.

En lo referente al acceso y a la infraestructura de servicios básicos, permite conocer la magnitud de los problemas y orientar las acciones gubernamentales hacia las necesidades de la población.

Es importante señalar que la vivienda se entiende de una manera integrada, es decir más allá de la casa, incorporando su funcionamiento completo y la satisfacción de las necesidades de quien la habita. Dicha integralidad depende de la infraestructura y los servicios básicos con que cuente, como el acceso al agua potable, a la energía eléctrica y drenaje. En este sentido, se analiza la proporción de viviendas que cuentan con dichos servicios, cuyos resultados permiten conocer la magnitud de los problemas habitacionales a fin de orientar las acciones gubernamentales, así como para diseñar nuevas políticas que respondan a las necesidades de vivienda de la población.

En la Región XIX Valle de Bravo el 86.88 por ciento de las viviendas disponen de agua potable, beneficiando también al 86.19 por ciento de sus ocupantes, el 76.94 por ciento cuenta con drenaje lo cual representa el 75.88 por ciento de ocupantes con este servicio, por último el 96.25 por ciento de viviendas y ocupantes cuenta con servicio de energía eléctrica logrando casi una cobertura total, el reto para la región es transitar hacia la implementación de nuevos esquemas sostenibles y sustentables.

Cuartos y dormitorios de la vivienda.

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 30.7% y 21.2%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 39.1% y 30.1%, respectivamente.

Vivienda.[9]

Para el año 2020 en el municipio de Valle de Bravo se registraron un total de 6,318 viviendas, las cuales se clasifican de la siguiente manera:

[8] Datos abiertos del índice de marginación, disponible en: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion
[9] Sistema de Consulta de Integración Territorial (SCITEL), disponible en: https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9

Tabla IV.75. Clasificación de viviendas habitadas por tipo de vivienda, 2020

TIPOS DE VIVIENDA	N° DE VIVIENDAS HABITADAS	%
Total de viviendas	1,140	100
Total de viviendas habitadas	4,702	412.46
Total de viviendas particulares	2,484	217.89
Viviendas particulares habitadas	2,218	194.56
Total de viviendas particulares habitadas con características	6,318	554.21
Total de viviendas particulares habitadas	3,286	288.25
Viviendas particulares deshabitadas	3,032	265.96
Viviendas particulares de uso temporal	1,612	141.40

EDUCACIÓN

A lo largo de la vida, la formación educativa es la llave para un crecimiento personal y profesional pleno, facilitando también un nivel de desarrollo que vaya acorde con los objetivos, expectativas y proyectos de vida.

La educación es un pilar del desarrollo y como tal, la ONU establece como uno de los ODS de la Agenda 2030, garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, así como promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida, ya que una buena educación resulta decisiva para reducir las desigualdades y para alcanzar la equidad de género.

Analfabetismo.

En 2015 el porcentaje de población analfabeta en la Región XIX Valle de Bravo fue de 10.79 por ciento, cifra superior a la que prevalece a nivel estatal que es de 3.34 por ciento. Los municipios con mayor grado de analfabetismo respecto a su población total de 15 años y más son Villa Victoria, con 3.46 por ciento, Villa de Allende con 1.65 por ciento y Valle de Bravo con 1.36 por ciento, lo cual además de limitar el pleno desarrollo de las personas y su participación en la sociedad, afecta el entorno familiar, restringe el acceso a los beneficios del desarrollo y obstaculiza el goce de otros derechos.

Por ello, el Gobierno del Estado de México se suma al cumplimiento de la meta 4.6 de la Agenda 2030, instrumentando una política educativa que logre abatir el rezago educativo regional de forma integral.

Sistema educativo regional

La Región XIX Valle de Bravo cuenta con mil 425 planteles educativos, seis mil 782 maestros y 122 mil 937 alumnos, lo que representa el 5.69 por ciento de los planteles educativos del estado, 2.64 por ciento de los maestros de la entidad y 2.52 por ciento del total de alumnos a nivel estatal. Lo anterior significa que a nivel regional hay 18 alumnos por maestro, 86 alumnos por escuela y 5 maestros por escuela, cifras que se encuentran por debajo de los indicadores estatales.

Una amplia efectividad en cuanto al uso de los recursos materiales y humanos en materia de educación en la región, permitirá asegurar el pleno desarrollo de habilidades, destrezas y aprendizajes de las niñas, niños y jóvenes, tal como lo establecen las metas 4.2 y 4.3 de la Agenda 2030.

Desglosando cada indicador por nivel educativo se tiene que en la Región XIX Valle de Bravo en el ciclo escolar 2016-2017, del total de escuelas 32.98 por ciento corresponde al nivel preescolar, 32.97 por ciento

a primaria, 15.93 por ciento a secundaria, 10.04 por ciento a media superior y solo 0.49 por ciento a superior.

Cabe señalar que en la mayoría de los municipios de la región solo hay escuelas hasta el nivel medio superior, solo en Amanalco, Temascaltepec, Valle de Bravo y Villa Victoria se cuenta con planteles de educación superior.

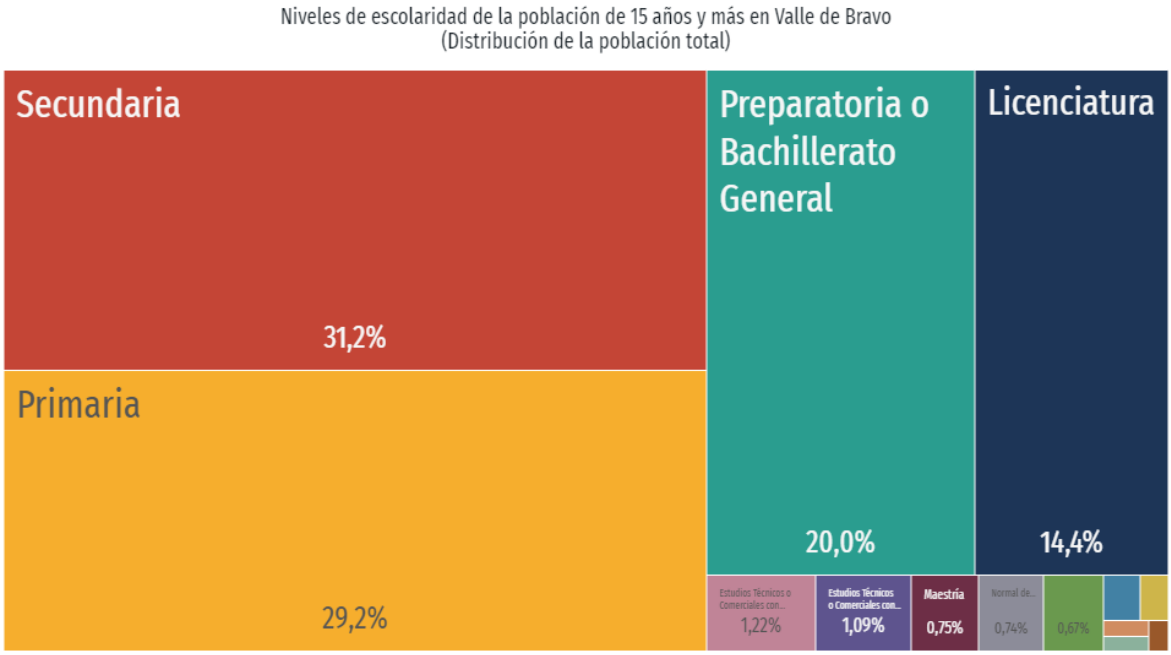
Niveles de escolaridad.

En cuanto a los alumnos distribuidos por nivel educativo se observa que el mayor porcentaje se encuentra en el nivel primaria con 43.62 por ciento del total de alumnos de la región, seguido por el nivel secundaria que concentra 18.41 por ciento, 13.27 por ciento en el nivel preescolar, 10.51 por ciento en el nivel medio superior y solo 2.97 por ciento en el nivel superior.

Respecto a los maestros por nivel educativo se tiene que, de un total de seis mil 782, el 34.67 por ciento se encuentran en el nivel primaria, 19.88 por ciento en secundaria, 15.84 por ciento en media superior, 11.56 por ciento en preescolar y 4.35 por ciento en nivel superior. Estas proporciones corresponden con la distribución de alumnos de la región en los cinco niveles educativos detallados.

En 2020, los principales grados académicos de la población de Valle de Bravo fueron Secundaria (13,000 personas o 31.2% del total), Primaria (12.200 personas o 29.2% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (8,330 personas o 20% del total).

La siguiente gráfica muestra la distribución porcentual de la población de 15 años y más en Valle de Bravo según el grado académico aprobado.



Grafica IV.12. ***Niveles de escolaridad del municipio, 2020.***

SALUD.

El acceso a los servicios de salud es un componente primordial que brinda los elementos necesarios para el adecuado funcionamiento físico y mental. Cuando las personas carecen del acceso a los servicios de

salud, el costo de atención de una enfermedad o accidente puede vulnerar su integridad física y su patrimonio familiar.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), este derecho implica un conjunto de criterios sociales que propicien la salud de todas las personas, entre ellos la disponibilidad de servicios de salud, condiciones de trabajo seguras, vivienda adecuada y alimentos nutritivos.

En ese sentido, el Gobierno del Estado de México realiza el mayor de los esfuerzos para garantizar a los mexiquenses un mayor acceso a los servicios de salud a fin de asegurar el cumplimiento de este derecho fundamental, consciente de que una comunidad sana y protegida es más productiva.

El acceso a servicios de salud, medicamentos y vacunas facilita el desarrollo pleno de las familias, protege su economía y asegura su bienestar, lo que permite seguir construyendo familias fuertes en la entidad.

Natalidad y mortalidad.

La tasa de natalidad en la Región XIX Valle de Bravo es de 14.20 por ciento, siendo menor a la estatal que es de 17.60 por ciento. Otzoloapan, Temascaltepec, Texcaltitlán, Villa Victoria y Zacazonapan son los municipios que elevan el promedio regional.

La tasa de mortalidad infantil señala el número de defunciones de niños menores de un año por cada mil niños nacidos vivos en un determinado año, la tasa de mortalidad infantil es un indicador útil de la salud no solo de los niños, sino de toda la población y de las condiciones socioeconómicas en las que viven.

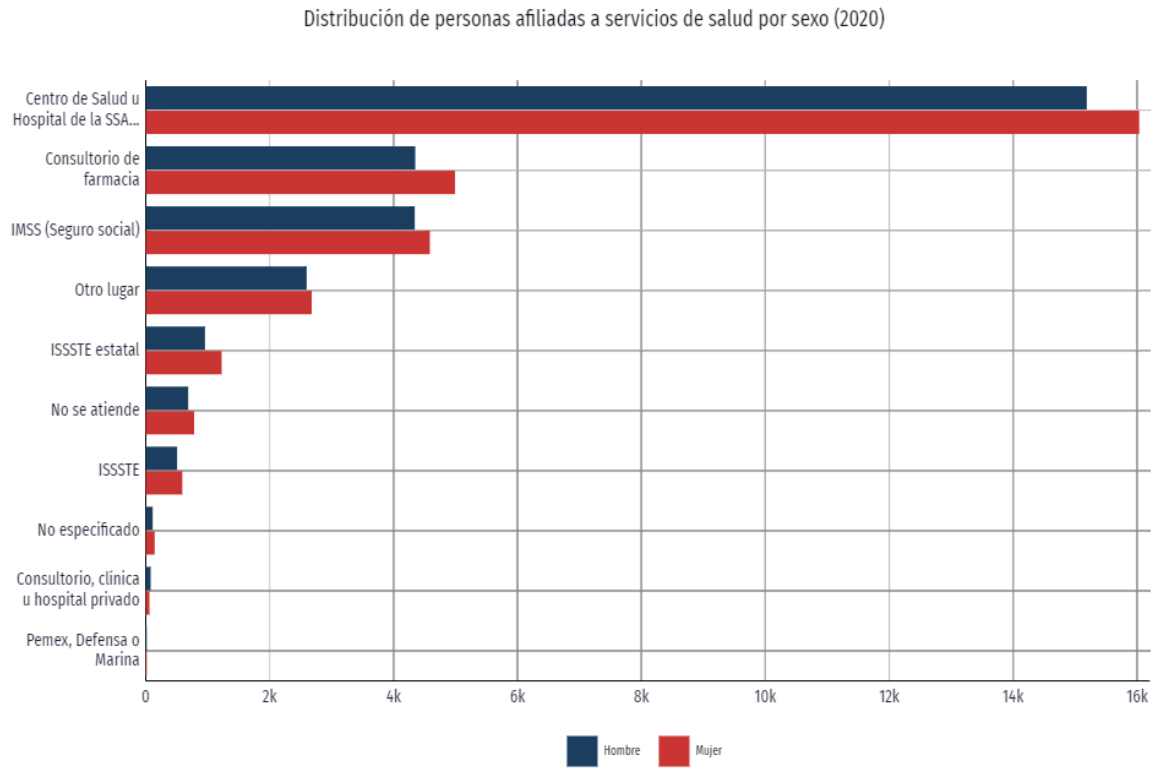
En el Estado de México la tasa de mortalidad infantil es de 14.70 por ciento, mientras que en la Región XIX Valle de Bravo es menor al registrarse en 13.70 por ciento. Al interior de la región el municipio de Valle de Bravo destaca al registrar una cifra por encima de la tasa estatal, con 57.10 muertes infantiles por cada mil nacidos vivos en 2016. El combatir la mortalidad infantil en este municipio tendría un impacto en el comportamiento de la tasa a nivel estatal y coadyuvará al cumplimiento de la meta 3.2 de la Agenda 2030.

Cobertura de servicios de salud.

En cuanto a la cobertura de los servicios de salud en la región, se registra un total de 116 unidades médicas y 471 médicos, lo que resulta en una densidad de población de tres mil 227 habitantes por unidad médica y 795 habitantes por médico, cifras que, si bien son inferiores a las registradas en el estado, reflejan una cobertura limitada. En este sentido es prioridad del gobierno estatal incrementar la infraestructura de salud y de esta manera contribuir al cumplimiento de la meta 3.c. de la Agenda 2030.

En Valle de Bravo, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (31,200), Consultorio de farmacia (9,340) y IMSS (Seguro social) (8,930).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron No Especificado (29,200) y Pemex, Defensa o Marina (16,400).



Grafica IV.13. ***Distribución de personas afiliadas a servicios de salud, 2020.***

IV.2.1.4. PAISAJE.

Los sistemas bióticos y abióticos anteriormente descritos se integran en un mosaico de paisaje socio-ambiental que se puede apreciar desde una imagen satelital. Ahora bien, para tener una imagen más precisa, tenemos imágenes de dron obtenidas de enero de 2023; estas permiten observar que a nivel paisaje desde el exterior, no se aprecian todas las obras realizadas en el interior, sin embargo la modificación sobre el cauce del arroyo, en algunas de sus secciones, se puede observar desde la vista aérea la modificación de la vegetación riparia, es decir, la remoción de esta para ampliar el ancho del margen del cauce en la zona de las represas que se construyeron. Otras áreas que se observan cambios, son en los accesos al predio o Área de Estudio, como es en el acceso Noreste y noroeste principalmente.

También se puede apreciar haciendo una comparación de imágenes pasadas con las recientes, algunas construcciones temporales como es el caso de una carpa habilitada como comedor para los trabajadores. Y se observa en medio del arbolado algunas vialidad u obras de construcción de viviendas.



Imagen IV.21. Vista satelital del área de estudio y sus colindancias (imagen de 11/21/2020). Fuente: Google earth.



Imagen IV.22. Vista aérea del Área de estudio en la sección de la represa en la colindancia Norte, donde se observa la ampliación del cauce del arroyo.



Imagen IV.23. Imagen satelital histórica del acceso Noreste del AP de fecha 21 de noviembre de 2020. Fuente: google earth



Imagen IV.24. Imagen actual con Dron del acceso Noreste del AP de fecha 20 de enero de 2023, donde se puede apreciar las construcciones realizadas en este acceso. Fuente: Propia



Imagen IV.25. Panorámica actual (enero 2023) hacia el Oeste, en donde se puede apreciar la ampliación del cauce en la sección de las represas, y algunas construcciones.



Imagen IV.26. Registro histórico de noviembre de 2020, del predio en la similar perspectiva aérea que la imagen 8 con dron. Fuente: Google Earth, elaboración propia.



Imagen IV.27. Vista panorámica en dirección al Norte del área de estudio, actualmente



Imagen IV.28. Vista panorámica actual con dirección al Sur del área de estudio.



Imagen IV.29. Vista aérea actual (enero 2023), de la sección occidental del área de estudio donde difícilmente se aprecian otras obras distintas a las 3 represas (bardas perimetrales, caminos y construcciones).



Imagen IV.30. Registro histórico del 2020, con perspectiva similar a la imagen anterior, donde se observan los cambios en el área de estudio. Fuente: Google earth.

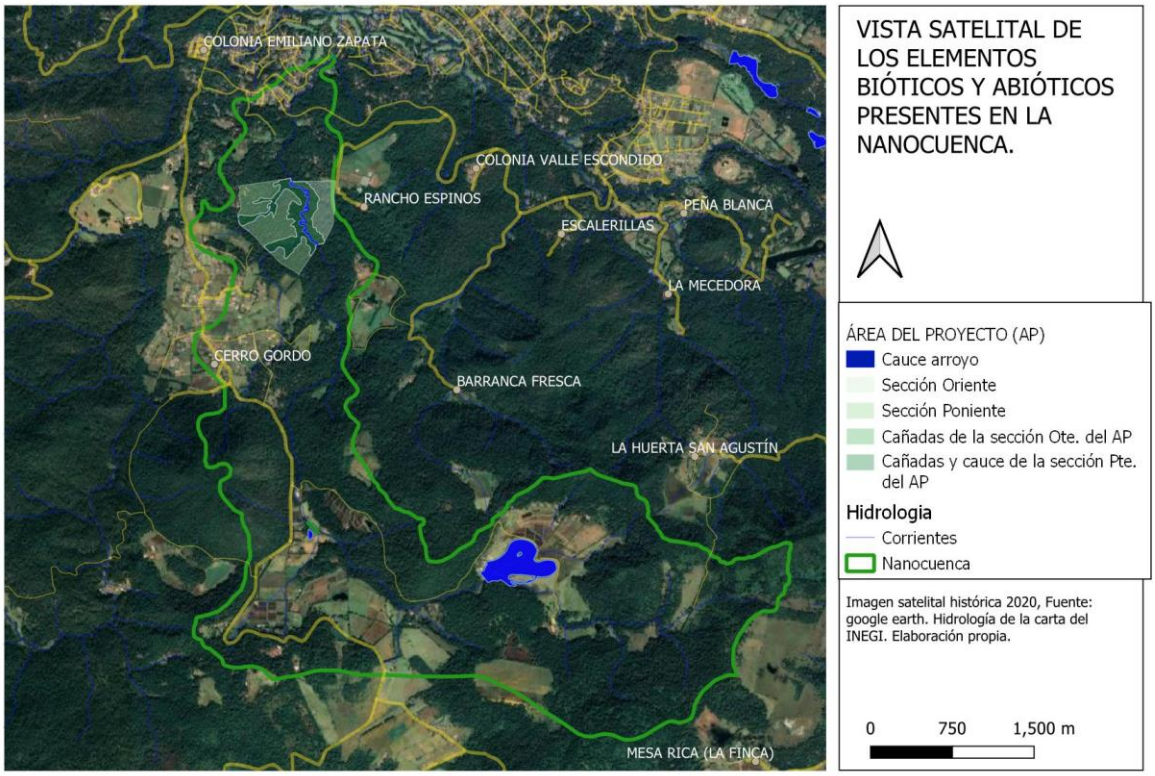


Imagen IV.31. Vista actual de la colindancia desde una perspectiva aérea hacia el sureste del AP, el rancho residencial "Los Espinos", y al fondo se puede observar una zona boscosa del rancho residencial de "La Pausa".

El sitio del proyecto, por consiguiente, colinda al sur con un área arbolada, y a 700 m. aproximadamente con la zona urbanizada de la localidad de Avándaro. Al este, colinda con el rancho "Los Espinos" y zona arbolada. Al Norte colinda con zonas agrícolas y a menos de 300 m. con la zona urbanizada de la localidad de Cerro Gordo, así mismo con un corredor arbolado hacia el sureste, y con el rancho "La Pausa". Hacia el poniente, colinda con zonas de cultivos, viviendas, zonas arboladas y la localidad de Cerro Gordo.

El mosaico paisajístico en la zona de influencia se observa tendiente al crecimiento de la mancha urbana, con ranchos y residenciales, zonas de cultivos, pastizales y áreas boscosas. Desde una perspectiva de la nanocuenca en la que se encuentra geográficamente el área de estudio, se puede apreciar mediante el registro histórico de las imágenes satelitales, un crecimiento de ranchos residenciales en la nanocuenca.

Respecto a las obras sujetas a estudio, en el sitio del proyecto, se observan construcciones en un ecosistema de bosque templado



Mapa IV.13. Elementos bióticos y abióticos en la nanocuenca (SAR).

IV.3. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.

Para evaluar el flujo de servicios ecosistémicos (SE) antes, durante y después del proyecto se utilizó el paquete informático Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST), el cual se mantiene en desarrollo por el Natural Capital Project. En el proyecto participan la Universidad de Stanford como institución núcleo, otras universidades y The Nature Conservancy y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

Esta herramienta permite estimar los flujos de diversos SE a partir de información cartográfica y otros parámetros ecológicos. Con ello, se puede estimar el cambio de dichos flujos ante distintos escenarios. Específicamente en el contexto del área del proyecto es posible estimar cómo cambian estos flujos antes y después de su ejecución.

Los pasos para realizar este análisis son los siguientes:

1. Definir el área relevante para el análisis:

    a. El predio donde se establecerá las zonas del proyecto.

    b. La nanocuenca en la que se encuentra ubicado el sistema ambiental.

2. Definir escenarios de análisis:

    a. Antes del proyecto.

b. Afectación de obras que ya se realizaron.
c. Futuro cuando el proyecto esté en funcionamiento.

Estimar el flujo de SE con InVEST para cada escenario y área de interés. Los modelos que se utilizaron son:

1. **Almacenamiento de carbono**. Estima el volumen almacenado de carbono en la vegetación en un espacio y momento determinado.
2. **Polinización**. Genera un índice de abundancia de polinizadores con base en la vegetación existente y en los tipos de polinizadores de la zona.
3. **Retención de sedimentos**. Estima el volumen de sedimentos retenidos por la vegetación que no llegan a los cuerpos de agua o a otros lugares que tengan que ser desazolvados eventualmente.
4. **Retención de agua de lluvia en entornos urbanos**. Estima el volumen de escorrentía de agua evitado por la vegetación.
5. **Enfriamiento urbano por la vegetación**. Genera un índice que mide el cambio en los patrones de calor por la vegetación en comparación con un entorno urbano.
6. **Calidad del hábitat**. Genera un índice que mide el impacto en la calidad del hábitat para la biodiversidad.
7. **Niveles de percolación**. Volumen de agua que pasa por el suelo y se adentra en las aguas subterráneas.

A partir de los resultados se discuten los cambios en los flujos de SE antes y después del proyecto y sus implicaciones en términos del territorio.

Para el análisis costo beneficio de medidas de mitigación se estimaron indicadores de rentabilidad de estas. En particular, se estimó el Valor Presente Neto (VPN), Flujo Anual Equivalente, Plazo de Recuperación de la Inversión, Porcentaje de casos con VPN positivo (P), entre otros. Para ello se considerarán los costos directos de la medida y los beneficios indirectos (por ejemplo, incremento en flujos de SE), asimismo se realizó una simulación Monte Carlo para calcular el porcentaje de casos con VPN positivo.

Las medidas de mitigación consideradas son:

1. Restauración forestal dentro del predio.
2. Obras de retención de suelos.
3. Brechas y cercos perimetrales y brechas cortafuegos.
4. Restauración funcional del hábitat.
5. Prevención, control y erradicación de especies exóticas, invasoras, plagas y enfermedades.
6. Capacidades de prevención y combate de incendios forestales.
7. Vivero temporal.

Datos utilizados para los flujos de servicios ecosistémicos.

Los paquetes informáticos utilizados requieren diversas capas cartográficas y parámetros para el análisis. En esta sección se enuncian las capas de información, su fuente y se indica para qué servicio ecosistémico se utilizaron.

Adicionalmente, InVEST requiere parámetros específicos para cada modelo (por ejemplo, constantes y ponderadores para ecuaciones, entre otros). Para estos parámetros se utilizaron valores por defecto referidos en la documentación de InVEST.[10]

Tabla IV.76. Listado de fuentes de información utilizadas para la modelación de servicios ecosistémicos

ID	Fuente de información	Descripción	Resolución/ escala/ frecuencia	Vínculo electrónico	CARB	POLI	SEDI	AGUA	ENFR	HABI	PERC
1	Modelo de elevación digital	Ráster de relieve continental de México	15 metros	https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/index.jsp			x				x
2	Uso de suelo y vegetación	Ráster de uso de suelo y vegetación (9 clases)	30 metros	Elaboración propia.	x	x	x	x	x	x	x
3	Carta edafológica	Ráster de los tipos de suelo	1:250,000	Adaptación propia basada en https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/#Descargas			x	x			x
4	Delimitación de la nano cueca	Capa vectorial de delimitación	1:50,000	Elaboración propia.	x	x	x	x	x	x	x
5	Datos climáticos	Datos sobre temperatura y precipitación	Diaria	http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html							x
6	Caminos existentes	Capa vectorial de caminos	1:50,000	https://inegi.org.mx/temas/viascomunicacion/#Descargas						x	
7	Obras existentes	Capa vectorial de las obras que se han realizado hasta este momento	1:50,000	Elaboración propia.	x	x	x	x	x	x	x
8	Obras futuras	Capa vectorial de las obras proyectadas	1:50,000	Elaboración propia.	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia. NOTA: CARB – Almacenamiento de carbono, POLI – Polinización, SEDI – Retención de sedimentos, AGUA: captación de agua de lluvia, ENFR – Enfriamiento de islas de calor por vegetación, HABI – Calidad del hábitat, PERC – Percolación anual.

Datos utilizados para el análisis costo beneficio.

Para el caso de los beneficios, se consideró una aproximación al valor monetario de los servicios ecosistémicos reportados por de Groot et al. (2012). Estos autores presentan una estimación del valor de los servicios ecosistémicos que proveen distintos ecosistemas a partir de un compendio de estudios de valoración económica en todo el mundo. En particular, se tomó como base el valor de los servicios ecosistémicos proveídos por bosques templados, los cuales ascienden a 3,013 dólares por hectárea al año. Esta cifra fue actualizada por inflación[11], por poder de paridad de compra,[12] y considerando un tipo de cambio de 20 pesos por dólar. Con esta operación se obtiene un valor actualizado de 48,003 pesos por hectárea al año.

[10] https://storage.googleapis.com/releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/en/index.html
[11] https://www.inegi.org.mx/app/indicesdeprecios/calculadorainflacion.aspx
[12] http://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPPC.RF

El periodo de análisis fue de 20 años, considerando que las obras de mitigación se realizan en los primeros 5 años y durante los 20 años sucede la recuperación de los servicios ecosistémicos de manera gradual.

Resultados de flujos de servicios ecosistémicos.

Los menores impactos se relacionan con los niveles de percolación, de retención de agua de lluvia, y al enfriamiento generado por la vegetación, los cuales son menores a 3% respecto a la línea base. Los mayores impactos se encuentran en la disminución de los acervos de carbono y la pérdida en la calidad del hábitat generados por el cambio de uso de suelo, los cuales ascienden a 10 y 16 por ciento, respectivamente.

Tabla IV.77. Resultados de los modelos InVEST

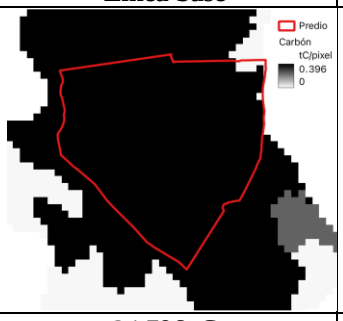
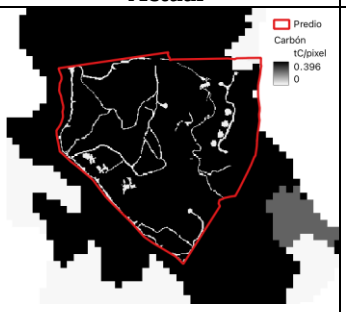
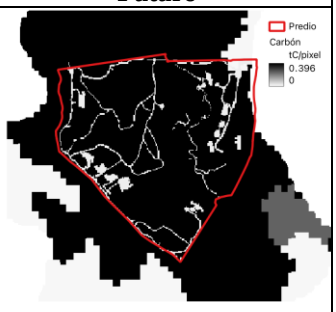
Servicio	Unidad	Línea base	Actual	Futuro	Tasa de cambio (%)	
					Actual vs línea base	Futuro vs línea base
Percolación	mm/año	0.1862	0.1827	0.1819	-1.9%	-2.3%
Retención de agua de lluvia	m^3/año	476,169	473,568	472,178	-0.5%	-0.8%
Enfriamiento por vegetación	Índice	0.7702	0.7611	0.7560	-1.2%	-1.8%
Erosión evitada	ton/ ha	1.287	1.248	1.222	-3.1%	-5.1%
Calidad del hábitat	Índice	1	0.84	0.84	-16.0%	-16.0%
Provisión de polinizadores	Índice	0.1236	0.1208	0.1187	-2.2%	-4.0%
Carbón	ton C	24,976	23,215	22,469	-7.0%	-10.0%

A continuación, se muestran los resultados cartográficos para cada servicio.

Carbono

Se presentan los resultados para el servicio de almacenamiento de carbono.

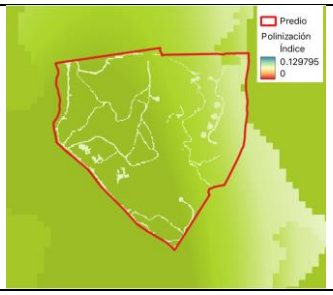
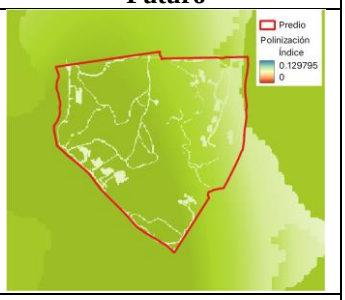
Tabla IV.78. Resultados del modelo de almacenamiento de carbono

	Línea base	Actual	Futuro
			
Stock	24,796 tC	23,215 tC	22,469 tC
Cambio	No aplica	-7%	-10%

Polinización

Se presentan los resultados para el servicio de polinización.

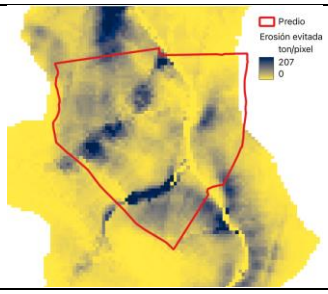
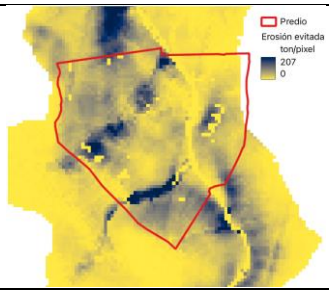
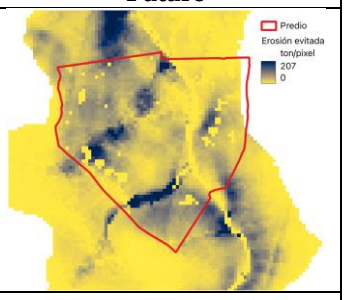
Tabla IV.79. Resultados del modelo de polinización

	Línea base	Actual	Futuro
			
Índice	0.1236	0.1208	0.1187
Cambio	No aplica	-2.2%	-4.0%

Retención de sedimentos

Se presentan los resultados para el servicio de retención de sedimentos.

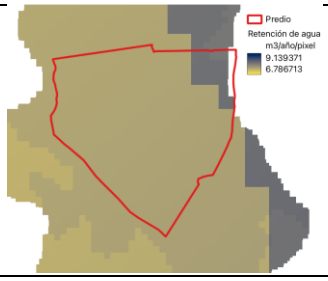
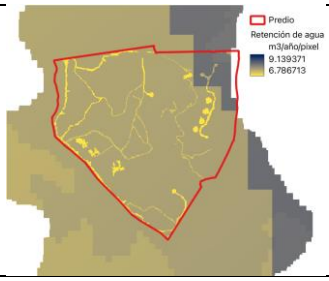
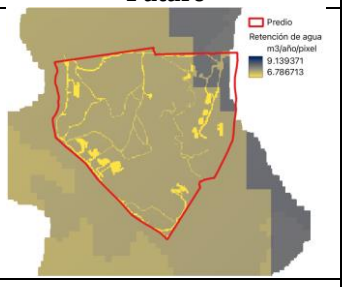
Tabla IV.80. Resultados del modelo de retención de sedimentos

	Línea base	Actual	Futuro
			
Flujo anual	1.287 ton/ha	1.248 ton/ha	1.222 ton/ha
Cambio	No aplica	-3.1%	-5.1%

Retención de agua de lluvia

Se presentan los resultados para el servicio de retención de agua de lluvia.

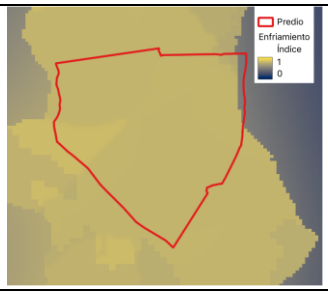
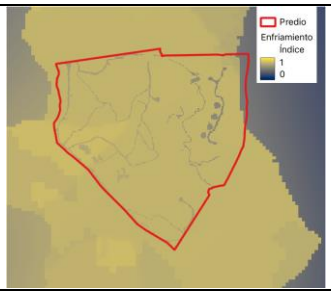
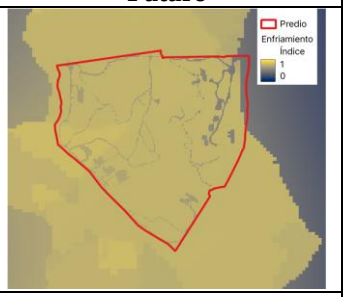
Tabla IV.81. Resultados del modelo de retención de agua de lluvia

	Línea base	Actual	Futuro
			
Flujo anual	476,169 ton/ha	473,568 ton/ha	472,178 ton/ha
Cambio	No aplica	-0.5%	-0.8%

Enfriamiento urbano por la vegetación

Se presentan los resultados para el servicio de enfriamiento por vegetación.

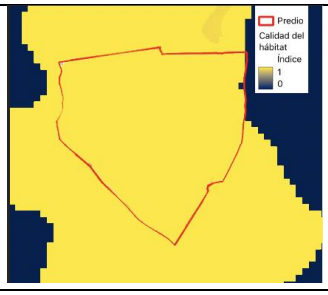
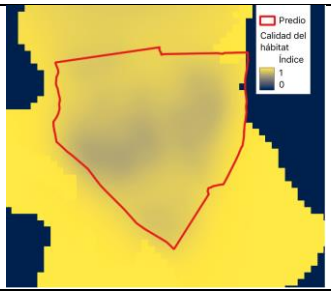
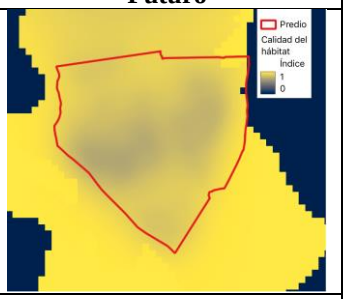
Tabla IV.82. Resultados del modelo de enfriamiento por vegetación

	Línea base	Actual	Futuro
			
Índice	0.77	0.76	0.75
Cambio	No aplica	-1.2%	-1.8%

Calidad del hábitat

Se presentan los resultados para el servicio de calidad del hábitat.

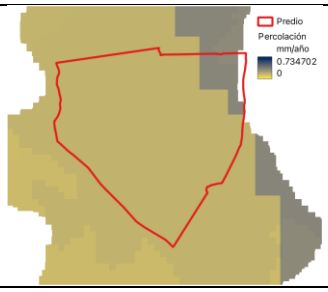
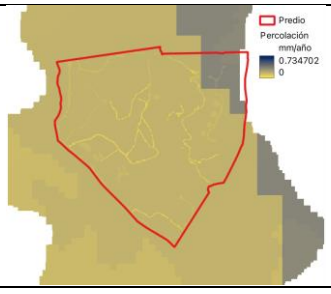
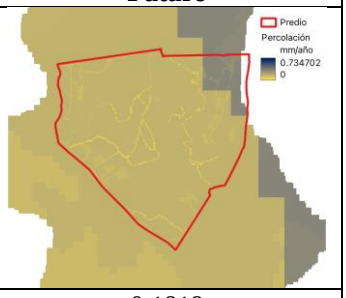
Tabla IV.83. Resultados del modelo de calidad del hábitat

	Línea base	Actual	Futuro
			
Índice	1	0.84	0.84
Cambio	No aplica	-16%	-16%

Niveles de percolación

Se presentan los resultados para el servicio de percolación.

Tabla IV.84. Resultados del modelo de percolación

	Línea base	Actual	Futuro
			
Índice	0.1862	0.1827	0.1819
Cambio	No aplica	-1.9%	-2.3%

INTERPRETACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS.

Para tener un punto de referencia económico del cambio en flujos de servicios ecosistémicos se realizó una estimación monetaria de dichos cambios. Para ello, se valoró de manera indirecta cada servicio. A continuación, se describe cada caso.

Carbono

Se asignó un valor promedio de 1,161 pesos por tCO_2 el cual se obtuvo de World Bank (2017). Esta publicación presenta una estimación del costo social del carbono y está orientada para análisis que requieran un valor económico de este compuesto.

Polinización y calidad del hábitat

Para aproximar el valor económico de los servicios de polinización y calidad del hábitat se utilizaron los resultados de *de* Groot et al. (2012), quienes estiman el valor económico de distintos servicios para diferentes ecosistemas a partir del análisis. En particular se consideró el valor relacionado con el hábitat proveído por los bosques templados, el cual asciende a 10,085 pesos/hectárea/año.

Dado que la estimación del modelo InVEST expresa estos servicios como un índice, se consideró el cambio porcentual de estos índices como una aproximación a la reducción del servicio que se provee.

Retención de sedimentos

Para aproximar el valor económico de la retención de sedimentos se utilizó el costo de desazolve por metro cúbico estimado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y reportados en SEGOB (2011), el cual asciende a 100 pesos/metro cúbico, una vez que se ha actualizado por inflación.

Retención de agua de lluvia en entornos urbanos y niveles de percolación

Los servicios que se expresan como flujos hidrológicos se valoraron a partir de las tarifas eléctricas para consumidores no domésticos vigentes en Valle de Bravo, publicadas por la Comisión del Agua del Estado de México y que ascienden en promedio a 16.71 kW/hora (Gobierno del Estado de México, 2022).

Enfriamiento urbano por la vegetación

Se consideró un consumo energético promedio de aire acondicionado de 95 kW/hr/m2/año, a partir de estimaciones para hoteles, reportadas por el Centro Mario Molina (2015). Asimismo, se consideraron las tarifas eléctricas vigentes en Valle de Bravo, reportadas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).[13]

Dado que la estimación del modelo InVEST expresa este servicio como un índice, se consideró el cambio porcentual de este como una aproximación a la demanda adicional de energía para aire acondicionado derivado de haber perturbado la vegetación.

Con estos supuestos se construyó la siguiente tabla, que reporta la pérdida económica derivada del cambio en el flujo de servicios ecosistémicos seleccionados. Se consideraron escenarios mínimo, medio y máximo a partir de la variación en precios, que se recopiló de las mismas fuentes citadas. En total, en un escenario medio, el valor de los servicios ecosistémicos perdidos asciende a 883 mil pesos al año. Esta pérdida motiva las medidas de mitigación que se discuten en la siguiente sección. La motivación de realizarlas obedece justamente a mitigar los impactos negativos sobre los ecosistemas que tiene el proyecto.

[13] https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Negocio.aspx

Tabla IV.85. Resultados económicos

Servicio	Valor monetario (pesos por año)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Percolación	-$ 42,132	-$ 156,139	-$ 178,323
Retención de agua de lluvia	-$ 66,700	-$ 247,190	-$ 282,309
Enfriamiento por vegetación	-$ 421,115	-$ 278,741	-$ 563,489
Erosión evitada	-$ 303	-$ 378	-$ 454
Calidad del hábitat	-$ 8,483	-$ 94,259	-$ 512,769
Provisión de polinizadores			
Carbón	-$ 71,131	-$ 106,697	-$ 142,263
Total	**-$ 609,865**	**-$ 883,404**	**-$ 1,679,607**

Resultados del Análisis costo beneficio social.

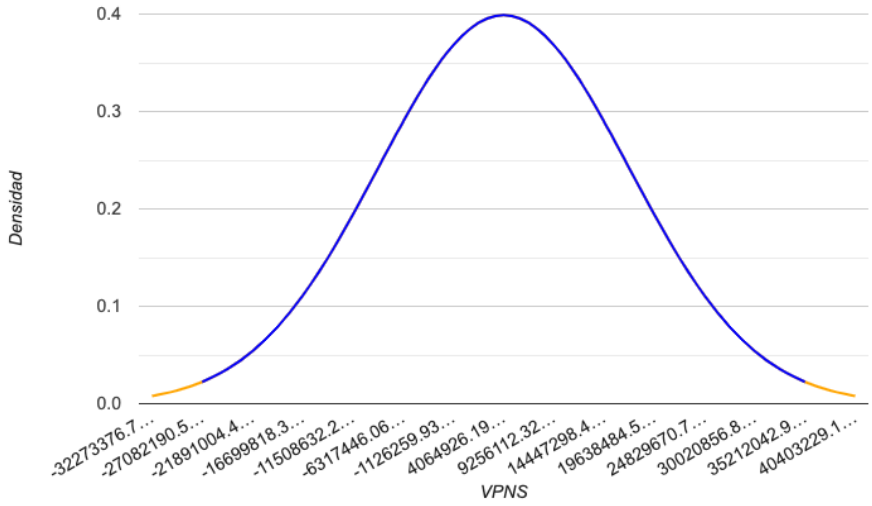
Con base en las consideraciones y supuestos que se describieron en los datos utilizados para el análisis costo beneficio, se realizó el análisis costo beneficio de las medidas de mitigación.

Valor presente neto (VPN)

El proyecto tiene una rentabilidad positiva, en la que los beneficios derivados de la recuperación de servicios ecosistémicos sobrepasan el costo de realizar las obras de mitigación. El VPN asciende a 4.1 millones de pesos (mdp), con una desviación estándar de 13.0 mdp. Cabe señalar que la desviación estándar tan grande proviene de la alta incertidumbre que existe sobre la valoración de los servicios ecosistémicos, la fuente de esta variación proviene de los datos base de *de* Groot et al. (2012). Esto obedece a que la estimación del valor económico de servicios ecosistémicos proviene de diversos métodos indirectos, con diversas metodologías y contextos de análisis (Costanza et al., 2017). En la siguiente figura se presenta la distribución del VPN.

Los beneficios totales (servicios ecosistémicos recuperados) ascienden a 9.7 mdp y los costos totales de las obras de mitigación a 5.7 mdp.

Considerando una tasa de descuento de 8% el VPN asciende a 6.1 mdp y con una tasa de descuento de 12% el VPN asciende a 2.5 mdp.



Grafica IV.14. Distribución del Valor Presente Neto

Nota: la línea azul representa un intervalo de confianza de 95% y se obtuvo a partir de una simulación Monte Carlo que considera la variación en el valor económico de los servicios ecosistémicos.

Índice Costo Beneficio (ICB)

El ICB del proyecto asciende a 1.72 pesos por peso invertido, lo que significa que se generan beneficios por 1.72 por cada peso destinado a las obras de mitigación. La desviación estándar del ICB es de 2.3.

Plazo de recuperación de la inversión

La inversión se recupera en el año 13, el cual es el momento en el que el flujo de efectivo acumulado es positivo.

Probabilidad de éxito

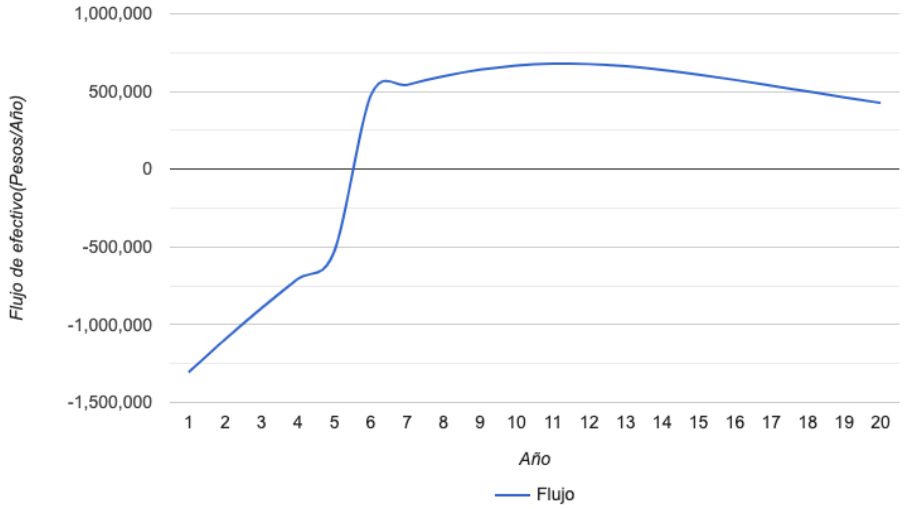
Se calculó a través de la simulación Monte Carlo el número de veces que el VPN es positivo. En términos porcentuales se obtuvo un valor de 62%. El relativo bajo valor de este indicador proviene de la alta incertidumbre que hay sobre el valor económico de los servicios ecosistémicos.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

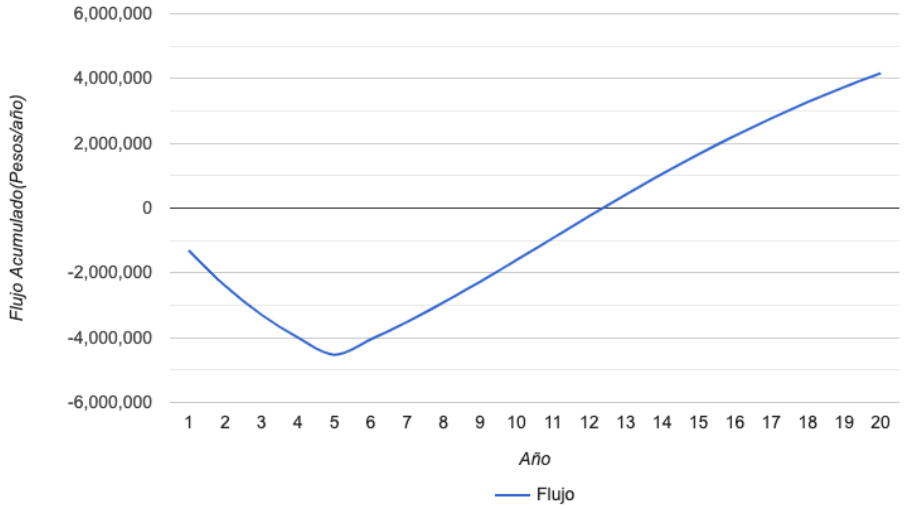
La TIR de las medidas de mitigación asciende en promedio a 16.8%. En el primer cuartil de su distribución se obtienen pérdidas y en el cuarto cuartil la TIR asciende a 26.3%.

Flujo de efectivo y flujo de efectivo acumulado

En las siguientes figuras se presentan el Flujo de Efectivo y el Flujo de Efectivo Acumulado. Como se puede observar en los primeros 5 años los flujos son negativos, lo cual se explica por dos razones: (i) se realizan las inversiones en obras de mitigación y (ii) la recuperación de flujos de servicios ecosistémicos apenas comienza. Como se comentó, es a partir del año 13 en el que el Flujo de Efectivo Acumulado es positivo.

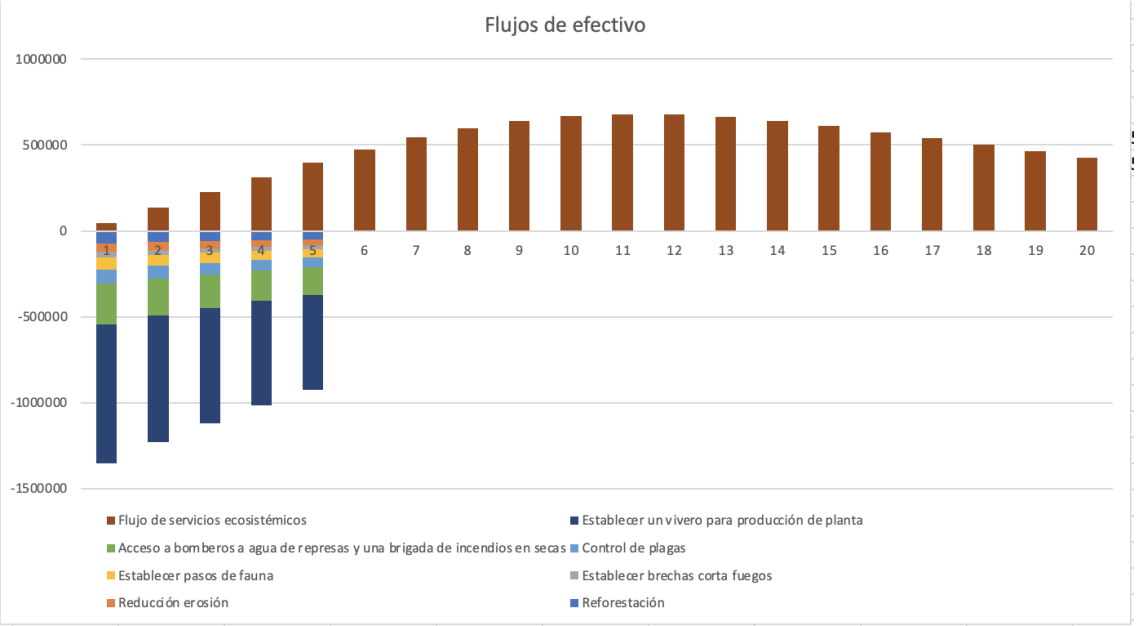


Grafica IV.15. Flujo de efectivo



Grafica IV.16. Flujo de efectivo acumulado

En la siguiente figura se presentan los flujos de efectivo individuales para mostrar la evolución de cada rubro de costo y beneficio.



Grafica IV.17. Flujos de efectivo individuales (pesos por año)

IV.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

Una vez identificado y analizado los diferentes componentes del medio biótico y abiótico, así como del medio socioeconómico en el sistema ambiental regional y área del proyecto. Se presenta el inventario ambiental, así como el diagnóstico ambiental el cual tiene como finalidad identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de alteración del entorno y el grado de conservación que existen en la zona en la cual se localiza la zona del proyecto. Existen acciones que han deteriorado el ambiente, como la extensión de superficie para agricultura, el aprovechamiento maderable y la ganadería extensiva.

Índice de Calidad Ambiental.

Para conocer la calidad ambiental de cada factor dentro del SAR, se tomaron en cuenta diferentes indicadores y se les asignó una valoración, para posteriormente ponderar cada uno y obtener una evaluación cuantitativa y así conocer la calidad ambiental del entorno. En cada uno de ellos se pretende abordar los factores que infieren de alguna manera en la calidad ambiental del sitio. A continuación, se presentan los factores e indicadores que se tomaron en cuenta para determinar la calidad ambiental.

Tabla IV.86. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire

Factor	Indicador ambiental
Atmósfera	A. Temperatura
	B. Precipitación total anual (mm/año)
	C. Precipitación (días/año)
	D. Dirección del viento
	E. Velocidad del viento (m/s)
	F. Complejidad topográfica
	G. Grado de Cubierta vegetal
	H. Altura de la vegetación

Factor	Indicador ambiental
	I. Uso de suelo
	J. Infraestructura

Tabla IV.87. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo

Factor	Indicador ambiental
Suelo	A. Complejidad topográfica
	B. Relieve
	C. Fallas y fracturas
	D. Sismicidad
	E. Vulcanismo
	F. Erosión
	G. Capacidad Productiva de los Suelos
	H. Permeabilidad
	I. Degradación
	J. Grado de Cubierta Vegetal
	K. Uso de Suelo
	L. Disposición de Residuos
	M. Regiones Terrestres Prioritarias

Tabla IV.88. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del agua

Factor	Indicador ambiental
Agua	A. Precipitación (mm/año)
	B. Precipitación (días/año)
	C. Permeabilidad
	D. Distancia a cuerpos y corriente de agua
	E. Apariencia subjetiva del agua
	F. Uso del Cuerpo de Agua (aguas arriba)
	G. Uso del Cuerpo de Agua (aguas abajo)
	H. Acuíferos
	I. Disponibilidad de Aguas Subterráneas
	J. Pozos de agua
	K. Infraestructura hidráulica
	L. Infraestructura Sanitaria I
	M. Infraestructura Sanitaria II
	N. Regiones Hidrológicas Prioritarias

Tabla IV.89. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna

Factor	Indicador ambiental
Flora y fauna	A. Tipo de Vegetación

Factor	Indicador ambiental
	B. Tasa de cambio de uso de suelo
	C. Especies Protegidas de flora
	D. Especies Protegidas de fauna
	E. Áreas Naturales Protegidas
	F. Regiones Terrestres Prioritarias
	G. Regiones Hidrológicas Prioritarias
	H. Ares de importancia para la conservación de aves
	I. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
	J. Diversidad de flora
	K. Diversidad de Fauna
	L. Complejidad topográfica
	M. Grado de Cubierta vegetal
	N. Altura de la vegetación
	O. Uso de suelo
	P. Cuerpos de agua
	Q. Corrientes de agua

Tabla IV.90. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica

Factor	Indicador ambiental
Socioeconómico	A. Población Económicamente Activa (PEA)
	B. Alfabetización
	C. Porcentaje de población ocupada
	D. Grado de Marginación
	E. Actividades socioeconómicas
	F. Pueblos Indígenas
	G. Educación
	H. Salud

Después de establecer los factores se les asignó un valor en base a sus características analizadas. El valor va de 1 a 3, siendo 3 el valor óptimo de calidad ambiental y el 1 el mínimo. Posteriormente se obtuvo el porcentaje que representa el valor de calidad con respecto al nivel máximo de calidad ambiental. La interpretación del valor final del índice de calidad ambiental, que estará expresado en una escala cuyo valor máximo será cien y el mínimo cero, correspondiendo los valores más altos a la situación ambiental más positiva. Para ello se realizó una clasificación dividida en 5, donde la clase 1 incluye valores de 1 al 19, en la cual se toma como criterio una valoración de la calidad ambiental como baja, la clase 2, de 20 a 39 con una valoración de moderadamente baja, la 3 entre 40 y 59 con valoración de media o intermedia, la 4 entre 60 y 79 como moderadamente alta y la 5 entre 80 y 100 como de calidad ambiental alta.

Después de obtener el índice de calidad ambiental respectivo se determinó su categorización con base en la siguiente tabla:

Tabla IV.91. Categorización de la calidad ambiental obtenida

CLASE	RANGO	CATEGORÍA
1	1-19	Baja
2	20-39	Moderadamente Baja
3	40-59	Media
4	60-79	Moderadamente Alta
5	80-100	Alta

A continuación, se presenta la valoración de cada uno de los factores analizados para conocer su calidad ambiental.

Tabla IV.92. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Suelo	**A. Complejidad topográfica**	1	2	3	
	Alta	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	B. Relieve	1	2	3	
	Fuerte (> 50%)	●			2
	Moderada (entre 20 a 50 %)		●		
	Baja (<20%)			●	
	C. Fallas y fracturas	1	2	3	
	Distancia mayor de 1 Km a fallas o fracturas			●	1
	Distancia menor de 1 Km a fallas o fracturas	●			
	D. Sismicidad	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona sísmica	●			1
	El sitio no se ubica en zona sísmica			●	
	E. Vulcanismo	1	2	3	
	Distancia mayor de 1 Km de aparatos volcánicos			●	1
	Distancia menor de 1 Km de aparatos volcánicos	●			
	F. Erosión	1	2	3	
	La zona donde se llevara a cabo el proyecto se encuentra erosionada	●			3
	La zona donde se llevara a cabo el proyecto no se encuentra erosionada			●	
	G. Capacidad Productiva de los Suelos	1	2	3	
	Suelos Productivos			●	3
	Suelos No Productivos	●			
	H. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	3
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	I. Degradación	1	2	3	
	Suelo con degradación	●			3
	Suelo sin degradación			●	
	J. Grado de Cubierta Vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	K. Uso de Suelo	1	2	3	
	Urbano (Industrial, comercial, servicios, habitacional)	●			3
	Agropecuario		●		
	Vegetación Natural			●	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	L. Disposición de Residuos	1	2	3	
	La zona cuenta con relleno sanitario			●	1
	La zona no cuenta con relleno sanitario	●			
	M. Regiones Terrestres Prioritarias	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una RTP			●	1
	No se encuentra dentro de una RTP	●			
Total					**27**
Valor mínimo					13
Valor máximo					39
Calidad Ambiental Suelo					**54**
Categorización					**Media**

Tabla IV.93. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Agua	**A. Precipitación (mm/año)**	1	2	3	
	La precipitación es menor de 1,200	●			2
	La precipitación es entre 1,200 a los 3,500		●		
	La precipitación es mayor de 3,500			●	
	B. Precipitación (días/año)	1	2	3	
	En la zona llueve menos de 100	●			2
	En la zona llueve entre 100 y 200		●		
	En la zona llueve más de 200			●	
	C. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	3
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	D. Distancia a cuerpos y corriente de agua	1	2	3	
	Mayor de 1 Km			●	1
	Menor de 1 Km	●			
	E. Apariencia subjetiva del agua	1	2	3	
	Aguas de apariencia limpia y clara			●	2
	Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias		●		
	Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable o ausencia de cuerpo de agua	●			
	F. Uso del Cuerpo de Agua (aguas arriba)	1	2	3	
	Agrícola		●		2
	Aprovechamiento humano	●			
	Sin Uso			●	
	G. Uso del Cuerpo de Agua (aguas abajo)	1	2	3	
	Agrícola		●		2
	Aprovechamiento humano	●			
	Sin Uso			●	
	H. Acuíferos	1	2	3	
	La zona se ubica sobre un acuífero			●	3
	La zona no se ubica sobre un acuífero	●			
	I. Disponibilidad de Aguas Subterráneas	1	2	3	
	Existe disponibilidad de agua subterránea			●	3
	No existe disponibilidad de agua subterránea	●			
	J. Pozos de agua	1	2	3	
	Se encuentra en zona de concentración de pozos de agua	●			3
	No se encuentra en zona de concentración de pozos de agua			●	
	K. Infraestructura hidráulica	1	2	3	
	La zona cuenta con red de agua potable			●	3

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	La zona no cuenta con red de agua potable	●			
	L. Infraestructura Sanitaria I	1	2	3	
	La zona cuenta con red de drenaje sanitario			●	3
	La zona no cuenta con red de drenaje sanitario	●			
	M. Infraestructura Sanitaria II	1	2	3	
	La zona cuenta planta de tratamiento de aguas residuales			●	1
	La zona no cuenta planta de tratamiento de aguas residuales	●			
	N. Regiones Hidrológicas Prioritarias	1	2	3	
	La zona se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria			●	1
	La zona no se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria	●			
Total					**31**
Valor mínimo					14
Valor máximo					42
Calidad Ambiental del Agua					**61**
Categorización					**Moderadamente Alta**

Tabla IV.94. Determinación del índice de calidad ambiental factor aire

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Atmósfera	**A. Temperatura**	1	2	3	
	La temperatura máxima promedio anual es menor a 10 °C	●			3
	La temperatura máxima promedio anual es entre 10 y 26°C			●	
	La temperatura máxima promedio anual es mayor a 26° C		●		
	B. Precipitación total anual (mm/año)	1	2	3	
	La precipitación total anual es menor de 1,200	●			2
	La precipitación total anual es entre 1,200 a los 3,500		●		
	La precipitación total anual es mayor de 3,500			●	
	C. Precipitación (días/año)	1	2	3	
	En la zona llueve menos de 100	●			2
	En la zona llueve entre 100 y 200		●		
	En la zona llueve más de 200			●	
	D. Dirección del viento	1	2	3	
	La dirección dominante del viento es hacia zonas pobladas	●			1
	La dirección dominante del viento es contraria a zonas pobladas			●	
	E. Velocidad del viento (m/s)	1	2	3	
	La velocidad del viento es en promedio mayor de 10		●		3
	La velocidad del viento es en promedio entre 5 a 10			●	
	La velocidad del viento es en promedio menor de 5	●			
	F. Complejidad topográfica	1	2	3	
	Alta	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	G. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	H. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			1
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		
	Ausencia casi total de vegetación			●	
	I. Uso de suelo	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona industrial	●			3
	El sitio se ubica en zona urbana		●		

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	El sitio se encuentra en zona rural			●	
	J. Infraestructura	1	2	3	
	El sitio se encuentra cercano a vías de comunicación (carreteras, ferrocarriles o aeropuertos)	●			3
	El sitio no se encuentra cercano a vías de comunicación			●	
Total					**23**
Valor mínimo					10
Valor máximo					30
Calidad Ambiental Atmosférica					**65**
Categorización					**Moderadamente Alta**

Tabla IV.95. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Flora y fauna	**A. Tipo de Vegetación**	1	2	3	
	El sistema ambiental cuenta con menos del 30 % de vegetación natural	●			3
	El sistema ambiental cuenta del 31 % al 60 % de vegetación natural		●		
	El sistema ambiental cuenta con más del 61 % de vegetación natural			●	
	B. Tasa de cambio de uso de suelo	1	2	3	
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es menor al 30 %			●	3
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es entre 31 % al 60%		●		
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es mayor al 61 %	●			
	C. Especies Protegidas de flora	1	2	3	
	Se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010			●	3
	No se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	●			
	D. Especies Protegidas de fauna	1	2	3	
	Se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010			●	3
	No se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	●			
	E. Áreas Naturales Protegidas	1	2	3	
	Esta dentro de un Área Natural Protegida			●	3
	No está dentro de un Área Natural Protegida	●			
	F. Regiones Terrestres Prioritarias	1	2	3	
	Esta dentro de una Región Terrestre Prioritaria			●	1
	No está dentro de una Región Terrestre Prioritaria	●			
	G. Regiones Hidrológicas Prioritarias	1	2	3	
	Esta dentro de una Región Hidrológica Prioritaria			●	1
	No está dentro de una Región Hidrológica Prioritaria	●			
	H. Ares de importancia para la conservación de aves	1	2	3	
	Esta dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves			●	1
	No está dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves	●			
	I. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una política ambiental de conservación			●	2
	Se encuentra dentro de una política ambiental de aprovechamiento		●		
	Se encuentra dentro de una política ambiental de restauración	●			
	J. Diversidad de flora	1	2	3	
	La diversidad de flora es alta			●	2
	La diversidad de flora es media		●		
	La diversidad de flora es baja	●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	K. Diversidad de Fauna	1	2	3	
	La diversidad de fauna es alta			●	2
	La diversidad de fauna es media		●		
	La diversidad de fauna es baja	●			
	L. Complejidad topográfica	1	2	3	
	Alta	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	M. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	N. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			1
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		
	Ausencia casi total de vegetación			●	
	O. Uso de suelo	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona industrial	●			3
	El sitio se ubica en zona urbana		●		
	El sitio se encuentra en zona rural			●	
	P. Cuerpos de agua	1	2	3	
	Existencia de cuerpos de agua intermitentes	●			1
	Existencia de cuerpos de agua perennes			●	
	Q. Corrientes de agua	1	2	3	
	Existencia de corrientes de agua intermitentes	●			3
	Existencia de corrientes de agua perennes			●	
Total					**37**
Valor mínimo					17
Valor máximo					51
Calidad Ambiental de Flora y Fauna					**59**
Categorización					**Media**

Tabla IV.96. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Socioeconómico	**A. Población Económicamente Activa (PEA)**	1	2	3	
	PEA es menor del 30% de la población total	●			1
	PEA es entre 31% al 60% de la población total		●		
	PEA en mayor del 61% de la población total			●	
	B. Alfabetización	1	2	3	
	Porcentaje de población alfabetizada menor al 30 % de la población total			●	1
	Porcentaje de población alfabetizada entre el 31 % al 60 % de la población total		●		
	Porcentaje de población alfabetizada mayor al 61% de la población total	●			
	C. Porcentaje de población ocupada	1	2	3	
	El porcentaje de PEA respecto a la PO es mayor del 50%			●	1
	El porcentaje de PEA respecto a la PO es menor del 50%	●			
	D. Grado de Marginación	1	2	3	
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es alto o muy alto	●			3
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es medio		●		
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es bajo o muy bajo			●	
	E. Actividades socioeconómicas	1	2	3	
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es menor del 30 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado	●			1

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es entre el 31% al 60% respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado		●		
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es mayor del 61 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado			●	
	F. Pueblos Indígenas	1	2	3	
	El porcentaje de población indígena en el municipio es mayor del 40%			●	2
	El porcentaje de población indígena en el municipio es menor del 40%		●		
	No existe población indígena en el municipio	●			
	G. Educación	1	2	3	
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es medio superior			●	3
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es básica	●			
	H. Salud	1	2	3	
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es menor del 30 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado	●			1
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es entre el 31% al 60% respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado		●		
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es mayor del 61 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado			●	
Total					**13**
Valor mínimo					8
Valor máximo					24
Calidad Ambiental Socioeconómica					**31**
Categorización					**Moderadamente Baja**

A continuación, se presenta el resumen del índice de calidad ambiental de cada elemento:

Tabla IV.97. Resumen del índice de calidad ambiental

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Suelo	54	Media
Agua	61	Moderadamente Alta
Atmósfera	65	Moderadamente Alta
Flora y fauna	59	Media
Socioeconómico	31	Moderadamente Baja

En general la calidad ambiental del área de estudio se puede catalogar como media (obteniendo un promedio de 54 puntos), siendo el factor agua y atmosfera con mejor propiedad categorizándose como moderadamente alta; para el suelo, flora y fauna se presenta como media; y no tan favorable el factor socioeconómico presentando una calidad moderadamente baja.

A partir de conocer la situación en la cual se encuentran los diferentes factores ambientales y que tienen relación con el proyecto, se realizará adelante la identificación y evaluación de los impactos ambientales para conocer el grado de incidencia que tendrá el proyecto sobre los diferentes factores. Como se mencionó anteriormente la superficie del proyecto en general presenta una calidad ambiental media, no obstante, se tendrán que realizar diferentes actividades con el fin no reducir la calidad ambiental que actualmente presenta el sitio.

IV.4.1. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EN EL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO.

Respecto al diagnóstico ambiental en el área del sistema ambiental regional, se hace mención que presenta condiciones similares en cuanto a la calidad ambiental de los diferentes factores que, en la zona del

proyecto, a continuación, se realiza una descripción de las condiciones de los principales factores ambientales encontrados.

Suelo: De acuerdo a los diferentes criterios utilizados para la valoración de la calidad ambiental como los siguientes; topográfico, relieve, permeabilidad, sismicidad, vulcanismo y fallas o fracturas, se encuentran bajo condiciones similares entre las unidades de análisis e incluso se podría decir que el AP presenta mejores condiciones de suelo respecto al SAR; en el factor de erosión del sistema ambiental regional se presenta en un 40% de superficie como potencialmente susceptible a erosión hídrica, mientras que para el área del proyecto no se presenta deficiencia por la misma, no obstante, podemos mencionar que se contemplan medidas contra impactos que propician una mitigación y reducción de la erosión, es así que se delibera una mejora en cuanto a la calidad del suelo.

Agua: INEGI identifica diversas corrientes de agua de 1er y 3er orden dentro del SAR y AP, así mismo, son clasificadas como corrientes de agua intermitentes y con menor presencia a 6 meses al año, sin embargo, de acuerdo a los recorridos de campo se registró una cañada que atraviesa de sur a norte del área del proyecto y con indicios de corriente perene, este arroyo es el principal cauce de una cuenca hidrológica que forma parte de la microcuenca del Río San Diego. Dicha corriente conforma una nanocuenca con una superficie de captación de 1,331.80 ha, la cual es utilizada en el presente estudio como Sistema Ambiental Regional.

Es importante mencionar que no existe infraestructura alguna que requiera el uso de este elemento. En caso dado de perturbar algún elemento relacionado a este, se aplicarán las medidas emergentes correspondientes,

Aire: En el aspecto atmosférico podemos decir que en las zonas de análisis no se encuentran infraestructuras de gran tamaño que deterioren la calidad del aire, así mismo, podemos encontrar diversas vías de comunicación aledañas al área del proyecto, sin embargo, el transito es remoto. La zona de influencia del proyecto posee una alta densidad de vegetación la cual propicia una buena calidad atmosférica.

Flora y fauna: El SAR posee condiciones similares de vegetación a la zona del AP la cual propicia una diversidad media entre la flora y fauna, es importante mencionar que durante los recorridos en campo y levantamiento de información se encontraron especies de flora y fauna dentro del SAR y AP con categoría de Proteccion Ambiental y Amenazadas respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010, para flora se hallaron las especies *Symplocos citrea* (Pr), *Comarostaphylis discolor* (Pr) y *Carpinus caroliniana* (A); para fauna y dentro de las aves se encuentra *Myadestes occidentalis* (Pr) y *Geothlypis tolmiei* (A), y en anfibios y reptiles *Llithobates neovolcanicus* (A), *Sceloporus grammicus* (Pr), *Thamnophis cyrtopsis* (A) y *Conopsis biserialis* (A). No obstante, para fauna dentro de las medidas contra impactos se propone el ahuyentamiento, rescate y reubicación de todo individuo si es requerido ya que se recuerda que no habrá un impacto mayor en cuanto a la remoción de vegetación debido a que no se pretende el retiro de los individuos arbóreos.

En cuanto a flora, se menciona que las especies encontradas dentro de la zona de interés se hallan debidamente representadas en el sistema ambiental regional. Es así que podemos decir que la calidad de flora y fauna para esta área se determina como buena.

ANEXO 1. Inventario de especies de fauna presentes en el AP y SAR.

Aves

Inventario de aves registradas en el Área del Proyecto (AP) y la Región Ecológica Determinada (RED), Valle de Bravo, estado de México. ABUNDANCIA: (A) Abundante, (C) Común, (MC) Medianamente Común, (NC) No común, (Ra) Rara, (-) Ausente. NOM-059-2019: (A) Amenazada, (Pr) Protección especial, (-) Sin categoría. ESTACIONALIDAD: (RP) Residente permanente, (VI) Visitante de invierno. ENDEMISMO: (E) Endémica, (CE) Cuasiendémica, (SE) Semiendémica, (-) No endémica. TIPO DE VEGETACIÓN: (BP-E) Bosque de pino-encino/encino-pino, VR/R (Vegetación riparia/ribereña), BP/T (Bosque perturbado/transformado), U (Áreas urbanas). VALOR DE IMPORTANCIA PARA SU CONSERVACIÓN: (A) Alto, (M) Medio, (B) Bajo.

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	TIPO DE VEGETACION	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR					
GALLIFORMES								
CRACIDAE								
Ortalis poliocephala	Chachalaca Pálida	Ra	NC	-	RP	E	BP-E, VR/R, BP/T	Alto
COLUMBIFORMES								
COLUMBIDAE								
Columbina inca	Tortolita Colilarga	-	Ra	-	RP	-	BP/T, U	Bajo
Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera	-	Ra	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Bajo
CAPRIMULGIFORMES								
CAPRIMULGIDAE								
Antrostomus arizonae	Tapacaminos Cuerporruín Mexicano	Ra	Ra	-	RP	-	BP-E, BP/T	Medio
APODIFORMES								
TROCHILIDAE								
Colibri thalassinus	Colibrí Orejas Violetas	NC	MC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Eugenes fulgens	Colibrí Magnífico	Ra	-	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Bajo
Lampornis amethystinus	Colibrí Garganta Amatista	NC	Ra	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	TIPO DE VEGETACION	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR					
Lampornis clemenciae	Colibrí Garganta Azul	-	Ra	-	RP	SE	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Basilinna leucotis	Zafiro Orejas Blancas	C	C	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
Saucerottia beryllina	Colibrí Berilo	Ra	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
CHARADRIIFORMES								
CHARADRIIDAE								
Charadrius vociferus	Chorlo Tildío	-	Ra	-	RP	-	BP/T, U	Bajo
CATHARTIFORMES								
CATHARTIDAE								
Cathartes aura	Zopilote Aura	-	Ra	-	RP	-	BP-E, BP/T, U	Bajo
ACCIPITRIFORMES								
ACCIPITRIDAE								
Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja	Ra	Ra	-	RP	-	BP-E, BP/T	Bajo
STRIGIFORMES								
STRIGIDAE								
Bubo virginianus	Búho Cornudo	Ra	-	-	RP	-	BP-E, BP/T	Medio
Glaucidium gnoma	Tecolote Serrano	Ra	-	-	RP	-	BP-E, VR/R	Medio
TROGONIFORMES								
TROGONIDAE								
Trogon elegans	Coa Elegante	-	Ra	-	RP	-	BP-E, BP/T	Medio
Trogon mexicanus	Coa Mexicana	NC	Ra	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
CORACIIFORMES								
ALCEDINIDAE								
Megaceryle alcyon	Martín Pescador Norteño	Ra	-	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
PICIFORMES								
PICIDAE								

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	TIPO DE VEGETACION	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR					
Melanerpes formicivorus	Carpintero Bellotero	NC	MC	-	RP	-	BP-E, BP/T	Medio
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano	Ra	Ra	-	RP	-	BP-E, BP/T, U	Bajo
Dryobates villosus	Carpintero Albinegro Mayor	Ra	-	-	RP	-	BP-E, VR/R	Medio
Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	Ra	NC	-	RP	-	BP-E, BP/T	Bajo
PASSERIFORMES								
TITYRIDAE								
Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado	-	Ra	-	RP	-	BP-E, VR/R	Medio
TYRANNIDAE								
Camptostoma imberbe	Mosquerito Chillón	-	Ra	-	RP	-	BP-E, BP/T	Bajo
Myiopagis viridicata	Mosquerito Verdoso	NC	Ra	-	RP	-	BP-E, VR/R	Medio
Attila spadiceus	Mosquero Atila	-	Ra	-	RP	-	BP-E, VR/R	Medio
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas Triste	NC	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	Ra	-	-	RP	SE	BP/T, U	Bajo
Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas Copetón	MC	C	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Contopus pertinax	Papamoscas José María	NC	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Empidonax sp.	Papamoscas	NC	NC	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Empidonax hammondii	Papamoscas de Hammond	Ra	-	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Empidonax oberholseri	Papamoscas Matorralero	-	Ra	-	VI	SE	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Empidonax occidentalis	Papamoscas Amarillo Barranqueño	NC	MC	-	RP	SE	BP-E, VR/R, BP/T	Medio

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	TIPO DE VEGETACION	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR					
Empidonax fulvifrons	Papamoscas Pecho Canela	Ra	-	-	RP	-	BP-E, BP/T	Medio
Sayornis nigricans	Papamoscas Negro	Ra	-	-	RP	-	VR/R, BP/T, U	Bajo
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	Ra	-	-	RP	-	BP/T, U	Bajo
FURNARIIDAE								
Lepidocolaptes leucogaster	Trepatroncos Mexicano	MC	NC	-	RP	E	BP-E, VR/R	Alto
VIREONIDAE								
Vireolanius melitophrys	Vireón Arlequín	Ra	Ra	-	RP	CE	BP-E, VR/R	Alto
Vireo huttoni	Vireo Reyezuelo	NC	Ra	-	RP	-	BP-E, BP/T	Medio
Vireo cassini	Vireo de Cassin	Ra	Ra	-	VI	SE	BP-E, BP/T	Medio
Vireo gilvus	Vireo Gorjeador	Ra	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
CORVIDAE								
Aphelocoma ultramarina	Chara Transvolcánica	MC	C	-	RP	E	BP-E, BP/T	Medio
PARIDAE								
Baeolophus wollweberi	Carbonero Embridado	-	Ra	-	RP	-	BP-E, VR/R	Medio
HIRUNDINIDAE								
Tachycineta thalassina	Golondrina Verdemar	-	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Bajo
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	NC	Ra	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
AEGITHALIDAE								
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	NC	Ra	-	RP	-	BP-E, BP/T, U	Bajo
REGULIDAE								
Corthylio calendula	Reyezuelo Matraquita	C	MC	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T	Bajo

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	TIPO DE VEGETACION	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR					
PTILIOGONATIDAE								
Ptiliogonys cinereus	Capulinero Gris	MC	MC	-	RP	CE	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
SITTIDAE								
Sitta carolinensis	Bajapalos Pecho Blanco	Ra	Ra	-	RP	-	BP-E, VR/R	Medio
CERTHIIDAE								
Certhia americana	Trepadorcito Americano	NC	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
POLIOPTILIDAE								
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	NC	NC	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
TROGLODYTIDAE								
Campylorhynchus megalopterus	Matraca Barrada	-	MC	-	RP	E	BP-E, VR/R, BP/T	Alto
Troglodytes aedon	Saltapared Común migratorio	NC	NC	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T	Bajo
Troglodytes brunneicollis	Saltapared Común residente	NC	NC	-	RP	CE	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
MIMIDAE								
Melanotis caerulescens	Mulato Azul	Ra	Ra	-	RP	E	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	Ra	Ra	-	RP	-	BP/T, U	Bajo
TURDIDAE								
Sialia sialis	Azulejo Garganta Canela	NC	NC	-	RP	-	BP-E, BP/T	Medio
Myadestes occidentalis	Clarín Jilguero	A	C	Pr	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Alto
Catharus aurantiirostris	Zorzal Pico Naranja	NC	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Catharus occidentalis	Zorzal Mexicano	NC	Ra	-	RP	E	BP-E, VR/R	Medio

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	TIPO DE VEGETACION	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR					
Catharus frantzii	Zorzal de Frantzius	-	Ra	A	RP	-	VR/R	Alto
Catharus guttatus	Zorzal Cola Canela	Ra	Ra	-	VI	-	BP-E, BP/T	Medio
Turdus assimilis	Mirlo Garganta Blanca	C	MC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Turdus migratorius	Mirlo Primavera	NC	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
PEUCEDRAMIDAE								
Peucedramus taeniatus	Ocotero Enmascarado	NC	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
PASSERIDAE								
Passer domesticus	Gorrión Doméstico	-	NC	-	RP	-	BP/T, U	Bajo
FRINGILLIDAE								
Coccothraustes abeillei	Picogrueso Encapuchado	Ra	NC	-	RP	CE	BP-E, BP/T	Medio
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	NC	MC	-	RP	-	BP-E, BP/T, U	Bajo
Loxia curvirostra	Picotuerto Rojo	-	NC	-	RP	-	BP-E, BP/T	Medio
Spinus pinus	Jilguerito Pinero	Ra	-	-	RP	-	BP-E, VR/R	Bajo
Spinus notatus	Jilguerito Encapuchado	NC	Ra	-	RP	-	BP-E, BP/T	Bajo
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	-	Ra	-	RP	-	BP/T, U	Bajo
PASSERELLIDAE								
Arremon virenticeps	Rascador Cejas Verdes	Ra	NC	-	RP	E	BP-E, VR/R	Alto
Junco phaeonotus	Junco Ojos de Lumbre	MC	NC	-	RP	CE	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	Ra	NC	-	VI	-	BP-E, BP/T	Medio
Melozone fusca	Rascador Viejita	Ra	Ra	-	RP	-	BP/T, U	Bajo
Pipilo maculatus	Rascador Moteado	Ra	NC	-	RP	-	BP-E, BP/T	Medio
Atlapetes pileatus	Rascador Gorra Canela	NC	NC	-	RP	E	BP-E, VR/R, BP/T	Medio

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	TIPO DE VEGETACION	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR					
ICTERIDAE								
Sturnella lilianae	Pradero Altiplanero	-	Ra	-	RP	-	BP/T	Bajo
Icterus bullockii	Calandria Cejas Naranjas	Ra	Ra	-	VI	SE	BP-E, BP/T	Bajo
PARULIDAE								
Parkesia motacilla	Chipe Arroyero	Ra	-	-	VI	-	VR/R	Medio
Mniotilta varia	Chipe Trepador	NC	Ra	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
Oreothlypis superciliosa	Chipe Cejas Blancas	Ra	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo	Ra	-	-	VI	-	BP-E, BP/T, U	Bajo
Leiothlypis ruficapilla	Chipe Cabeza Gris	-	NC	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
Geothlypis tolmiei	Chipe Lores Negros	Ra	Ra	A	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T	Alto
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	MC	A	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
Setophaga graciae	Chipe Cejas Amarillas	NC	NC	-	RP	-	BP-E, BP/T	Medio
Setophaga nigrescens	Chipe Negrogrís	-	Ra				BP-E, BP/T	Medio
Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	NC	MC	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Setophaga occidentalis	Chipe Cabeza Amarilla	NC	NC	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela	Ra	NC	-	RP	CE	BP-E, BP/T	Medio
Basileuterus belli	Chipe Cejas Doradas	MC	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R	Medio
Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra	MC	NC	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
Cardellina rubrifrons	Chipe Cara Roja	NC	Ra	-	VI	SE	BP-E, VR/R	Medio
Cardellina rubra	Chipe Rojo	NC	-	-	RP	E	BP-E, VR/R	Alto
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	NC	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ESTATUS MIGRATORIO	ENDEMISMO	TIPO DE VEGETACION	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR					
Myioborus miniatus	Pavito Alas Negras	C	C	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
CARDINALIDAE								
Piranga flava	Piranga Encinera	NC	NC	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Piranga rubra	Piranga Roja	Ra	NC	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
Piranga ludoviciana	Piranga Capucha Roja	Ra	NC	-	VI	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
Piranga bidentata	Piranga Dorso Rayado	Ra	Ra	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado	Ra	-	-	VI	-	BP-E, BP/T	Medio
Pheucticus melanocephalus	Picogordo Tigrillo	Ra	-	-	RP	SE	BP-E, BP/T	Medio
Passerina amoena	Colorín Pecho Canela	-	Ra	-	VI	SE	BP/T	Bajo
Passerina cyanea	Colorín Azul	-	Ra	-	VI	-	BP/T	Bajo
Passerina versicolor	Colorín Morado	Ra	-	-	RP	SE	BP/T	Bajo
THRAUPIDAE								
Diglossa baritula	Picochueco Vientre Canela	Ra	-	-	RP	-	BP-E, VR/R, BP/T	Medio

Mamíferos

Inventario de mamíferos registrados en el Área del Proyecto (AP) y la Región Ecológica Determinada (RED), Valle de Bravo, estado de México. ABUNDANCIA: (A) Abundante, (C) Común, (MC) Medianamente Común, (NC) No común, (Ra) Rara, (-) Ausente. NOM-059-2019: (-) Sin categoría. ENDEMISMO: (E) Endémica, (-) No endémica. TIPO DE VEGETACIÓN: (BP-E) Bosque de pino-encino/encino-pino, VR/R (Vegetación riparia/ribereña), BP/T (Bosque perturbado/transformado), U (Áreas urbanas). VALOR DE IMPORTANCIA PARA SU CONSERVACIÓN: (A) Alto, (M) Medio, (B) Bajo.

ORDEN FAMILIA Subfamilia *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ENDEMISMO	TIPO DE VEGETACIÓN	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR				
DIDELPHIMORPHIA							
DIDELPHIDAE							
Didelphinae							
Didelphis virginiana	Tlacuache	NC		-	-		
LAGOMORPHA							
LEPORIDAE							
Leporinae							
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	NC		-	E		
RODENTIA							
SCIURIDAE							
Sciurinae							
Sciurus aureogaster	Ardilla Gris	A		-	-		
CARNIVORA				-	-		
CANIDAE							
Canis latrans		Ra		-	-		
Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	NC		-	-		
MEPHITIDAE							
Mephitis macroura	Zorrillo Listado	Ra		-	-		
PROCYONIDAE							
Procyoninae							
Bassariscus astutus	Cacomixtle Norteño	C		-	-		
Procyon lotor		MC		-	-		
CHIROPTERA							
VERPERTILIONIDAE							
Vespertilioninae							
Lasiurus blossevilli	Murciélago de Cola Peluda	Ra		-	-		

Reptiles y Anfibios

Inventario de Reptiles y Anfibios registrados en el Área del Proyecto (AP), Valle de Bravo, estado de México. ABUNDANCIA: (A) Abundante, (C) Común, (MC) Medianamente Común, (NC) No común, (Ra) Rara. NOM-059-2019: (A) Amenazada, (Pr) Protección especial (-) Sin categoría. ENDEMISMO: (E) Endémica, (-) No endémica. TIPO DE VEGETACIÓN: (BP-E) Bosque de pino-encino/encino-pino, VR/R (Vegetación riparia/ribereña), BP/T (Bosque perturbado/transformado), U (Áreas urbanas). VALOR DE IMPORTANCIA PARA SU CONSERVACIÓN: (A) Alto, (M) Medio, (B) Bajo.

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ENDEMISMO	TIPOS DE VEGETACIÓN	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR				
ANURA							
CRAUGASTORIDAE							
Craugastor hobartsmithi	Rana Ladradora	MC	MC	-	E	BP-E, VR/R	Alto
Craugastor pygmaeus	Rana Ladradora Pigmea	NC	-	-	-	BP-E, VR/R	Medio
HYLIDAE							
Dryophytes eximius	Rana Arborícola de Montaña	-	Ra	-	E	VR/R	Alto
Exerodonta smaragdina	Ranita de Pastizal	-	A	Pr	E	VR/R	Alto
Sarcohyla hapsa	Rana Arborícola	-	MC	-	E	VR/R	Alto
RANIDAE							
Lithobates neovolcanicus	Rana Leopardo	MC	-	A	E	VR/R	Alto
Lithobates spectabilis	Rana Manchada	Ra	-	-	E	BP-E, VR/R	Alto
SQUAMATA							
DACTYLOIDAE							
Anolis nebulosus	Abaniquillo del Pacífico	-	Ra	-	E	BP-E, VR/R, BP/T, U	Alto
PHRYNOSOMATIDAE							
Sceloporus subniger	Lagartija Llanera	NC	Ra	-	E	BP-E, VR/R, BP/T	Medio
Sceloporus grammicus	Lagartija del Mezquite	MC	NC	Pr	-	BP-E, VR/R, BP/T, U	Bajo
Sceloporus torquatus	Roño de Collar	MC	NC	-	E	BP-E, BP/T, U	Medio
SCINCIDAE							

ORDEN FAMILIA *Especie*	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA		NOM-059-2019	ENDEMISMO	TIPOS DE VEGETACIÓN	VALOR DE IMPORTANCIA
		AP	SAR				
Plestiodon indubitus	Eslizón de Nariz Corta	A	MC	-	E	BP-E, VR/R, BP/T, U	Alto
COLUBRIDAE							
Conopsis biserialis	Culebra de Tierra	NC	-	A	E	BP-E, BP/T	Alto
NATRICIDAE							
Storeria storerioides	Culebra Parda	Ra	Ra	-	E	BP-E, BP/T	Alto
Thamnophis cyrtopsis	Culebra de Agua	Ra	-	A	-	BP-E, VR/R	Medio
Thamnophis pulchrilatus	Culebra Listonada	Ra	-	-	E	BP-E, VR/R	Alto

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU)
DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL
MODALIDAD B-REGIONAL

CAPÍTULO V

Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional

Proyecto:

"Sttupa Regeneración"

Valle de Bravo, Estado De México

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Existe una percepción generalizada sobre los impactos ambientales generados por el sector vivienda, centrados en los consumos energéticos y de agua, así como la generación de descargas de aguas residuales y de residuos en la etapa de ocupación ("operación") de dichos proyectos, lo que ha inducido la emisión de normas técnicas ambientales *ex profesas* para mitigar y controlar los efectos adversos al ambiente que pudieran provocar.

Sin embargo, las etapas de construcción, y principalmente, de preparación del sitio, carecen de disposiciones normativas específicas para evitar, y en su caso, mitigar los impactos adversos que ocasionan al ambiente las actividades y obras que se desarrollan en estas etapas tempranas del desarrollo de proyectos de vivienda. La gran mayoría de los estudios de impacto ambiental de fraccionamientos y de desarrollos habitacionales han determinado que los impactos adversos al ambiente representan un porcentaje importante en su ocurrencia y significancia en estas etapas iniciales.

Por otra parte, para seleccionar la o las de metodologías que pueden utilizarse en la integración del Documento Técnico Unificado, se debe considerar que los métodos para evaluar el impacto ambiental son muy diferentes y la selección o el diseño del que se vaya a emplear, deben atender a la claridad, precisión y reproducibilidad del método. Es evidente que una misma metodología no es adecuada para diferentes proyectos, ya que cada proyecto, puede o no puede generar diferentes tipos de residuos o incluso contaminantes; de igual forma, cada proyecto utiliza diferentes tipos de recursos naturales e incide de diferente forma sobre los factores económicos, sociales, culturales o biológicos que conforman el sistema ambiental regional, o como se anotó anteriormente, la experiencia y el marco normativo induce a seleccionar metodologías enfocadas a la reservación de la provisión de los bienes y servicios ambientales que aportan los elementos naturales. Por lo tanto, según la naturaleza y según la calidad y las características ambientales del área donde vaya a establecerse el proyecto, la metodología para identificar y evaluar impactos ambientales tendrá enfoques y alcances diferentes.

Como le establece la guía, la metodología abordará tres funciones analíticas: **identificación, caracterización y evaluación** de impactos ambientales a partir de un diagnóstico del sistema ambiental, en este caso, basado en el correspondiente del estudio de daño ya elaborado, enriquecido con información de los estudios dasométrico y de provisión de bienes y servicios ambientales.

Para identificar los posibles impactos, se determinarán las interacciones entre las obras y actividades del proyecto y los elementos naturales que conforman los medios biótico y abiótico, así como con los factores socioeconómicos a través de redes causa –efecto, lo cual permite imprimir un carácter ecosistémico

Asimismo, y de acuerdo con V. Conesa Fdez.-Vítora, 1997, existen numerosos modelos y procedimientos para la **evaluación de impactos** sobre el medio ambiente o sobre algunos de sus factores. Para este proyecto en particular, se utilizaron los métodos: "Matriz de interacciones de causa y efecto" y "Metodología de Conesa-Vítora" para **identificar los impactos ambientales** que pudieran generarse en las diferentes etapas de las obras o actividades, y **estimar la magnitud los impactos** ambientales que podría causar el proyecto.

La matriz de interacción de causa-efecto. Destaca las ventajas que ofrece al permitir disminuir o aumentar las características ambientales o las acciones según las necesidades del proyecto a evaluar, además de ser un excelente método para identificar las acciones que deben ser objeto de mayor atención. Estas modificaciones pueden ser tanto positivas como negativas y cabe la posibilidad de que sean

provocadas tanto por fenómenos naturales, como por el hombre. Permite visualizar gráficamente mediante un modelo tabular la identificación de las interacciones de las obras y las acciones realizadas con los elementos naturales que componen el paisaje donde se asienta el proyecto y que aportan bienes y servicios ambientales; y

Metodología de Conesa–Vítora (1996). Se utiliza para caracterizar el impacto (evaluación cualitativa), la cual utiliza ciertos criterios que permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, agrupándolos en una fórmula que da como resultado, la importancia del impacto.

De acuerdo con V. Conesa Fdez.-Vítora, las matrices causa-efecto, son métodos cualitativos, preliminares y muy valiosos para valorar las diversas alternativas de un mismo proyecto, siendo el más conocido, el de la *Matriz de Leopold*, primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental, en tanto que, otros autores señalan que, son cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos.

En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá de evaluarse posteriormente, que fue precisamente lo que se realizó para este estudio.

Con el fin de identificar, caracterizar y determinar cada uno de los impactos ambientales que puedan ocasionar las obras y actividades ejecutadas, así como en la caracterización del sistema ambiental, se realizaron los siguientes pasos:

- Identificar cuáles podrían haber sido las principales acciones o actividades causantes del daño ambiental en cada etapa desarrollada del proyecto;
- Definir los efectos potenciales causados al llevar a cabo el proyecto, al igual que los impactos para los distintos factores ambientales.
- Con la información obtenida se realizó una matriz de causas-efectos y una matriz de importancia.
- Se realizó la valoración final de los impactos que la actividad causará en su totalidad y la determinación sobre la magnitud del impacto para cada factor.
- Se obtuvo el resultado y conclusión de los impactos encontrados, principalmente los que resultaron moderados y severos significativos y no significativos.

Las actividades antes mencionadas se efectuaron de acuerdo con la Figura V.1, para facilitar su comprensión, se ha dividido en dos principales actividades:

1) Identificación

2) Evaluación (Donde se incluye la caracterización y valoración de los impactos y daños ambientales)

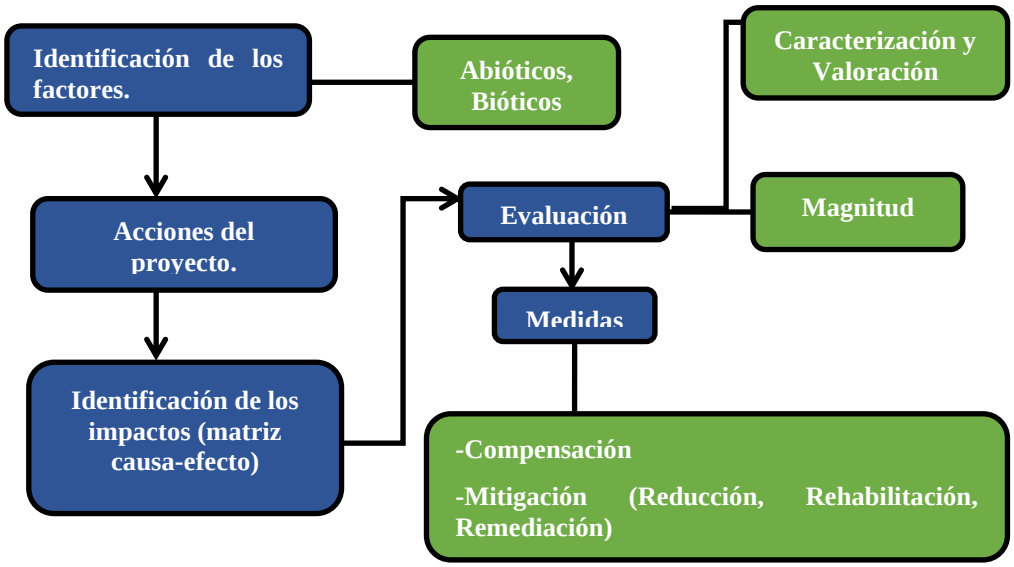


Figura V.1. Proceso para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales que se ocasionarán por el proyecto.

V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

La interacción que existe entre las obras y actividades por realizar y su entorno permitieron determinar los impactos ambientales que se pudieran generar, para justificar la relación acción-impacto. En el capítulo II se describieron las obras, actividades, procesos y operaciones realizadas y en el IV se describe el sistema ambiental, de donde se obtuvieron los hábitat, ecosistemas, elementos y recursos naturales involucrados con las acciones del proyecto y sus posibles consecuencias o bien los impactos ambientales y su grado de impacto (irrelevante, moderado o severo). Con el análisis de esta interacción se simplifica la identificación de los impactos en cada etapa del proyecto, y la determinación del nivel de daño o beneficio según sea el caso de cada etapa, para así definir de manera clara la relación impacto-medio ambiente y sus posibles medidas de mitigación (Fig. V.8).

Etapas y actividades del proyecto

Para la puntual identificación y evaluación pertinente de los impactos ambientales que pudiera generar la ejecución de obras y actividades, se determinaron las acciones directas e indirectas que pudieron provocar efectos negativos o positivos durante el desarrollo de las obras y actividades citadas. Estas se observan claramente en la matriz de causa-efecto, descrita con el objetivo de diferenciar los impactos generados con el desarrollo del proyecto en cada factor ambiental a impactar. La lista de actividades es la siguiente:

Tabla V.1. Lista de actividades

ETAPA	OBRAS	ACTIVIDAD
I. Preparación del sitio	Preparación del terreno	I.1. Trazo de lotificación y vialidad
		I.2. Desmonte, limpieza del terreno y apilamiento de productos
		I.3. Despalme y apilamiento de productos

ETAPA	OBRAS	ACTIVIDAD
II. Construcción	Urbanización	II.1.1. Excavación de zanjas para cimentación de la sección faltante del muro perimetral y el sembrado de líneas de red hidráulica, eléctrica y comunicaciones (datos) por ejecutar
		II.1.2. Colocación de redes
		II.1.3. Relleno de zanjas y nivelado
		II.1.4. Tomas y descargas domiciliarias; registros eléctricos
		II.1.5. Guarniciones y banquetas. Red pluvial
		II.1.6. Áreas verdes
		II.1.7. Rehabilitación de vialidades existentes
	Edificación	II.2.1. Excavación para cimentación de edificaciones habitacionales y sus servicios (cisternas, y biodigestores)
		II.2.2. Cimentaciones (pilotes)
		II.2.3. Relleno y nivelación de desplantes para la edificación habitacional
		II.2.4. Estructuras
		II.2.5. Servicios (cisternas, bidigestores)
		II.2.6. Albañilería, acabados, herrería y carpintería
		II.2.7. Conclusión del puente de estructura metálica y barda perimetral
		II.2.8. Limpieza
	Obras de apoyo	II.3.1. Bodegas, comedores
III. Operación y mantenimiento	Ninguna	III.1. Ocupación habitacional y uso de instalaciones
		III.2. Mantenimiento de áreas verdes
		III.3. Mantenimiento de edificaciones y obra civil
		III.4. Mantenimiento de biodigestores
		III.5. Limpieza general

A continuación, se muestra una tabla con la descripción de las actividades realizadas.

Tabla V.2. Descripción de actividades

ACTIVIDAD	Descripción
I.1. Trazo de lotificación y vialidad	Marcaje en el terreno del contenido del plano de lotificación y vialidad mediante instrumentos topográficos
I.2. Desmonte, limpieza del terreno y apilamiento de productos	Remoción de la vegetación mediante medios mecánicos, limpieza del área y su disposición en forma de apilamiento en áreas cercanas
I.3. Despalme y apilamiento de productos	Remoción de la capa superficial del suelo mediante medios mecánicos
II.1.1. Excavación de zanjas para cimentación de la sección faltante del muro perimetral y el sembrado de líneas de red hidráulica, eléctrica y comunicaciones (datos) por ejecutar	Excavación con una sección transversal rectangular mediante herramientas manuales y dimensiones acordes al requerimiento del proyecto
II.1.2. Colocación de redes	Instalación de líneas de red hidráulica, eléctrica y comunicaciones (datos). Relleno de la zanja con material (producto de excavación) apisonado hasta en un 90% de su P.V.S.M. (peso volumétrico seco máximo) encapas de 20 cm, hasta el nivel de rasante
II.1.3. Relleno de zanjas y nivelado	Retorno del material excavado, sepultando los ductos de las redes y nivelación de la superficie
II.1.4. Tomas y descargas domiciliarias; registros eléctricos	Instaladas con tubería PVC sanitario norma clase 1 de 6” de diámetro en el tubo de alcantarillado con silleta de inserción de 45° y pegado con cemento para PVC, encofrado de concreto de f´c= 150 kg/cm2

ACTIVIDAD	Descripción
	reforzado con malla electro soldada de 6x6-10/10 con el fin de proteger el tubo al momento de formar las plataformas y terracerías de las bases. Las acometidas domiciliarias cuentan con poliducto de alta densidad PAD – 1 ½", distribuidos en registros de baja tensión
II.1.5. Guarniciones y banquetas, Red pluvial	A construirse con materiales impermeables
II.1.6. Áreas verdes	Forestación y reforestación, en su caso, con especies de la región
II.1.7. Rehabilitación de vialidades existentes	Relleno y conformación del terraplén, subrasante y pavimento impermeable. Construcción del dren pluvial anexo
II.2.1. Excavación para cimentación de edificaciones habitacionales y sus servicios (cisternas, y biodigestores)	Extracción de suelo en secciones y dimensiones el hincado de pilotes para cada servicio, de acuerdo a especificaciones del proyecto
II.2.2. Cimentaciones (barda y pilotes)	Soluciones estructurales de concreto conteniendo por piedra braza y mampostería elaborada a base de piedras colocadas con mortero. Colocación e hincado de pilotes prefabricados
II.2.3. Relleno y nivelación de desplantes para la edificación habitacional	Retorno del material excavado, sepultando los ductos de las redes y nivelación de la superficie
II.2.4. Estructuras	Construcción y armando de trabes, columnas, cadenas y demás elementos estructurales de las edificaciones
II.2.5. Servicios (cisternas, bidigestores)	Instalación de cisternas y bidigestores en las excavaciones respectivas, sobre una cama de material geo mecánicamente apto, relleno con el material de la excavación y nivelación de la superficie.
II.2.6. Albañilería, acabados, herrería y carpintería	Ejecución de la obra blanca
II.2.7. Conclusión del puente de estructura metálica y barda perimetral	Armado y colocación de las estructura metálica sobre los cimientos pre existentes y levantamiento de la barda perimetral faltante
II.2.8. Bodegas, comedores	Construcción de obras temporales de apoyo con materiales desmontables
II.3.1. Limpieza	Retiro de obras temporales y de materiales no utilizados
III.1. Ocupación habitacional y uso de instalaciones	Habitación de viviendas, hospedaje en villas y visita a los centros de capacitación
III.2. Mantenimiento de áreas verdes	Riego, control de plagas y podas
III.3. Mantenimiento de edificaciones y obra civil	Verificación, y en su caso, reparación de cimentaciones, estructuras, albañilería, acabados, herrería y carpintería. Desazolve y limpieza de embalses
III.4. Mantenimiento de biodigestores	Manejo de lodos y biosólidos
III.5. Limpieza general	Generación de residuos sólidos urbanos

V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Factores ambientales

Una vez identificadas las actividades por desarrollar, se determinaron los componentes del ambiente que serán alterados, observando los criterios que se listan a continuación:

a) Sean relevantes,
b) Sean excluyentes/y no dependientes,
c) Sean objetivos,
d) Sean mensurables,
e) Sean ubicables,

f) Se determine el momento en el que se presentan.

Asimismo, en consideración a la complejidad del ambiente, su carácter de sistema y el propósito de proponer medidas para prevenir y mitigar el impacto ambiental, se agregaron y desagregaron los elementos descriptivos en tres niveles:

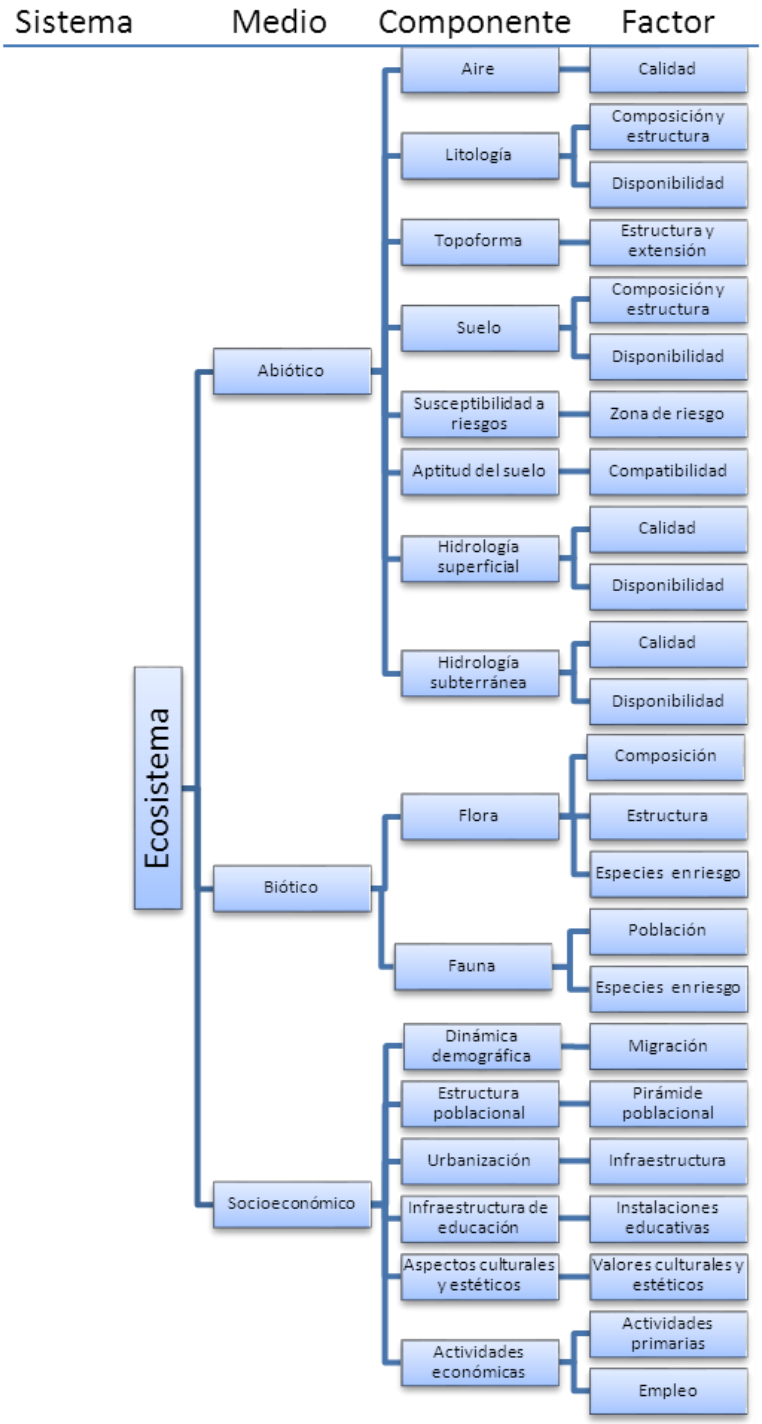


Figura V.2. Composición del ecosistema

1. Medio que comprende: abiótico, biótico, y socioeconómico
2. Componente los cuales corresponden a los conceptos más importantes de la evaluación del sistema ambiental (aire, suelo, agua, etc).
3. Factores, los cuales derivan de una desagregación de los factores (para el agua: calidad, cantidad, por ejemplo; para el suelo: calidad, relieve, etc.).

Los factores ambientales son vulnerables de recibir impactos por el desarrollo de las actividades del proyecto en cuestión, y de acuerdo con Gómez (2003), la complejidad del entorno y su carácter de sistema aconseja disponer los efectos relevantes en varios niveles, de esta manera el último nivel representará subfactores simples y concretos, conforme a esto los factores y subfactores que potencialmente serán impactados por el desarrollo de esta obra, se muestran a continuación:

Tabla V.3. Factores y subfactores a ser impactados

Medio	Componente/Factor	Subfactor
Abiótico	Aire/Calidad	Emisión de gases de combustión y partículas
		Partículas en suspensión (polvo)
		Confort sonoro
	Litología	Composición y estructura
		Disponibilidad
	Topoformas/Relieve (Geomorfología)	Estructura y extensión
	Suelo/Composición y estructura; Disponibilidad	Erosión
		Características fisicoquímicas
	Susceptibilidad a riegos	Geológicos
		Hidrometeorológicos
	Aptitud del suelo	Compatibilidad
	Hidrología superficial/Calidad Disponibilidad	Calidad
		Infiltración y escurrimiento
	Hidrología subterránea/Calidad Disponibilidad	Calidad
		Infiltración y escurrimiento
Biótico	Flora/ Composición Estructura Especies en riesgo	Herbáceas templado
		Arbustivas templado
		Arbóreas templado
		Herbáceas ripario
		Arbustivas ripario
		Arbóreas ripario
		Acuática (hidrófitas)
		Especies en riesgo
	Fauna/	Herpetofauna

Medio	Componente/Factor	Subfactor
	Población Especies en riesgo	Ornitofauna
		Mastofauna
		Acuática
		Especies en riesgo

Criterios y escalas utilizadas para determinar la magnitud del impacto generado por las obras y actividades.

Los criterios y escalas utilizados para evaluar la magnitud de los impactos producidos son:

1. **Signo (variación de la calidad ambiental)**: diferencia impacto positivo e impacto negativo, siendo este último aquel que representa efectos negativos por pérdida de valor paisajístico, estético, de productividad ecológica o aumentos de perjuicios por efectos contaminantes, de erosión, etc.
2. **Intensidad o grado de destrucción:** Representa el grado de incidencia que tiene una acción determinada sobre un factor ambiental, pudiendo establecerse cuatro categorías: Notable o Muy alto, Alto, Medio y Mínimo o Bajo.
3. **Extensión**: Según la localización de la acción impactante, se definen cinco categorías: puntual, parcial, extenso, total, ubicación crítica. La primera de ellas corresponde a un efecto muy localizado. Un impacto total es aquel cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado, y un impacto de ubicación crítica es aquel en que la situación en que se produce el impacto es extrema, dándose normalmente en impactos puntuales. Se ejemplifica a través de un vertido aguas arriba cercanas a una toma de agua para consumo humano, la degradación paisajística en una zona muy frecuentada o cerca de un centro urbano.
4. **Momento en que se manifiesta**: El momento o plazo de la manifestación del impacto se refiere al tiempo que transcurre entre la aparición en escena de una acción o intervención humana, y el comienzo de alteraciones o efectos sobre un factor ambiental determinado; pueden ser diferenciados así, tres tipos de impactos: Latente, Inmediato y Momento crítico. El primero es aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo luego de iniciadas las actividades, y es el caso de la contaminación de suelos a raíz de la acumulación de productos químicos agrícolas, pudiendo manifestarse las consecuencias en el corto, mediano o largo plazo. El impacto Inmediato es aquél en que el tiempo que transcurre entre el inicio de la actividad que genera el impacto y el de manifestación del mismo es nulo.

El impacto de Momento crítico es aquel en que el momento en que tiene lugar la acción impactante es extremo, en forma independiente del plazo de manifestación. Son citados como ejemplos el ruido por las noches en cercanías de un centro hospitalario (inmediato-crítico); la polución de la vegetación por riego coincidiendo con épocas de nidificación de aves (corto-critico); y la aparición de una plaga en una arboleda a los seis años del inicio de la acción que la provoca, justo en el momento de la floración primaveral en regiones templadas (largo-crítico).

5. **Persistencia**: corresponde al tiempo que previsiblemente permanecerá un efecto o impacto desde su aparición, y a partir del cual el medio regresará a sus condiciones iniciales o línea base, bien sea por la introducción de medidas de mitigación o por la actuación de los mecanismos propios de recuperación de la naturaleza. Pueden ser diferenciados con base en su persistencia en el tiempo, dos tipos de impactos: temporal y permanente.

En el tipo temporal se supone una alteración no permanente o constante en el tiempo y diferencia a su vez en tres tipos de impacto según su duración: Impacto fugaz (duración del efecto inferior a un año); Impacto temporal como tal, si la duración del impacto está entre uno y tres años, y Pertinaz si dura entre cuatro y diez años. Este tipo de impacto es ilustrado por proyectos de repoblamiento forestal, cuyo impacto tras el establecimiento va gradualmente cambiando con el paso del tiempo, reduciendo el efecto negativo sobre el recurso visual y paisajístico.

El impacto Permanente, por su parte, es aquel que permanece en el tiempo por espacio de 10 o más años, caso de las construcciones de infraestructura vial, edificaciones y demás obras civiles

6. **Capacidad de recuperación**: Hace relación a la posibilidad que tiene el medio de volver a su estado anterior, diferenciándose seis tipos de impactos cuya descripción se presenta en la tabla V.3. La reversibilidad de un impacto representa la posibilidad que tiene un factor de ser reconstruido o de regresar a su estado original, por los medios naturales, una vez que la acción que produjo dicho efecto, deja de actuar.

La recuperabilidad por su parte, corresponde a posibilidad de reconstrucción que tiene un factor afectado por una actividad determinada, pudiendo regresar a sus condiciones originales (vía intervención humana), mediante aplicación de medidas correctoras.

7. **Relación causa-efecto**: Se refiere a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Se establecen dos tipos de impacto según tengan o no incidencia inmediata en algún factor ambiental: Directo e Indirecto o Secundario. El primer tipo de impacto se ilustra a través de la tala de bosques o la disposición de aguas industriales en cuerpos de agua. El impacto Secundario tiene que ver con la relación de interdependencia entre factores ambientales, así, cargas de sedimentos aportadas por procesos de erosión y arrastre afectan la calidad de aguas para consumo humano, y asimismo afectan los niveles poblacionales de formas animales asociadas a cuerpos de agua. Igual es el caso de la emisión de compuestos clorofluorcarbonatados en proyectos industriales, los cuales inciden de manera indirecta sobre el espesor de la capa de ozono.
8. **Interrelación de acciones y efectos**: Se diferencian tres tipos de impactos según las consecuencias se manifiesten en uno o varios componentes ambientales, y según se detecten efectos acumulativos, así como se generen nuevos impactos (Tabla V.5).
9. **Periodicidad**: Tiene relación con el comportamiento funcional y la continuidad que tenga el impacto o efecto a lo largo del tiempo. Puede ser de cuatro tipos, conforme a la tabla V.6.
10. **Viabilidad de adoptar medidas de mitigación**: el impacto puede ser crítico, severo y moderado. El primero de ellos se homologa al impacto irrecuperable. Su magnitud supera el umbral aceptable y su corrección es imposible aún con la adopción de medidas correctoras.

El impacto severo se homologa al impacto recuperable, y lleva por tanto implícita su recuperación mediante el establecimiento de medidas correctoras, sin embargo, la recuperación del medio es lenta y requiere de un período de tiempo considerable.

Por su parte, el impacto ambiental moderado no requiere prácticas correctoras intensivas y no precisa de períodos largos de tiempo para tal efecto.

Es importante acotar dos cuestiones relativas a la persistencia y su relación con la reversibilidad:

i. Los efectos permanentes pueden ser reversibles, recuperables, irreversibles o irrecuperables, y

ii. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables.

Así, por ejemplo, un efecto permanente puede ser reversible, como ocurriría en el caso del impacto por colisión de aves generado por la construcción de un tendido de transmisión eléctrica; en tal caso, la implementación de "salvapájaros" en los cables conduciría a revertir el impacto negativo. Por otra parte, un efecto permanente como la construcción de un condominio o conjunto residencial en un área de alto potencial arqueológico, conllevaría la destrucción irreversible e irrecuperable de dicho patrimonio.

La permanencia del efecto, en el caso de que éste sea recuperable, dependerá de la implementación de medidas correctoras, o en el caso de que sea reversible, de los mecanismos del medio natural para retornar a sus condiciones originales.

Por lo que toca al marco regulatorio, y con la finalidad de identificar los impactos ambientales con mayor objetividad, se consideran como criterios legales las definiciones de impacto ambiental que se establecen en las fracciones VII, VIII, IX y X del artículo 3° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental:

*"…**VII. Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente…"*

*"…**VIII. Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;…"*

*"…**IX. Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;…"*

"…***X. Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;…"*

Tabla V.4. Tipos de impactos con base en su capacidad de recuperación (Conesa, 1993, 1997)

Tipo de impacto	Descripción
Irrecuperable	Alteración del medio imposible de recuperar por acción humana como natural, caso de obras en hormigón y cemento
Irreversible	Dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación anterior a la acción, caso de áreas degradadas por pérdida de suelo. Un efecto es considerado irreversible, cuando el tiempo de permanencia a partir del cese de la actividad que lo produce, es superior a 10 años.
Reversible	El medio puede recuperarse gracias a mecanismos de auto regulación ecológica, en el corto, mediano o largo plazo, caso de barbechos forestales tras el sostenimiento de cultivos de pan coger. Un impacto se considera reversible, cuando el tiempo de permanencia a partir del cese de la actividad que lo induce, es inferior a 10 años
Mitigable	El efecto de la acción puede mitigarse sustancialmente mediante el establecimiento de medidas correctoras
Recuperable	La alteración puede eliminarse por intervención humana mediante establecimiento de medidas correctoras, caso de disminución de especies de la fauna con desmonte de vegetación, la cual aparece nuevamente con el adelanto de programas de repoblamiento. Asimismo, cabe citarse la reaparición de drenajes y cursos de agua naturales desaparecidos, cuando se establecen nuevamente las coberturas vegetales tumbadas en áreas de vertiente, nacimientos y partes altas y aledañas a sus márgenes

Tipo de impacto	Descripción
Fugaz	Impactos que desaparecen una vez cesa la actividad que los produce, caso de maquinaria generadora de ruido y contaminación

Tabla V.5. Tipos de impactos con base en la interrelación entre acciones y efectos (Conesa, 1993, 1997)

Tipo de impacto	Descripción
Simple	Su efecto se manifiesta sólo en un componente ambiental, sin efectos acumulativos ni de generación de nuevos efectos
Acumulativos	El efecto aumenta con el tiempo su gravedad en razón de la incapacidad del medio para eliminarlo mínimamente a la tasa en que éste se produce. Es el caso de la acumulación progresiva –o magnificación- de materiales pesados en organismos vivos, cuyos niveles en ocasiones pueden producir la muerte
Sinérgico	Cuando el efecto conjunto de varias acciones conlleva una incidencia ambiental de mayor importancia a la que se tuviera con la suma de las incidencias consideradas cada una por aparte. Se incluyen, además, aquellos cuyo modo de acción induce con el tiempo la aparición de otros nuevos

Tabla V.6. Tipos de impactos de acuerdo con su periodicidad (Conesa, 1993, 1997)

Tipo de impacto	Descripción
Continuo	Su efecto se manifiesta a través de alteraciones con una permanencia constante en el tiempo; es el caso de ocupación del espacio por construcciones civiles como puentes y edificios
Discontinuo	A diferencia del anterior, su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia. Un ejemplo es la emisión de compuestos de poder contaminante en forma intermitente e irregular
Periódico	Su efecto se manifiesta en forma intermitente y continua en el tiempo -cíclica o recurrente-. A este tipo pertenece el incremento de los incendios forestales o de praderas en épocas de verano
Aparición irregular	Su efecto se manifiesta en forma imprevisible en el tiempo, y es preciso evaluar sus alteraciones en función de una probabilidad de ocurrencia, especialmente cuando revisten gravedad excepcional. Este puede ser el caso de incremento de riesgo de inundaciones a raíz de modificaciones hechas en el curso de un río o el incremento del riesgo de desaparición de especies de flora valiosa, en zonas de elevado endemismo, como producto de la construcción de carreteras de segundo y tercer orden que mejoran las condiciones de accesibilidad a dichas áreas

V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Una vez identificado el tipo de impacto, se evalúan cada uno de ellos conforme a la valoración indicada en la Tabla V.7, para proceder con su conjugación matemática, mediante la expresión que define la Importancia.

Tabla V.7. Valoración de los tipos de impacto (Conesa, 1993, 1997)

Variación en la calidad	Intensidad (**IN**)	Extensión (**EX**) (Área de influencia)	Momento (**MO**)	Persistencia (**PE**)
Positivo +	Baja 1	Puntual 1	(Plazo de manifestación)	Permanencia del efecto)
Negativo -	Media 2	Parcial 2	Latente 1	Fugaz 1
	Alta 4			

	Muy alta 8 Total 15	Extenso 4 Total 8 Crítico (+4)	Inmediato 2 Momento (+4) crítico	Temporal 2 Pertinaz 4 Permanente 8
Capacidad de recuperación (**RC**) Fugaz 1 Recuperable 2 Mitigable 4 Irreversible 8 Irrecuperable 10	Relación causa-efecto (**EF**) Relación causa-efecto Indirecto 1 Directo 4	Interrelación de acciones y efectos (**AC**) Simple 1 Acumulativo 2 Sinérgico 4	Periodicidad (**PR**) Regularidad de la manifestación Irregular 1 Periódico 2 Continuo 4	Necesidad de medidas correctoras (**MC**) Moderado 1 Severo 2 Crítico 4
Importancia (I) I = ± (3IN+2EX+ MO+PE+RC+EF+AC+ PR + MC)				

Criterios para determinar la importancia de los componentes ambientales afectados.

El método Batelle[1] para evaluar el impacto ambiental consiste en un procedimiento jerarquizado, constituido por cuatro categorías ambientales que se desdoblan en 18 componentes, los cuales a su vez de subdividen en 78 parámetros. La determinación del grado de impacto para cada parámetro ambiental viene dado por la Ecuación 1.

UIA = UIP x QA (1)

donde:

- UIA: Unidad de Impacto Ambiental
- UIP: Unidad de Importancia
- QA: Índice de Calidad Ambiental

La **unidad de importancia** (UIP) es fijada "*a priori*" completando un total de 100 puntos distribuidos en categorías, componentes y parámetros, a través de consultas a grupos de expertos. La distribución de los puntajes a través de componentes y parámetros puede apreciarse en el cuadro de la figura V.3, distribuidos en cuatro categorías principales: Ecología, Contaminación Ambiental, Aspectos Estéticos y Aspectos de Interés Humano.

El porcentaje del puntaje total que aporta cada una de las cuatro categorías principales se muestra en la tabla V.8

Tabla V.8. Porcentaje del puntaje total de las categorías

Categoría	Porcentaje
Ecología	24
Contaminación ambiental	40
Aspectos estéticos	15

[1] Desarrollado en el laboratorio Batelle-Columbus, por encargo de la Oficina de Reclamaciones del Ministerio del Interior de los Estados Unidos de América, para proyectos hídricos, aplicable tanto en micro como macro proyectos

Categoría	Porcentaje
Aspectos de interés humano	21
Total	100

Disribución de puntajes, Método Batelle

Ecología	**240**
Poblaciones terrestres	**70**
Pastos	14
Cosechas	14
Vegetación natural	14
Plagas	14
Animales de caza	14
Poblaciones acuáticas	**70**
Pesca comercial	14
Vegetación natural	14
Plagas	14
Pesca deportiva	14
Aves acuáticas	14
Hábitats y comunidades	**100**
Terrestres	50
Cadenas alimenticias	12
Uso de suelo	12
Especies amenazadas	12
Diversidad de especies	14
Acuaticas	**50**
Cadenas alimenticias	12
Especies amenazadas	12
Características fluviales	12
Diversidad de especies	14
Ecosistemas	
Únicamente descriptiva	

Contaminación ambiental	**403**
Contaminación de agua	**319**
Pérdidas en las c. h.	20
DBO	25
Oxígeno disuelto	32
Coliformes fecales	18
Carbono inorgánico	22
Nitrógeno inorgánico	25
Fosfato inorgánico	28
Pesticidas	16
pH	18
Variación de flujo	28
Temperatura	28
Sólidos disueltos	25
Sustancias tóxicas	14
Turbidez	20
Contaminación atmosférica	**52**
Monóxico de carbono	5
Hidrocarburos	5
Óxidos de Nitrógeno	10
Partículas sólidas	12
Oxidantes fotoquímicos	5
Óxidos de Azufre	10
Otros	5
Contaminación del suelo	**28**
Uso del suelo	14
Erosión	14
Contaminación por ruido	**4**
Ruido	4

Aspectos estéticos	**152**
Suelo	**32**
Litología superficial	6
Relieve y topografía	16
Extensión	10
Aire	**5**
Olor y visibilidad	3
Sonidos	2
Agua	**51**
Presencia de agua	10
Interfase suelo y agua	16
Olor y materiales flotantes	5
Área de la superficie de agua	10
Márgenes arboladas y geológicas	10
Biota	**24**
Animales domésticos	5
Animales salvajes	5
Diversidad tipos vegetación	9
Variedad dentro de tipos de vegetación	5
Objetos artesanales	**10**
Objetos artesanales	10
Composición	**30**
Efectos de la composición	15
Elementos singulares	15

Aspectos de interés humano	**205**
Valores educacionales y científicos	**48**
Arqueológico	13
Ecológico	13
Geológico	11
Hidrológico	11
Valores históricos	**55**
Arquitectura y estilos	11
Acontecimientos	11
Personales	11
Religiones y culturas	11
Fronteras	11
Culturas	**28**
Indígenas	14
Otros grupos étnicos	7
Grupos religiosos	7
Sensaciones	**37**
Admiración	11
Aislamiento	11
Misterio	4
Integración con la naturaleza	11
Estilos de vida (Patrones culturales)	**37**
Oportunidad de empleo	13
Vivienda	13
Interacciones sociales	11

Figura V.3. Puntos distribuidos en categorías, componentes y parámetros

Aplicando la metodología para evaluar la **unidad de importancia**, se establecen los criterios para determinar la importancia de los componentes ambientales afectados, los cuales se basan en los puntos asignados por consultas a grupos de expertos que se muestran en la figura V.3 ajustados a las características propias del proyecto en evaluación[2], en cuyo sistema ambiental no se identificaron "Valores históricos", "Culturas" y "Objetos artesanales".

Asimismo, el puntaje otorgado por el grupo de expertos se ponderó con base en el análisis ambiental del área donde se realizaron las obras y actividades (Tabla V.1)

La distribución del puntaje ajustado a las características del proyecto en evaluación se presenta en el cuadro de la figura V.4.

[2] Cabe acotar que el método fue diseñado para proyectos hídricos

Ecología	**234**
Poblaciones terrestres	**28**
Vegetación natural	14
Plagas	14
Poblaciones acuáticas	**56**
Vegetación natural	14
Plagas	14
Pesca deportiva	14
Aves acuáticas	14

Hábitats y comunidades	**100**
Terrestres	50
Cadenas alimenticias	12
Usos de suelo	12
Especies amenazadas	12
Diversidad de especies	14
Acuáticas	**50**
Cadenas alimenticias	12
Especies amenazadas	12
Caracterísitcas fluviales	12
Diversidad de especies	14

Contaminación ambiental	**377**
Contaminación de agua	**303**
Pérdida de las c.h.	20
DBO	25
Oxígeno disuelto	32
Coliformes fecales	18
Carbono inorgánico	22
Nitrógeno inorgánico	25
Fosfato inorgánico	28
pH	18
Variación del flujo	28
Temperatura	28
Sólidos disueltos	25
Sustancias tóxicas	14
Turbidez	20

Contaminación atmosférica	**42**
Monoxido de carbono	5
Hidrocarburos	5
Oxidos de Nitrógeno	10
Partículas sólidas	12
Óxidos de azufre	10

Contaminación del suelo	**28**
Uso del suelo	14
Erosión	14
Contaminación por ruido	**4**
Ruido	4

Aspectos estéticos	**142**
Suelo	**32**
Litología superficial	6
Relieve y topografía	16
Extensión	10
Aire	**5**
Olor y visibilidad	3
Sonidos	2
Agua	**51**
Presencia de agua	10
Interfase suelo agua	16
Olor y materiales flotantes	5
Área de la superficie de agua	10
Márgenes arboladas y geológicas	10

Biota	**24**
Animales domésticos	5
Animales salvajes	5
Diversidad tipos de vegetación	9
Variedad dentro de tipos de vegetación	5

Composición	**30**
Efectos de la composición	15
Elementos singulares	15

Aspetos de interés humano	**94**
Valores educacionales y científicos	**24**
Ecológico	13
Hidrológico	11
Sensaciones	**33**
Admiración	11
Aislamiento	11
Integración con la naturaleza	11
Estilos de vida (Patrones culturales)	**37**
Oportunidades de empleo	13
Vivienda	13
Interacciones sociales	11

Figura V.4. Puntos distribuidos en categorías, componentes y parámetros para las obras y actividades desarrolladas

Ahora bien, la importancia de los componentes ambientales afectados por el proyecto identificados en la figura V.2 estimada a partir de los puntos de valoración ajustados de la figura V.4 se muestran en la figura V.5.

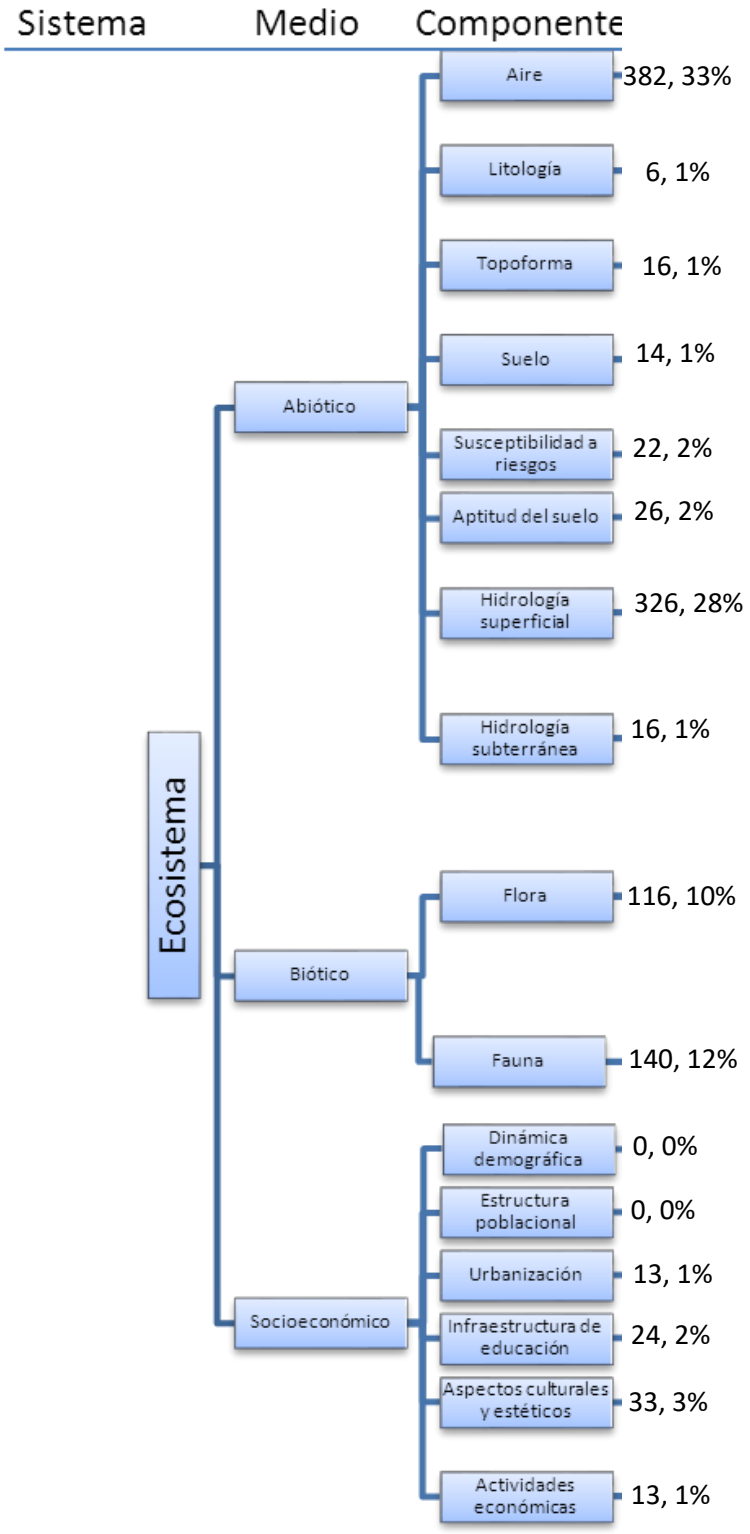


Figura V.5. Modelo conceptual del sistema ambiental con puntajes y ponderación

Resultados del proceso metodológico aplicado, incluyendo componentes e interacciones ambientales para las distintas etapas del proyecto.

La lista de acciones del proyecto que pudieran tener alguna interacción con factores y componentes ambientales es la siguiente:

- Trazo de lotificación y vialidad
- Desmonte, limpieza del terreno y apilamiento de productos
- Despalme y apilamiento de productos
- Excavación de zanjas para cimentación de la sección faltante del muro perimetral y el sembrado de líneas de red hidráulica, eléctrica y comunicaciones (datos) por ejecutar
- Colocación de redes
- Relleno de zanjas y nivelado
- Tomas y descargas domiciliarias; registros eléctricos
- Guarniciones y banquetas, Red pluvial
- Áreas verdes
- Rehabilitación de vialidades existentes
- Excavación para cimentación de edificaciones habitacionales y sus servicios (cisternas, y biodigestores)
- Cimentaciones (barda y pilotes)
- Relleno y nivelación de desplantes para la edificación habitacional
- Estructuras
- Servicios (cisternas, biodigestores)
- Albañilería, acabados, herrería y carpintería
- Conclusión del puente de estructura metálica y barda perimetral
- Bodegas, comedores
- Limpieza
- Ocupación habitacional y uso de instalaciones
- Mantenimiento de áreas verdes
- Mantenimiento de edificaciones y obra civil
- Mantenimiento de biodigestores
- Limpieza general

Componentes ambientales ponderados y factores ambientales:

Los componentes ambientales ponderados bajo el procedimiento ajustado de “unidad de importancia” del método Batelle para evaluar el impacto ambiental se muestra en la figura V.5.

El medio abiótico representa el 70% de la importancia, mientras que el biótico interesa el 22%, que, en suma, los aspectos naturales del sistema tienen una carga del 93% para dejar al componente socioeconómico con el 7% restante.

A su vez, los componentes ambientales están definidos por factores ambientales indicados en la figura V.6.

El 76% de los factores están vinculados con el medio abiótico, mientras que el 24% corresponden al medio biótico.

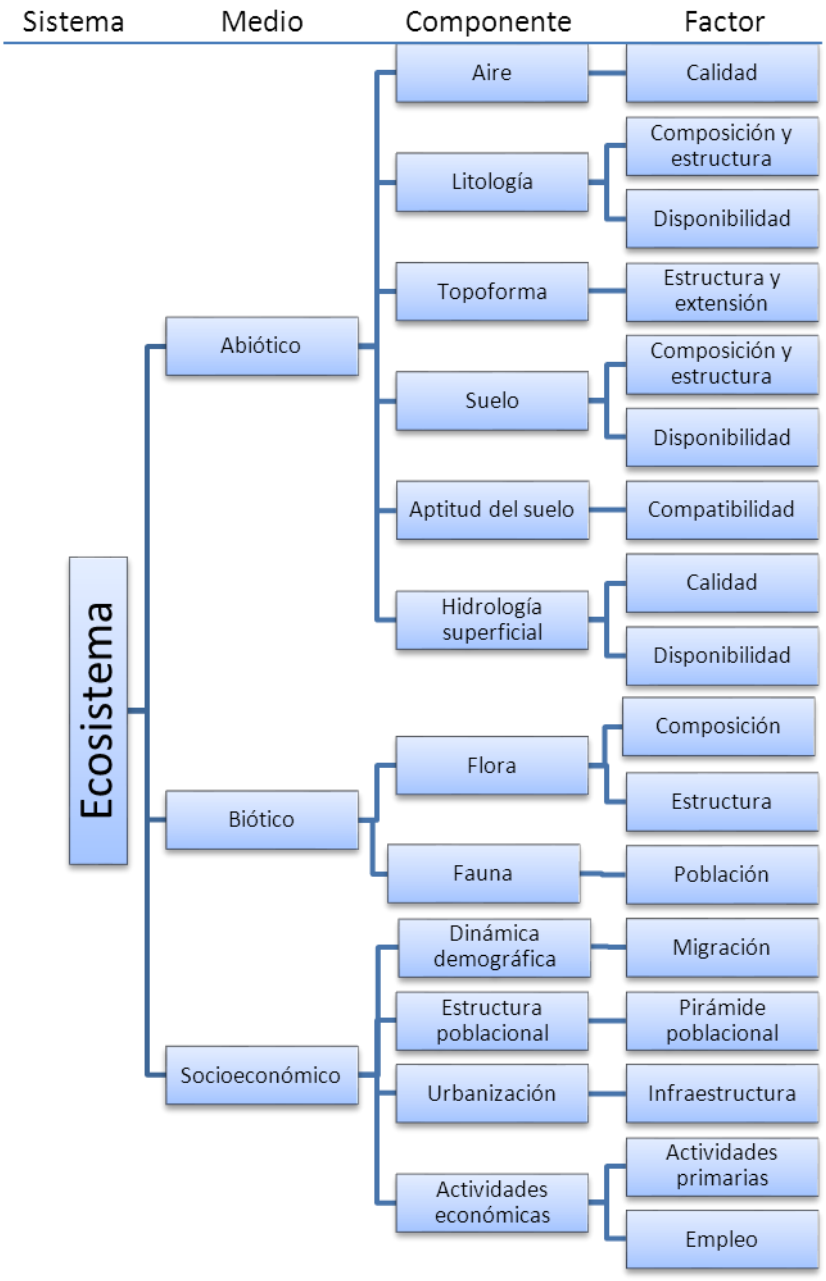


Figura V.6. Factores del modelo conceptual del sistema ambiental

Identificación de interacciones ambientales.

Para identificar las interacciones ambientales de las acciones y obras realizadas se empleó un arreglo matricial o lista de doble entrada a partir de los factores ambientales (dispuestos en forma de lista o renglones) que se cruzan con las acciones del proyecto.

De esta forma se construye la matriz de identificación de interacciones de 24 acciones del proyecto por 34 factores ambientales que generan un total de 816 posibles interacciones.

Una vez construida la matriz, se procede a identificar las interacciones proyecto – ambiente, calificando con signo negativo (y color rojo) el impacto negativo y el positivo con un signo +. Cuando no se identifique interacción alguna, se asigna "0". La matriz resultante se muestra en la tabla V.9

Tabla V.9. Matriz de interacciones ambientales

Medio	Componente/Factor	Subfactor	Trazo de lotificación y vialidad	Desmonte, limpieza del terreno y apilamiento de	Despalme y apilamiento de productos	Excavación de zanjas para cimentación del muro perimetral y redes	Colocación de redes	Relleno de zanjas y nivelado	Tomas y descargas domiciliarias; registros eléctricos	Guarniciones y banquetas Red pluvial	Áreas verdes	Rehabilitación de vialidad existentes	Excavación para cimentación de edificaciones y sus servicios	Cimentaciones (barda y pilotes)	Relleno y nivelación de desplantes para la edificación habitacional	Estructuras	Servicios (cisternas, biódigestores)	Albañilería, acabados, herrería y carpintería	Conclusión del puente de estructura metálica y bardo perimetral	Bodegas, comedores	Limpieza	Ocupación habitacional y uso de instalaciones	Mantenimiento de áreas verdes	Mantenimiento de edificaciones y obra civil	Mantenimiento de biodigestores	Limpieza general
Abiótico	Aire/Calidad	Emisión de gases de combustión	0	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	0
		Partículas en suspensión (polvo)	0	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
		Confort sonoro	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
	Litología	Composición y estructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Disponibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Topoformas/Relieve (Geomorfología)	Estructura y extensión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Suelo/Composición y estructura	Erosión	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	-1
		Características fisicoquímicas	0	0	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	-1
	Susceptibilidad a riegos	Geológicos	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	0	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0
		Hidrometeorológicos	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	-1
	Aptitud del suelo	Compatibilidad	0	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1
	Hidrología superficial/Calidad	Calidad	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-1
		Infiltración y escurrimiento	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-1
	Hidrología subterránea/Calidad	Calidad	0	0	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-1
		Infiltración y escurrimiento	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-1
Biótico	Flora/Composición, Estructura, Especies en riesgo	Herbáceas templado	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1
		Arbustivas templado	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1
		Arbóreas templado	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1
		Herbáceas riparío	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1
		Arbustivas riparío	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1
		Arbóreas riparío	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1
		Acuática (hidrófitas)	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1
		Especies en riesgo	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1
	Fauna/Población, Especies en riesgo	Herpetofauna	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1
		Ornitofauna	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1
		Mastofauna	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1
		Acuática	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	-1
		Especies en riesgo	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1
Socio-económico	Dinámica demográfica	Migración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Estrutura poblacional	Pirámide poblacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Urbanización	Infraestructura	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Actividades económicas	Actividades primarias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Criterios empleados para determinar la significancia del impacto ambiental

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del impacto ambiental define el impacto significativo como:

*"…**IX. Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;…"*

No obstante, y para evitar confusiones con la determinación de la "significancia del impacto ambiental", para este ejercicio, se referirá al "impacto ambiental significativo" como "impacto ambiental relevante" para diferenciarlo del procedimiento para determinar la significancia del impacto ambiental.

De esta forma, la significancia del impacto ambiental se determinará aplicando métodos estadísticos a los valores de importancia obtenidos mediante la ecuación de la tabla V.7 ponderados por la importancia del componente.

Determinación de la cantidad de interacciones de las actividades del proyecto con los componentes ambientales identificados.

La cantidad de interacciones de las actividades del proyecto con los componentes ambientales identificados se resume en la tabla V.10.

Tabla V.10. Interacciones de las actividades del proyecto con los componentes ambientales identificados

Medio	Componente/Factor	Subfactor	Trazo de loificación y vialidad	Desmonte, limpieza del terreno y apilamiento de	Despalme y apilamiento de productos	Excavación de zanjas par cimentación del muro perimetral y redes	Colocación de redes	Relleno de zanjas y nivelado	Tomas y descargas domiciliarias; registros eléctricos	Guarniciones y banquetas Red pluvial	Áreas verdes	Rehabilitación de vialidad existentes	Excavación para cimentación de edificaciones y sus servicios	Cimentaciones (barda y pilotes)	Relleno y nivelación de desplantes para la edificación habitacional	Estructuras	Servicios (cisternas, biódigestores)	Albañilería, acabados, herrería y carpintería	Conclusión del puente de estructura metálica y bard perimetral	Bodegas, comedores	Limpieza	Ocupación habitacional y uso de instalaciones	Mantenimiento de áreas verdes	Mantenimiento de edificaciones y obra civil	Mantenimiento de biodigestores	Limpieza general	**Impacto negativo**	**Impacto positivo**	**Sin interacción**
Abiótico	Aire/Calidad	Emisión de gases de combustión	0	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	**17**	**0**	7
		Partículas en suspensión (polvo)	0	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	**18**	**0**	6
		Confort sonoro	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	**19**	**0**	5
	Litología	Composición y estructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	24
		Disponibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	24
	Topoformas/Relieve (Geomorfología)	Estructura y extensión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	24
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	24
	Suelo/Composición y estructura	Erosión	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	-1	**7**	**12**	5
		Características fisicoquímicas	0	0	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	-1	**6**	**11**	7
	Susceptibilidad a riegos	Geológicos	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	0	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	**5**	**10**	9
		Hidrometeorológicos	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	**6**	**13**	5
	Aptitud del suelo	Compatibilidad	0	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	**6**	**17**	1
	Hidrología superficial/Calidad	Calidad	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	-1	**6**	**13**	5
		Infiltración y escurrimiento	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	-1	**6**	**13**	5
	Hidrología subterránea/Calidad	Calidad	0	0	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	-1	**5**	**13**	6
		Infiltración y escurrimiento	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	-1	**6**	**13**	5
Biótico	Flora/Composición, Estructura, Especies en riesgo	Herbáceas templado	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1	**8**	**5**	11
		Arbustivas templado	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1	**8**	**5**	11
		Arbóreas templado	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1	**8**	**4**	12
		Herbáceas ripario	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1	**1**	**4**	19
		Arbustivas ripario	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1	**1**	**4**	19
		Arbóreas ripario	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1	**1**	**4**	19
		Acuática (hidrófitas)	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1	**8**	**3**	13
		Especies en riesgo	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-1	**8**	**3**	13
	Fauna/Población, Especies en riesgo	Herpetofauna	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1	**9**	**4**	11
		Ornitofauna	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1	**9**	**4**	11
		Mastofauna	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1	**9**	**4**	11
		Acuática	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	-1	**8**	**2**	13
		Especies en riesgo	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1	**9**	**4**	11
Socio-económico	Dinámica demográfica	Migración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**0**	**1**	23
	Estrutura poblacional	Pirámide poblacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**0**	**1**	23
	Urbanización	Infraestructura	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**8**	16
	Actividades económicas	Actividades primarias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	24
		Empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**0**	**24**	0

El medio abiótico tiene un total de 384 posibles interacciones con el proyecto, dado que se genera una matriz de 24 acciones por 16 actores ambientales. Para el caso del medio biótico, el arreglo resultante es de 13 X 24, generando 312 posibles interacciones.

El total de las posibles interacciones indican que el 22% son impactos negativos y el 24% corresponden a impactos positivos. El 53% restante agrupa los casos en que no se identificó interacción alguna.

En dicha tabla se observa que los componentes ambiental “Litología”, “Geomorfología” (Topoformas/Relieve) y “Actividades primarias” no presenta interacciones con las acciones realizadas, esto debido a que no se modificó la topoforma original, considerando que la estructura de la topoforma está constituida por la litología subyacente, y ésta no es afectada por las acciones del proyecto, tampoco

existe interacción con este componente, toda vez que la extensión de la misma no resulta afectada por el proyecto. Asimismo, el proyecto no infiere sobre actividad primaria alguna.

Por otra parte, el "trazo de lotificación y vialidad" no tuvo interacciones con el medio natural ambiental, (biótico y abiótico) toda vez que las actividades de deslinde no son invasivas. Situación similar ocurre la "colocación de redes" de "tomas y descargas domiciliarias y registros eléctricos" y "la construcción del muro perimetral", ya que solo implica el empleo de mano de obra en zanjas, cuya interacción de estas últimas, ya fue determinada.

Por lo que toca al "Relleno de zanjas y nivelado", las interacciones nulas, aunadas a los impactos positivos al suelo por la reincorporación del material, resulta en una ausencia de impactos negativos. La migración y pirámide poblacional tuvieron impactos positivos e interacciones neutras, lo que significa que no se registraron impactos negativos en estos rubros.

Para simplificar el proceso de evaluación del impacto, se eliminarán los factores a los que se identificó interacción alguna con las acciones realizadas, y se integraron acciones con similar interacción.

De esta forma, la cantidad de interacciones de las actividades con los componentes ambientales calificados como impactos negativos y positivos se resume en la siguiente tabla:

Tabla V.11. Interacciones de las actividades del proyecto con los componentes ambientales

Componente	Impacto negativo		Impacto positivo		Sin interacción	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Aire	53	7%	0	0%	19	2%
Litología	0	0%	0	0%	48	6%
Geomorfología	0	0%	0	0%	48	6%
Suelo	13	2%	23	3%	12	1%
Susceptibilidad a riegos	11	1%	23	3%	14	2%
Aptitud del suelo	6	1%	17	2%	1	0%
Hidrología superficial	12	1%	26	3%	10	1%
Hidrología subterránea	11	1%	26	3%	11	1%
Flora	38	5%	32	4%	122	15%
Fauna	39	5%	18	2%	62	8%
Dinámica demográfica	0	0%	1	0%	23	3%
Estrutura poblacional	0	0%	1	0%	23	3%
Urbanización	0	0%	8	1%	16	2%
Actividades económicas	0	0%	0	0%	24	3%
Empleo	0	0%	24	3%	0	0%
Total	183	22%	199	24%	433	53%

Resumen de la identificación de impactos, distinguiendo entre éstos los impactos ambientales acumulativos, residuales, significativos o relevantes, sinérgicos e irreversibles.

V.4. IMPACTOS RESIDUALES Y ACUMULATIVOS.

El artículo 3° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental define el impacto ambiental acumulativo como:

*"…**VII. Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente…"*

Por otra parte, en la tabla VI.3 del presente estudio se describe este tipo de impacto como "*El efecto* [que] *aumenta con el tiempo su gravedad en razón de la incapacidad del medio para eliminarlo mínimamente a la tasa en que éste se produce. Es el caso de la acumulación progresiva –o magnificación- de materiales pesados en organismos vivos, cuyos niveles en ocasiones pueden producir la muerte*"

Dado que la descripción del concepto de la tabla VI.3 requiere de conocimiento de la capacidad del medio para eliminar el efecto de las acciones, se analizará el carácter acumulativo del impacto considerando la definición del Reglamento en la materia.

En ese sentido, el Diagnóstico Ambiental del capítulo V, describe el mosaico ambiental encontrado en el área del proyecto como una composición de áreas agrícolas, forestales y áreas de asentamientos humanos que han crecido conformando un paisaje rural. El uso actual del predio y de las áreas adyacentes implica impactos al ambiente provocados por las actividades agrícolas y suburbanas vinculadas con el ámbito suburbano. Es así que el despalme, la excavación de plataformas, relleno con material mecánicamente competente y el nivelado), así como el sembrado de servicios (agua, drenaje, suministro eléctrico u datos) y la conformación y rehabilitación de caminos inciden en los factores ambientales anteriormente señalados.

Por lo que toca Impacto irreversible[3], definido en la Tabla VI.2 como la "*dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación anterior a la acción, caso de áreas degradadas por pérdida de suelo*". Sucede que, en este caso, en las áreas de desplante de obras civiles implica la remoción de la capa vegetal y superior de suelo, lo que significa que no se podrá retornar a las condiciones anteriores a las acciones del proyecto, a menos que lleven a cabo medidas de compensación para mitigar el impacto residual, definido en el artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto ambiental como: "…***X. Impacto ambiental residual:*** *El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;…"*

[3] Un efecto es considerado irreversible, cuando el tiempo de permanencia a partir del cese de la actividad que lo produce, es superior a 10 años.

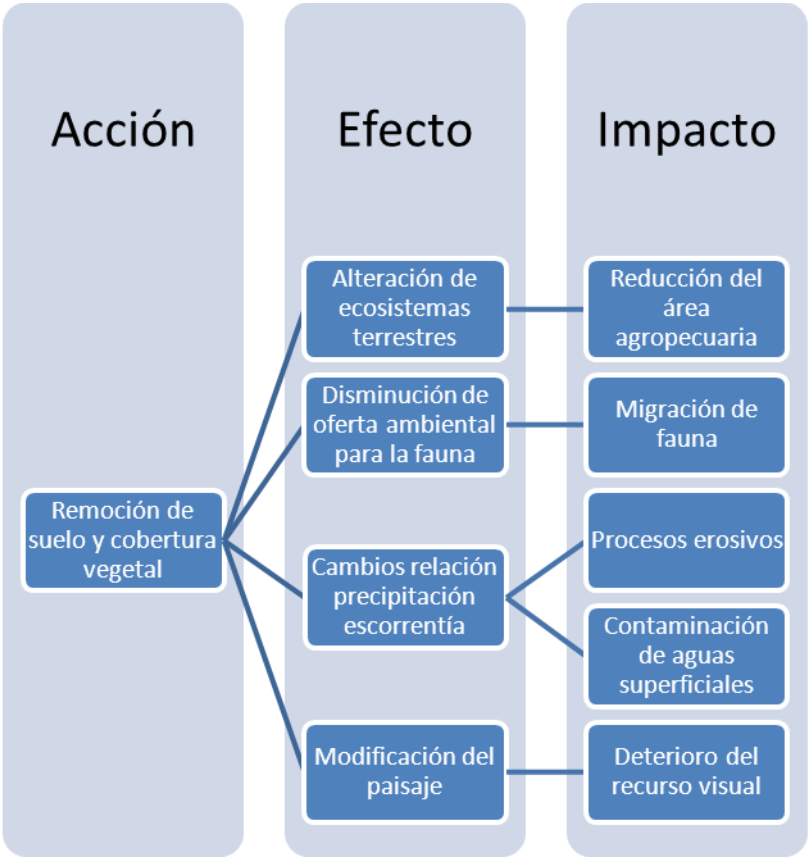


Figura V.7. Esquema que ejemplifica la relación acción-efecto-impacto

V.5. CONCLUSIONES.

Factores y componentes ambientales que serán más afectados en sus características físicas, calidad por la inserción del proyecto dentro del entorno natural y del manejo de los elementos naturales.

Para establecer los factores y componentes que serán más afectados en sus características físicas, calidad por la inserción del proyecto dentro del entorno natural y del manejo de los elementos naturales, se utilizaron los puntajes aplicados a los criterios para determinar la significancia del impacto ambiental descritos en el inciso V.1. De esta forma, se construyó la tabla V.12 con la importancia del impacto afectada por la ponderación del componente.

Tabla V.12. Valoración de la importancia ponderada de los impactos ambientales

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Desmonte, limpieza del terreno y apilamiento de productos	Importancia ponderada =				-19.9				Importancia =			-183	
Importancia ponderada	-8	-0.3	-0.0	-0.6	-0.8	-0.0	-0.2	-3.0	-3.6	-3.3	0.0	0.0	0.2
Importancia	-25	-29	-4	-28	-3	-3	-23	-30	-30	-30	0	0	22
Intensidad (IN)	-4	-4	0	-4	0	0	-2	-4	-4	-4	0	0	4
Extensión (EX)	-1	-2	0	-2	0	0	-2	-2	-2	-2	0	0	1
Momento (MO)	-2	-2	0	-1	0	0	-2	-2	-2	-2	0	0	2
Persistencia (PE)	-1	-2	0	-2	0	0	-2	-2	-2	-2	0	0	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-2	0	-2	0	0	-2	-2	-2	-2	0	0	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-1	-1	0	0	-4	-4	-4	-4	0	0	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	0	0	2
Periodicidad (PR)	-1	-1	-1	-4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	1

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura de educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Despalme y apilamiento de productos	Importancia ponderada =				-17.2				Importancia =			-164	
Importancia ponderada	-5.6	-0.2	-0.2	-0.6	-0.8	0.2	-0.3	-3.0	-3.6	-3.3	0.0	0.0	0.2
Importancia	-17	-19	-19	-28	-3	19	-29	-30	-30	-30	0	0	22
Intensidad (IN)	-1	0	0	-4	0	1	-4	-4	-4	-4	0	0	4
Extensión (EX)	-1	-1	-1	-1	0	1	-2	-2	-2	-2	0	0	1
Momento (MO)	-2	-2	-2	-2	0	2	-2	-2	-2	-2	0	0	2
Persistencia (PE)	-1	-1	-1	-1	0	2	-2	-2	-2	-2	0	0	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-4	-4	-1	0	2	-2	-2	-2	-2	0	0	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-4	-4	0	4	-4	-4	-4	-4	0	0	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-2	-2	-2	-1	1	-1	-2	-2	-2	0	0	2
Periodicidad (PR)	-2	-2	-2	-2	-1	4	-1	-1	-1	-1	0	0	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	1
Excavación de zanjas para cimentación	Importancia ponderada =				-17.2				Importancia =			-164	

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura de educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Importancia ponderada	-6	-0.2	-0.2	-0.6	-0.8	0.2	-0.3	-3.0	-3.6	-3.3	0.0	0.0	0.2
Importancia	-17	-19	-19	-28	-3	19	-29	-30	-30	-30	0	0	22
Intensidad (IN)	-1	0	0	-4	0	1	-4	-4	-4	-4	0	0	4
Extensión (EX)	-1	-1	-1	-1	0	1	-2	-2	-2	-2	0	0	1
Momento (MO)	-2	-2	-2	-2	0	2	-2	-2	-2	-2	0	0	2
Persistencia (PE)	-1	-1	-1	-1	0	2	-2	-2	-2	-2	0	0	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-4	-4	-1	0	2	-2	-2	-2	-2	0	0	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-4	-4	0	4	-4	-4	-4	-4	0	0	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-2	-2	-2	-1	1	-1	-2	-2	-2	0	0	2
Periodicidad (PR)	-2	-2	-2	-2	-1	4	-1	-1	-1	-1	0	0	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	1
Colocación de redes, tomas y descargas; registros eléctricos	Importancia ponderada =				-8.1				Importancia =			-71	
Importancia ponderada	-6	-0.3	-0.0	-0.6	-0.8	-0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	0.0	0.2	0.2
Importancia	-17	-29	-4	-28	-3	-3	-22	-3	-3	-3	0	22	22

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura de educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Intensidad (IN)	-1	-4	0	-4	0	0	-1	0	0	0	0	4	4
Extensión (EX)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	1	1
Momento (MO)	-2	-2	0	-2	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Persistencia (PE)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	-1	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-1	-4	0	0	-4	0	0	0	0	1	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	2	2
Periodicidad (PR)	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Rehabilitación de vialidades, guarniciones y banquetas, Red pluvial	Importancia ponderada =				-8.1				Importancia =			-71	
Importancia ponderada	-6	-0.3	-0.0	-0.6	-0.8	-0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	0.0	0.2	0.2
Importancia	-17	-29	-4	-28	-3	-3	-22	-3	-3	-3	0	22	22
Intensidad (IN)	-1	-4	0	-4	0	0	-1	0	0	0	0	4	4
Extensión (EX)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	1	1

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura de educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Momento (MO)	-2	-2	0	-2	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Persistencia (PE)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	-1	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-1	-4	0	0	-4	0	0	0	0	1	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	2	2
Periodicidad (PR)	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Cimentaciones	Importancia ponderada =				-8.1				Importancia =			-71	
Importancia ponderada	-6	-0.3	-0.0	-0.6	-0.8	-0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	0.0	0.2	0.2
Importancia	-17	-29	-4	-28	-3	-3	-22	-3	-3	-3	0	22	22
Intensidad (IN)	-1	-4	0	-4	0	0	-1	0	0	0	0	4	4
Extensión (EX)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	1	1
Momento (MO)	-2	-2	0	-2	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Persistencia (PE)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	2	2

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura de educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	-1	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-1	-4	0	0	-4	0	0	0	0	1	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	2	2
Periodicidad (PR)	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Relleno y nivelado	Importancia ponderada =				-8.4				Importancia =			-93	
Importancia ponderada	-6	-0.3	-0.0	-0.6	-0.8	-0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	0.0	0.0	0.2
Importancia	-17	-29	-4	-28	-3	-3	-22	-3	-3	-3	0	0	22
Intensidad (IN)	-1	-4	0	-4	0	0	-1	0	0	0	0	0	4
Extensión (EX)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	0	1
Momento (MO)	-2	-2	0	-2	0	0	-2	0	0	0	0	0	2
Persistencia (PE)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	0	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-2	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	0	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-1	-4	0	0	-4	0	0	0	0	0	1

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura de educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	2
Periodicidad (PR)	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	1
Estructuras, servicios y edificación habitacional	Importancia ponderada =				-7.4				Importancia =			-32	
Importancia ponderada	-6	-0.3	-0.0	0.2	-0.8	-0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	0.0	0.2	0.2
Importancia	-17	-29	-4	11	-3	-3	-22	-3	-3	-3	0	22	22
Intensidad (IN)	-1	-4	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	4	4
Extensión (EX)	-1	-2	0	1	0	0	-2	0	0	0	0	1	1
Momento (MO)	-2	-2	0	1	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Persistencia (PE)	-1	-2	0	8	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-2	0	-8	0	0	-2	0	0	0	0	-1	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-1	1	0	0	-4	0	0	0	0	1	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	2	2
Periodicidad (PR)	-2	-1	-1	4	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura de educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Conclusión del puente de estructura metálica y barda perimetral	Importancia ponderada =				-7.4				Importancia =			-32	
Importancia ponderada	-6	-0.3	-0.0	0.2	-0.8	-0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	0.0	0.2	0.2
Importancia	-17	-29	-4	11	-3	-3	-22	-3	-3	-3	0	22	22
Intensidad (IN)	-1	-4	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	4	4
Extensión (EX)	-1	-2	0	1	0	0	-2	0	0	0	0	1	1
Momento (MO)	-2	-2	0	1	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Persistencia (PE)	-1	-2	0	8	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-2	0	-8	0	0	-2	0	0	0	0	-1	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-1	1	0	0	-4	0	0	0	0	1	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	2	2
Periodicidad (PR)	-2	-1	-1	4	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Ocupación habitacional y uso de instalaciones	Importancia ponderada =				-4.6				Importancia =			47	

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura de educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Importancia ponderada	-6	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2
Importancia	-17	0	0	20	0	0	0	0	0	0	22	0	22
Intensidad (IN)	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	4
Extensión (EX)	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Momento (MO)	-2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Persistencia (PE)	-1	0	0	8	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Periodicidad (PR)	-2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Mantenimiento	Importancia ponderada =				-7.4				Importancia =			-32	
Importancia ponderada	-6	-0.3	-0.0	0.2	-0.8	-0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	0.0	0.2	0.2
Importancia	-17	-29	-4	11	-3	-3	-22	-3	-3	-3	0	22	22

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura de educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Intensidad (IN)	-1	-4	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	4	4
Extensión (EX)	-1	-2	0	1	0	0	-2	0	0	0	0	1	1
Momento (MO)	-2	-2	0	1	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Persistencia (PE)	-1	-2	0	8	0	0	-2	0	0	0	0	2	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-2	0	-8	0	0	-2	0	0	0	0	-1	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-1	1	0	0	-4	0	0	0	0	1	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	2	2
Periodicidad (PR)	-2	-1	-1	4	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	1
Disposición de residuos	Importancia ponderada =				-19.9				Importancia =			-183	
Importancia ponderada	-8	-0.3	-0.0	-0.6	-0.8	-0.0	-0.2	-3.0	-3.6	-3.3	0.0	0.0	0.2
Importancia	-25	-29	-4	-28	-3	-3	-23	-30	-30	-30	0	0	22
Intensidad (IN)	-4	-4	0	-4	0	0	-2	-4	-4	-4	0	0	4
Extensión (EX)	-1	-2	0	-2	0	0	-2	-2	-2	-2	0	0	1

	Aire	Suelo		Aptitud del suelo	Hidrología subterránea		Hidrología superficial	Flora	Fauna		Socioeconómico		
	Calidad	Erosión	Características fisicoquímicas	Compatibilidad	Calidad	Infiltración	Calidad, cantidad	Estructura y composición	Clases	Especies en riego	Infraestructura de educación	Urbanización	Empleo
Ponderación del componente ambiental	33 %	1%	1%	2%	28%	1%	1%	10 %	12 %	11 %	2%	1%	1%
Momento (MO)	-2	-2	0	-1	0	0	-2	-2	-2	-2	0	0	2
Persistencia (PE)	-1	-2	0	-2	0	0	-2	-2	-2	-2	0	0	2
Capacidad de recuperación (RC)	-1	-2	0	-2	0	0	-2	-2	-2	-2	0	0	-1
Relación causa efecto (EF)	-4	-4	-1	-1	0	0	-4	-4	-4	-4	0	0	1
Interrelación de acciones y efectos (AC)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	0	0	2
Periodicidad (PR)	-1	-1	-1	-4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	1
Necesidad de medidas correctoras (MC)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	1

La Tabla V.13 simplifica los valores de importancia de los impactos ponderados por la importancia de los componentes:

Tabla V.13. Valores de importancia de los impactos ponderados por la importancia de los componentes

Medio	Componente	Factor / Actividad Muy significativo Significativo Poco significativo No significativo	Desmonte, limpieza del terreno y apilamiento de productos	Despalme y apilamiento de productos	Excavación de zanjas para cimentación	Colocación de redes, tomas y descargas; registros eléctricos	Rehabilitación de vialidades, guarniciones y banquetas, Red pl	Cimentaciones	Rellenos y nivelado	Estructuras, servicios y edificación habitacional	Conclusión del puente de estructura metálica y barda perimetra	Ocupación habitacional y uso de instalaciones	Mantenimiento	Disposición de residuos	Importancia ponderada por factor
Abiótico	Aire	Calidad	-8.25	-5.61	-5.61	-5.61	-5.61	-8.25	-5.61	-5.61	-5.61	-5.61	-5.61	-8.25	-75.24
	Suelo	Erosión	-0.29	-0.19	-0.19	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	0.00	-0.29	-0.29	-2.99
		Características fisicoquímicas	-0.04	-0.19	-0.19	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	0.00	-0.04	-0.04	-0.74
	Aptitud del suelo	Compatibilidad	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	0.22	-0.56	-0.56	0.22	0.22	0.40	0.22	-0.56	-2.64
	Hidrología subterránea	Calidad	-0.84	-0.84	-0.84	-0.84	-0.84	-0.84	-0.84	-0.84	-0.84	0.00	-0.84	-0.84	-9.24
		Infiltración	-0.03	-0.84	0.19	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	0.00	-0.03	-0.03	-0.92
	Hidrología superficial	Calidad, cantidad	-0.23	0.19	-0.29	-0.22	-0.22	-0.23	-0.22	-0.22	-0.22	0.00	-0.22	-0.23	-2.11
Biótico	Flora	Estructura y composición	-3.00	-3.00	-3.00	-0.30	-0.30	-3.00	-0.30	-0.30	-0.30	0.00	-0.30	-3.00	-16.80
	Fauna	Clases	-3.60	-3.60	-3.60	-0.36	-0.36	-3.60	-0.36	-0.36	-0.36	0.00	-0.36	-3.60	-20.16
	Especies en riego		-3.30	-3.30	-3.30	-0.33	-0.33	-3.30	-0.33	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-3.30	-18.48
Socioeconómico		Infraestructura de educación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.44
		Urbanización	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.22	0.00	0.22	0.00	0.88
		Empleo	0.22	0.00	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	2.42
Importancia ponderada por acción			-19.92	-17.94	-17.17	-8.36	-7.36	-19.92	-8.36	-7.36	-7.36	-4.55	-7.36	-19.92	-149.32

Para establecer los rangos de significancia de los valores de impacto ponderados, se definieron rangos con intervalos iguales, quedando de la siguiente manera:

Tabla V.14. Rangos de significancia de la importancia ponderada de los impactos ambientales identificados

Muy significativo	-8.25	-6.08	
Significativo	-6.08	-3.91	
Poco significativo	-3.91	-1.73	
No significativo	-1.73	0.44	

Es así que el aire, los impactos muy significativos y significativos se presentarán en el factor calidad del aire en razón de que la mayoría de las actividades están vinculadas con el empleo de equipos y maquinaria que emplean motores de combustión interna para su funcionamiento, además de que en las etapas de preparación del sitio y construcción se agregan emisiones fugitivas de polvos por el rodamiento y movimiento de tierras que se suman a los gases y partículas provenientes de dichos motores. A diferencia de los automóviles que aparecen en la etapa de operación (ocupación habitacional y uso de instalaciones), estas emisiones de equipos y maquinaria no cuentan con algún instrumento de comando y control que establezca límites máximos permisibles, toda vez que estos equipos y maquinaria utilizados en la construcción no están vinculados jurídicamente con las normas oficiales mexicanas que establecen dichos parámetros de emisión para fuentes móviles, toda vez que están excluidos de la observancia de las mismas. No es caso de los automóviles particulares, los cuales deberán dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de partículas y gases contaminantes y acreditarlo mediante la verificación vehicular.

Por lo que toca a los impactos poco significativos, que representan el 57% del total, están identificados para las actividades realizadas sobre los componentes suelo, y agua subterránea, resaltando los impactos positivos en la compatibilidad del uso de suelo de la edificación de casas habitación, al ser congruente con la subzonificación del ANP y los usos y destinos del programa de desarrollo urbano municipal, así como la inducción de la recarga del acuífero en las excavaciones para cimentaciones, que funcionan como pozos de absorción en forma temporal, así como el incremento en la escorrentía, comentada anteriormente.

Para los impactos no significativos, que representan el 85% del total, están identificados para las actividades realizadas sobre los componentes suelo, y agua subterránea, resaltando los impactos positivos en la compatibilidad del uso de suelo de la edificación de casas habitación. Esto se explica y es resultado del diseño del proyecto, al ser congruente con los lineamientos y especificaciones de la subzonificación secundaria y de las reglas administrativas del programa de manejo del área de área natural protegida, así como con los usos, destinos y normas del programa de desarrollo urbano municipal, los cuales fueron complementados con lineamientos y criterios de edificación sustentable.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU)
DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL
MODALIDAD B-REGIONAL

CAPÍTULO VI

Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del Cambio de Uso de Suelo.

Proyecto:

“Sttupa Regeneración”

Valle de Bravo, Estado De México

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

En este capítulo se establece el vínculo entre el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y los capítulos anteriores, respecto a la descripción del proyecto, el marco normativo, el diagnóstico ambiental y los impactos identificados, de manera que permita determinar la viabilidad o no de otorgar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, cuando las evidencias demuestren a través del DTU Modalidad B-Regional que se actualizan los supuestos siguientes:

a) Que no se comprometerá la biodiversidad,

b) Que no se provocará la erosión de los suelos,

c) Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y

d) Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

VI.1. ANTECEDENTES.

México es un país megadiverso, sin embargo, esta singularidad ecosistémica se enfrenta a múltiples presiones antropogénicas. la tendencia del crecimiento de la mancha urbana sobre terrenos forestales es una constante en el municipio de Valle de Bravo, así como en el SAR. No obstante que prácticamente todo el municipio está integrado en diversos decretos con polígonos decretados como áreas de importancia biológica de distinta categoría (ANP federales, Estatales, parques, etc.), las presiones antropogénicas son una constante, en particular por los asentamientos irregulares, fraccionamientos fuera de normativa, incremento en el crecimiento poblacional, incremento de vivienda turística de uso temporal por ser un importante atractivo turístico y de descanso para la región y la capital del país que se localiza a tan solo 139 km (2 horas y media) de distancia de la zona del proyecto. Esta tendencia la señala claramente el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo 2020, y la actualización del Programa de manejo del Área de Protección de Recursos naturales de Valle de Bravo. (APRN VB).

Ahora bien, es importante los estudios de campo en el AP y SAR para obtener un diagnóstico puntual sobre la biodiversidad en esa área respecto al APRN VB. Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener, también conocido como el índice de Shannon derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. (Shannon, 1948[1]; Castellanos-Bolaños et al., 2008[2]). En este orden de ideas, los estudios de campo puntuales en el área del proyecto arrojaron como resultados respecto a la flora, una vegetación arbórea y arbustiva con diversidad media, y para hierbas se puede mencionar que se halla en un buen estado de conservación representando una diversidad medio-alta. En cuanto a fauna silvestre, para las aves se muestra una diversidad media-alta y por ende en buen estado, y por último, para mamíferos, reptiles y anfibios la diversidad de especies que se observo es baja por lo que se podría decir que estos grupos se encuentran pobres con perturbación. En conclusión, podemos indicar que tanto para flora y fauna silvestre de las zonas del proyecto se encuentran en un estado de conservación y de diversidad media.

La tendencia en el diseño de la construcción sigue permeando sistemas convencionales que generan impactos al ambiente por el uso de sistemas de luz, agua, drenaje convencional que provoca la

[1] C. E Shannon The mathematical theory of communication: 134-154, University of Illinois Press, Champaign, IL USA, 1948.
[2] J. F. Castellanos-Bolaños, E. J. Treviño-Garza, O. A. Aguirre-Calderón, J. Jiménez-Pérez, M. Musálem - Santiago, R. López-Aguillón. Madera y Bosques, 14: 51-63, 2008

contaminación por descargas, consumo excesivo de energía, desperdicios, y poco o nada por respetar las áreas verdes o fomentar la conservación. Los estudios realizados constatan lo anterior, por ejemplo, en el análisis del cauce del arroyo tomatillo que cruza y forma parte de los componentes ambientales del proyecto. En este sentido cabe mencionar, que el AP presenta obras de construcción convencional suspendidas (sin actividad actual) por la autoridad, que han generado un impacto previo a la implementación de las actividades de este proyecto, que están siendo evaluadas mediante un estudio de daño ambiental; los impactos permanentes y temporales han sido incorporados en este proyecto con una orientación totalmente diferente a la convencional con la que se iniciaron dichas obras. Esto toma importancia dado que dicho estudio integra las obras para su evaluación, e implementación de medidas de mitigación; así mismo estas superficies afectadas son integradas como parte de la propuesta para el cambio de uso del suelo.

Sin duda alguna, la riqueza ambiental de la zona es de singular apreciación y valor para el estado y el país para fines turísticos, habitacionales, de investigación, fuente de derrama económica, fuente de abastecimiento de agua para el sistema Cutzamala, cultural entre otras; por lo que toma relevancia para la sociedad y las políticas públicas. Es por ello que la normativa del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo, se alinea al Programa de manejo del APRN VB, con el fin de avanzar hacia un desarrollo sustentable en la región, aplicando normativas específicas para la subzonificación del PMDU VB.

El área del proyecto donde se ubican los predios está vinculada con varios instrumentos de planificación territorial del ámbito de los tres niveles de gobierno y de naturaleza diversa (ordenamientos ecológicos, territoriales y sub zonificaciones para el manejo y administración de áreas naturales protegidas).

La sub zonificación del área de protección de recursos naturales “Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec” (APRN-VB) y particularmente, la sub zona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales Valle de Bravo y su polígono número cinco, “Cerro Colorado”, donde se ubican los predios, es la unidad territorial que cuyo manejo ambiental imprime las restricciones ambientales para el desarrollo de obras y actividades[3], las que son retomadas como lineamientos bajo los cuales se construyen y actualizan el resto de los instrumentos de planeación territorial, entre ellos, el programa municipal de desarrollo urbano de Valle de Bravo (PMDUVB).

El programa de manejo del APRN-VB lista una serie de actividades permitidas que acogen en forma directa e indirecta los criterios considerados para el diseño del proyecto como la construcción de infraestructura de apoyo a las actividades de educación ambiental, turismo de bajo impacto ambiental y con fines habitacionales, así como el establecimiento de UMA con fines de restauración.

Por lo que toca al PMDUVB, la zonificación del territorio ubica los predios en el polígono 12 de la zona de aprovechamiento de los recursos naturales (SSRN12), donde se permiten los usos habitacionales, el turismo y las instalaciones hoteleras.

Un criterio más utilizado para la selección del sitio, es la factibilidad del suministro de los servicios de agua potable, dictaminada por el Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del municipio de Valle de Bravo, registrado en las factibilidades FAC/AC/029/2020, FAC/AC/0309/2020, FAC/AC/031/2020 y FAC/AC/032/2020 (Anexo IV.1) donde se señala la existencia de infraestructura hidráulica propia del citado organismo, la cual consiste en una red de agua potable de asbesto de 6” de la cual es viable el suministro del servicio al predio.

[3] Publicado el 30 de noviembre de 2018 en el Diario Oficial de la Federación

De igual forma, la factibilidad de suministro de energía eléctrica indicada en el oficio DP-041-2019 (Anexo IV.2) firmado por el Ing. Germán Moreno Montoya, jefe del departamento de Planeación Divisional de la Gerencia Divisional de Distribución Centro Sur de la Comisión Federal de Electricidad coadyuvó como criterio técnico para seleccionar el sitio.

Por otro lado, la naturaleza del proyecto tiene un carácter singular de valor para los mismos potentados y para la región ya que se encuentra dentro del ANP APRN VB. La gestión y organización de los usuarios de los 22 terrenos que presentan el proyecto, surge de la revaloración ambiental de sus patrimonios de la riqueza ambiental del predio, y de contribuir voluntariamente en la conservación de las ANP en la zona. Es por ello que proponen en este proyecto un conjunto de subunidades particulares con un enfoque participativo de conservación, social hacia conservación ambiental que les permita ejercer su derechos a un ambiente sano, al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en su terreno, patrimonio individual como usuarios y el derecho a la vivienda (no obstante que sea una ANP); así como de participar en la conservación ambiental a través del establecimiento de una ADVC (Área Destinada Voluntariamente a la Conservación). Mismo que forma parte de los siguientes programas propuestos dentro del Plan Ambiental: 1) Reforestación y Restauración de Flora, 2) Protección de fauna, 3) Restauración de suelos, 4) Mantenimiento del Cauce, 5) Prevención de Incendios, 6) Turismo Regenerativo, 7) Agroecología, 8) Vivero forestal, 9) Área Destinada Voluntariamente para la Conservación.

VI.2. JUSTIFICACIÓN SOBRE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

El cumplimiento del artículo 93 de la ley referida, hace referencia a servicios ecosistémicos que provee el ambiente, por tal razón se desarrolló un estudio (anexo) que nos permitió:

1) Evaluar el flujo de servicios ecosistémicos (SE) para demuestre que *no se comprometerá la biodiversidad, y que no se provocará la erosión de los suelos;*
2) Evaluar el ciclo hidrológico para demostrar que *no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y*,
3) Un análisis costo beneficio de medidas de mitigación mediante indicadores de rentabilidad de estas, que demuestre *que los usos alternativos del suelo que se proponen en el proyecto son más productivos a largo plazo*.

Este análisis se desarrolló a partir del modelo *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* (InVEST) y del Soil & Water Assessment Tool (SWAT) el cual se mantiene en desarrollo por el *Natural Capital Project*. En el proyecto participan la Universidad de Stanford como institución núcleo, otras universidades y *The Nature Conservancy* y el *Fondo Mundial para la Naturaleza* (WWF por sus siglas en inglés).

En la Figura VI.1, se muestra la nanocuenca (SAR) en la que está ubicado el área del proyecto. En esta zona se presenta agricultura, otro tipo de bosques, zonas de pastizal, cuerpos de agua y zonas residenciales.

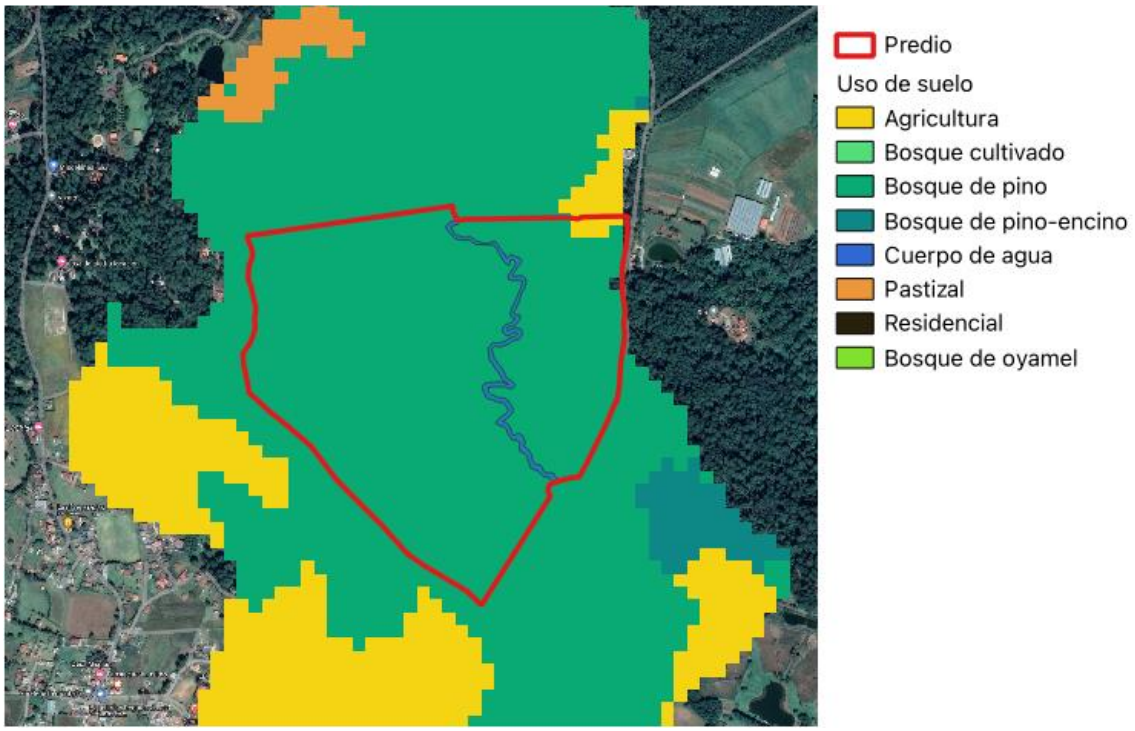


Figura VI.1 Uso de suelo y vegetación (antes del proyecto)

Actualmente, el uso de suelo de la zona donde se ubicará el proyecto ha sufrido alteraciones, esto se muestra en la Figura VI.2. Las afectaciones comprenden caminos y excavaciones, entre otras.

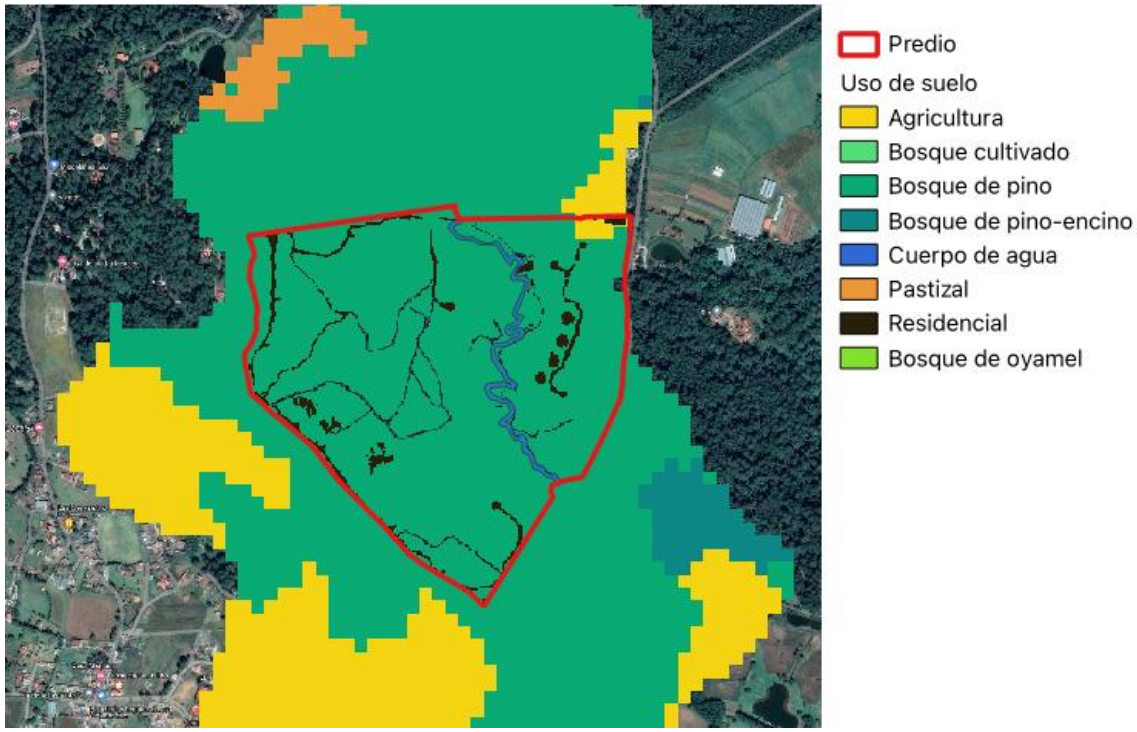


Figura VI.2 Uso de suelo y vegetación (actual)

Se tienen proyectadas obras en el área, las cuales causarán algunas afectaciones más. En la Figura VI.3 se presentan las obras proyectadas.

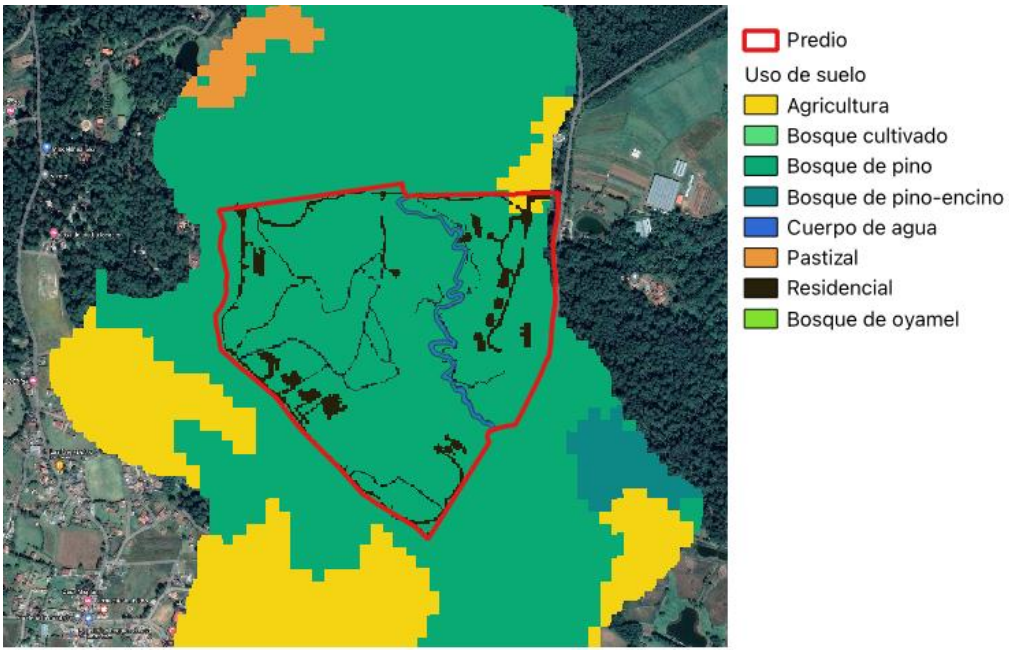


Figura VI.3 Obras proyectadas.

El proyecto contempla mitigar las afectaciones a la vegetación a partir de un conjunto de medidas que tienen el objetivo de restaurar los servicios ecosistémicos. Estas medidas se realizarán durante los primeros 5 años del proyecto. Estas medidas (estrategias) se describen brevemente a continuación.

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y RESTAURACIÓN DE FLORA.

Este programa tiene como objetivos:

- Objetivo 1.1 (restauración): Para el año 2028, se restauró y reforestó el 100% de la superficie con afectaciones por actividades y obras temporales realizadas en 47,064.90 m^2 para contribuir al incremento de la cobertura vegetal y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación Riparia; así mismo una superficie de 59,194.17 a restaurar debido a afectaciones eventuales por actividades temporales propias de la construcción (almacenes, bodegas, depósitos de material pétreo, comedores temporales, letrinas, depósitos de agua, etc.); en total en una superficie total de 106,259.07 m^2 , con una esperanza de sobrevivencia de madurez de 7,066 árboles dentro de los subunidades integrados en el Proyecto Sttupa Regeneración. Mediante el establecimiento de al menos 9,670 plántulas de especies silvestres forestales (con una densidad de 910 plantas por hectárea) y lograr una densidad final de 665 árboles maduros por hectárea con edades de entre 15 a 20 años.
- Objetivo 1.2. (prevención): Para finales del año 2023, previo a las etapas de preparación del terreno y construcción, se logró rescatar y reubicar individuos de flora, para su trasplante, recolección de semillas, esquejes, propágulos y/o meristemos bajo la supervisión de personal técnico en una superficie total de 3.16 Ha. Lo cual, contribuyó a prevenir los impactos en las especies vegetales para establecerlas en áreas con problemas de erosión o en el vivero forestal para su mantenimiento, protección y conservación

- Objetivo 1.3. (protección): Para finales del año 2023, se han implementado actividades de protección y conservación, vigilancia, prevención y combate de incendios forestales, monitoreo permanente e inventarios florísticos y faunísticos del área, identificación y control de "plagas, enfermedades, especies exóticas y/o invasoras". Así como, la instalación de señalética que informe que el sitio es un Área Natural Protegida de competencia de la Federación bajo la categoría de Área Destinada Voluntariamente a la Conservación, con la lista de actividades permitidas y prohibidas.
- Objetivo 1.4. (compensación): Para el año 2028, se han reforestado 31,950.00 plántulas de especies silvestres forestales (con una densidad de 910 plantas por hectárea) con una sobrevivencia esperada de 665 arbolado (densidad/ha) en una superficie 35.11 ha., proyectada para tener un arbolado maduro de 23,350 fuera del área del predio en zonas prioritarias de la nanocuenca para aumentar la conectividad, la retención de suelos, la infiltración de agua y mejorar la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia dentro del Sistema Ambiental Regional.

PROGRAMA DE RESTAURACIÓN DE SUELOS

Este programa tiene como objetivo;

- Objetivo 3.1 (restauración): Para el año 2024, se restauró el 100% de la superficie con afectaciones por actividades y obras temporales realizadas en 59,194.170 m2 (equivalentes al 10.762% del predio), mediante la construcción de obras de retención de suelos, con el establecimiento de al menos 400 metros lineales de presas de morillos y 144 presas de ramas distribuidos en las áreas restauradas dentro de la zona de amortiguamiento - subzona de recuperación en donde se realiza monitoreo biológico e investigación científica sobre la calidad y estructura del suelo, condiciones hidrológicas superficiales de calidad e infiltración de agua dentro del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación. Con lo cual se logró aumentar la capacidad de retener suelo, se redujo la erosión y se contribuyó a reducir la cantidad de sedimentos en el agua y mejorar la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación Riparia dentro de las zonas integradas en el Proyecto Sttupa Regeneración.
- Objetivo 3.2 (prevención): Para finales del año 2023, durante las etapas de preparación del terreno y construcción, bajo la supervisión de personal técnico se evitó cualquier actividad u obra temporal afuera de los 500 m2 destinados para las obras temporales.
- Objetivo 3.3 (compensación): Para el año 2028, se ha contribuido a la retención de suelos, la infiltración de agua y la reducción de arrastre de sedimentos en los arroyos para mejorar la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia, a través del establecimiento de presas de morillos y presas de ramas en las 35.11 Ha en zonas prioritarias para la infiltración de agua que hayan sido seleccionadas dentro de parte alta de nanocuenca y para la compensación del proyecto Sttupa Regeneración.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

Este programa tiene como objetivos:

- Objetivo 4.1 (prevención): Para el 2028, aumento la capacidad de prevención y control de incendios forestales en el predio, a través del mantenimiento de brechas y caminos en una superficie aproximada de 20,659.41 m2.
- Objetivo 4.2 (protección): Para el 2028, aumentó la capacidad de combate de incendios forestales en 407,269.18 m2, permitiendo del acceso al cuerpo de bomberos al agua almacenada en las represas y estableciendo una brigada contra incendios durante los meses de secas (6 meses mínimo).

PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE FAUNA

Este programa tiene como objetivos:

- Objetivo 2.1. (restauración): Para el año 2028, se restauró el 100% de la superficie con afectaciones por actividades y obras temporales realizadas en 59,194.170 m2 (equivalentes al 10.762% del predio) y mejoró la calidad del hábitat para las especies de fauna que dependen de las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia. Con lo cual, mejoró la conectividad entre las áreas fragmentadas dentro de las subzonas del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (zona núcleo, subzona de protección y zona de amortiguamiento - subzona de recuperación) en donde se realiza monitoreo biológico e investigación científica sobre la calidad y amplitud del hábitat. Reportándose beneficios estacionales y anuales comparativos a partir de la línea base del 2023 dentro de las áreas restauradas que proveen refugio (madrigueras y nidos), alimentación (especies de flora y fauna en cadena trófica) y sitios de reproducción (vegetación acuática y terrestre) y se han registrado mejoras en la frecuencia, avistamiento y permanencia de las especies visitantes “aves, roedores, reptiles, anfibios”, y en la movilidad de las especies de mamíferos que utilizan las cañadas y cuerpos de agua, como sitios de refugio, alimentación, anidación y reproducción.
- Objetivo 2.2. (prevención): Para finales del año 2023, previo a las etapas de preparación del terreno y construcción, se logró identificar, rescatar y reubicar individuos de especies de fauna, tales como “aves, mamíferos, reptiles y anfibios” bajo la supervisión de personal técnico, en una superficie total de 3.16 Ha. Lo cual, contribuyó a prevenir los impactos en sus poblaciones durante ejecución de la etapa de construcción de las obras temporales y permanentes.

SANIDAD FORESTAL (Subprograma de Control Biológico de Plagas y Enfermedades.

Se implementará un programa de prevención, control y erradicación de especies exóticas, invasoras, plagas y enfermedades para evitar la alteración de la composición de especies nativas. Para el año 2025, se tiene como meta incrementar la capacidad de prevenir, controlar y erradicar las especies exóticas, invasoras, plagas y enfermedades en el 100% de la superficie total del predio (55.00 ha.), y se contempla reducir el riesgo de alteración de la composición de especies en el bosque de pino-encino, la vegetación riparia y los arroyos.

ESTABLECIMIENTO DE VIVERO FORESTAL

Se establecerá y manejará efectivamente un vivero temporal con especies forestales silvestres de árboles representativos de la comunidad ecológica vegetal. Para el año 2025, se tiene contemplado establecer un vivero de 400 m^2 de alta tecnología, en donde se producirán un total de al menos 50,313 plantas de especies forestales silvestres representativas de bosque de pino -encino y vegetación riparia en el área del proyecto y zona a compensar (10,063 plántulas por año). De las cuales 11,688 van destinadas al programa de restauración-reforestación en el AP, y 38,624 para la compensación en áreas fuera del AP.00

Estas medidas son analizadas desde una perspectiva de costo beneficio en secciones posteriores, en la que se tiene el objetivo de determinar si son rentables desde un punto de vista socioecológico. Esto es, si los beneficios ambientales que generan superan a los costos de realizarlas.

METODOLOGÍA

Para evaluar el flujo de servicios ecosistémicos (SE) antes, durante y después del proyecto se utilizó el paquete informático *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* (InVEST), el cual se mantiene en desarrollo por el *Natural Capital Project*. En el proyecto participan la Universidad de Stanford como institución núcleo, otras universidades y *The Nature Conservancy* y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

Esta herramienta permite estimar los flujos de diversos SE a partir de información cartográfica y otros parámetros ecológicos. Con ello, se puede estimar el cambio de dichos flujos ante distintos escenarios. Específicamente en el contexto del Sttupa Regeneración es posible estimar cómo cambian estos flujos antes y después de establecer el proyecto.

Para el caso del ciclo hidrológico se utilizó el paquete *Soil & Water Assessment Tool* (SWAT), desarrollado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés). Este modelo, a través de información de elevación digital, vegetación, suelos y climáticos, permite estimar una diversidad de variables asociadas al ciclo hidrológico. Su finalidad es conocer cómo cambian estas variables en distintos escenarios. De manera análoga al modelo de InVEST, el modelo SWAT permite conocer cómo cambian variables como percolación antes, durante y después del proyecto.

A continuación, se describen los pasos para realizar este análisis.

1. Definir el área relevante para el análisis:
    a. El predio donde se establecerá el Sttupa Regeneración (SR).
    b. La nanocuenca en la que se encuentra ubicado el SR.
2. Definir escenarios de análisis:
    a. Antes del proyecto.
    b. Afectación de obras que ya se realizaron.
    c. Futuro cuando el proyecto esté en funcionamiento.
3. Estimar el flujo de SE con InVEST para cada escenario y área de interés. Los modelos que se utilizaron son:
    a. **Almacenamiento de carbono**. Estima el volumen almacenado de carbono en la vegetación en un espacio y momento determinado. El modelo permite cuantificar el contenido de carbono (C) en toneladas. El resultado de este modelo es un mapa ráster con el contenido de carbono por pixel. Es importante mencionar que para transformar este contenido en emisiones de dióxido de carbono equivalentes (CO_2e) se requiere multiplicar cada unidad de C por 44/12.[4] De esta forma 1 tonelada de carbono (tC) representa aproximadamente 3.67 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO^2e).

[4] https://ecometrica.com/knowledge-bank/insights/greenhouse-gases-co2-co2e-and-carbon-what-do-all-these-terms-mean/

Los insumos que requiere este modelo son un mapa con los tipos de uso de suelo y vegetación, y el contenido de carbono que tiene cada uno de estos tipos.

Importancia del servicio. El almacenamiento de carbono tiene una relevancia, local, regional, nacional y global. La reducción de emisiones de carbono es quizá el principal reto de la humanidad (Gibbs et al., 2007). El cambio de uso de suelo reduce el stock de carbono y eso incide en las metas locales y globales de reducción de emisiones.

b. **Polinización**. Genera un índice de abundancia de polinizadores con base en la vegetación existente y en los tipos de polinizadores de la zona. El modelo genera un índice de abundancia de polinizadores que toma valores entre 0 y 1, siendo valores más cercanos a 1 los asociados a lugares en donde existe mayor abundancia de polinizadores.

Los insumos que requiere este modelo son un mapa con los tipos de uso de suelo y vegetación, una tabla que indica qué polinizadores existen en la región (en nuestro caso se planteó solamente la presencia de abejas de miel como principales polinizadores), y una tabla que indica la abundancia de sitios de anidación y floración para cada tipo de vegetación.

Importancia del servicio. La polinización es una función esencial para la sobrevivencia de los ecosistemas. Si no existiera este servicio la humanidad no podría sobrevivir. Se estima que 80% de la producción de alimentos depende de la polinización animal. Además, las plantas que dependen de la polinización disminuyen las emisiones de carbono y generan aire respirable, así como juegan un papel importante en la purificación de agua y prevención de la erosión (Marinelli, 2005). En México se prevé que la reducción de polinizadores tendrá un impacto negativo en la producción agrícola (SADER-SEMARNAT, 2021).

c. **Retención de sedimentos**. Estima el volumen de sedimentos retenidos por la vegetación que no llegan a los cuerpos de agua o a otros lugares que tengan que ser desazolvados eventualmente. El modelo genera un mapa del volumen de retención de sedimentos en toneladas por pixel. Esto permite calcular el contenido de sedimento en toneladas por hectárea, considerando la resolución del mapa. Se consideró una densidad promedio de 1.2 m^3 por tonelada (Mendoza López, 2014) para transformar toneladas a metros cúbicos, esto fue importante para valorar económicamente este servicio ecosistémico (discutido en una sección posterior).

Los insumos que requiere el modelo son un mapa de tipos de uso de suelo y vegetación, un mapa de erosividad del suelo, un mapa de erosividad por lluvia, y una tabla de características edafológicas de cada uso de suelo y vegetación.

Importancia del servicio. La reducción de la erosión, a través de la retención de sedimentos, incrementa la calidad del agua, al evitar que dichos sedimentos lleguen a los cauces. La vegetación cumple una función esencial para retener estos sedimentos (Woznicki et al., 2020).

d. **Retención de agua de lluvia en entornos urbanos**. Estima el volumen de escorrentía de agua evitado por la vegetación. El modelo genera un mapa indicando el volumen de retención de agua de lluvia expresado en metros cúbicos por año. Esta cantidad puede agregarse en el área de análisis para tener un aproximado del papel que juega la vegetación en retener agua para que pueda ser infiltrada posteriormente en el suelo.

Los insumos que requiere el modelo son un mapa de tipos de uso de suelo y vegetación, un mapa de evapotranspiración, un mapa de precipitación, un mapa de grupos de suelo indicando su porosidad y una tabla indicando los coeficientes de escorrentía para cada grupo de suelos.

Importancia del servicio. La retención de agua tiene un papel importante en reducir los impactos negativos de eventos extremos, los cuales cada vez son más frecuentes y con mayor intensidad a causa del cambio climático (Calanca et al., 2006). La retención de agua también tiene un papel muy importante para generar agua disponible para su infiltración en los acuíferos. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el acuífero Villa Victoria-Valle de Bravo se encuentra en una situación de déficit en disponibilidad de agua,[5] por lo que la reducción de la retención de agua de lluvia exacerba este problema.

e. **Enfriamiento urbano por la vegetación**. Genera un índice que mide el cambio en los patrones de calor por la vegetación en comparación con un entorno urbano. El modelo genera un índice adimensional, que toma valores entre 0 y 1, en el que los valores más cercanos a 1 indican un potencial de enfriamiento más alto. El índice considera la distancia de un determinado pixel a un espacio natural, tomando en cuenta una diferencia de temperatura en un entorno natural y uno urbano para asignar un valor al potencial de enfriamiento.

Los insumos que utiliza el modelo son un mapa de tipos de uso de suelo y vegetación, una tabla de atributos de los tipos de uso de suelo y vegetación indicando si son áreas verdes, el potencial de sombra, albedo y la intensidad de construcciones, y un mapa de evapotranspiración.

Importancia del servicio. Las áreas urbanizadas se ven afectadas cada vez más por islas de calor, las cuales resultan en efectos sobre salud adversos y en incrementos en el uso de energía (Ghosh & Das, 2018). La presencia de áreas verdes y de cuerpos de agua juegan un papel muy importante para reducir estos efectos. Este servicio es especialmente relevante ante un escenario de incrementos de temperatura derivados del cambio climático. Si bien pudiera pensarse que este problema es ajeno a la zona de estudio, los procesos de urbanización gradualmente van incrementando el problema en todas partes.

f. **Calidad del hábitat**. Genera un índice que mide el impacto en la calidad del hábitat para la biodiversidad. El modelo genera un índice adimensional que toma valores entre 0 y 1, relacionándose valores más altos a una mayor calidad del hábitat. El índice se interpreta como el grado de idoneidad que tiene un determinado pixel para que la biodiversidad halle un buen hábitat. El índice se ve afectado por caminos y otro tipo de elementos no vegetativos que impiden su paso o establecimiento.

Los insumos que utiliza el modelo son un mapa de tipos de uso de suelo y vegetación, mapas de amenazas a la biodiversidad (por ejemplo, caminos de terracería) y una tabla que establece la sensibilidad de cada tipo de vegetación a las amenazas.

Importancia del servicio. Actualmente, el mundo está enfrentando la sexta extinción masiva.[6] Los niveles de desaparición de especies pudiera pensarse como algo que no tiene un impacto significativo en los sistemas de producción de la humanidad; sin embargo, los procesos ecológicos se distinguen por su dinámica compleja, en la que un impacto en una parte del sistema puede impactar a todo el sistema. En este sentido, la desaparición de especies tope en la cadena trófica tiene profundos efectos en otros niveles de la misma. Por ejemplo, un efecto esperado es la presencia de mayores niveles de fauna nociva en cultivos y en zonas urbanas, provocando menores niveles de producción y efectos negativos en salud.

[5] https://sigaims.conagua.gob.mx/dma/acuiferos.html
[6] https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/que-es-la-sexta-extincion-masiva-y-que-podemos-hacer-al-respecto

g. **Niveles de percolación**. Volumen de agua que pasa por el suelo y se adentra en las aguas subterráneas. El resultado del modelo genera un mapa de percolación, expresado en mm/año.

Los insumos que requiere el modelo son un mapa de tipos de uso de suelo y vegetación, un mapa de evapotranspiración, un mapa de precipitación, un mapa de grupos de suelo indicando su porosidad y una tabla indicando los coeficientes de escorrentía para cada grupo de suelos.

Importancia del servicio. Este servicio está íntimamente ligado con la retención de agua de lluvia, pues se refiere aquella agua que efectivamente se infiltra en el manto freático. En este sentido, este servicio tiene la misma importancia que los mencionados en la retención de agua de lluvia.

A partir de los resultados de los modelos cartográficos se discuten los cambios en los flujos de SE antes, durante y después del proyecto y sus implicaciones en términos del territorio.

Para el análisis costo beneficio de medidas de mitigación se estimaron indicadores de rentabilidad de estas. En particular, se estimó el Valor Presente Neto (VPN), el Índice Costo Beneficio, Plazo de Recuperación de la Inversión, Tasa Interna de Retorno (TIR) Porcentaje de casos con VPN positivo (P), entre otros. Para ello se considerarán los costos directos de la medida y los beneficios indirectos (por ejemplo, incremento en flujos de SE), asimismo se realizó una simulación Monte Carlo para calcular el porcentaje de casos con VPN positivo.

El **Valor Presente Neto (VPN)** se refiere a la suma descontada de beneficios menos costos del proyecto, tal como se presentan en la Ecuación (1). El VPN se expresa en pesos y representa la rentabilidad absoluta de un proyecto.

$$VPN = \sum_{t=0}^{T} \frac{B_t - C_t}{(1+d)^t} \qquad (1)$$

Donde *B* son los beneficios de cada periodo de análisis, *C* los costos de cada periodo, *t* es un determinado periodo entre 0 y el periodo final *T*, y *d* es la tasa de descuento.

El **Índice Costo Beneficio** (ICB) es una medida relativa y representa las unidades monetarias que se generan de beneficios por cada unidad de costos. Si el ICB es superior a 1 el proyecto resulta rentable, pues los beneficios superan a los costos. El ICB se representa en la Ecuación (2).

$$ICB = \frac{\sum_{t=0}^{T} \frac{B_t}{(1+d)^t}}{\sum_{t=0}^{T} \frac{C_t}{(1+d)^t}} \qquad (2)$$

El **Plazo de Recuperación de la Inversión** se refiere al año T^* en el que el flujo de efectivo acumulado (la resta de beneficios menos costos acumulada) es mayor a cero. Este periodo representa el año en que se han cubierto todos los costos del proyecto. El plazo se representa en la Ecuación (3)

$$\sum_{t=0}^{T^*} \frac{B_t - C_t}{(1+d)^t} \geq 0 \qquad (3)$$

La **Tasa Interna de Retorno (TIR)** es la tasa de descuento a la que el VPN es igual a cero. Refleja la rentabilidad natural del proyecto, se expresa como el rendimiento porcentual que generan los flujos de efectivo. La TIR se representa en la Ecuación (4).

$$\sum_{t=0}^{T^*} \frac{B_t - C_t}{(1+TIR)^t} = 0 \qquad (4)$$

La **Probabilidad éxito** se refiere al número de veces que se obtiene un VPN positivo de un número total de simulaciones. Las simulaciones se refieren al cálculo del VPN (y otros indicadores de rentabilidad) considerando diferentes valores de los costos y beneficios. Estos diferentes valores provienen de la distribución conocida de costos y beneficios, por ejemplo, de conocer que un determinado precio de un bien está en el rango entre 100 y 200 pesos, por decir una cantidad arbitraria. A partir de esta variación una simulación considerará un valor aleatorio que esté en ese rango de precios. Esto se realiza para todos los conceptos de costos y beneficios y se simula un número determinado de eventos. Posteriormente, se obtiene la distribución de los distintos valores del VPN (y de los otros indicadores de rentabilidad). Con esta distribución se puede calcular la probabilidad de que el VPN sea positivo. Esto se representa en la Ecuación (5).

$$\Phi\left(\frac{VPN-\overline{VPN}}{\sigma} > 0\right) \qquad (4)$$

Donde Φ representa la función de distribución normal acumulada, $\overline{VPN}$ el VPN promedio, y σ la desviación estándar del VPN.

Datos utilizados

1.1. Datos utilizados para los flujos de servicios ecosistémicos

Los paquetes informáticos utilizados requieren diversas capas cartográficas y parámetros para el análisis. En esta sección se enuncian las capas de información, su fuente y se indica para qué servicio ecosistémico se utilizaron (Ver Tabla VI.1. Listado de fuentes de información utilizadas para la modelación de servicios ecosistémicos en Sttupa Regeneración)

Adicionalmente, InVEST requiere parámetros específicos para cada modelo (por ejemplo, constantes y ponderadores para ecuaciones, entre otros). Para estos parámetros se utilizaron valores por defecto referidos en la documentación de InVEST.[7]

[7] https://storage.googleapis.com/releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/en/index.html

Tabla VI.1. Listado de fuentes de información utilizadas para la modelación de servicios ecosistémicos en Sttupa Regeneración

ID	Fuente de información	Descripción	Resolución/ escala/ frecuencia	Vínculo electrónico	CARB	POLI	SEDI	AGUA	ENFR	HABI	PERC
1	Modelo de elevación digital	Ráster de relieve continental de México	15 metros	https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/index.jsp			x				x
2	Uso de suelo y vegetación	Ráster de uso de suelo y vegetación (9 clases)	30 metros	Elaboración propia.	x	x	x	x	x	x	x
3	Carta edafológica	Ráster de los tipos de suelo	1:250,000	Adaptación propia basada en https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/#Descargas			x	x			x
4	Delimitación de la nano cueca	Capa vectorial de delimitación	1:50,000	Elaboración propia.	x	x	x	x	x	x	x
5	Datos climáticos	Datos sobre temperatura y precipitación	Diaria	http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html							x
6	Caminos existentes	Capa vectorial de caminos	1:50,000	https://inegi.org.mx/temas/viascomunicacion/#Descargas						x	
7	Obras existentes	Capa vectorial de las obras que se han realizado hasta este momento	1:50,000	Elaboración propia.	x	x	x	x	x	x	x
8	Obras futuras	Capa vectorial de las obras proyectadas	1:50,000	Elaboración propia.	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia. NOTA: CARB – Almacenamiento de carbono, POLI – Polinización, SEDI – Retención de sedimentos, AGUA: captación de agua de lluvia, ENFR – Enfriamiento de islas de calor por vegetación, HABI – Calidad del hábitat, PERC – Percolación anual.

DATOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Para el caso de las medidas de mitigación se utilizaron los costos de las medidas estimados por el propio proyecto. En la Tabla VI.2, se presentan los datos sobre costos utilizados.

Para el caso de los beneficios, se consideró una aproximación al valor monetario de los servicios ecosistémicos reportados por de Groot et al. (2012). Estos autores presentan una estimación del valor de los servicios ecosistémicos que proveen distintos ecosistemas a partir de un compendio de estudios de valoración económica en todo el mundo. En particular, se tomó como base el valor de los servicios ecosistémicos proveídos por bosques templados, los cuales ascienden a 3,013 dólares por hectárea al año. Esta cifra fue actualizada por inflación[8], por poder de paridad de compra,[9] y considerando un tipo de cambio de 20 pesos por dólar. Con esta operación se obtiene un valor actualizado de 48,003 pesos por hectárea al año. Asimismo, se consideraron valores mínimos y máximos de estos servicios, reportados por los mismos autores, los cuales ascienden a 4,429 y 261,380 pesos por hectárea al año, respectivamente. Estos valores permiten calcular un intervalo de confianza de los indicadores de rentabilidad a través de una simulación Monte Carlo. Para esta simulación se consideraron 100 mil rondas aleatorias, con ello pudo obtenerse un error estándar del valor presente neto de ±5%.

Adicionalmente, se consideró que los impactos en el ecosistema se dan de manera gradual, considerando una función sigmoidal, en la que los servicios se restauran en un periodo de alrededor de 15 años. El periodo de análisis fue de 20 años, considerando que las obras de mitigación se realizan en los primeros 5 años y durante los 20 años sucede la recuperación de los servicios ecosistémicos de manera gradual.

Se consideró una tasa de descuento base de 10%, pero se presentan resultados complementarios a tasas de 8 y 12 por ciento, con fines de comparación.

[8] https://www.inegi.org.mx/app/indicesdeprecios/calculadorainflacion.aspx
[9] http://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPPC.RF

Tabla VI.2. Costos utilizados para el análisis costo beneficio social.

ID	Denominación	Superficie (m2)	Costo anual	Actividad	Cantidad	Unidad	Costo total (5 años)
R.1	Implementar un programa de restauración dentro del predio de las obras en 3 zonas (Bosque templado, vegetación riparia y arroyo)	56,799.60	76,077.07	Reforestar densidad 1,100/ha, sobrevivencia final 600/ha a 15 a 20 años.	6237	Plántulas	380,385.36
R.2	Construir obras para retener los suelos y evitar el arrastre de materiales y sedimentos a los cauces de las cañadas	203,634.59	52,620.00	Reducción erosión de 0.77% a 0% en 2025	0	% erosión	52,620.00
R.3	Mantenimiento de brechas y cercos perimetrales como brechas cortafuegos.	1,923.73	34,646.38	Establecer brechas corta fuegos	1,923.73	m2	173,231.89
R.4	Implementar técnicas de restauración funcional del hábitat de especies silvestres (pasos de fauna, refugios, bebederos dentro del área).	325,815.35	72,815.95	Establecer pasos de fauna	86	pasos de fauna en muro perimetral	364,079.77
R.5	Implementar un programa de prevención, control y erradicación de especies exóticas, invasoras, plagas y enfermedades para evitar la alteración de la composición de especies nativas.	407,269.18	86,000.00				364,079.77
R.6	Fortalecimiento de las capacidades de prevención y combate de incendios forestales dentro y alrededor del predio, utilizando el agua almacenada en las represas y dando acceso a los cuerpos de bomberos	407,269.18	250,000.00	Acceso a bomberos a agua de represas y una brigada de incendios en secas	1	Brigada	1,250,000.00
R.7	Establecer y manejar efectivamente un vivero temporal con especies forestales silvestres de árboles representativos de la comunidad ecológica vegetal.	400.00	854,370.00	Establecer un vivero para producción de planta	400	m2 de vivero	380,385.36

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

En la Tabla VI.3 se presentan los resultados del cambio en el flujo de servicios ecosistémicos considerados. Se presenta la situación antes del proyecto, las afectaciones actuales y el escenario futuro. Como se puede observar existen reducciones de los servicios ecosistémicos seleccionados. Los menores impactos se relacionan con los niveles de percolación, de retención de agua de lluvia, y al enfriamiento generado por la vegetación, los cuales son menores a 3% respecto a la línea base. Los mayores impactos se encuentran en la disminución de los acervos de carbono y la pérdida en la calidad del hábitat generados por el cambio de uso de suelo, los cuales ascienden a 10 y 16 por ciento, respectivamente.

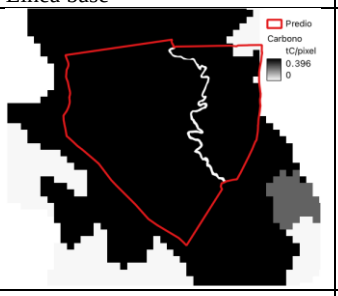
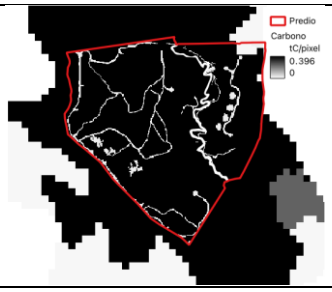
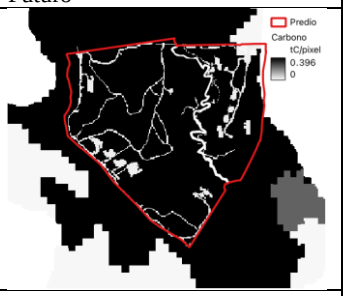
Tabla VI.3. Resultados de los modelos InVEST

Servicio	Unidad	Línea base	Actual	Futuro	Tasa de cambio (%)	
					Actual vs línea base	Futuro vs línea base
Percolación	mm/año	0.1862	0.1827	0.1819	-1.9%	-2.3%
Retención de agua de lluvia	m^3/año	476,169	473,568	472,178	-0.5%	-0.8%
Enfriamiento por vegetación	Índice	0.7702	0.7611	0.7560	-1.2%	-1.8%
Erosión evitada	ton/ ha	1.287	1.248	1.222	-3.1%	-5.1%
Calidad del hábitat	Índice	1	0.84	0.84	-16.0%	-16.0%
Provisión de polinizadores	Índice	0.1236	0.1208	0.1187	-2.2%	-4.0%
Carbón	ton C	24,976	23,215	22,469	-7.0%	-10.0%

A continuación, se muestran los resultados cartográficos para cada servicio.

En la Tabla VI.4 se presentan los resultados para el servicio de almacenamiento de carbono. Como se puede observar el proyecto disminuye el stock de carbono en los lugares donde se ubican las afectaciones. El efecto en el stock de carbono es de una disminución de 10% una vez concluido el proyecto. En términos absolutos esto es igual a 2,506 tC.

Tabla VI.4. Resultados del modelo de almacenamiento de carbono

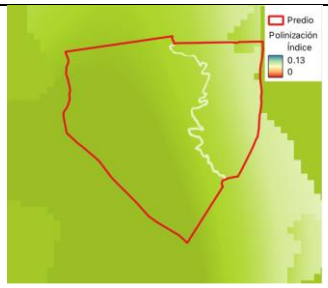
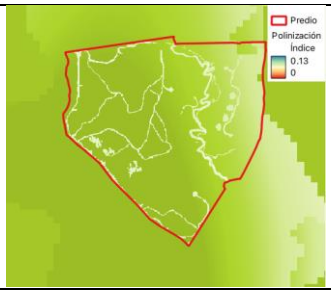
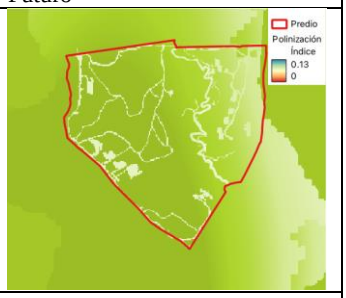
	Línea base	Actual	Futuro
			
Stock	24,492 tC	22,731 tC	21,731 tC
Cambio	No aplica	-7%	-10%

Polinización

En la Tabla VI.5, se presentan los resultados para el servicio de polinización. En los lugares donde se presentan las afectaciones se observa una disminución en la abundancia de polinizadores derivada de que

disminuye la aptitud del terreno para alojarlos. La disminución proyectada es de 4% en la abundancia de polinizadores.

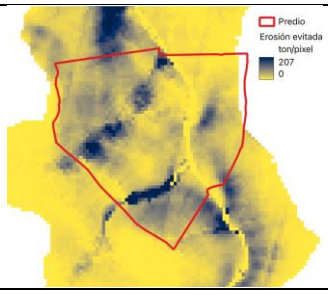
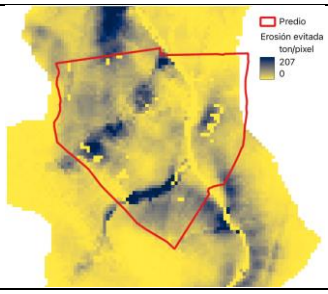
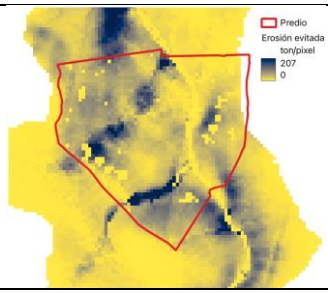
Tabla VI.5. Resultados del modelo de polinización

	Línea base	Actual	Futuro
			
Índice	0.1236	0.1208	0.1187
Cambio	No aplica	-2.2%	-4.0%

Retención de sedimentos

En la Tabla VI.6 se presentan los resultados para el servicio de retención de sedimentos. Se observa una disminución en la retención de sedimentos originada por las afectaciones a la vegetación. Esta disminución asciende a 5.1% una vez concluido el proyecto.

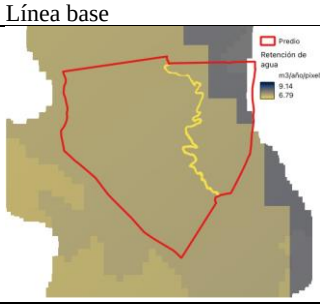
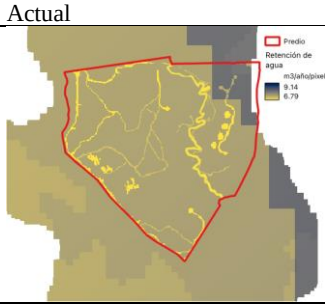
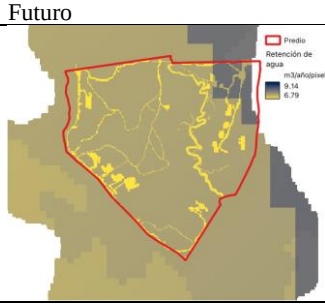
Tabla VI.6. Resultados del modelo de retención de sedimentos

	Línea base	Actual	Futuro
			
Flujo anual	1.287 ton/ha	1.248 ton/ha	1.222 ton/ha
Cambio	No aplica	-3.1%	-5.1%

Retención de agua de lluvia

En la Tabla *VI.7* se presentan los resultados para el servicio de retención de agua de lluvia. Se proyecta una menor retención derivada de las afectaciones a la vegetación, pues la escorrentía aumenta en aquellos espacios donde se remueve la vegetación natural. Se proyecta una disminución en la retención de 0.8% una vez que se concluya el proyecto.

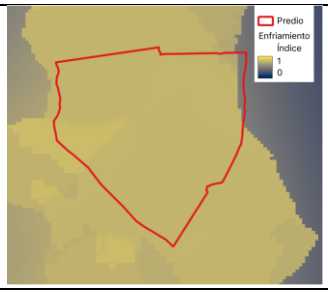
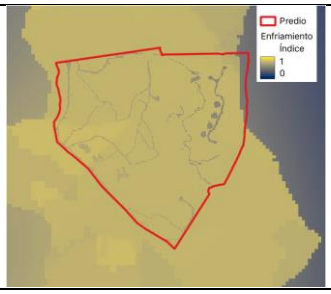
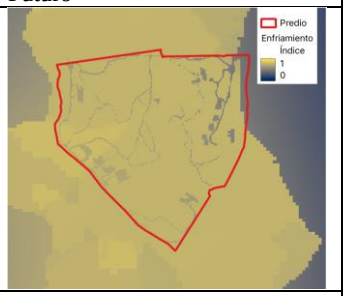
Tabla VI.7. Resultados del modelo de retención de agua de lluvia

	Línea base	Actual	Futuro
			
Flujo anual	476,169 ton/ha	473,568 ton/ha	472,178 ton/ha
Cambio	No aplica	-0.5%	-0.8%

Enfriamiento urbano por la vegetación

En la Tabla VI.8 se presentan los resultados para el servicio de enfriamiento por vegetación. El potencial de enfriamiento disminuye en aquellos lugares donde se remueve vegetación natural. El efecto se proyecta en una disminución de 1.8% de este potencial de enfriamiento. Esto se origina porque las construcciones disminuyen el servicio de enfriamiento que tiene la vegetación original.

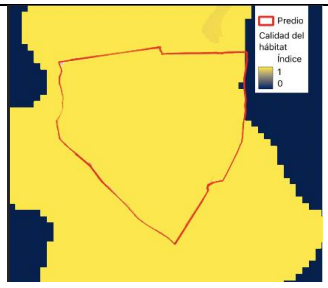
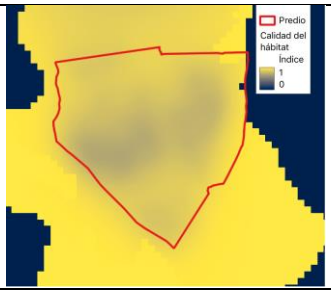
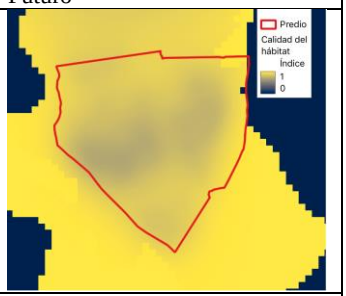
Tabla VI.8. Resultados del modelo de enfriamiento por vegetación

	Línea base	Actual	Futuro
			
Índice	0.77	0.76	0.75
Cambio	No aplica	-1.2%	-1.8%

Calidad del hábitat

En la Tabla VI.9 se presentan los resultados para el servicio de calidad del hábitat. Las construcciones originan una menor calidad del hábitat, pues la biodiversidad del lugar tiende a alejarse de lugares con perturbaciones en la vegetación. Se estima una disminución de 16% en el índice de calidad del hábitat una vez que se ha concluido el proyecto.

Tabla VI.9. Resultados del modelo de calidad del hábitat

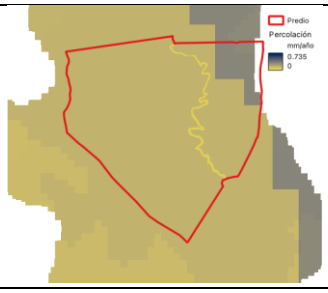
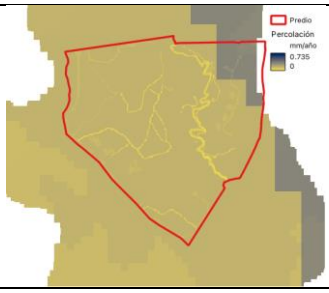
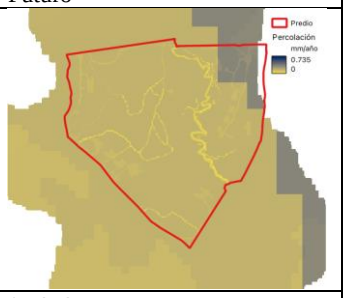
	Línea base	Actual	Futuro
			
Índice	1	0.84	0.84

	Línea base	Actual	Futuro
Cambio	No aplica	-16%	-16%

Niveles de percolación

En la Tabla VI.10 se presentan los resultados para el servicio de percolación. Los niveles de percolación disminuyen al tener menos vegetación, esto es causado por una mayor escorrentía que se origina por menos vegetación. Se estima una disminución de 2.3% en los niveles de percolación una vez que se concluya el proyecto.

Tabla VI.10. Resultados del modelo de percolación

	Línea base	Actual	Futuro
			
Índice	0.1862	0.1827	0.1819
Cambio	No aplica	-1.9%	-2.3%

Interpretación económica de los impactos

Para tener un punto de referencia económico del cambio en flujos de servicios ecosistémicos se realizó una estimación monetaria de dichos cambios. Para ello, se valoró de manera indirecta cada servicio. A continuación, se describe cada caso.

Carbono

Se asignó un valor promedio de 1,161 pesos por tCO_2e el cual se obtuvo de World Bank (2017). Esta publicación presenta una estimación del costo social del carbono y está orientada para análisis que requieran un valor económico de este compuesto.

Polinización y calidad del hábitat

Para aproximar el valor económico de los servicios de polinización y calidad del hábitat se utilizaron los resultados de *de* Groot et al. (2012), quienes estiman el valor económico de distintos servicios para diferentes ecosistemas a partir del análisis. En particular se consideró el valor relacionado con el hábitat proveído por los bosques templados, el cual asciende a 10,085 pesos/hectárea/año.

Dado que la estimación del modelo InVEST expresa estos servicios como un índice, se consideró el cambio porcentual de estos índices como una aproximación a la reducción del servicio que se provee.

Retención de sedimentos

Para aproximar el valor económico de la retención de sedimentos se utilizó el costo de desazolve por metro cúbico estimado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y reportados en SEGOB (2011), el cual asciende a 100 pesos/metro cúbico, una vez que se ha actualizado por inflación.

Retención de agua de lluvia en entornos urbanos y niveles de percolación

Los servicios que se expresan como flujos hidrológicos se valoraron a partir de las tarifas eléctricas para consumidores no domésticos vigentes en Valle de Bravo, publicadas por la Comisión del Agua del Estado de México y que ascienden en promedio a 16.71 kW/hora (Gobierno del Estado de México, 2022).

Enfriamiento urbano por la vegetación

Se consideró un consumo energético promedio de aire acondicionado de 95 kW/hr/m2/año, a partir de estimaciones para hoteles, reportadas por el Centro Mario Molina (2015). Asimismo, se consideraron las tarifas eléctricas vigentes en Valle de Bravo, reportadas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).[10]

Dado que la estimación del modelo InVEST expresa este servicio como un índice, se consideró el cambio porcentual de este como una aproximación a la demanda adicional de energía para aire acondicionado derivado de haber perturbado la vegetación.

Con estos supuestos se construyó la Tabla VI.11, que reporta la pérdida económica derivada del cambio en el flujo de servicios ecosistémicos seleccionados. Se consideraron escenarios mínimo, medio y máximo a partir de la variación en precios, que se recopiló de las mismas fuentes citadas. En total, en un escenario medio, el valor de los servicios ecosistémicos perdidos asciende a 883 mil pesos al año. Esta pérdida motiva las medidas de mitigación que se discuten en la siguiente sección. La motivación de realizarlas obedece justamente a mitigar los impactos negativos sobre los ecosistemas que tiene el proyecto.

Tabla VI.11. Resultados económicos

Servicio	Valor monetario (pesos por año)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Percolación	-$ 38,884	-$ 144,103	-$ 164,577
Retención de agua de lluvia	-$ 66,700	-$ 247,190	-$ 282,309
Enfriamiento por vegetación	-$ 421,115	-$ 278,741	-$ 563,489
Erosión evitada	-$ 279	-$ 349	-$ 419
Calidad del hábitat Provisión de polinizadores	-$ 7,829	-$ 86,993	-$ 473,243
Carbón	-$ 71,131	-$ 106,697	-$ 142,263
Total	-$ 567,055	-$ 719,970	-$ 1,461,723

Nota: El total excluye la percolación, porque la retención de agua de lluvia es parte de la percolación, si se sumaran existiría una doble contabilidad.

Resultados del Análisis costo beneficio social

Con base en las consideraciones y supuestos que se describieron en la sección 4.2, se realizó el análisis costo beneficio de las medidas de mitigación.

Valor presente neto (VPN)

El proyecto tiene una rentabilidad positiva, en la que los beneficios derivados de la recuperación de servicios ecosistémicos sobrepasan el costo de realizar las obras de mitigación. El VPN asciende a 2.5 millones de pesos (mdp), con una desviación estándar de 13.0 mdp. Cabe señalar que la desviación estándar tan grande proviene de la alta incertidumbre que existe sobre la valoración de los servicios

[10] https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Negocio.aspx

ecosistémicos, la fuente de esta variación proviene de los datos base de *de* Groot et al. (2012). Esto obedece a que la estimación del valor económico de servicios ecosistémicos proviene de diversos métodos indirectos, con diversas metodologías y contextos de análisis (Costanza et al., 2017). En la Figura VI.4 se presenta la distribución del VPN. Los beneficios totales (servicios ecosistémicos recuperados) ascienden a 9.6 mdp y los costos totales de las obras de mitigación, monitoreo, reporte y verificación a 7.1 mdp. Considerando una tasa de descuento de 8% el VPN asciende a 4.5 mdp y con una tasa de descuento de 12% el VPN asciende a 1.1 mdp.

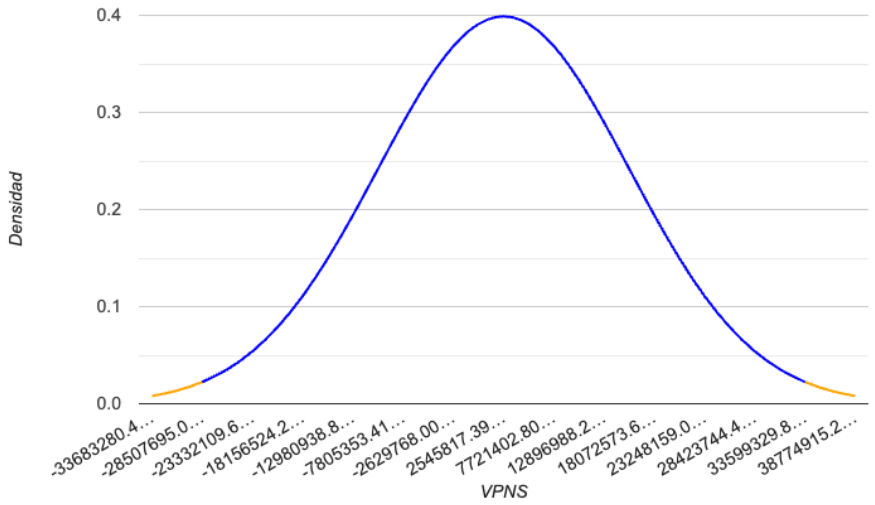


Figura VI.4. Distribución del Valor Presente Neto

Nota: la línea azul representa un intervalo de confianza de 95% y se obtuvo a partir de una simulación Monte Carlo que considera la variación en el valor económico de los servicios ecosistémicos.

Índice Costo Beneficio (ICB)

El ICB del proyecto asciende a 1.36 pesos por peso invertido, lo que significa que se generan beneficios por 1.36 por cada peso destinado a las obras de mitigación. La desviación estándar del ICB es de 1.83.

Plazo de recuperación de la inversión

La inversión se recupera en el año 15, el cual es el momento en el que el flujo de efectivo acumulado es positivo.

Probabilidad de éxito

Se calculó a través de la simulación Monte Carlo el número de veces que el VPN es positivo. En términos porcentuales se obtuvo un valor de 58%. El relativo bajo valor de este indicador proviene de la alta incertidumbre que hay sobre el valor económico de los servicios ecosistémicos.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR de las medidas de mitigación asciende en promedio a 16.8%. En el primer cuartil de su distribución se obtienen pérdidas y en el cuarto cuartil la TIR asciende a 26.3%.

Flujo de efectivo y flujo de efectivo acumulado

En las Figura VI.5 y la Figura VI.6 se presentan el Flujo de Efectivo y el Flujo de Efectivo Acumulado. Como se puede observar en los primeros 5 años los flujos son negativos, lo cual se explica por dos razones: (i) se realizan las inversiones en obras de mitigación y (ii) la recuperación de flujos de servicios ecosistémicos apenas comienza. Como se comentó, es a partir del año 13 en el que el Flujo de Efectivo Acumulado es positivo.

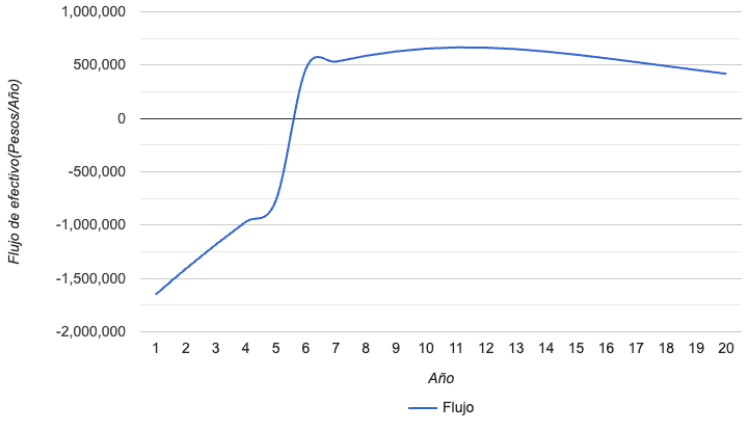


Figura VI.5. Flujo de efectivo

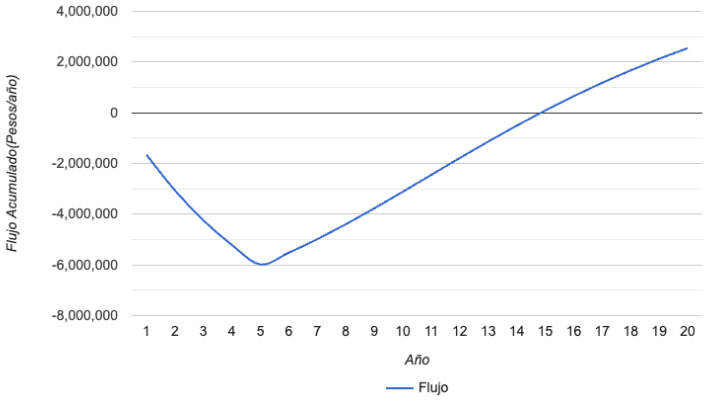


Figura VI.6. Flujo de efectivo acumulado

En la Figura VI.7 se presentan los flujos de efectivo individuales para mostrar la evolución de cada rubro de costo y beneficio.

Análisis de sensibilidad

Se calculó la sensibilidad del VPN ante aumentos en costos y beneficios. Los resultados se muestran en la Tabla VI.12. Se reportan dos indicadores: elasticidad y punto de quiebre. La elasticidad se interpreta como el cambio porcentual en el VPN por un incremento de 1% en cada concepto. Por ejemplo, la elasticidad del vivero para producción de planta indica que el VPN se reduce en 1.33% cuando este rubro se incrementa en 1%. El punto de quiebre representa el cambio que tiene que ocurrir para que se pierda rentabilidad. Por ejemplo, si el flujo de servicios ecosistémicos se reduce en 26% las obras de mitigación dejan de ser rentables.

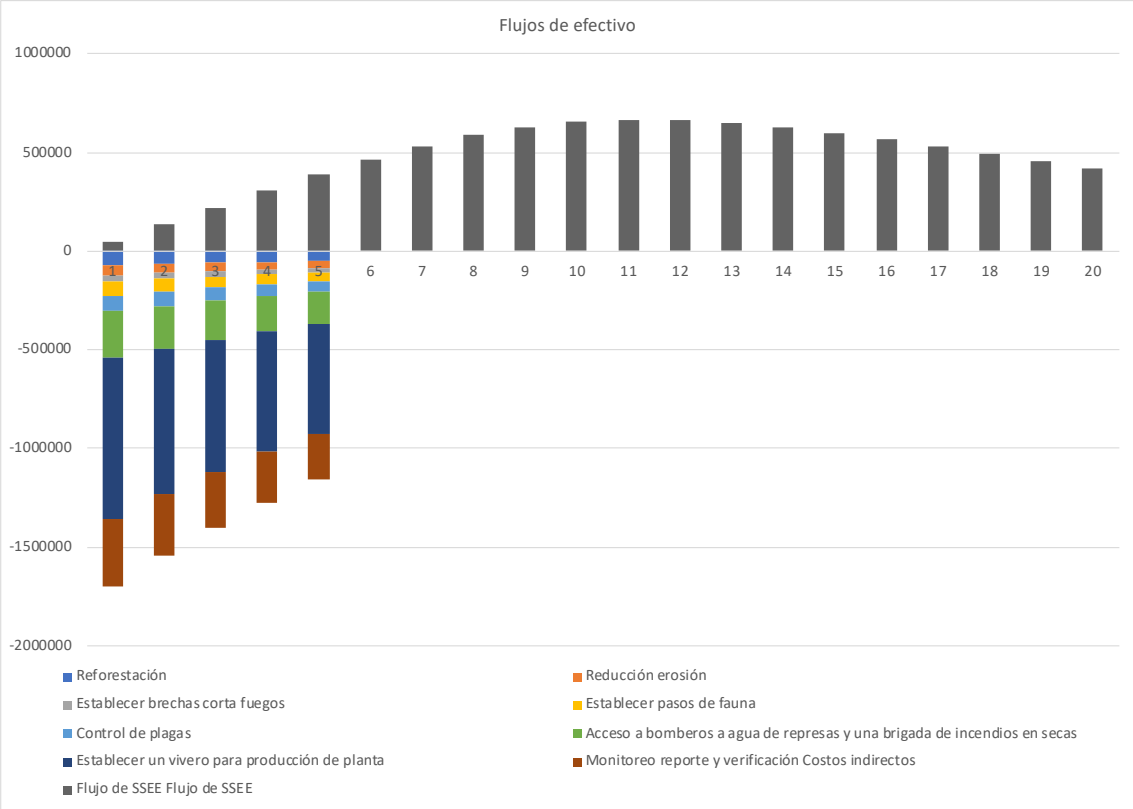


Figura VI.7. Flujos de efectivo individuales (pesos por año)

Tabla VI.12. Análisis de sensibilidad

CONCEPTO	ELASTICIDAD	PUNTO DE QUIEBRE
Reforestación	0.12	833%
Reducción erosión	0.08	1250%
Establecer brechas corta fuegos	0.05	2000%
Establecer pasos de fauna	0.11	909%
Control de plagas	0.13	769%
Acceso a bomberos a agua de represas y una brigada de incendios en secas	0.39	256%
Establecer un vivero para producción de planta	1.33	75%
Monitoreo, reporte y verificación	0.56	179%
Flujo de servicios ecosistémicos	3.78	26%

CONCLUSIONES DEL FLUJO DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (Y EN TÉRMINOS ECONÓMICOS)

El análisis partir del modelo Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST) y del Soil & Water Assessment Tool (SWAT) realizado permitió estimar en términos ambientales a través de los flujos de servicios ecosistémicos y en términos económicos el impacto que tiene el proyecto. Las obras de mitigación planteadas resultan rentables desde un punto de vista social, pues en promedio, generan un

mayor valor para la sociedad que el costo de realizarlas, es decir, *que los usos alternativos al suelo propuestos son más productivos a largo plazo*. Con estos resultados se considera que las obras de mitigación compensan los efectos negativos que tiene el proyecto en los ecosistemas y sus servicios ecosistemas, entre ellos la biodiversidad, la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o disminución en su captación. La Tabla VI.13 vincula las acciones de mitigación integradas a las medidas o estrategias planteadas para mitigar, restaurar, prevenir, compensar los posibles efectos negativos sobre los ecosistemas y sus componentes vulnerables ante la implementación del proyecto. En el siguiente capítulo se aborda con mayor detalle las acciones.

Tabla VI.13. Estrategias para mitigar los componentes de los ecosistemas vulnerables en la implementación del proyecto.

ETAPAS / MEDIO / SUPERFICIE	COMPONENTE (A-H) / FACTOR – ACTIVIDAD (I-P)		Servicio Ecosistémico vulnerable						PROGRAMAS PARA MITIGAR, RESTAURAR, PREVENIR, REFORESTAR EDA (●) DTU (■)								
			Almacenamiento de	Polinización	Retención de agua de lluvia	Enfriamiento por	Calidad del hábitat	Percolación	1 Reforestación y protección de flora	2 Protección de fauna	3 Restauración de suelos	4 Prevención y combate de incendios	5 Manejo de cauce	6 Turismo sustentable	7 Agroecología y gastronomía	8 Vivero forestal y agroecológico / Salón	9 Área Destinada Voluntariamente para la Conservación
Etapas	Preparación del terreno								■	■	■					■	■
	Construcción								■	■	■			■	■	■	■
	Operación y mantenimiento								● ■	● ■	● ■	● ■	● ■	■	■	■	■
Abiótico	A	Aire (Calidad)	↓			↓						●				■	■
	B	Suelo (Erosión y características fisicoquímicas)			↓		↓	↓		●	●	●	●			■	■
	C	Aptitud del suelo (Compatibilidad)	↓				↓		●		●	●	●		■	■	■
	D	Hidrología subterránea (Calidad e infiltración)			↓			↓	●		●	●	●			■	■
	E	Hidrología superficial (Calidad y cantidad)			↑			↑	●		●	●	●			■	■
Biótico	F	Flora (Estructura y composición)	↓	↓	↓	↓	↓		●	●		●	●			■	■
	G	Fauna (Clases)	↓	↓	↓	↓	↓			●		●	●				■
	H	Especies en riesgo	↓	↓	↓	↓	↓			●		●	●				■
Socioeconómico, cultural y climático	I	Infraestructura de capacitación / educación							●	●	●	●	●	■	■	■	■
	J	Empleo							●	●	●	●	●	■	■	■	■
	K	Salud y Recreación	↓	↓		↓	↓						●	■	■	■	■
	L	Belleza escénica e identidad cultural	↓	↓	↓		↓		●	●	●	●	●	■		■	■
	M	Seguridad alimentaria		↓	↓						●	●	●		■	■	■
	N	Capacidad adaptativa social frente al cambio climático	↓	↓	↓	↓					●	●	●		■	■	■
	O	Capacidad adaptativa ambiental con refugios climáticos	↓		↓	↓	↓		●	●	●	●	●			■	■
	P	Reducción de riesgo ante incendios	↓		↑	↓		↑				●				■	■

Por lo anterior, consideramos que durante las distintas etapas del proyecto ***no se verá comprometida la biodiversidad, no se generará la erosión de los suelos, y no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.*** Lo anterior, se verá además fortalecido por las acciones de mitigación que se plantean implementar durante las etapas de la construcción y operación del proyecto, que responden a sistemas arquitectónicos, de infraestructura, tecnológicas y de operación inherentes a los procesos constructivos (descritas en el capítulo siguiente).

No obstante, es importante mencionar que el análisis supone que las medidas de mitigación son efectivas desde un punto de vista técnico para restaurar el ecosistema. Si esta efectividad se asegura entonces las medidas son eficientes desde el punto de vista económico. En este sentido, este análisis se complementa con la información de carácter técnico ecológico que ha sido señalada en el capítulo IV del estudio; asimismo una vez implementado los programas ambientales, se asegura que las acciones de restauración, de reducción de erosión, de mejorar la calidad de hábitat, etc., sean suficientes para restaurar el ecosistema. Estas acciones del plan son clave para que los servicios ecosistémicos se restauren y por ende pueda generarse el valor económico asociado a ellos.

Si bien se comentó en secciones anteriores, resulta importante subrayar que el valor de los servicios ecosistémicos, es decir, los beneficios generados por las obras de mitigación, serán en su mayoría intangibles y serán percibidos en cierta medida fuera del predio. Justamente, los métodos de valoración económica de servicios ecosistémicos parten de reconocer que no hay mercados desarrollados para ellos (por ejemplo, de la calidad del hábitat) y han sido formulados para inferir un valor monetario de beneficios deseables para la sociedad. Este valor monetario sirve como un punto de referencia, para establecer un orden de magnitud de estos beneficios, pero son cantidades que no entrarán a los sistemas contables de los administradores del proyecto. Dicho lo anterior, las medidas de mitigación deben verse desde una perspectiva de inversión social, lo cual significa invertir para obtener beneficios sociales, perceptibles pero muchas veces intangibles.

El análisis se realizó con la mejor información disponible a la fecha haciendo uso de modelos que han sido desarrollados por instituciones de prestigio (Universidad de Stanford, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos), así como de fundamentos teóricos de economía (análisis costo beneficio), por lo que tienen un soporte teórico-práctico riguroso. No obstante, el análisis se basa en modelos cartográficos que simulan la realidad, así como en datos obtenidos de fuentes primarias y secundarias, por lo que constituyen una aproximación a la realidad, misma que se complementó con los estudios de campo realizados para el presente estudio (DTU). Esto tiene el objetivo de evaluar si el análisis ex ante que se presenta aquí se apega a la realidad. Los indicadores de medición de las variables que respaldan los cambios esperados de los programas son clave para evaluar la efectividad de las medidas propuestas (por ejemplo, de la erosión, de la sobrevivencia de la reforestación, del control de plagas, entre otros) en cada una de las etapas del proyecto. En este sentido, es toma relevancia la implementación del monitoreo y evaluación de estas variables clave.

Es importante indicar que se hallaron individuos tanto de flora como de fauna silvestre dentro de la NOM-059 SEMARNAT 2010 con estatus de protección especial y amenazada, sin embargo, las medidas de mitigación y restauración propuestas para el componente biológico forestal, así como la creación de una ADVC están encaminadas a salvaguardar y contrarrestar los efectos que ocasionará el proyecto sobre la biodiversidad natural presente en los polígonos de CUSTF, considerando no sólo las particularidades de cada tipo de vegetación sino la integridad ambiental del área sujeta a cambio de uso de suelo.

VI.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.

El proyecto se desarrolla en un predio forestal de 55.00 ha. (550.010.30 m^2) de las cuales se subdivide en 22 subunidades. La superficie propuesta a solicitar para el Cambio de Uso del Suelo corresponde a 7.96 ha. (14.48% de la superficie total), misma que será compensada mediante el pago de $ 2,544,316.96 (Dos millones quinientos cuarenta y cuatro mil trescientos dieciséis pesos 96/100 m.n) como medida de compensación ambiental al Fondo nacional forestal, con la finalidad de implementar 4 programas socio-ambientales incluidos dentro del manejo ambiental del proyecto: 1) Turismo regenerativo, 2) Agroecología, 3) Vivero forestal y agroecológico, 4) Área Destinada Voluntariamente para la Conservación.

Cabe señalar que la producción del vivero forestal va destinado a la producción de plántula para las áreas a restaura-reforestar y compensar:

- Para la compensación se estima la producción de 31,950.00 plántulas de especies silvestres forestales (con una densidad de 910 plantas por hectárea) con una sobrevivencia esperada de 665 arbolado (densidad/ha) en una superficie 35.11 ha., proyecta una arbolado maduro de 23,350 fuera del área del predio en zonas prioritarias de la nanocuenca para aumentar la conectividad, la retención de suelos, la infiltración de agua y mejorar la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia dentro del Sistema Ambiental Regional.
- Para la reforestación de 47,064.90 m^2 para contribuir al incremento de la cobertura vegetal y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación Riparia; así mismo una superficie de 59,194.17 a restaurar debido a afectaciones eventuales por actividades temporales propias de la construcción (almacenes, bodegas, depósitos de material pétreo, comedores temporales, letrinas, depósitos de agua, etc.); en total en una superficie total de 106,259.07 m^2 , con una esperanza de sobrevivencia de madurez de 7,066 árboles dentro de los subunidades integrados en el Proyecto Sttupa Regeneración. Mediante el establecimiento de al menos 9,670 plántulas de especies silvestres forestales (con una densidad de 1,100 plantas por hectárea) y lograr una densidad final de 665 árboles maduros por hectárea con edades de entre 15 a 20 años.

El resto de la superficie del proyecto los usuarios en conjunto la destinan como Área Destinada Voluntariamente a la Conservación con una superficie de 47.04 ha (85.52% de la superficie del proyecto).

Con lo anterior, se garantiza una mayor cantidad y mejor calidad de servicios ambientales, que los que ofrece actualmente el terreno con esas características, lo que redundara en una mayor preservación de la biodiversidad y esto justifica y hace viable la ejecución del proyecto propuesto.

Ahora bien, los datos del muestreo de los componentes bióticos reportan la presencia de individuos de flora y fauna, cuya *diversidad se estimó, para los grupos bióticos generales, como* ***media***, según los valores obtenidos con los cálculos de los diversos índices de biodiversidad empleados, lo que permite aseverar que *la vegetación y la fauna no se pondrán en riesgo*.

El uso del suelo en el área del proyecto lo define el PMDU VB 2020 en cuanto a compatibilidades y el PM del APRN VB establece lineamientos de carácter ambiental. El área del predio posee bosque templado en una superficie de 368,152.52 m^2 (36.8 ha, aproximadamente) el bosque de cañadas y un arroyo que cruza el área. El interés de conservación de los usuarios destina el 85% de la superficie total a la conservación a través del establecimiento de un área destinada voluntariamente a la Conservación (ADVC). Cada subunidad destinara para uso habitacional de sus usuarios el 5% de la superficie de cada

terreno, que van desde 1,000 m^2 a 1,600 m^2 aproximadamente; que corresponde al 4.34% del total de la superficie del proyecto. Otras obras complementarias como son caminos, barda, puentes

Respecto a la normativa jurídica respecto al uso del suelo en el PMDUVB se presentan cuadros de compatibilidades que explican de manera tabular, a través de una tabla de doble entrada, si un uso de suelo es compatible con otro a partir de la clasificación de actividades económicas (primarias, secundarias y terciarias). En cada caso, a partir de la clasificación de Uso General, Uso Específico y Unidad de Superficie, se cruza con el tipo de uso de suelo con el que se quiere contrastar para establecer su compatibilidad. El Proyecto se apega a la normatividad aplicable a la zona SSNR12, cumpliendo cabalmente con el uso de suelo permitido (Habitacional), con los límites de ocupación señalados (1 a 29 viviendas) y el uso específico (Habitacional campestre, Rústico o Eco rancho Unifamiliar). En este sentido para el proyecto las subunidades de los usuarios son mayores a 2 ha., razón por la que Coeficiente de ocupación del suelo (COS) es del 5% para cada subunidad. Lo anterior, deriva en un Cambio de Uso del Suelo del 5% para cada terreno, es decir 1,000 m^2 en predios con 2 ha. y el resto de la superficie se destina como un área destinada voluntariamente a la conservación (ADVC). De igual forma esta de conformidad con las actividades permitidas en la zona (SSRN 12) referente a las normativas específicas, como son la dispersión de las viviendas (no conglomerados), diseño bioclimático de las viviendas y uso de ecotecnologías como paneles solares, reducción de consumo de energía, cosecha de agua pluvial, entre otras que específica el proyecto de obra. Cada usuario podrá construir su vivienda en dos niveles, con restricción de no pasar la altura de los árboles. Así mismo el desplante de obra está sobre pilotes de concreto o acero que permite el paso de fauna y crecimiento vegetativo debajo de estas.

USO GENERAL.	U S O E S P E C I F I C O		SSRN3	SSRN4	SSRN5	SSRN6	SSRN7	SSRN8	SSRN9	SSRN10	SSRN11	SSRN12
DENSIDAD	HABITANTES / HECTÁREA		94	94	47	28	28	14	14	7	5	2
	N° DE VIVIENDAS / HECTÁREA		20	20	10	6	6	3	3	1	1	0.5
	M² DE TERRENO BRUTO / VIVIENDA		500	500	1000	1667	1667	3333	5,000	7,000	10,000	20,000
	M² DE TERRENO NETO / VIVIENDA		300	300	600	1,000	1,000	2,000	3,000	4200	6,000	12,000
LOTE MINIMO EN SUBDIVISIÓN*	FRENTE (ml)		15	15	20	25	25	25	30	30	50	80
	SUPERFICIE (m²)		300	300	600	1,000	1,000	2,000	3,000	4,200	6,000	12,000
	No DE VIVIENDAS / LOTE MÍNIMO		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SUPERFICIE SIN CONSTRUIR	% DEL LOTE (USO HABITACIONAL)		65	65	75	82.5	82.5	82.5	88	90	92	95
	% DEL LOTE (USO NO HABITACIONAL)		65	65	75	82.5	82.5	82.5	88	90	92	95
COS SUPERFICIE DE DESPLANTE	% DEL LOTE (USO HABITACIONAL)		35	35	25	17.5	17.5	17.5	12	10	8	5
	% DEL LOTE (USO NO HABITACIONAL)		35	35	25	17.5	17.5	17.5	12	10	8	5
ALTURA MAXIMA DE CONSTRUCCION	USO HABITACIONAL	NIVELES	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
		M SOBRE NIVEL DE	7.5	7.5	7.5	7.5	11.25	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	USO NO HABITACIONAL	NIVELES	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		M SOBRE NIVEL DE	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
CUS (INTENSIDAD MÁXIMA DE CONSTRUCCION)	USO HABITACIONAL (veces la sup. del lote)		0.7	0.7	0.5	0.35	0.525	0.35	0.24	0.2	0.16	0.1
	USO NO HABITACIONAL (veces la sup. del lote)		0.7	0.7	0.5	0.35	0.35	0.35	0.24	0.2	0.16	0.1
RESTRICCIONES MÍNIMAS DE CONSTRUCCIÓN	FRENTE		5	5	5	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10
	LATERALES		2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	10	10	15
	FONDO		5	5	5	5	5	10	10	25	25	45

En este mismo sentido, cabe recalcar que la existencia de aspectos técnicos en el diseño y sistemas constructivos que contribuyen a mitigar, prevenir daños ambientales permite el establecimiento de viviendas en zonas boscosas sin menoscabo de este. No obstante que la tendencia convencional es contraria y predominante, actualmente existe un sin número de nuevos enfoques que promueven un desarrollo sustentable a través de diseños integrados a la naturaleza, así como tecnologías y sistemas constructivos que imitan los procesos naturales permitiendo una relación armónica entre el desarrollo y el ambiente.

Es el caso que nos ocupa, el diseño regenerativo del Proyecto “Sttupa Regeneración” aborda diversos aspectos de diseño y construcción que mitiga o reduce al máximo los impactos. De esta forma el proyecto, así mismo está alineado en el cumplimiento de los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, e integra las recomendaciones para el desarrollo turístico y residencial sustentable. El diseño arquitectónico modular regenerativo, aplica sistemas constructivos de bajo impacto ambiental hacia el uso del suelo y del agua, el uso de energía, la reducción de aguas residuales, el aprovechamiento de agua pluvial, el uso de materiales amigables para la naturaleza (por ejemplo, caminos que permiten la infiltración), no descargas a cuerpos de agua. Además de establecer monitoreo y vigilancia

durante la etapa de construcción para evitar y prevenir daños no considerados, e irreversibles; estableciendo áreas delimitadas para el proceso constructivo) y normativa para el manejo de materiales y sustancias peligrosas.

Con ello se da cumplimiento diversas normativas (explicadas en el siguiente capítulo), algunas de ellas se mencionan a continuación:

Para el diseño:

1. Promueve el uso de tecnologías para la autosuficiencia y eficiencia energética, como la captación de agua de lluvia y fuentes alternativas de energía (solar, eólica entre otras).
2. A fin de evitar la erosión de los suelos, las construcciones se realizarán las construcciones en terrenos con pendientes menores a 25 grados.
3. No se establecerán construcción en zonas de riesgo, consideradas como el espacio territorial determinado en el que existe la probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador, tales como fallas geológicas, laderas con pendientes mayores del 25 por ciento o suelos inestables, y cauces de los ríos y sus zonas adyacentes;
4. Los materiales empleados para las obras de construcción preservan o reestablecen la permeabilidad del suelo y no alterar los flujos hidrológicos, así mismo utiliza aquellos que representen una mayor eficiencia y menor impacto ambiental;

Sobre caminos:

1. El mantenimiento de los caminos existentes no se ampliará;
2. Respeta el paisaje y entorno natural, evitando la fragmentación de los ecosistemas y la interrupción de los corredores biológicos, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies nativas;
3. Evita la desecación, el dragado, alteración o relleno del arroyo, así mismo no obstaculiza, desvía, e interrumpe los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes, y
4. Los materiales de recubrimiento para las obras de mantenimiento de los caminos preservan y re establecen la permeabilidad del suelo y evitar la erosión.

Para la construcción:

1. Respeta y revalora el paisaje y el entorno natural, evitando la fragmentación de los ecosistemas integrando las construcciones al ecosistema de forma armónica. Evitando la interrupción de los corredores biológicos, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies nativas;
2. Evita y reduce la remoción de la vegetación de los diferentes estratos y la realización de podas en zonas no previstas para las viviendas, y las construcción e infraestructura están sobre pilotes para evitar afectaciones a la fauna, y al suelo, así como cualquier restricción de actividad fuera de la zona de desplante que pudiese generar afectaciones;
3. Utiliza exclusivamente los caminos existentes, sin abrir nuevas brechas o rutas para el transporte de materiales o el tránsito de personas o vehículos;

4. Evita la desecación, el dragado, alterar o rellenar los cuerpos de agua temporales y permanentes, así como obstaculizar, desviar, e interrumpir los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes;
5. A fin de evitar la erosión de los suelos, no altera las condiciones topográficas de los terrenos, debiendo evitando los cortes a las pendientes y los rellenos a las barrancas;
6. Durante la construcción, operación y utiliza la infraestructura existente para evitar en todo momento depositar residuos de cualquier tipo en los cuerpos de agua;
7. La construcción de infraestructura se establecerá preferentemente en áreas desprovistas de vegetación arbórea y preservar las zonas de anidación, reproducción, refugio y alimentación de especies silvestres;
8. La delimitación de las subunidades se realizará con cercos vivos y especies nativas del Área de Protección de Recursos Naturales, así mismo impulsa el establecimiento de corredores biológicos, permitiendo el libre tránsito de la fauna, a través de pasos de fauna e infraestructura elevada (por pilotes).
9. Se implementarán medidas de reducción, separación y disposición temporal de residuos sólidos inorgánicos, en cada subunidad, y la recolección de residuos orgánicos a fin de generar composta para el mismo proyecto.
10. En caso de que la construcción de infraestructura contemple áreas ajardinadas, dentro de éstas deberán utilizar exclusivamente especies nativas del Área de Protección.
11. La superficie de los predios libre de construcción será destinada exclusivamente a la conservación o restauración de las condiciones naturales del sitio.
12. La disposición final de los residuos generados como consecuencia de la construcción, la operación y la utilización de la infraestructura serán trasladados periódicamente fuera del área del proyecto, a los sitios de disposición final de residuos de manejo especial autorizados por el Estado.

Durante su desarrollo:

1. Acosar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres
2. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre
3. Apertura de nuevas brechas o caminos, salvo las brechas de saca
4. Capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre o sus productos
5. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza, que generen la suspensión de sedimentos, o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas dentro del área protegida o zonas aledañas
6. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo
7. Rellenar, interrumpir, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros flujos hidráulicos
8. La descarga directa de ningún tipo de drenaje en los ríos o cuerpos de agua. Las aguas residuales deberán ser canalizadas a fosas sépticas

9. No exista continuidad física en todas las direcciones que produzca fragmentación del hábitat
10. Diseño concentrado en la distribución del área habitada
11. No deberá contemplar uso para la administración pública, el comercio organizado o la industria
12. Para el mantenimiento:
13. Deberá respetar el paisaje y entorno natural, evitando la fragmentación de los ecosistemas y la interrupción de los corredores biológicos, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies nativas;
14. Utilizar exclusivamente los caminos existentes, sin abrir nuevas brechas o rutas para el transporte de materiales o el tránsito de personas o vehículos;
15. Deberán evitar la desecación, el dragado, alterar o rellenar los cuerpos de agua temporales y permanentes, así como obstaculizar, desviar, e interrumpir los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes, y
16. Los materiales de recubrimiento para las obras de mantenimiento de los caminos deberán preservar o reestablecer la permeabilidad del suelo y evitar la erosión.

VI.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.

México es uno de los diez países con mayor biodiversidad en el planeta, y uno de los más vulnerables a los impactos del cambio climático. Actualmente el impacto del crecimiento urbano hacia zonas no urbanizables, boscosas o de importancia ambiental es una constante en detrimento de la riqueza ambiental y sus servicios. Esta tendencia en el medio urbano y rural va en aumento vinculado con el crecimiento poblacional y las necesidades de vivienda.

El proyecto Sttupa Regeneración, nace de la oportunidad de transformar y evolucionar un proyecto convencional de construcción con impactos ambientales, hasta la reconceptualización y ejecución de un proyecto regenerativo exitoso. El objetivo de Sttupa Regeneración es ser un referente y modelo, debido:

a) su cumplimiento efectivo de la normatividad,

b) su contribución para la conservación de la biodiversidad,

c) su inversión en infraestructura de capacitación para desarrollar capacidades comunitarias y

d) su contribución a generar nuevas oportunidades de empleo en turismo sustentable, gastronomía agroecológica y arquitectura regenerativa.

La naturaleza del proyecto es uno de sus grandes atributos que incluso podría generar sinergias para una transformación socio-ambiental en la zona respecto a establecimiento de vivienda y la conservación.

El proyecto tiene una ubicación geográfica estratégica dado que se encuentra dentro del municipio de Valle de Bravo del estado de México y dentro del polígono cinco “Cerro Colorado” de la subzona de aprovechamiento sustentable de recursos naturales del Área Natural Protegida Federal denominada Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) “Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec”. Se localiza al suroeste de Avándaro y al noreste del poblado de Cerro Gordo.

Los bosques y cañadas en Valle de Bravo y el APRN, son fundamentales para los mantener los procesos de provisión de agua para una población de más de 20 millones de habitantes. Su contribución al Sistema Cutzamala conocido como “La llave del agua del Valle de México” ayuda directamente a reducir la vulnerabilidad y el riesgo por déficit hídrico debido al cambio climático.

Al interior y en la zona de influencia del proyecto Sttupa Regeneración, se encuentran ecosistemas y especies representativos de bosques templados y asociaciones de vegetación con elementos hidrófilos que incluyen especies vinculadas a vegetación riparia y de galería. Estos ecosistemas forman parte del corredor biológico del Eje Neovolcánico Transversal, que une a la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca y los Parques Nacionales Iztaccíhuatl – Popocatépetl y la Montaña Malinche o Matlalcuéyatl, constituyendo un complejo de áreas con conectividad ecológica de sitios de hibernación de la mariposa monarca.

Análisis contextual y causas de deterioro de la salud de los ecosistemas y la calidad de sus servicios ambientales.

Los factores antropogénicos de disturbio o perturbación en el área natural protegida donde se localiza el proyecto, son: incendios forestales intencionales y accidentales por actividades agropecuarias y quema de basura, contaminación por descargas de aguas residuales, contaminación de agua y aire por plaguicidas y herbicidas, deforestación por tala clandestina, degradación de bosque por actividades recreativas desordenadas con vehículos motorizados; así como un creciente cambio de uso de suelo para actividades asociadas al desarrollo urbano y habitacional no sustentable.

Las amenazas climáticas por eventos meteorológicos extremos incluyen: heladas, olas de calor extremo, tormentas de granizo y eléctricas, inundaciones, deslaves y sequías. Así mismo, se han exacerbado las amenazas de plagas y enfermedades (por ejemplo, la plaga del escarabajo descortezador), y se incrementó la frecuencia e intensidad de los incendios.

Las actividades humanas no sustentables son el resultado de la combinación de múltiples factores indirectos, entre estos resaltan: la descoordinación institucional, los escasos recursos humanos para la vigilancia y aplicación de la normatividad, la necesidad económica y de empleo de las familias con terrenos de propiedad social, así como un aumento significativo en la demanda de viviendas y servicios con la reciente movilización de las familias que se mudaron a Valle de Bravo entre el año 2021 y 2022 por la pandemia.

En la cabecera municipal de Valle de Bravo y Avándaro se han concentrado las modificaciones al uso del suelo y estructura urbana. En los años recientes, aumentó el número de licencias de construcción, de uso de suelo, de cambios de densidad, altura y coeficientes de ocupación y de subdivisiones y fusiones que se han emitido. Lo anterior contraviene en muchos casos la normatividad prevista para su funcionamiento (PMDU, 2020).

La reconceptualización del Proyecto Sttupa Regeneración se logró a través de la sinergia de colaboración entre los usuarios de las 22 subunidades, con el compromiso común de respetar las políticas públicas de conservación y protección de la naturaleza. Así como, la voluntad y firme compromiso de establecer un modelo de aprovechamiento sustentable turístico y residencial en un Área Natural Protegida.

Durante el proceso de reconceptualización del proyecto Sttupa Regeneración, se acordaron cuatro ejes sustantivos, que incluirán indicadores de resultados de impacto medibles y atribuibles al éxito del proyecto: Los ejes sustantivos. son: 1) Caudal Natural y Calidad de Agua; 2) Área Destinada Voluntariamente a la conservación (ADVC); 3) Infraestructura de capacitación y Prácticas Profesionales en turismo sustentable, agroecología gastronómica; 4) Arquitectura y Edificación Regenerativa.

El proyecto se compone por 22 subunidades con áreas de entre 2 y 3.3 Ha (ver Tabla 1). Dentro de cada subunidad se permitirá un área de desplante máxima de 1,000 m² (máx. 5% del área de la subunidad, en dos niveles) y un Área Recreativa Silvestre máxima de 1,500 m² (máx. 7.5% del área de la subunidad). El

resto del área de cada subunidad se integrará como parte de un Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

La superficie de las subunidades que abarquen parte de alguna cañada y/o arroyo, contará con un nivel mayor de restricción como Zona Núcleo del ADVC, que será considerada intocable, por lo que el área de desplante y el área recreativa silvestre deberán ubicarse fuera de esta zona. Los criterios arquitectónicos para el diseño dentro de cada subunidad se describen más adelante en el capítulo "Arquitectura y Edificación Regenerativa" del presente documento.

La implementación exitosa del proyecto Sttupa Regeneración permitirá generar un nuevo modelo de desarrollo sustentable en el municipio de Valle de Bravo, a través del empoderamiento de las comunidades y su integración en cadenas de valor resilientes con inversión del sector privado, para reducir la vulnerabilidad social y ambiental haciendo uso sustentable de los servicios ecosistémicos que provee el Área Natural Protegida.

Aspectos más relevantes del proyecto Sttupa Regeneración para beneficios socio-ambiental.

- **Respeto del caudal Natural y la calidad de Agua**: Se asegurará el uso exclusivo del agua para la conservación de la biodiversidad y la reducción de las vulnerabilidades ambientales y sociales del cambio climático. Las laderas de cañadas y los arroyos conformarán la zona núcleo de una Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) que contribuirán a la conservación de la calidad del hábitat para las especies silvestres. Adentro del área núcleo únicamente se permitirán actividades de conservación y restauración, y quedará prohibida cualquier tipo de edificación, dado que representa la zona de mayor importancia para mantener los servicios ecosistémicos de retención de suelo, infiltración de agua, conectividad y regulación de temperatura como refugio climático frente a los eventos meteorológicos extremos de sequía y temperaturas extremas.
- **Área Destinada Voluntariamente a la Conservación**: Esta área será la primera ADVC dentro del municipio de Valle de Bravo. Estará conformada por dos subzonas, la zona núcleo que albergará los arroyos y laderas de las cañadas, y así como las áreas de las 22 subunidades alrededor de las casas (ver Figura 3). Esta área consta de una superficie total de 425,295.00 m² (86% del predio) de los cuales las cañadas y arroyos serán la Zona núcleo con una superficie de 192,860.02 m² (35%). Dentro de este espacio se establecerá un Vivero Forestal orientado a la producción de especies silvestres y la restauración de la calidad del hábitat, el cual contará a su vez con una sala audiovisual para la educación ambiental.

Infraestructura de Capacitación y Prácticas Profesionales: Se invertirá en infraestructura para la capacitación y prácticas profesionales que ayuden a establecer Cadenas de Valor para fortalecer a la comunidad de Cerro Gordo. A este propósito se destinarán las edificaciones dentro de los Subunidades 13, 14, 16 & 22, estas seguirán los lineamientos establecidos en el capítulo de Arquitectura y Edificación Regenerativa de este documento. Las subunidades 16 y 22 se destinarán a infraestructura de capacitación y prácticas profesionales en Medios de Vida: Turismo Sustentable de naturaleza /hospedaje y empleo. La Subunidad 13 se destinará a infraestructura para la capacitación y prácticas profesionales en agroecología y gastronomía local e internacional, así como la producción y seguridad alimentaria. La Subunidad 14 se destinará a establecer un vivero para la restauración y contará con una sala audiovisual para la educación ambiental.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU)
DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL
MODALIDAD B-REGIONAL

CAPÍTULO VII

Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional

Proyecto:

"Sttupa Regeneración"

Valle de Bravo, Estado De México

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

VII.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

La estrategia de mitigación o sistema de medidas de mitigación se elaboró contemplando los posibles impactos ambientales directos o indirectos en "suelos, agua, aire, flora, fauna, especies en riesgo, y paisaje". Los cuales, se pueden prevenir durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. De tal forma, se han identificado y seleccionado medidas con un enfoque preventivo, de mitigación y corrección cuando se detecte algún factor ambiental y se evite generar un impacto mayor. En el presente proyecto de Sttupa Regeneración, se buscó minimizar los daños que puedan ser producidos. El sistema cuenta con un total de 39 medidas identificadas, analizadas y seleccionadas con base en su factibilidad y potencial ambiental, social y económico.

Tabla VII.1. Medida en consideración al componente ambiental y por etapas

Medida en consideración al componente ambiental	**Etapas** Preparación (P) Construcción (C) Operación y Mantenimiento (O, M)
Suelo (Erosión y características fisicoquímicas)	
1. Cuando el lote abarque parte de la Zona Núcleo ADVC y la cual se considera intocable, por lo que se prohíbe cualquier actividad, instalación u obra, por consiguiente, de acceso restringido; por ello, el área de desplante y el área recreativa silvestre deben ubicarse fuera de esta zona.	P, C,
2. La envolvente de las edificaciones usa materiales aislantes tales como cristales DuoVent, y materiales térmicamente aislantes en muros perimetrales y cubiertas, a las cuales se les agregará señalética, para evitar el choque de las aves.	C, O, M
3. Los modulares no tendrán contacto con el suelo y deben colocarse sobre columnas (pilotes)	C
4. El área inferior de las casas (espacio entre pilotes) se mantendrá totalmente libres de toda construcción, y de colocación de objetos permanentes o muebles, permitiendo la infiltración de agua y la movilidad de la fauna silvestre.	C, O, M
5. En el diseño de terrazas, andadores, caminos y zonas de estacionamiento exteriores está planteado con pavimentos permeables.	P, C
6. El diseño de los proyectos y la instalación de las casas respetará de arbolado y vegetación arbustiva nativa, evitando la remoción de especies vegetales y suelo	P, C
7. En la preparación del terreno y la realización de las obras de construcción en pilotes, afectará únicamente el 50% del área de COS, permitiendo así la infiltración y conectividad del hábitat de la fauna silvestre.	P, C
8. El suelo orgánico producto del despalme se almacenará temporalmente en un sitio cercano al proyecto y dentro del predio, protegiéndolo con lonas impermeables para que se pueda utilizar como sustrato en las zonas de reforestación y jardinería.	P, O
9. El material sobrante de la remoción de la capa de suelo se ocupará para rellenar o nivelar las aéreas en las que haga falta, siempre y cuando tengan características deseables para la obra.	P
10. El tránsito de los vehículos y el transporte de los materiales requeridos durante la obra se harán dentro de los caminos existentes; no está permitido abrir vías de acceso sin antes solicitar la autorización de cambio de uso del suelo ante las autoridades competentes.	P, O
11. Los servicios de jardinería se realizarán semanalmente con un protocolo de manejo, separación y procesamiento de los residuos orgánicos en el área de compostaje.	O, M
12. Se separarán los residuos orgánicos y se destinarán al compostaje y producción de tierra y abono para los viveros de producción de especies de plantas forestales.	Suelo O, M
Hidrología subterránea (Calidad e infiltración) e hidrología superficial (Calidad y cantidad)	
13. El diseño de los proyectos y la instalación de modulares respetará de arbolado y vegetación arbustiva nativa, evitando la remoción de especies vegetales y suelo.	P, C

Medida en consideración al componente ambiental	**Etapas** Preparación (P) Construcción (C) Operación y Mantenimiento (O, M)
14. El área inferior de las casas (espacio entre pilotes) se mantendrá totalmente libres de toda construcción, y de colocación de objetos permanentes o muebles, permitiendo la infiltración de agua y la movilidad de la fauna silvestre.	C, O, M
15. Se instalarán cisternas de captación pluvial y el revestimiento con geomembrana y el uso de matrices AquaCell, y aprovechar esa isoyeta para instalar techos verdes o vivos.	C, O, M
16. Se realizará un manejo adecuado y depósito de cualquier residuo potencialmente contaminante de la calidad del aíre, suelo, agua, flora y fauna silvestre. Para ello, se evitará el uso de productos tóxicos para la fauna y flora silvestre durante las actividades de mantenimiento.	O, M
17. Se revisará el funcionamiento optimo del sistema de tratamiento de las aguas negras y grises, y se reportará y evaluará periódicamente que se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento.	O, M
18. Los detergentes e insumos de limpieza serán preferentemente biodegradables o aquellos que por sus características generen la menor afectación ambiental	O
19. El manejo del área destinada para el aprendizaje práctico en producción de alimentos en sistemas agroecológicos contará con medidas preventivas, tales como la capacitación para el uso exclusivo de productos orgánicos, y evitar la adquisición y aplicación de productos con agroquímicos, tales como fertilizantes, herbicidas, plaguicidas altamente tóxicos y contaminantes.	O
Flora (Estructura y composición)	
20. Durante la ejecución de las obras de las casas, se contarán únicamente con 500 m^2 de superficie de afectación temporal fuera del área de desplante, para minimizar la erosión y afectación de la calidad del hábitat de la fauna.	P, C
21. Se dará mantenimiento periódico a las instalaciones de agua y gas, para evitar que pongan en riesgo la integridad de las casas, la flora y fauna del lugar, así como para evitar incendios forestales.	O, M
22. No se permite la delimitación de las subunidades mediante bardas ni muros divisorios, y donde se requiera privacidad se contará con una paleta de especies que cumplen con los lineamientos del PM del ANP-VB, evitando la introducción de plantas de jardinería que sean exóticas e invasoras, aplicando diseños y materiales, que garanticen la movilidad de la fauna silvestre, y la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes.	P, C, O, M
23. Cuando el lote abarque parte de la Zona Núcleo ADVC y la cual se considera intocable, por lo que se prohíbe cualquier actividad, instalación u obra, por consiguiente, de acceso restringido; por ello, el área de desplante y el área recreativa silvestre deben ubicarse fuera de esta zona.	P, C,
24. En lo referente a la instalación hidráulica y sanitaria, se proponen sistemas de alta eficiencia en ahorro y consumo de agua que reduzcan lo más posible la dependencia de redes municipales.	C, O, M
25. Cada edificio contará con instalaciones para captar el agua pluvial desde cubiertas y terrazas, una vez captada el agua pluvial será tratada, almacenada y reutilizada para riego o sanitarios. Toda el agua residual de las edificaciones será tratada mediante Biodigestores y finalmente mandada a campos de infiltración subterráneos, minimizando el impacto del proyecto en la calidad del agua superficial del sitio.	C, O, M
26. En caso de derrame accidental de algún combustible o sustancia contaminante, se deberá evitar su expansión, removiendo la parte afectada para que posteriormente dar tratamiento pertinente o se deseche, con base en la normatividad en materia de generación, manejo y disposición de residuos sólidos peligrosos.	P, O
27. Se capacitará al personal de vigilancia y mantenimiento en el manejo preventivo e identificación de plantas de jardinería ornamentales que sean exóticas e invasoras desde las áreas de jardines, y/o que pudieran ser portadoras de plagas y enfermedades que pudieran infectar a las especies silvestres de flora.	O, M
Fauna (Clases)	
28. La iluminación en exteriores se abastecerá con lámparas solares o de bajo consumo de energía, y que empleen tecnología probada para evitar afectar a la fauna nocturna	O, M
29. Dentro del área de capacitación estará prohibida la introducción de mascotas que cacen especies silvestres de aves, mamíferos y reptiles. Así mismo, se instalarán estratégicamente señalamientos que ayuden a reducir el riesgo de choque de las aves en los cristales.	Fauna O, M
Aire (Calidad)	
30. Los vehículos mantendrán tapada su carga con lona para evitar la dispersión de polvos.	P, O
31. El uso de sistemas de climatización artificial el diseño procurará el buen aislamiento de los muros y aplicar criterios pasivos tales como ventilación cruzada, uso de materiales aislantes en cubiertas y	O, M

Medida en consideración al componente ambiental	**Etapas** Preparación (P) Construcción (C) Operación y Mantenimiento (O, M)
fachadas, buscar las mejores orientaciones para aprovechar la luz solar. Lo anterior ayudará a reducir la huella de carbono.	
32. Estará estrictamente prohibido y será sancionada cualquier actividad de quema de basura, tales como desechos orgánicos e inorgánicos.	O
Especies en riego	
33. Se establecerá una Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) de 47.073 hectáreas (equivalente al 85.52 % del total de predio) para conservar los ecosistemas forestales, las especies silvestres de flora y fauna, especialmente aquellas que se encuentran en alguna categoría de riesgo o vulnerabilidad, recursos paisajísticos y mantener funcionales los servicios ambientales asociados.	P, C, O, M
Paisaje	
34. En los espacios de servicios se procurará utilizar ventilación natural, sobre ventilación mecánica, dejando esta como último recurso.	C, O, M
35. A través de la implementación de nueve programas[1] de restauración y compensación se contribuirá a mejorar la conectividad e integridad ecológica, así como la cantidad y calidad de los servicios ecosistémicos que proveen los ecosistemas de Bosque Templado y Ripario. Así como la calidad de hábitat y conectividad de los arroyos mediante el manejo de su caudal ecológico 100% para la conservación de la biodiversidad. Lo cual beneficiará un total de 5.9 Ha al interior del predio y al menos 26.63 Ha de ecosistemas fuera del predio en áreas prioritarias para la restauración de suelos, reforestación e infiltración de agua.	O
36. Se capacitará al personal de vigilancia y mantenimiento en la aplicación de un reglamento de protección de la biodiversidad, calidad del agua, suelos y manejo de desechos orgánicos e inorgánicos.	O, M
37. Se apoyará en procesos de educación ambiental para los empleados de servicio de las casas sobre el manejo de los desechos, y se prohibirá el uso de productos desechables no reciclables en cualquier evento de capacitación del personal interno y de estudiantes de los talleres, teniendo preferencia por el uso de utensilios lavables para reducir la huella de carbono de los participantes de los cursos de capacitación.	O, M
38. Los residuos líquidos como pueden ser los resultantes de lavar ropa, trastes o limpiar la casa serán dispuestos a la red de drenaje interna que será procesada de acuerdo con norma de cuidado del agua y suelo.	O
39. Los desechos generados por los procesos de mantenimiento (pintura e impermeabilización) se colocarán en contenedores especiales etiquetados como desechos separados para su disposición con el servicio de limpieza del municipio de Valle de Bravo.	O

VII.2. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.

El programa de manejo ambiental del Proyecto Sttupa Regeneración incluye los programas de restauración de 3.82 Ha por las actividades y obras temporales, y los programas de compensación por los impactos ambientales "ocurridos" en el año 2022 durante las actividades realizadas en las etapas de preparación del terreno y de construcción de casas con obras permanentes en un total de 0.501 Ha; así como 4.29 Ha para la construcción de bardas, caminos, puentes y servicios. Todas las obras permanentes continúan en obra negra dado que no se contaba con las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Además, el presente programa de manejo ambiental incluye tanto los programas de restauración de 2.09 Ha por los impactos ambientales temporales, como los programas de compensación por los impactos ambientales permanentes "proyectados" durante las actividades propuestas para las etapas de preparación del terreno y construcción de casas con arquitectura regenerativa en 1.88 Ha y 1.27 Ha para la continuación de obras de rehabilitación de caminos, barda y puentes (Total 3.16 Ha). En resumen, a través del Programa

[1] Los nueve programas son: 1) Reforestación y protección de flora; 2) Protección de fauna; 3) Restauración de suelos; 4) Prevención y combate de incendios; 5) Manejo de cauce; 6) Turismo sustentable; 7) Agroecología y gastronomía; 8) Vivero permanente forestal y agroecológico / Sala Audiovisual; 9) Área Destinada Voluntariamente para la Conservación.

de manejo ambiental se atiende el total de los impactos temporales y permanentes, tanto por las primeras obras convencionales anteriores (en obra negra), como por las obras futuras que se realizarán con el Proyecto Sttupa Regeneración

El Programa de Manejo Ambiental, integra nueve programas y sus complementos para su implementación durante al menos cinco años, e incluye las estimaciones de costo, equipamiento, materiales, capacidades técnicas y herramientas para implementarlas con éxito. Los programas se diseñaron para los objetivos de proteger, restaurar los ecosistemas, así como compensar los daños ambientales causados por el proyecto en las diferentes etapas proyecto: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento. Los programas son los siguientes: 1) Programa de Reforestación y Restauración de Flora, 2) Protección de fauna, 3) Restauración de suelos, 4) Prevención de incendios, 5) Mantenimiento de cauce, 6) Turismo regenerativo, 7) Agroecología, 8) Vivero forestal, 9) Área Destinada Voluntariamente para la Conservación. Con la implementación de los nueve programas, la superficie que se restaurará al interior del predio del proyecto Sttupa Regeneración suma un total de 106,259.070 m^2 que equivale al 19.319% del total. Por otro lado,

En este capítulo, se describe de forma general los programas, incluyendo sus acciones para prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar, el tiempo de su instrumentación o duración, los recursos necesarios (costo, equipos, obras, instrumentos), así como los mecanismos para la supervisión y evaluación del grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia. En los anexos se describe de forma específica cada programa con el siguiente índice de contenido: Justificación, antecedentes, objetivos específicos e indicadores de impacto, plan de trabajo, cronograma y tiempos de ejecución, costo y flujo de recursos, bibliografía.

Para monitorear, evaluar y reportar el progreso y los resultados esperados en los objetivos de cada programa, se han identificado indicadores de monitoreo (progreso e impacto). De esta forma, el monitoreo también ayudará a fortalecer las capacidades de aprendizaje y manejo adaptativo de los programas en coordinación con los equipos técnicos de campo y las autoridades responsables de verificar su implementación. Los cinco programas tienen objetivos de impacto al año 2028.

Cada programa está desarrollado de manera que la entidad resolutora pueda verificar el cumplimiento de los artículos: 2, 10, 12, 13 y 39 de la LFRA, y de los artículos 1 fracción XI, el 158 fracción I de la LGDFS, y el artículo 67 del reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas naturales protegidas. De tal forma, los programas cumplen con las especificaciones técnicas, cuentan con sustento y referencias reconocidas respecto a su duración y costo.

Tabla VII.2. Presupuesto del programa ambiental

ETAPAS DEL PROYECTO	**PRESUPUESTO DEL PROGRAMA AMBIENTAL**				
	2024	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
Preparación	$ 8,975,095.34				
Construcción		$2,365,906.09			
Operación y mantenimiento			$ 2,545,906.09	$2,545,906.09	$ 2,545,906.09
Subtotal anual	***$ 8,975,095.34***	***$2,365,906.09***	***$ 2,545,906.09***	***$2,545,906.09***	***$ 2,545,906.09***
TOTAL					**$ 18,978,719.68**

VII.2.1. OBJETIVOS Y ETAPAS DE INSTRUMENTACIÓN DE LOS PROGRAMAS.

Como se mencionó anteriormente, el programa de manejo ambiental (PMA) se diseñó para proteger, restaurar y compensar los daños ambientales ocurridos y proyectados asociados a las actividades y obras

del proyecto en las diferentes etapas (Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento). De esta forma, los programas se implementarán en una o más de las etapas para cumplir con sus objetivos e indicadores de impacto.

Tabla VII.3. Objetivos e indicadores de impacto del PMA

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
1 Reforestación y Restauración de flora	●	●	●
Objetivo 1.1 (restauración): Para el año 2028, se restauró y reforestó el 100% de la superficie con afectaciones por actividades y obras temporales realizadas en 59,194.170 m^2 (equivalentes al 10.762% del predio), y se reforestó una superficie adicional de 36,664.901 m^2 para contribuir al incremento de la cobertura vegetal y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y 10,400 m^2 de las laderas en los arroyos con vegetación Riparia, que resulta en un superficie total restaurada de 106,259.070 m^2 (10.62 Ha) y que equivale al 19.31% del total del predio del proyecto Sttupa Regeneración; mediante el establecimiento de al menos 9,670 plántulas de especies silvestres forestales (con una densidad de 910 plantas por hectárea) y lograr una densidad final esperada de 665 árboles por hectárea y 7,066 árboles en la superficie total restaurada.			
Objetivo 1.2. (prevención): Para finales del año 2023, previo a las etapas de preparación del terreno y construcción, se logró rescatar y reubicar individuos de flora, para su trasplante, recolección de semillas, esquejes, propágulos y/o meristemos bajo la supervisión de personal técnico en una superficie total de 3.16 Ha. Lo cual, contribuyó a prevenir los impactos en las especies vegetales para establecerlas en áreas con problemas de erosión o en el vivero forestal para su mantenimiento, protección y conservación.			
Objetivo 1.3. (protección): Para finales del año 2023, se han implementado actividades de protección y conservación, vigilancia, prevención y combate de incendios forestales, monitoreo permanente e inventarios florísticos y faunísticos del área, identificación y control de "plagas, enfermedades, especies exóticas y/o invasoras". Así como, la instalación de señalética que informe que el sitio es un Área Natural Protegida de competencia de la Federación bajo la categoría de Área Destinada Voluntariamente a la Conservación, con la lista de actividades permitidas y prohibidas.			
Objetivo 1.4. (compensación): Para el año 2028, se han reforestado 35.11 Ha fuera del área del predio en zonas prioritarias de la nanocuenca para aumentar la conectividad, la retención de suelos, la infiltración de agua y mejorar la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia, a través de la producción y establecimiento de al menos 31,950.1 plántulas de especies silvestres forestales (con una densidad de 910 plantas por hectárea) y lograr una densidad final de 665 árboles por hectárea y 23,350 árboles en la superficie total reforestada.			
Impactos a los que va dirigida la acción: Del medio abiótico se afectó la aptitud del suelo y se alteró el proceso de infiltración y escurrimiento del agua de lluvia. Del medio biótico se afectó la estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación Riparia.			
Descripción: El programa articulará acciones orientadas a los 4 objetivos de "reforestación, restauración, prevención, protección y compensación", para incrementar la cobertura vegetal con al menos 665 árboles maduros por hectárea con edades de entre 15 a 20 años, que contribuirá a mejorar la estructura y composición de las comunidades ecológicas de bosque de pino – encino y bosque ripario, a mejorar la calidad del hábitat y la calidad de los procesos hidrológicos superficiales y subterráneos en un total de 10.49 Ha al interior del predio y en un total de 35.11 Ha fuera del área del predio en zonas prioritarias de la nanocuenca. Este programa se coordinará estrechamente con la implementación del Programa de Instalación de un Vivero Forestal –Agroecológico con Sala Audiovisual que se utilizará para los procesos de capacitación en el manejo del vivero, procesos de educación y conformación de grupos de trabajo para la implementación y supervisión del programa de monitoreo de los indicadores de seguimiento (densidad de especies en los sitios restaurados, especies en NOM-059- SEMARNAT-2010 y de importancia ecológica rescatadas, enfermedades y plagas forestales detectadas, acciones de control fitosanitario, detección de especies exóticas e invasoras). A través del vivero se producirán al menos 50,313 plántulas de especies silvestres forestales, que se utilizarán en el programa de reforestación mediante la selección, contratación y capacitación de personal de tiempo completo y/o en temporadas de reforestación con las comunidades rurales dentro de la cuenca. El programa además de restaurar y reforestar las áreas seleccionadas del predio también generará beneficios ambientales en 35.11 Ha con el restablecimiento de áreas que actualmente presentan problemas de erosión y son prioritarias para la infiltración de agua al subsuelo; así como el rescate de especies de importancia ecológica o regional que			

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
brinden un servicio importante a la fauna, flora y comunidades rurales y urbanas. Por lo tanto, se prevé que el Programa generará una derrama de beneficios sociales y económicos a través del empleo y capacitación de personas de las comunidades, y estas, su vez también contribuirán a la belleza escénica y la identidad cultural de sus comunidades inmersas en los bosques representativos del atractivo de Valle de Bravo. Finalmente, se reconoce que el programa también contribuirá al aumento de las capacidades de adaptación de diversas especies de aves y mamíferos que son vulnerables ante las amenazas climáticas identificadas en el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo de Mariposa Monarca, debido a que el programa permitirá restaurar la calidad de su hábitat y la protección y conservación de los ecosistemas en las cañadas como potenciales refugios climáticos.			
Tiempo: 5 años			
Supervisión: Programa de monitoreo implementado y en operación.			
Indicador de seguimiento: Densidad de especies en los sitios restaurados, especies en NOM-059- SEMARNAT-2010 y de importancia ecológica rescatadas. Especies en NOM-059- SEMARNAT-2010 y de importancia ecológica rescatadas, enfermedades y plagas forestales detectadas (control fitosanitario), especies exóticas e invasoras detectadas para tomar acciones de prevención y control. Complementariamente se presenta un ***Subprograma Control Biológico de plagas y enfermedades*** cuyo objetivo principal es proteger y preservar la salud de las áreas forestales que involucran el proyecto, así como prevenir y minimizar los daños causados por plagas y enfermedades que afectan a los árboles y a la vegetación de bosque templado y vegetación riparia.			
Recursos: Oficinas administrativas, operativas y de capacitación con sala audiovisual en las instalaciones del vivero forestal y agroecológico, salón de capacitación y expertos en turismo sustentable, personal técnico responsable del manejo del ADVC, sistema de monitoreo y reporte.			
Costo: Con base en sus 4 objetivos específicos y subprograma, se estimó el costo total de $ 1,554,404.38 pesos M.N (Un millón quinientos cincuenta y cuatro mil cuatrocientos cuatro pesos 38/100 m.n.) para el tiempo de implementación. Los cuales se desglosan a continuación: Para alcanzar los objetivos del 1.1 al 1.3 (restauración) el costo anual estimado es $1,388,037.38 pesos M.N. Para alcanzar el rescate de flora silvestre es estimado $ 28,867.00 pesos M.N. Y por último el costo por prevención de plagas y enfermedades es de $ 137,500.00 pesos M.N. Anualmente el presupuesto conjunto se estima en $ 310,880.88 pesos m.n.			
2 Protección de fauna	•	•	•
Objetivo 2.1. (restauración): Para el año 2028, se restauró el 100% de la superficie con afectaciones por actividades y obras temporales realizadas en 59,194.170 m2 (equivalentes al 10.762% del predio) y mejoró la calidad del hábitat para las especies de fauna que dependen de las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia. Con lo cual, mejoró la conectividad entre las áreas fragmentadas dentro de las subzonas del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (zona núcleo, subzona de protección y zona de amortiguamiento - subzona de recuperación) en donde se realiza monitoreo biológico e investigación científica sobre la calidad y amplitud del hábitat. Reportándose beneficios estacionales y anuales comparativos a partir de la línea base del 2023 dentro de las áreas restauradas que proveen refugio (madrigueras y nidos), alimentación (especies de flora y fauna en cadena trófica) y sitios de reproducción (vegetación acuática y terrestre) y se han registrado mejoras en la frecuencia, avistamiento y permanencia de las especies visitantes “aves, roedores, reptiles, anfibios”, y en la movilidad de las especies de mamíferos que utilizan las cañadas y cuerpos de agua, como sitios de refugio, alimentación, anidación y reproducción, mediante la mejora de la conectividad ecosistémica.			
Objetivo 2.2. (prevención): Para finales del año 2023, previo a las etapas de preparación del terreno y construcción, se logró identificar, rescatar y reubicar individuos de especies de fauna, tales como “aves, mamíferos, reptiles y anfibios” bajo la supervisión de personal técnico, en una superficie total de 3.16 Ha. Lo cual, contribuyó a prevenir los impactos en sus poblaciones durante ejecución de la etapa de construcción de las obras temporales y permanentes.			
Impactos a los que va dirigida la acción: Los impactos a los que van dirigidas las acciones son del medio abiótico la aptitud del suelo como hábitat para las especies de fauna, tales como “aves, mamíferos, reptiles y anfibios”. Del medio biótico se afectó la estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de			

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
pino – encino y vegetación Riparia de los que dependen las poblaciones de fauna silvestre como sitios de refugio, alimentación, anidación y reproducción.			
Descripción: El programa de protección de fauna articulará acciones orientadas hacia dos objetivos "restauración de la calidad del hábitat y prevención de impactos directos en los individuos de especies de fauna "aves, mamíferos, reptiles y anfibios". Con lo cual, mejorará la conectividad entre las áreas dentro de la zona de amortiguamiento - subzona de recuperación y las áreas de los predios dentro de la zona núcleo – subzona de protección en un total de 470,373.524 m^2 que equivalen al 85.52% del predio establecido como Área Destinada Voluntariamente a la Conservación. Se implementarán 86 pasos de fauna (1 cada 30 metros en los 2,500 metros lineales de muro perimetral), que asegurarán la movilidad de las especies de mamíferos y su acceso a las cañadas, cuerpos de agua, sitios de alimentación, anidación y reproducción. Los pasos de fauna permitirán mantener la conectividad del hábitat, así como la movilidad de la fauna para acceder a los sitios de refugio, alimentación, reproducción. Para el éxito del programa se requerirá: a) Mantener en el predio la mayor área posible de cobertura arbórea, b) Mantener áreas con sotobosque y con especies de flores y frutos en la mayor superficie posible, en especial en el área circundante a los cuerpos de agua (río principal y arroyos secundarios); c) Evitar el uso de cuatrimotos u otros vehículos motorizados, y sobre todo evitar el libre paseo de mascotas (perros y gatos) en los senderos principales y secundarios del sitio; d) Conservar y proteger la calidad de los cuerpos de agua; e) Construir pasos de fauna en las bardas perimetrales; f) Implementar un programa de cajas nido; g) Impartir un curso de contención temporal y reubicación a todo el personal que trabaje en el AP para evitar matar a las especies que ya se encuentran entre el material de las obras detenidas; h) Llevar a cabo una capacitación a los manejadores del ADVC, propietarios de casas y visitas para aprender sobre biodiversidad, conservación de especies silvestres de fauna y cuidado del medio ambiente; i) Implementar un programa de monitoreo de fauna en el largo plazo. El programa además de generar beneficios ambientales de calidad de hábitat para las poblaciones de las especies de fauna en las áreas restauradas del predio también generará beneficios ambientales para las especies visitantes "aves, roedores, reptiles, anfibios, mamíferos" dado que habrá movilidad y acceso a las cañadas y cuerpos de agua como sus sitios de refugio climático, alimentación, anidación y reproducción. Las especies silvestres de fauna proveen importantes servicios ecosistémicos, tales como control de plagas y enfermedades, dispersión de semillas de plantas, polinización y agentes de intercambio de polen para reproducción de especies de orquídeas, atractivo turístico y control poblacional de insectos. Por lo tanto, se prevé que el Programa de Fauna generará una derrama de beneficios sociales y económicos para las áreas de producción agropecuaria y de bosque alrededor del predio. Finalmente, contribuirá en la creación de capacidades para las actividades de monitoreo y educación ambiental de personas de la comunidad de Cerro Gordo. Finalmente, se reconoce que este programa generará una sinergia con otros programas, y juntos contribuirán al aumento de las capacidades de adaptación de diversas especies de aves y mamíferos a nivel regional y que son vulnerables ante las amenazas climáticas identificadas en el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo de Mariposa Monarca, debido a que el programa permitirá restaurar la calidad de su hábitat y la protección y conservación de los ecosistemas en las cañadas como potenciales refugios climáticos.			
Tiempo: 5 años			
Supervisión: Programa de monitoreo implementado y en operación.			
Indicador de seguimiento: Registro de especies presentes en áreas restauradas, densidades de especies indicadoras en los sitios restaurados, calidad de hábitat en los cuerpos de agua, presencia de pasos de fauna en las bardas perimetrales, reportes e incidentes de cacería, número de especies de fauna reubicadas de los sitios de construcción, incidencia y reportes, sistema de monitoreo y reporte establecido por los manejadores del ADVC, curso de sensibilización a empleados de obra y domésticos sobre protección de fauna silvestre, registro de fauna depredada por animales domésticos.			
Recursos: Oficinas administrativas, operativas y de capacitación con sala audiovisual en las instalaciones del vivero forestal y agroecológico, salón de capacitación y expertos en turismo sustentable, personal técnico responsable del manejo del ADVC, sistema de monitoreo y reporte.			
Costo: Con base en sus dos objetivos específicos, se estimó el costo total del programa en $ 4,106,557 pesos con 90/100 m.n. (Cuatro millones ciento seis mil quinientos cincuenta y siete pesos con 90/100 m.n.) para el tiempo de implementación. Los cuales se desglosan a continuación: Para alcanzar el objetivo 2.1 (restauración), el programa de monitoreo biológico y rescate de fauna se estimó un costo total de $ 3,190,500.00 y el objetivo 2.2. (prevención) mediante el programa de			

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
conectividad ecosistémica con un costo estimado de $ 916,057.30 m.n. que se implementan coordinadamente, el costo anual entre ambos se estimado en $ 821,311.46 pesos m.n.			
3 Restauración de suelos	•	•	•
Objetivo 3.1 (restauración): Para el año 2024, se restauró el 100% de la superficie con afectaciones por actividades y obras temporales realizadas en 59,194.170 m^2 (equivalentes al 10.762% del predio), mediante la construcción de obras de retención de suelos, con el establecimiento de al menos 400 metros lineales de presas de morillos y 144 presas de ramas distribuidos en las áreas restauradas dentro de la zona de amortiguamiento - subzona de recuperación en donde se realiza monitoreo biológico e investigación científica sobre la calidad y estructura del suelo, condiciones hidrológicas superficiales de calidad e infiltración de agua dentro del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación. Con lo cual se logró aumentar la capacidad de retener suelo, se redujo la erosión y se contribuyó a reducir la cantidad de sedimentos en el agua y mejorar la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación Riparia dentro de las subunidades integrados en el Proyecto Sttupa Regeneración.			
Objetivo 3.2 (prevención): Para finales del año 2023, durante las etapas de preparación del terreno y construcción, bajo la supervisión de personal técnico se evitó cualquier actividad u obra temporal afuera de los 500 m^2 destinados para las obras temporales.			
Objetivo 3.3 (compensación): Para el año 2028, se ha contribuido a la retención de suelos, la infiltración de agua y la reducción de arrastre de sedimentos en los arroyos para mejorar la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia, a través del establecimiento de presas de morillos y presas de ramas en las 35.11 Ha en zonas prioritarias para la infiltración de agua que hayan sido seleccionadas dentro de parte alta de nanocuenca y para la compensación del proyecto Sttupa Regeneración.			
Impactos a los que va dirigida la acción: Del medio abiótico se afectó la aptitud del suelo y se incrementó el riesgo de erosión y arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua, así como una alteración del proceso de infiltración y escurrimiento del agua de lluvia. Del medio biótico se afectó la estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación Riparia.			
Descripción: El programa articulará acciones orientadas a los 3 objetivos de "restauración, prevención y compensación", para restaurar la superficie afectada por actividades y obras temporales realizadas en 59,194.170 m^2, mediante la construcción de obras de retención de suelos (presas de morillos y presas de ramas) que estarán distribuidos dentro de las áreas afectadas temporalmente, así como en la subzona de recuperación en donde se realiza monitoreo biológico e investigación científica sobre la calidad y estructura del suelo, condiciones hidrológicas superficiales de calidad e infiltración de agua dentro del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación. Este programa se coordinará estrechamente con la implementación del Programa de Instalación de un Vivero Forestal –Agroecológico con Sala Audiovisual que se utilizará para los procesos de capacitación en el manejo del vivero, procesos de educación y conformación de grupos de trabajo para la implementación y supervisión del programa de monitoreo de los indicadores de seguimiento para la construcción y mantenimiento de las obras para retener los suelos y su funcionamiento óptimo para evitar el arrastre de materiales y sedimentos a los cauces de las cañadas. Este programa generará beneficios ambientales en las áreas seleccionadas del predio, sin embargo también generará beneficios ambientales en 35.11 Ha con el restablecimiento de áreas que actualmente presentan problemas de erosión y son prioritarias para la infiltración de agua al subsuelo. Por lo tanto, se prevé que el programa generará una derrama de beneficios sociales y económicos a través del empleo y capacitación de personas de las comunidades, y a reducir su vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos de lluvias torrenciales que aportan sedimentos a la presa de Valle de Bravo.			
Tiempo: 5 años			
Supervisión: Programa de monitoreo implementado y en operación. Personal responsable de la preparación del terreno y la ejecución de las construcciones. Personal técnico de campo responsable del manejo del ADVC			
Indicador de seguimiento: Infraestructura para controlar azolves instalada, carcavas o registro de arrastre de suelos, infraestructura construida para evitar la erosión (presas de gaviones, piedra acomodada, barreras y obras de drenaje en taludes), calidad de hábitat en los cuerpos de agua, metros cúbicos de suelo retenido en los puentes.			

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
Recursos: Oficinas administrativas, operativas y de capacitación con sala audiovisual en las instalaciones del vivero forestal y agroecológico, salón de capacitación y expertos en turismo sustentable, personal técnico responsable del manejo del ADVC, sistema de monitoreo y reporte.			
Costo: Con base en sus tres objetivos específicos, se estimó el costo total del programa de $ 186,000.00 (Ciento ochenta y seis mil pesos 00/100 m.n) en el tiempo de implementación. Es importante destacar que estos costos son presentados como parte integral dentro del programa de mantenimiento del cauce.			
4 Prevención de incendios			•
Objetivo 4.1 (prevención): Para el 2028, aumento la capacidad de prevención y control de incendios forestales en el predio, a través del mantenimiento de brechas y caminos en una superficie aproximada de 20,659.41 m2.			
Objetivo 4.2 (protección): Para el 2028, aumentó la capacidad de combate de incendios forestales en 407,269.18 m^2, permitiendo del acceso al cuerpo de bomberos al agua almacenada en las represas y estableciendo una brigada contra incendios durante los meses de secas (6 meses mínimo).			
Impactos potenciales a los que va dirigida la acción: Incendios forestales intencionales y accidentales que provengan del área de influencia y/o de fallas en los sistemas eléctricos que puedan causar siniestro pérdidas potenciales económicas (casas, infraestructura y equipamiento) así como daños a la integridad física de los usuarios y personal de mantenimiento de lasas casas y del manejo de vivero forestal y el ADVC.			
Descripción: El programa de protección de prevención y combate de incendios articulará acciones de mantenimiento de brechas y cercos perimetrales como brechas cortafuegos, y el establecimiento de una brigada contra incendios durante los meses de secas. Con las cuales, se busca fortalecer la capacidad de prevención y control de incendios forestales al interior del predio en una superficie aproximada de 55.00 Ha. De acuerdo con el reporte final de Probosque del 2019, el municipio de Valle de Bravo ocupó: 1) Primer lugar en número de incendios a nivel regional entre los años 2014 y 2018, 2) Segundo lugar a nivel estatal con mayor superficie municipal afectada". La superficie afectada se estima de 1,154.55 hectáreas; y del total de los 1,475 incendios registrados a nivel estatal en el municipio de Valle de Bravo ocurrieron 318 que representó el 21.55% de los eventos en el estado de México. De acuerdo con el análisis de la mesa de coordinación interinstitucional por parte de las autoridades, las principales causas de los incendios registrados se deben a la quema intencional de bosque, para promover el cambio de uso de suelo de los terrenos en donde existe fuerte especulación para el desarrollo inmobiliario, para ocultar la tala clandestina, para afectar directamente los terrenos de comunidades, ejidos y particulares con quienes tienen conflictos. La quema accidental de bosque, se debe a la quema de terrenos agrícolas de temporal de parte de los productores que realizan quemas sin medidas de control adecuadas y tampoco informan a Probosque quienes podrían dar asesoría y supervisión gratuita; 2) Quema de basura sin medidas de control, 3) Globos de Cantoya. En este contexto, las acciones de mantenimiento de brechas y cercos perimetrales como brechas cortafuegos en el predio del proyecto Sttupa Regeneración, ayudarán al control de incendios forestales en el predio (18,541.77 m^2 de brechas y caminos de terracería en mantenimiento) que se localizan dentro de las áreas de amortiguamiento - subzona de recuperación. Además, mediante la implementación del programa se contribuirá a reducir el riesgo e impactos potenciales negativos en la estructura y composición de las comunidades ecológicas de bosque de pino – encino y bosque Ripario, la calidad del hábitat y las poblaciones de especies de fauna "aves, mamíferos, reptiles y anfibios" en las cañadas dentro de la zona núcleo – subzona de protección en un total de 470,373.524 m^2 que equivalen al 85.52% del predio establecido como Área Destinada Voluntariamente a la Conservación. Respecto a los beneficios sociales, se espera contribuir a reducir el riesgo ante siniestros tales como incendios de las casas o de infraestructura de capacitación en turismo sustentable, agroecología y las instalaciones del vivero forestal y agroecológico.			
Tiempo: 5 años			
Supervisión: Programa de monitoreo implementado y en operación, personal responsable de la construcción de las obras operación y comedores, mantenimiento y reparación de las instalaciones eléctricas y de gas en las casas. Personal técnico de campo responsable del manejo del ADVC. Asimismo, se presenta el complemento de dicho programa (ANEXO 9.1).			
Indicador de seguimiento: Brechas cortafuego instaladas y con mantenimiento, brigadas capacitadas y equipadas para el combate de incendios, mantenimiento de presas (desazolve), coordinación con el cuerpo de bomberos, puntos de acceso al			

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
agua almacenada en las represas, programa de mantenimiento de brechas cortafuego, cursos de control y combate de incendios impartidos.			
Recursos: Personal técnico responsable del manejo del ADVC, un sistema de monitoreo y reporte. Oficinas administrativas, operativas y de capacitación con sala audiovisual en las instalaciones del vivero forestal y agroecológico y un salón de capacitación para dar cursos de capacitación a las brigadas.			
Costo: Para alcanzar los objetivos 4.1 y 4.2 que se implementarán coordinadamente, el costo total estimado en $ 540,000.00 pesos m.n.,para su implementación en el tiempo de duración de la medida, desglosándose de la siguiente manera: para las actividades de objetivo 4.1, tiene un costo aproximado $ 108,000.00 pesos m.n., y para el objetivo 4.2 se estima el costo de las actividades en $ 432,000.00 pesos m.n.; ambas actividades forman parte integral del programa de prevención de incendios.			
5 Mantenimiento del cauce			•
Objetivo 5.1 (restauración): Para el año 2024, se restaurado una superficie de 10, 680 m^2 para mejorar la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales en 10,400 m^2 de las laderas de los arroyos con vegetación Riparia, facilitando el establecimiento de tres humedales (con superficies de 120 m^2, 80 m^2 y 80 m^2 respectivamente), utilizando las áreas de los márgenes con menor profundidad y relieve que retienen de forma natural el azolve y sedimentos en los embalses, respetando las líneas de corriente de agua en las crecientes estimadas; así como mediante la estabilización de márgenes de los 881 m^2 del cauce natural a base de acomodo de enrocamiento tipo tecorral (con los diámetros de boleos adecuados y del orden de 1.4 m a 1.8 de alto) para contener posibles erosiones marginales generadas por las corrientes ya reguladas por el sistema de presas dentro de la zona núcleo del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación del predio del proyecto Sttupa Regeneración.			
Objetivo 5.2 (protección): Para el año 2024, los embalses operan al Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO) y permiten el vertimiento del gasto base y los gastos medios mensuales por los correspondientes vertedores de excedencias, así como la oxigenación del agua en las caídas hacia abajo, mediante la implementación de acciones de monitoreo trimestral del contenido de la demanda biológica de oxígeno (DBO5) en las aguas debajo de cada embalse para verificar los aportes de oxigenación de los mismos y garantizar el flujo de organismos entre la cuenca aguas arriba, dentro del área del embalse y aguas abajo.			
Impactos a los que va dirigida la acción: Del medio abiótico se afectó el nivel de erosión, la aptitud del suelo para la conservación de la biodiversidad y el caudal ecológico. Del medio biótico se afectó la estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de la vegetación Riparia.			
Descripción: El programa articulará acciones orientadas a los dos objetivos de “restauración, protección” para la restauración de la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales en las laderas de los arroyos con vegetación Riparia y facilitará el establecimiento de humedales en las áreas de los márgenes con menor profundidad y relieve que retienen de forma natural el azolve y sedimentos en los embalses. Lo cual se realizará respetando las líneas de corriente de agua en las crecientes estimadas y mediante la estabilización de márgenes para contener posibles erosiones marginales. El programa además de generar beneficios ambientales de calidad de hábitat para las poblaciones de las especies de fauna en las áreas restauradas del predio también generará beneficios ambientales para las especies visitantes “aves, roedores, reptiles, anfibios, mamíferos” dado que habrá movilidad y acceso a las cañadas y cuerpos de agua como sus sitios de refugio climático, alimentación, anidación y reproducción. Además, el programa de manejo de cauce contribuye a los siguientes beneficios ambientales: 1) Elevar el nivel de aguas máximas ordinarias del cauce del arroyo Los Saucos-Tomatillos, y permite que el flujo y el gasto intermitente del cauce sean regulados, lo cual ayuda a mantener un flujo continuo por más tiempo y alargó el flujo del caudal o gasto ecológico; 2) El almacenamiento de las escorrentías en los embalses de las cortinas contenedoras actualmente está induciendo la infiltración en el área del cauce, debido al gradiente hidráulico representado por la cota del nivel de agua en los embalses; 3) A través de la operación de las cortinas contenedoras, se contribuye al control de los sedimentos en suspensión que finalmente serán depositados por decantación y tenderán a nivelar el cauce original en la sección proximal a las cortinas; 4) Se reduce el nivel de riesgo ante impactos de eventos meteorológicos extremos, como lluvias torrenciales que generarían arrastre de sedimentos al vaso de la presa y redujo la vulnerabilidad social ante inundaciones de las áreas habitacionales y zonas de uso recreativo; 5) El manejo del caudal permite proveer un “Refugio Climático” y reduce la vulnerabilidad de las especies de fauna ante las sequías y olas de calor extremo; 6) Ayuda			

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
a estabilizar el flujo de sedimentos del que depende la calidad del hábitat para las especies de anfibios como sitios de reproducción, alimentación y refugio. Finalmente, a través del programa de manejo de cauce, también se contribuye con los reportes de las estaciones meteorológicas para fortalecer y retroalimentar los programas y estrategias para la conservación de la biodiversidad del ANP, así como con el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo Mariposa Monarca de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (PACC) de la CONANP. Por lo tanto, su implementación contribuirá de forma sinérgica con los esfuerzos locales y regionales para la conservación de la biodiversidad, sus servicios ecosistémicos y para la Adaptación basada en Ecosistemas y comunidades (AbE y ABC). Para lograrlo, se implementarán las siguientes diez actividades: 1) Implementar rampas de acceso de maquinaria ligera (una por embalse) para la extracción de sedimentos previamente monitoreados en la periodicidad específica por embalse (seis años para la presa uno, tres años para la presa dos y un año para la presa tres); 2) Establecer 60 represas de contención de erosión en las cañadas al interior del área del embalse para mitigar los escurrimientos con sólidos suspendidos hacia el cauce y los embalses, a través de sistemas constructivos con morillos y material de la zona realizada con los clareos y podas adecuadas; 3) Establecer adicionalmente un sistema de aireación de 2 l/s en las presas dos y tres para generar una movilidad adicional con un tiempo de residencia del orden de 30 días aplicando tecnología de celdas solares. En el caso de la presa 1, la recirculación será de 4 l/s, lo que da lugar a un tiempo de residencia de dos meses, y adicionalmente este cuerpo de agua recibe vientos que con el oleaje genera una mayor hidrodinámica de movimiento; 4) Establecer un muelle de acceso de lanchas de remo en cada embalse, a base de material producto de podas y limpieza, para facilitar la accesibilidad para el monitoreo de las variables hidráulicas e hidrológicas del embalse y del cauce en general; 5) Establecer una estación climatológica para medir las variables del ciclo hidrológico y poder con ello monitorear las lluvias, sus intensidades, la evaporación potencial, la presencia de vientos y la radiación solar, y asociar dichos datos a los escurrimientos y comportamientos del ciclo hidrológico del cauce en el área del embalse; 6) Establecer una estación hidrométrica automatizada en la entrada del cauce al AE para el registro semanal del aforo de gastos como de sedimentos; 7) Establecer como estación hidrométrica la sección de control del vertedor de cada uno de los tres embalses del cauce para el registro semanal del aforo de gastos como de sedimentos; 8) Realizar trimestralmente los monitoreos sobre calidad de agua e ictiofauna sobre los cauces Arroyo Tomatillo y Los Saucos por lo menos 3 veces al año, realizando los análisis y comparativas necesarias para conocer el estado del ecosistema; 9) Realizar un levantamiento de campo exhaustivo de identificación de las descargas y fuentes de contaminación que aportan coliformes fecales en la cuenca aguas arriba del arroyo Tomatillos, al exterior del AE, para plantear acciones de contención, saneamiento y remediación de dichos escurrimientos, teniendo como meta eliminar en su totalidad el ingreso de dichos elementos al cauce y los embalses; 10) Realizar un levantamiento de campo exhaustivo de identificación de zonas agrícolas y pecuarias en la cuenca aguas arriba del arroyo Tomatillos, al exterior del AE, como zonas con potencial de contaminación del cauce y los embalses, para plantear acciones de contención, saneamiento y remediación de dichos escurrimientos, teniendo como meta eliminar en su totalidad el ingreso de dichos elementos al cauce y los embalses.			
Tiempo: 5 años			
Supervisión: Programa de monitoreo implementado y en operación. Asi mismo, es presentado el ANEXO 8.1. Complemento al Programa de Mantenimiento de Cauce.			
Indicador de seguimiento: 1) Embalses operando al Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO) que permiten el vertimiento del gasto base y los gastos medios mensuales por los correspondientes vertedores de excedencia; 2) represas de contención de erosión establecidas; 3) sistemas constructivos con morillos instalados, estación climatológica operando y generando reportes de monitoreo de lluvias; 4) análisis de datos sobre escurrimientos y comportamientos del ciclo hidrológico; 5) estación hidrométrica automatizada en la entrada del cauce instalada y operando; 6) estación hidrométrica instalada; 7) levantamientos de campo de descargas y fuentes de contaminación realizados en la cuenca aguas arriba del arroyo Tomatillos; 8) medidas contención, saneamiento y remediación implementadas.			
Recursos: Personal técnico responsable del manejo del ADVC, un sistema de monitoreo y reporte. Oficinas administrativas, operativas y de capacitación con sala audiovisual en las instalaciones del vivero forestal y agroecológico y un salón audiovisual.			
Costo: El primer año se adquiere los materiales y equipo necesario con un costo aprox. De $ 105,000.00 pesos (adquisición por única vez), y un costo de operación de los cinco años de $81,000.00, correspondiente a $16,200.00 anuales (Ver ANEXO 8.1).			

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	Construcción	Operación y mantenimiento
6 Turismo regenerativo		●	●

Objetivo 6.1 (prevención): Para el 2028, incrementó aumentó el número de personas que realizan turismo sustentable dentro del ADVC del proyecto Sttupa Regeneración y se fortalecieron las capacidades profesionales de las personas de la comunidad de Cerro Gordo del municipio de Valle de Bravo, que se integraron en cadenas de valor de turismo regenerativo; a través de la implementación del programa de capacitación y prácticas profesionales en turismo sustentable como un medio de vida sustentable. Con lo que, se contribuye a la protección y conservación de la biodiversidad, así como al uso activo de los servicios ecosistémicos de "belleza paisajística, recreación, inspiración, identidad cultural y atractivo turístico" dentro de las subzonas del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (zona núcleo, subzona de protección y zona de amortiguamiento - subzona de recuperación) en donde se realiza monitoreo biológico, investigación científica sobre la calidad y amplitud del hábitat y talleres vivenciales de educación ambiental sobre las especies de fauna silvestre "aves, roedores, reptiles, anfibios" dentro del predio del proyecto Sttupa Regeneración.

Impactos a los que va dirigida la acción: Los impactos a los que van dirigidas las acciones de prevención son del medio abiótico la aptitud del suelo como hábitat para las especies de fauna, tales como "aves, mamíferos, reptiles y anfibios". Del medio biótico se afectó la estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia y sus servicios ecosistémicos de belleza paisajística, recreación y cultura, y procesos de aprendizaje sobre la biodiversidad.

Descripción: El programa de turismo sustentable articulará acciones para fortalecieron las capacidades profesionales de las personas de la comunidad de Cerro Gordo del municipio de Valle de Bravo respecto al turismo sustentable y lo aplican dentro del ADVC del proyecto Sttupa Regeneración y en sus comunidades. Para lograrlo, se contará con una infraestructura de capacitación destinada a los siguientes objetivos: 1) Capitalizar el potencial que tiene el turismo regenerativo para ser una fuente de desarrollo empresarial y sumar coordinadamente esfuerzos para cumplir con las metas de beneficios atribuibles al proyecto Sttupa Regeneración; 2) Establecer las mejores prácticas de turismo regenerativo a nivel nacional basado en estándares operativos y capacidad logística con reconocimiento internacional; 3) Crear capacidades para el desarrollo de actividades turísticas sustentables que puedan servir para atender las necesidades del mercado local y entender el mercado regional; 4) Involucrar a la comunidad de Cerro Gordo para entender integralmente la mentalidad empresarial del turismo regenerativo y detonar las capacidades necesarias para operar y dar servicio a los usuarios de las casas de Sttupa Regeneración y visitantes de la comunidad; 5) Desarrollar experiencias, mediante la optimización del proceso de diseño y documentación de experiencias de turismo regenerativo, con una plataforma de codiseño de experiencias calendarizadas de actividades turísticas bio-culturales a lo largo del año y que generen beneficios tanto para el turista como para el entorno y la comunidad; 6) Establecer alianzas estratégicas con los aliados potenciales para el desarrollo de capacidades y el aprendizaje en actividades de turismo regenerativo en la Comunidad de Cerro Gordo; 7) Gestionar los recursos humanos, técnicos y financieros requeridos para implementar el programa de capacitación comunitario en experiencias de turismo biocultural; 8) Desarrollo de mercado. Establecimiento de las bases para emprender actividades que satisfagan las necesidades en el aumento de la demanda y/o en la oferta de productos y servicios turísticos responsables socio-ambientalmente e incentivar la diversificación del turismo, promover la conservación, generar empleo y catalizar el desarrollo económico de la región; 9) Difundir y transparentar la adopción de instrumentos operativos encaminados a promover la conservación de la naturaleza y biodiversidad, a través de mecanismos de compensación de emisiones de CO^2 a la atmósfera incidiendo en la reducción del cambio climático; 10) Implementar, evaluar y escalar resultados del Programa en otras comunidades que integran el ANP-VB con capacidades adquiridas y demostradas sobre los modelos de turismo regenerativo; 11) Comunicar los resultados y apalancar la replicación de este modelo en otras sedes de manera regional y eventualmente en destinos distribuidos en el territorio Nacional. Finalmente, a través del programa se detonará una mayor capacidad en las comunidades dentro de la cuenca y en el municipio, con lo cual, el sector turístico será un gran generador de empleos y divisas, protegiendo la biodiversidad y fomentando el respeto de los recursos naturales y culturales como una medida de mitigación y adaptación basada en ecosistemas frente al cambio climático. Por lo tanto, la visión de éxito del Programa de Turismo Sustentable es catalizar un potencial operativo del proyecto Sttupa Regeneración como modelo de turismo regenerativo en México.

Tiempo: 5 años

Supervisión: Programa de capacitación implementado y en operación

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
Indicador de seguimiento: Programa de turismo sustentable operando, análisis del potencial de turismo regenerativo en la comunidad de Cerro Gordo, prácticas de turismo regenerativo implementadas en el ADVC, personas de la comunidad beneficiadas, experiencias de turismo regenerativo documentadas, instrumentos operativos encaminados a promover la conservación de la naturaleza elaborados, materiales y eventos de comunicación del programa compartidos con otras comunidades del ANP de Valle de Bravo, instituciones que han replicado el modelo en otras ANP y destinos con potencial en turismo de naturaleza en México.			
Recursos: Oficinas administrativas, operativas y de capacitación con sala audiovisual en las instalaciones del vivero forestal y agroecológico, salón de capacitación y expertos en turismo sustentable, personal técnico responsable del manejo del ADVC, sistema de monitoreo y reporte.			
Costo: Para alcanzar el objetivo 6.1, el costo anual estimado es $620,000 pesos M.N y un total de $3,100,000 pesos M.N durante los cinco años de implementación.			
7 Agroecología.			●
Objetivo 7.1 (prevención): Para el año 2024, se ha promovido la autosuficiencia alimentaria y se fortalecieron las capacidades y conocimientos de las familias de la comunidad rural de Cerro Gordo, municipio de Valle de Bravo, Estado de México, mediante la implementación de un Programa de Capacitación en Agroecología que generó proceso de aprendizaje teórico-práctico sobre huertos de traspatio agrobiodiversos bajo un enfoque de manejo agroecológico; en el cual los participantes realizaron un diagnóstico, diseñaron, establecieron y manejaron un huerto de traspatio agroecológico y agrobiodiverso "Modelo" dentro de las instalaciones del vivero agroforestal del proyecto Sttupa Regeneración que podrá replicarse y escalarse por las familias interesadas y comprometidas con el desarrollo rural sustentable.			
Objetivo 7.2 (prevención): Para el año 2028, se logró impulsar la valoración y rescate de los sistemas de producción tradicionales y sus prácticas, integrando los conocimientos locales con enfoques técnicos agroecológicos, con el fin de desarrollar modelos de sistemas agrobiodiversos funcionales; así mismo, se logró sensibilizar y concienciar a la comunidad de Cerro Gordo, municipio de Vall de Bravo sobre la importancia de la soberanía alimentaria y la agroecología, a través de un proceso participativo de diagnóstico, enseñanza, debate y de formulación de conocimiento.			
Impactos a los que va dirigida la acción preventiva: Impactos atendidos de forma preventiva: 1) Disminución progresiva de rendimientos del modelo de agricultura convencional, 2) Uso excesivo de fertilizantes y agroquímicos, 3) Deterioro y contaminación de suelos, 4) Impactos en especies de fauna silvestre, 5) Deterioro de las poblaciones de polinizadores e impactos en los rendimientos agrícolas, 6) Baja disponibilidad de alimentos con aportes nutricionales.			
Descripción: El programa de agroecología y gastronomía articulará acciones para crear capacidades prácticas para diseñar, establecer y manejar un huerto de traspatio agroecológico y agrobiodiverso "Modelo" dentro de las instalaciones del vivero agroforestal del proyecto Sttupa Regeneración que podrá replicarse y escalarse por las familias de la comunidad de Cerro Gordo del municipio de Valle de Bravo interesadas y comprometidas con el desarrollo rural sustentable. El programa se desarrollará a través de un enfoque participativo, partiendo de un diagnóstico rural participativo para comprender la situación actual y formular estrategias de manejo agroecológico para la planificación de huertos agrobiodiversos. Se capacitará a representantes de Unidades Familiares en temas de agroecología, diseño de huertos, prácticas culturales, producción de semillas y elaboración de bioinsumos y desarrollan actividades de sensibilización en agroecología, soberanía alimentaria y agrobiodiversidad. Los sistemas agrobiodiversos juegan un papel esencial en la producción de una amplia variedad de alimentos, lo que enriquece la dieta familiar. Estos sistemas se caracterizan por ser altamente productivos y más resilientes ante eventos climáticos adversos. Además, se reconoce su contribución en la provisión de servicios ambientales y ecosistémicos clave, entre los que destacan la captura de carbono, la retención de humedad, la reducción de la erosión del suelo, la configuración de corredores biológicos y refugios de biodiversidad, así como su función como reservorios de germoplasma y fuentes genéticas para el mejoramiento de los cultivos de mayor importancia económica a nivel global. La sociedad contemporánea se encuentra inmersa en una crisis civilizatoria que se caracteriza por la creciente desigualdad socioeconómica y grave crisis ambiental. Son las comunidades más vulnerables las que sufren en mayor medida los efectos devastadores de esta situación, ya que carecen de los recursos necesarios para hacer frente a sus consecuencias. En este contexto, a través del Programa se logrará prevenir y reducir el riesgo e impactos derivados de la débil capacidad de las familias rurales para producir y acceder a alimentos suficientes y adecuados, lo que afecta su calidad de vida y dignidad. El programa de capacitación en agroecología y gastronomía contribuirá a la creación de capacidades sobre huertos de traspatio			

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
agrobiodiversos como una solución viable para mejorar la disponibilidad de alimentos saludables y adecuados, fortalecer la resiliencia comunitaria y conservar la biodiversidad regional, dado que estos sistemas no solo proveen una amplia variedad de alimentos, sino que también son productivos y más resilientes frente a eventos climáticos adversos. Además, a través del programa se contribuirá a mantener los servicios ambientales clave como son la captura de carbono, la retención de humedad, la reducción de la erosión del suelo, entre otros. Para alcanzar los objetivos propuestos en el programa, se realizarán las siguientes actividades, entre otras: 1) Establecer y mantener huertos de traspatio agrobiodiversos, asignando uno por cada Unidad Familiar participante, en un plazo de 7 meses, con el objetivo de asegurar la disponibilidad de alimentos nutritivos; 2) Realizar 3 sesiones de sensibilización, transmitiendo información sobre la relevancia de la soberanía alimentaria, la agroecología y la agrobiodiversidad; 3) Realizar 4 sesiones de diagnóstico participativo con las familias participantes, permitiendo que: a) Identifiquen la problemática relacionada a sus hábitos alimenticios actuales, y b) Caractericen los sistemas de traspatio agrobiodiversos existentes en la comunidad; 5) Llevar a cabo 13 sesiones de capacitación con las familias participantes en el manejo de los huertos agroecológicos, brindándoles conocimientos y habilidades prácticas de diagnóstico, planeación, manejo del cultivo y preparación de bioinsumos. Al finalizar el programa, se espera que las familias participantes hayan logrado una mayor autonomía y seguridad alimentaria y esto haya mejorado su calidad de vida. Asimismo, se espera que el programa haya contribuido a promover la conservación de la agrobiodiversidad y el rescate de los conocimientos tradicionales en las comunidades rurales del municipio.			
Tiempo: 5 años			
Supervisión: Programa de capacitación implementado y en operación			
Indicador de seguimiento: Minutas y materiales de cursos sobre la relevancia de la soberanía alimentaria, la agroecología y la agrobiodiversidad; diagnósticos participativos aplicados a las familias participantes; sesiones de capacitación en el manejo de los huertos agroecológicos; huerto de traspatio agrobiodiverso establecido.			
Recursos: - Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2018). Agroecología: ciencia fundamental para el diseño de fincas resilientes a plagas. LEISA Revista de Agroecología, 34(1), 5–8. https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol34n1.pdf - Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2019). Agroecología y diversidad genética en la agricultura campesina. LEISA, Revista de Agroecología, 35(2), 22–25. - ASEDECHI. (2021). GUÍA TÉCNICA: Construcción de huerto familiar Con riego de cosecha de agua lluvia con la instalación de un sistema de captación de agua lluvia (SCALL Corral La Mina) con capacidad de 7,000 litros. Asociación de Servicios y Desarrollo Socioeconómico de Chiquimula (ASEDECHI). - Bernau, C., & Matsuhita-Tseng, K. (n.d.). Producción orgánica y sustentable de plántulas una guía para agricultores principiantes de cultivos especializados. Centro de Agroecología y Sistemas Alimentarios Sostenibles (CASFS), Universidad de California. https://agroecology.ucsc.edu/about/publications/gu%c3%adas-de-agricultor/pdf-en-espanol/plantulas.pdf - Bracamontes Nájera, L., Fuentes, M., Rodríguez Sánchez, L. M., & Macedas Jiménez, J. (2018). Manual de indicadores biológicos de la salud del suelo (Primera edición). Universidad Autónoma Metropolitana. - Cano Contreras, E. J. (2015). Huertos familiares, un camino hacia la soberanía alimentaria. Revista Pueblos Y Fronteras Digital, 10(20), 70–91. - Casas, A., & Vallejo, M. (2019). Agroecología y agrobiodiversidad. En L. Merino Pérez (Ed.), Crisis ambiental en México Ruta para el cambio (pp. 103–121). UNAM.			
Costo: Para alcanzar el objetivo 7.1, el costo anual estimado es $83,771 pesos M.N y un total de $418,855 pesos M.N durante los cinco años de implementación.			
8 Vivero forestal.	•	•	•
Objetivo 8.1 (restauración): Para el año 2024, se ha construido y puesto en marcha un Vivero Forestal y Agroecológico dentro del proyecto Sttupa Regeneración, que cumple con las características marcadas por la NMX-AA-170-SCFI-2014, y tiene una capacidad de producción de 75,000 árboles anuales, requerida para alcanzar los objetivos de restauración (establecimiento de al menos 9,670 plántulas de especies silvestres forestales con una densidad de 910 plantas por hectárea para una superficie total de 10.62 Ha con una esperanza de sobrevivencia de madurez de 7,066 árboles dentro de las subunidades integrados en el Proyecto Sttupa Regeneración) y de compensación (establecimiento de 31,950 plántulas de			

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
especies silvestres forestales con una densidad de 910 plantas por hectárea para una superficie total de 35.11 Ha con una esperanza de sobrevivencia de madurez de 23,350 arbolado maduro fuera del área del predio en zonas prioritarias de la nanocuenca en el Sistema Ambiental Regional).			
Objetivo 8.2 (prevención): Para el año 2024, se ha instalado y puesto en marcha dentro del Vivero Forestal y Agroecológico un área de capacitación práctica en producción y manejo de huertos agroecológicos y agrobiodiversos; las cuales se complementan con una edificación de 200 m^2 con un sistema de construcción de arquitectura regenerativa elevada en pilotes, destinada para oficinas administras del vivero y del ADVC y un salón audiovisual para reuniones de trabajo, capacitación de personal y procesos de educación ambiental.			
Impactos a los que va dirigida la acción: Del medio abiótico se afectó la aptitud del suelo y se alteró el proceso de infiltración y escurrimiento del agua de lluvia. Del medio biótico se afectó la estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia.			
Descripción: La subunidad 14 ha sido destinado para la instalación de un Vivero Forestal y Agroecológico. El vivero, contará con un espacio de oficinas para su operación y administración, así como una sala audiovisual, que utilizarán las personas contratadas como personal administrativo, instructores y técnicos de campo responsables del manejo del "Área Destinada Voluntariamente para la Conservación (ADVC)". El vivero es un elemento esencial para el éxito del programa de restauración y reforestación y compensación del proyecto Sttupa Regeneración. El vivero tendrá un gran valor ecológico dado que permitirá la producción de 75,000 árboles anuales para lograr alcanzar los objetivos de restauración con el establecimiento de al menos 9,670 plántulas de especies silvestres forestales para una superficie total de 10.62 Ha con una esperanza de sobrevivencia de madurez de 7,066 árboles dentro de los terrenos del Proyecto Sttupa Regeneración; así como de compensación con el establecimiento de 31,950 plántulas de especies silvestres forestales para una superficie total de 35.11 Ha con una esperanza de sobrevivencia de madurez de 23,350 arbolado maduro fuera del área del predio en zonas prioritarias de la nanocuenca en el Sistema Ambiental Regional. El vivero permitirá la propagación de especies amenazadas, plantas útiles, plantas de importancia ecológica y en general todos los grupos de plantas que se requieran para el desarrollo de las acciones de restauración y conservación dentro del ADVC. Los objetivos operativos del vivero forestal del predio "Sttupa Regeneración" son: 1) Producir material vegetal para acciones de restauración durante un periodo de 5 años; 2) Desarrollar capacidades en temas de cuidado del medio ambiente y sostenibilidad mediante un aula interactiva con un huerto de especies comestibles dentro de las instalaciones destinadas para el vivero; 3) Generar un proyecto sostenible que genere oportunidades de trabajo para la población en la región.			
Tiempo: 5 años			
Supervisión: Certificación del vivero de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2014			
Indicador de seguimiento: Un objetivo importante es cumplir con los lineamientos necesarios para obtener la certificación del vivero de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2014, por lo tanto, se realizarán las gestiones necesarias para: a) Contar con la documentación que acredite la titularidad de la propiedad, posesión o usufructo del vivero; b) Contar con infraestructura para una producción anual mínima de 250,000 plantas; c) Contar con los permisos correspondientes para el aprovechamiento de las fuentes de abastecimiento de agua que se utilicen en el vivero; d) Contar con un "Programa de trabajo por ciclo de producción" con actividades programadas de manera tal, que al final del ciclo de producción la planta a producir adquiera los "Estándares Morfológicos de Calidad" establecidos en la presente norma, o aquellos que determine una autoridad competente para las especies no incluidas; e) Contar con personal administrativo y operativo con actividades claramente definidas; f) Contar con un técnico que cumpla con carta de pasante o título de nivel medio o superior, en ciencias forestales, biológicas, agronómicas, o afines; constancia laboral de al menos 1 año en actividades de producción y/o, control y seguimiento a la producción de planta forestal; g) Integrar y conservar los archivos del control administrativo y operativo para cada ciclo de producción.			
Recursos: Personal técnico responsable del manejo del ADVC			
Costo: Para alcanzar los objetivos 8.1 y 8.2 el costo inicial es $7,070,000 pesos M.N para instalar y poner en marcha el Vivero y un costo anual operativo en cinco años de $418,903.00.			
9 Área Destinada Voluntariamente de Conservación	•	•	•

Programa / Objetivo (s) / Impactos	ETAPAS		
	Preparación del terreno	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
Objetivo 9.1 (prevención): Para el año 2024, se ha establecido una Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) de 47.073 hectáreas, con una Zona Núcleo de 20.40 Ha, una Zona de Amortiguamiento de 26.63 Ha, en el marco del proyecto Sttupa Regeneración, dentro del municipio de Valle de Bravo del Estado de México; con el objetivo de conservar los ecosistemas forestales, las especies silvestres de flora y fauna, especialmente aquellas que se encuentran en alguna categoría de riesgo o vulnerabilidad, recursos paisajísticos; así como contribuir a mantener los servicios ecosistémicos, salvaguardar a las especies de flora y fauna silvestres, contribuir a la representatividad y conectividad ecológica, y promover en la sociedad una cultura de conservación y desarrollo sustentable.			
Impactos a los que va dirigida la acción preventiva: Deterioro de la calidad del hábitat, la conectividad y las poblaciones de especies de flora y fauna silvestre, vulnerabilidad ambiental y fragmentación de del paisaje, reducción de la calidad y cantidad de servicios ecosistémicos.			
Descripción: Se implementará una estrategia de manejo de conformidad con el artículo 127, fracción V del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas, el establecimiento de una ADVC debe ser acompañada por una Estrategia de Manejo que se proponga para la conservación del predio. La Estrategia de Manejo, contendrá lo siguiente: a) La zonificación del área, precisando la superficie de cada zona; b) Las acciones de protección, conservación y restauración de los recursos naturales del predio; c) Los lineamientos para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales del predio. En este sentido la administración y manejo quedará a cargo de personal calificado designado por el Fideicomiso Sttupa Regeneración. Con la finalidad de mantener en buen estado de conservación los recursos naturales existentes en el área, se seguirán lineamientos y acciones establecidos en la Estrategia de Manejo del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación "Sttupa Regeneración", la cual será avalada técnicamente por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). La distribución de la zonificación primaria del ADVC, considera el contexto de cambio climático, la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), por lo que integrará el uso de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, para generar beneficios ambientales permanentes y beneficios económicos a la sociedad. La Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) será entendida como el ajuste que requieren los sistemas humanos, a partir de la comprensión de los sistemas naturales, que debe hacerse en respuesta a los cambios esperados e impactos actuales y futuros del cambio climático en las ANP, las ADVC y otras áreas de conservación, a fin de reducir su vulnerabilidad. La Estrategia de Manejo del ADVC deberá incrementar la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y promover condiciones favorables para su adaptación.			
Tiempo: 5 años			
Supervisión: Administración y manejo a cargo de personal calificado designado por el Fideicomiso Sttupa Regeneración			
Indicador de seguimiento: Estrategia de manejo de conformidad con el artículo 127, fracción V del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.			
Recursos: Asesores especialistas en gestión de ADVC ante la CONANP, diseño de estrategias de manejo, planeación para la conservación de la biodiversidad y adaptación basada en ecosistemas.			
Costo: Para alcanzar el objetivo 9.1 el costo anual inicial es $264,000 pesos M.N que suma un total de $1,320,000 pesos M.N durante los cinco años de implementación.			

Tabla VII.4. Síntesis de programas de restauración y compensación

ETAPAS / MEDIO / SUPERFICIE	COMPONENTE (A-H) FACTOR – ACTIVIDAD (I-P)		PROGRAMAS / EDA (●) DTU (■)								
			1. Reforestación y protección de flora	**2.** Protección de fauna	**3.** Restauración de suelos	**4.** Prevención y combate de incendios	**5.** Manejo de cauce	**6.** Turismo sustentable	**7.** Agroecología y gastronomía	**8.** Vivero forestal y agroecológico / Salón	**9.** ÁDVC
Etapas	Preparación del terreno		■	■	■					■	■
	Construcción		■	■	■			■	■	■	■
	Operación y mantenimiento		● ■	● ■	● ■	● ■	● ■	■	■	■	■
Abiótico	**A**	Aire (Calidad)				●				■	■
	B	Suelo (Erosión y características fisicoquímicas)		●	●	●	●			■	■
	C	Aptitud del suelo (Compatibilidad)	●		●	●	●		■	■	■
	D	Hidrología subterránea (Calidad e infiltración)	●		●	●	●			■	■
	E	Hidrología superficial (Calidad y cantidad)	●		●	●	●			■	■
Biótico	**F**	Flora (Estructura y composición)	●	●		●	●			■	■
	G	Fauna (Clases)		●		●	●				■
	H	Especies en riesgo		●		●	●				■
Socioeconómico, cultural y climático	**I**	Infraestructura de capacitación / educación	●	●	●	●	●	■	■	■	■
	J	Empleo	●	●	●	●	●	■	■	■	■
	K	Salud y Recreación					●	■	■	■	■
	L	Belleza escénica e identidad cultural	●	●	●	●	●	■		■	■
	M	Seguridad alimentaria			●	●	●		■	■	■
	N	Capacidad adaptativa social frente al cambio climático			●	●	●		■	■	■

ETAPAS / MEDIO / SUPERFICIE	COMPONENTE (A-H) FACTOR – ACTIVIDAD (I-P)		PROGRAMAS / EDA (●) DTU (■)								
			1. Reforestación y protección de flora	**2.** Protección de fauna	**3.** Restauración de suelos	**4.** Prevención y combate de incendios	**5.** Manejo de cauce	**6.** Turismo sustentable	**7.** Agroecología y gastronomía	**8.** Vivero forestal y agroecológico / Salón	**9.** ÁDVC
	O	Capacidad adaptativa ambiental con refugios climáticos	●	●	●	●	●			■	■
	P	Reducción de riesgo ante incendios				●				■	■
Superficie de implementación adentro del predio			**10.62 Ha**	**40.03 Ha**	**5.91 Ha**	**42.79 Ha**	**1.3 Ha**	**47.03 Ha**			
Costo de Programas (Pesos M.N)			**1,554,404.38**	**4,106,557.30**	**-**	**540,000.00**	**186,000**	**$3,100,000**	**$418,855**	**$418,903.00**	**$1,320,000**
Costo de Infraestructura de programas adentro del predio										**$7,070,000**	
Inversión total para el éxito de los programas adentro del predio			**$ 6,386,961.68**					**$12,327,758**			
Superficie afectada (Ha) con obras permanentes del proyecto (COS)			**7.96 Ha**								
Superficie de compensación (Ha) afuera del predio			**35.11 Ha**								
Distribución de la compensación en dos programas (Pesos M.N)			**$1,098,579**		**$1,098,579**						
Monto total para la compensación			**$2,197,158**								

VII.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL.

VII.3.1. INTRODUCCIÓN.

La información obtenida de manera sistemática requiere de un sistema que determine el estado de la diversidad biológica y sus tendencias de cambio de manera extensiva dentro del Área del Proyecto (AP) y en el área donde se implementen los programas de restauración de suelo y reforestación para la compensación del proyecto. Este sistema permitirá generar estadísticas anuales necesarias para la gestión sustentable, en términos de recursos biológicos y provisión de servicios ecosistémicos, además de construir la base para ser el ejemplo de un manejo sustentable de la zona. A fin de hacer eficiente el sistema de monitoreo considerando costos, se utiliza tecnología de punta como el uso de trampas cámara y grabadoras para el monitoreo bioacústico. El sistema cuenta con protocolos de levantamiento de datos de vegetación, impactos ambientales, plagas, especies invasoras, entre otros que pueden ser utilizados en distintos ecosistemas, produciendo información estandarizada y repetible lo que la hace escalable para evaluar tendencias regionales de la biodiversidad. En conjunto, los datos obtenidos permitirán hacer una evaluación del estado del ecosistema en el predio, así como detectar los cambios positivos o negativos que ocurren en el por causas naturales o antropogénicas.

La elección de sitios de muestreo deberá garantizar una representatividad adecuada de los ecosistemas presentes en el predio del proyecto Sttupa Regeneración. Se plantea el uso del Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad (BIOCOMUNI) ya que es un protocolo diseñado para ser implementado de una manera sencilla, económica y pertinente. Este sistema de información local promueve la gestión y salud de los ecosistemas forestales junto con el bienestar de las comunidades poseedoras de los recursos.

Tabla VII.5. Indicadores del sistema de vigilancia y control

Indicadores del Programa de Vigilancia y Control			**ETAPAS**		
ACCIONES - PROGRAMAS	**INDICADORES** Impactos a los que van dirigidas las acciones - programas	**INDICADORES** Indicador de seguimiento - eficacia - efectividad	Preparación del terreno	Construcción	Operación y mantenimiento
Reforestación y protección de flora	Aptitud del suelo (Conservación de biodiversidad) Infiltración y escurrimiento del agua de lluvia Estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación Riparia.	Densidad de especies en los sitios restaurados Especies en NOM-059- SEMANAT-2010 y de importancia ecológica rescatadas. Enfermedades y plagas forestales detectadas (control fitosanitario) Especies exóticas e invasoras detectadas para tomar acciones de prevención y control. Programa de monitoreo implementado y en operación	▲	▲	▲
Protección de fauna	Aptitud del suelo como hábitat para las especies de fauna, tales como “aves, mamíferos, reptiles y anfibios”. Estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia de los que dependen las poblaciones de fauna silvestre Disponibilidad de sitios de refugio, alimentación, anidación y reproducción.	Registro de especies presentes en áreas restauradas Estimación de densidades de especies indicadoras en los sitios restaurados Densidades de especies indicadoras en los sitios restaurados Calidad de hábitat en los cuerpos de agua Pesencia de pasos de fauna en las bardas perimetrales Reportes e incidentes de cacería Número de especies de fauna reubicadas de los sitios de construcción Incidencia y reportes Sistema de monitoreo y reporte establecido por los manejadores del ADVC Curso de sensibilización a empleados de obra y domésticos sobre protección de fauna silvestre, registro de fauna depredada por animales domésticos.	▲	▲	▲
Restauración de suelos	Aptitud del suelo como hábitat para los servicios ecosistémicos de soporte y regulación Riesgo de erosión y arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua Alteración del proceso de infiltración y escurrimiento del agua de lluvia. Etructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia.	Infraestructura para controlar azolves instalada Carcavas o registro de arrastre de suelos Infraestructura construida para evitar la erosión (presas de gaviones, piedra acomodada, barreras y obras de drenaje en taludes) Clidad de hábitat en los cuerpos de agua Metros cúbicos de suelo retenido en los puentes.	▲	▲	▲
Prevención y combate de incendios	Incendios forestales intencionales y accidentales que provengan del área de influencia y/o de fallas en los sistemas eléctricos que puedan causar siniestro perdidas potenciales económicas (casas, infraestructura y equipamiento) así como daños a la integridad física de los usuarios y personal de mantenimiento de lasas casas y del manejo de vivero forestal y el ADVC.	Brechas cortafuego instaladas y con mantenimiento Brigadas capacitadas y equipadas para el combate de incendios Mantenimiento de presas (desazolve) Coordinación con el cuerpo de bomberos Puntos de acceso al agua almacenada en las represas Programa de mantenimiento de brechas cortafuego Cursos de control y combate de incendios impartidos.			▲

Indicadores del Programa de Vigilancia y Control			**ETAPAS**		
ACCIONES - PROGRAMAS	**INDICADORES** Impactos a los que van dirigidas las acciones - programas	**INDICADORES** Indicador de seguimiento - eficacia - efectividad	Preparación del terreno	Construcción	Operación y mantenimiento
Manejo de cauce	Del medio abiótico se afectó el nivel de erosión, la aptitud del suelo para la conservación de la biodiversidad y el caudal ecológico. Del medio biótico se afectó la estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de la vegetación Riparia.	1) Embalses operando al Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO) que permiten el vertimiento del gasto base y los gastos medios mensuales por los correspondientes vertedores de excedencia 2) represas de contención de erosión establecidas 3) sistemas constructivos con morillos instalados, estación climatológica operando y generando reportes de monitoreo de lluvias 4) análisis de datos sobre escurrimientos y comportamientos del ciclo hidrológico 5) estación hidrométrica automatizada en la entrada del cauce instalada y operando 6) estación hidrométrica instalada 7) levantamientos de campo de descargas y fuentes de contaminación realizados en la cuenca aguas arriba del arroyo Tomatillos 8) medidas contención, saneamiento y remediación implementadas.			▲
Turismo sustentable	Aptitud del suelo como hábitat para las especies de fauna, tales como “aves, mamíferos, reptiles y anfibios”. Estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia y sus servicios ecosistémicos de belleza paisajística, recreación y cultura, y procesos de aprendizaje sobre la biodiversidad.	Programa de turismo sustentable operando Análisis del potencial de turismo regenerativo en la comunidad de Cerro Gordo, prácticas de turismo regenerativo implementadas en el ADVC Personas de la comunidad beneficiadas Experiencias de turismo regenerativo documentadas Instrumentos operativos encaminados a promover la conservación de la naturaleza elaborados, materiales y eventos de comunicación del programa compartidos con otras comunidades del ANP de Valle de Bravo Instituciones que han replicado el modelo en otras ANP y destinos con potencial en turismo de naturaleza en México.			▲
Agroecología y	Impactos atendidos de forma preventiva: 1) Disminución progresiva de rendimientos del modelo de agricultura convencional, 2) Uso excesivo de fertilizantes y agroquímicos, 3) Deterioro y contaminación de suelos, 4) Impactos en especies de fauna silvestre, 5) Deterioro de las poblaciones de polinizadores e impactos en los rendimientos agrícolas, 6) Baja disponibilidad de alimentos con aportes nutricionales.	Minutas y materiales de cursos sobre la relevancia de la soberanía alimentaria la agroecología y la agrobiodiversidad Diagnósticos participativos aplicados a las familias participantes Sesiones de capacitación en el manejo de los huertos agroecológicos Huerto de traspatio agrobiodiverso establecido.			▲
Vivero forestal y agroecológico / Salón	Del medio abiótico se afectó la aptitud del suelo y se alteró el proceso de infiltración y escurrimiento del agua de lluvia. Del medio biótico se afectó la estructura y composición de la flora y la calidad del hábitat en las comunidades ecológicas vegetales de bosque de pino – encino y vegetación riparia.	Certificación del vivero de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2014 Plantas recibidas del proceso de rescate y reubicación de especies en la NOM		▲	▲

Indicadores del Programa de Vigilancia y Control			**ETAPAS**		
ACCIONES - PROGRAMAS	**INDICADORES** Impactos a los que van dirigidas las acciones - programas	**INDICADORES** Indicador de seguimiento - eficacia - efectividad	Preparación del terreno	Construcción	Operación y mantenimiento
Área Destinada Voluntariamente para la Conservación ADVC	Deterioro de la calidad del hábitat, la conectividad y las poblaciones de especies de flora y fauna silvestre, vulnerabilidad ambiental y fragmentación de del paisaje, reducción de la calidad y cantidad de servicios ecosistémicos.	Estrategia de manejo de conformidad con el artículo 127, fracción V del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas. Áreas restringidas respetadas en el proceso de preparación del terreno, construcción y mantenimiento - operación del proyecto respecto a las zonas y subzonas del ADVC. Estrategia de manejo de conformidad con el artículo 127, fracción V del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.	▲	▲	▲

VII.3.2. DEFINIENDO LAS UNIDADES DE MUESTREO.

Las Unidades de Muestreo (UM) son seleccionadas a partir de una malla de puntos provista por CONAFOR es de 5x5 km para bosques y selvas. Para el AP este tamaño de malla no es útil dadas las dimensiones del terreno por lo que, para tener una mayor precisión y calidad de la información obtenida se plantea generar un diseño propio de puntos de muestreo considerando 16 Unidades de Muestreo distribuidas al azar dentro de los diferentes tipos de estratos presentes de manera equitativa (8 en bosque templado y 8 en bosque ripario).

En BIOCOMUNI cada UM consisten en un área circular de 1000 metros cuadrados con radio de 17.84 m. En esta superficie se realiza el muestreo de vegetación y fauna. Así también, dentro de la Unidad de Muestreo habrá cuatro Subunidades de Muestreo. Cada una con una superficie circular de 12.56 metros cuadrados (FMCN et al., 2018).

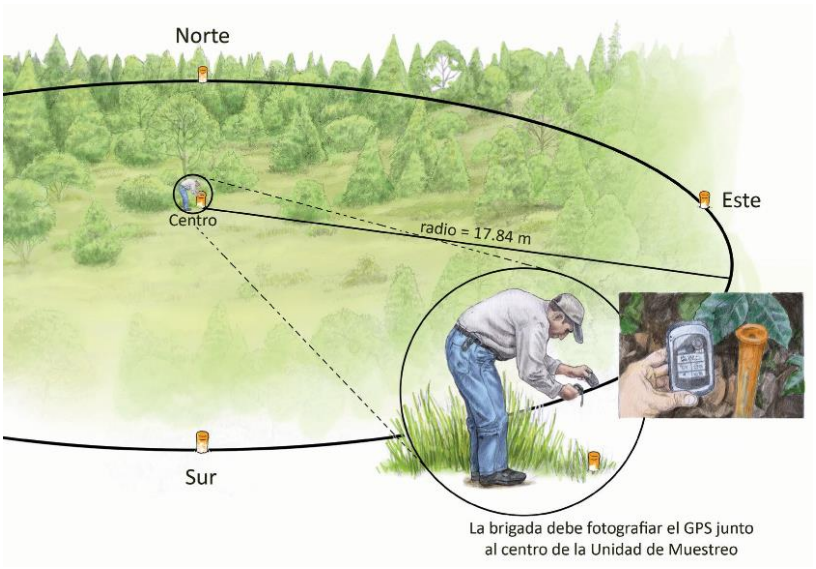


Imagen VII.1. Trazo de unidad de muestreo

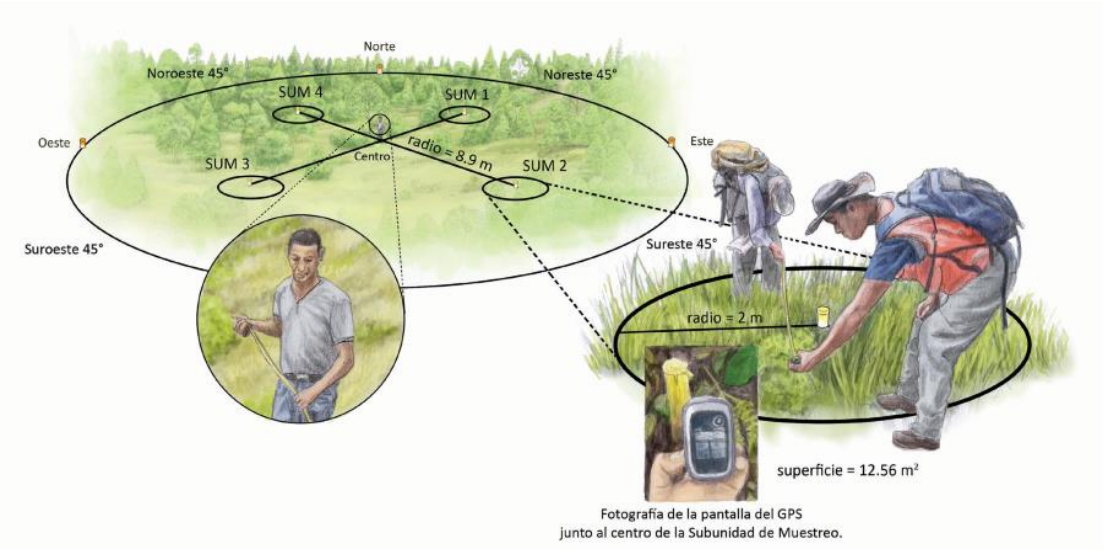
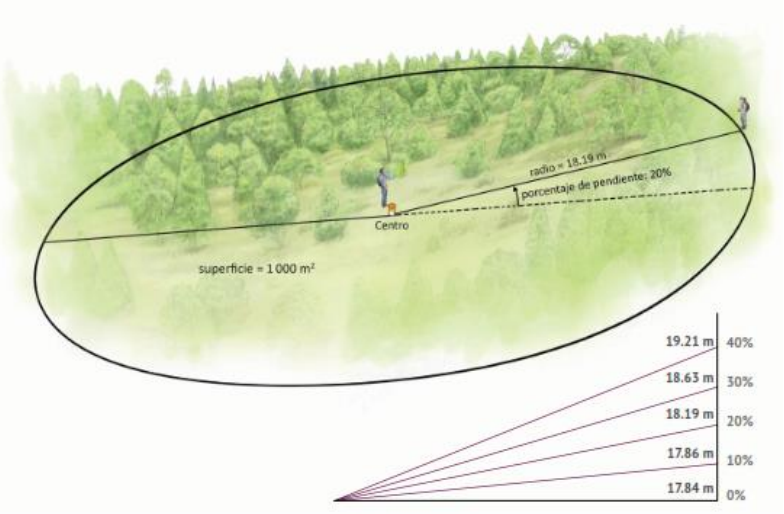


Imagen VII.2. Trazo de subunidades de muestreo

Para trazar la UM se deben ubicar las coordenadas del punto y marcar con una varilla pintada de color naranja, esto corresponderá al centro de la UM. Con apoyo de uno de los compañeros de la brigada, utilizando el clinómetro y brújula, se obtendrá la pendiente del terreno. Si la UM se ubica en un terreno plano o con inclinación menor a 10%, el circulo a trazar deberá tener un radio de 17.84 metros. Si el terreno tiene un porcentaje de pendiente mayor, se deberá realizar una compensación, aplicando un factor de corrección. Básicamente, al aumentar del porcentaje de pendiente, aumentará el radio de la UM. Es necesario que se trace con precisión la UM obteniendo una superficie efectiva de 1000 metros cuadrados (FMCN et al., 2018).



Porcentaje de pendiente (%)	Distancia compensada para el trazo de la Unidad de Muestreo (m)
10 a 19.9	17.86
20 a 29.9	18.19
30 a 39.9	18.63
Más de 40	19.21

Imagen VII.3. Compensación de UM

Posteriormente con brújula en mano debe ubicarse el Norte (N) y llevar la cinta en esa dirección hasta obtener los 17.84 metros o lo que corresponda de acuerdo con la pendiente. Esto debe ser realizado por otro compañero de la brigada. Una vez alcanzada la distancia se coloca otra varilla, este será el límite norte de la UM. Este proceso se debe repetir desde el centro de la UM hacia el resto de los puntos cardinales (FMCN et al., 2018). Dentro de la UM habrá cuatro Subunidades de Muestreo (SUM). Cada una con radio de 2 metros y una superficie de 12.56 metros cuadrados. Estas SUM deberán establecerse a 8.9 metros del centro de la UM, considerando 45 grados de dirección, es decir dirección NE, NO, SO, SE. Al centro de cada subunidad se colocará una varilla color amarilla (FMCN et al., 2018).

El equipo para trazar la UM requiere de: GPS, Brújula, Cámara digital, Cinta métrica de 30 m, Clinómetro, Cintas para señalización, Estacas, Formatos (FMCN et al., 2018). Los formatos para captura de la información deberán ser elaborados por el jefe de brigada de monitoreo de Sttupa Regeneración tomando como referencia los formatos existentes para BIOCOMUNI, personalizándolos para las condiciones y necesidad de obtención de información del sitio.

VII.3.3. MONITOREO DE FAUNA.

Para obtener información sobre la fauna presente en Sttupa Regeneración, la brigada de monitoreo deberá acudir a las Unidades de Muestreo dos veces al año: durante la temporada seca y en temporada de lluvias.

A. Mamíferos

a. Fototrampeo

Obtener observaciones directas de algunos mamíferos muchas veces resulta difícil debido a su conducta. El uso de cámaras trampa es un método no invasivo que ha demostrado ser muy útil para la obtención de información de especies elusivas o de hábitos nocturnos.

Para la colocación de la cámara trampa deberán buscarse rastros o indicios de la presencia de especies (huellas, excretas, zona de alimentación, madrigueras, echaderos, rascaderos), dentro de la Unidad de Muestreo cuya área fue previamente determinada (1000 metros cuadrados). El quipo deberá colocarse en un árbol lo suficientemente grande para soportar el peso del equipo. Si no se contara ello, se recurre a utilizar alguna estaca de madera o metal. Se deberá podar la vegetación que se encuentre al frente de la cámara (3-5 metros) para evitar que se active por el movimiento de las plantas. La cámara se sitúa de 40 a 60 cm (altura de la rodilla) del suelo, dirigiéndose preferentemente al norte o sur para evitar que el sol active la cámara con los cambios de luz o se tengan tomas de algún animal difíciles de identificar (FMCN et al., 2018).

Se sugiere tomar una fotografía con el GPS mostrando las coordenadas de ubicación de la cámara trampa además de anotar en el formato correspondiente.

La brigada deberá revisar el equipo de foto trampeo 40 días después, anotando la fecha y hora de retiro en el formato.

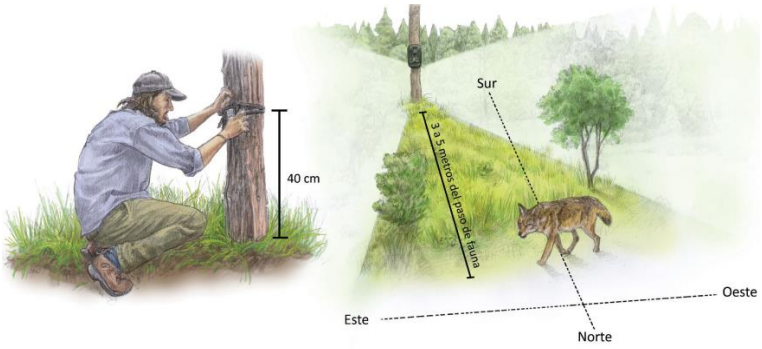


Imagen VII.4. Colocación de cámara trampa en la UM

b. Transectos

El recorrer transectos en búsqueda de evidencias de especies de mamíferos es una de las formas más sencillas, confiables y económicas de conocer las especies que habitan un territorio. La finalidad del recorrido de un transecto es identificar los rastros (huellas, excretas, rascaderos, etc.) que dejan los animales en el sendero más cercano a la Unidad de Muestreo. La distancia sugerida es de 500 m de longitud por 2 metros de ancho. Frecuentemente se utilizan veredas o senderos incluso caminos de terracería de vehículos con poco uso para realizar estos transectos por la facilidad que brindan el poder recorrerlos de forma segura y por la mayor probabilidad de detección de alguna evidencia. Muchos animales suelen trasladarse por estos caminos por lo que es probable encontrar indicios de su presencia a lo largo de estos senderos (FMCN et al., 2018).

El manual BIOCOMUNI sugiere realizar hasta 6 transectos por Unidad de Muestreo sin embargo recordemos que este protocolo utiliza una malla de 500 metros de distancia entre Unidades de Muestreo. Con una adecuación y utilizando los caminos que ya se encuentran presentes en el AP, se podrían realizar alrededor de 5 o 6 transectos de 500 metros alrededor de las Unidades de Muestreo que se establezcan. Siguiendo la recomendación del manual BIOCOMUNI, los transectos tendrán un espaciamiento de 30 metros, es decir al terminar de recorrer los primeros 500 metros se dejarán 30 metros sin buscar evidencia de alguna especie para posteriormente retomar la búsqueda en el siguiente transecto (FMCN et al., 2018).

El equipo brigadista deberá tomar fotografías de los rastros que se registren, colocando una regla, moneda para tener de referencia el tamaño. Además, deberá anotarse la coordenada donde fue encontrado dicho rastro.

Durante la búsqueda de evidencias de presencia de mamíferos, es importante que los brigadistas tomen en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Caminar siempre sobre la vereda/camino
2. Observar el sendero hacia el frente registrando únicamente las evidencias que se encuentren en los 2 metros de ancho del transecto.
3. Tomar nota de toda evidencia sean especies silvestres (p.ej. gato montés, conejos) o animales domésticos (p.ej. perros, ganado).
4. Medir ancho y largo en centímetros de las huellas encontradas.
5. Medir ancho y largo en centímetros y diámetro en milímetros de excretas.
6. Solo se debe registrar la primera huella y/o excreta encontrada por especie, para evitar sobre estimar abundancia.

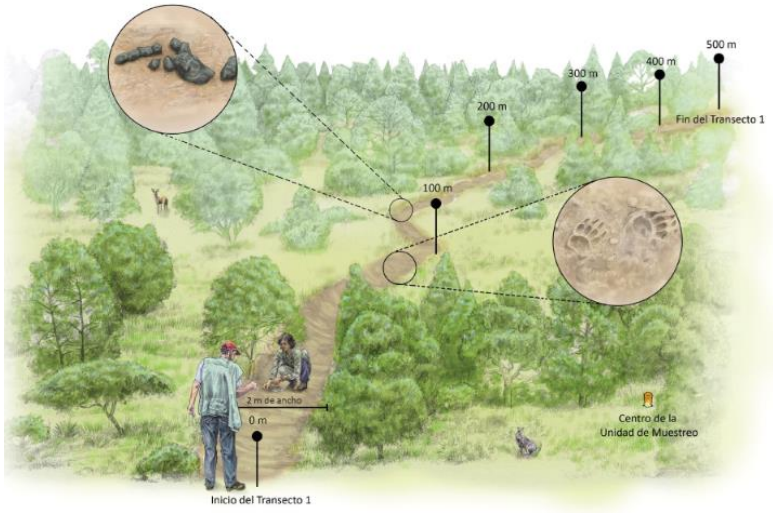


Imagen VII.5. Recorrido de transectos

c. Redes de niebla para murciélagos

Se recomiendan redes de 36 mm de luz de malla, 12 m de largo y 2.5 m de alto. Deben colocarse a nivel del sotobosque y del dosel bajo o a la salida de cuevas que son refugios de murciélagos. Para la selección de sitios se debe considerar cubrir la mayor cantidad de hábitats disponibles (sitios potenciales de vuelo) pudiendo ser estos los cauces de agua, interior del bosque, caminos o zonas de borde. Las redes permanecerán activas desde las 18:00 horas, hasta las 23:30, siempre y cuando las condiciones climáticas

lo permitan. Las redes colocadas deberán visitarse cada 30 a 45 minutos, dependiendo de la frecuencia de caída de los individuos. Cada red permanecerá en un mismo sitio durante dos noches consecutivas, a menos que se continúen registrando especies diferentes o la disponibilidad de sitios para colocar redes sea baja, las redes permanecerán en el mismo sito hasta cinco noches consecutivas.

El jefe de brigada deberá elaborar un formato para la captura de la información pudiendo tener de base el formato de BIOCOMUNI, adecuándolo a las necesidades del AP. De manera complementaria, si se cuenta con el equipo se puede utilizar detectores ultrasónicos. El equipo deberá ser colocado a 1 metro de altura del suelo en un ángulo de 45° en dirección hacia donde se encuentra el paso de murciélagos. Este muestreo debe ser durante 2 horas. Las especies registradas se identifican al comparar los sonogramas con una biblioteca de sonidos. Se recomienda usar las marcas de detectores ultrasónicos propuestas por el Sistema Nacional de Monitoreo Biológico (SNMB) (Botello et al., 2022).

B. Aves

Este grupo de organismos son esenciales ya que brindan servicios ambientales para los ecosistemas. Son dispersores de semillas, polinizadores, consumidores de insectos y roedores. Así mismo son un grupo donde algunas especies son utilizadas con fines de consumo, comerciales, ornamentales, religiosos, etc. Para realizar el monitoreo de aves, dos brigadistas deberán colocarse al centro de la Unidad de Muestreo para identificar y contar las aves que observen o escuchen en un radio de 30 metros durante 10 minutos. Este monitoreo se realizará cuatro veces, dos en temporada de secas y dos en lluvias. Deberán anotarse la especie observada, su nombre común, así como el número de individuos que pudieron observar.

Para realizar esta actividad se recomienda que sea durante la mañana de 6 a 10 am y/o durante la tarde de 3 a 6, horarios en los cuales las aves presentan la mayor actividad. Se deben evitar días cuando se presente lluvia, neblina densa o la temperatura sea extrema. Este método requiere de cierta experiencia por lo que las personas que lo realicen deberán tener conocimiento previo en la identificación de aves.

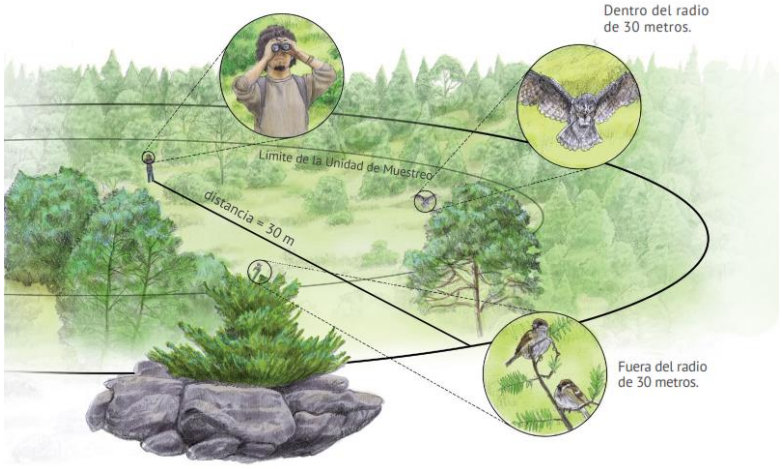


Imagen VII.6. Registro de aves en la Unidad de Muestreo

El jefe de brigada deberá elaborar un formato para la captura de la información pudiendo tener de base el formato de BIOCOMUNI, adecuándolo a las necesidades del AP.

a. Aves acuáticas

Se deberá hacer un censo completo, intensivo de todas las aves que observe en el sitio. Se recorrerá la orilla del río como si fuera un transecto estableciendo puntos de observación cada 100 metros. Cada punto

deberá asignársele un nombre (p.ej. Transecto Rio 1 TR1) Se registrarán todos los individuos que logren observar en un radio aproximado de 50 metros, en un tiempo de 10 minutos, diferenciando si es una especie residente o migratoria y el número de individuos por especie observado. Para cada individuo observado registrar la actividad que estaba realizando (alimentación, descanso, cortejo, anidación, reproducción). Si es posible se deberán tomar fotografías de las especies observadas.

Los cuerpos de agua y zonas riparias son sitios importantes para la fauna ya que son utilizadas como corredores naturales, por lo que se podrán encontrar no solo aves acuáticas. En este caso se deberán registrar la presencia de otras aves o mamíferos (avistamientos directos, huellas, excretas) que se pudiesen encontrar a lo largo del río.

C. Anfibios y Reptiles

Para realizar el monitoreo de la comunidad de anfibios y reptiles se cuenta con tres métodos: relevamiento por encuentro visual (REV), parcelas rectangulares y transectos en banda fija. Para el caso del AP en Sttupa Regeneración, se sugiere utilizar los transectos de banda fija (BTF Band Transects Fixed). Esta metodología consiste en establecer de manera aleatoria transectos rectos de 100 metros de largo por 2 metros de ancho en zonas de fácil acceso y de 50 metros de largo por 2 metros de ancho en zonas de difícil acceso o agrestes. Los transectos que se establezcan deberán estar separados por al menos 50 metros de distancia uno del otro. Se recorren los transectos a una velocidad constante tratando de detectar la presencia de este grupo de organismos. Se contabilizarán todos los individuos escuchados y observados registrando fotográficamente los individuos para su posterior determinación taxonómica si fuera necesario. El tiempo de monitoreo será de 45 minutos por la mañana y 45 minutos por la noche (Botello et al., 2022).

D. Peces

Para el monitoreo de este grupo de organismos se deberán determinar al menos tres puntos de muestreo dentro del sitio. Se pueden utilizar dos métodos de monitoreo, el uso de redes y trampas. Con el uso de redes de malla de 0.5 centímetros, capturar peces desde la orilla del cuerpo de agua y almacenarlos en baldes para su registro. Tomar fotografía de los individuos capturados y registrar datos. Con el uso de trampas se deben instalar unas 10 trampas en distintos puntos del cuerpo de agua. Las trampas deberán sumergirse a una profundidad menor de 1.5 metros durante 50 minutos. Después de ese tiempo se retiran las trampas y se extraen los peces para ser almacenados en botes de agua y realizar el conteo de individuos. Los organismos deberán ser liberados después de registrar los datos correspondientes. Si se trata de especies exóticas invasoras estas deberán ser extraídas permanentemente.

De manera complementaria se recomienda acercarse a pescadores locales para obtener información acerca de la composición de la comunidad ictica, identificar si han notado la disminución de peces o de sus tallas, enfermedades o especies exóticas.

E. Vegetación

Conocer la vegetación y como cambia a lo largo del tiempo proporciona información valiosa e indispensable para planificar actividades de producción, manejo y conservación de los ecosistemas.

De acuerdo con el Manual de BIOCOMUNI, la vegetación deberá muestrearse una vez al año durante la temporada de lluvias a fin de que puedan ser registradas la mayoría de las plantas, dado que existe humedad en el suelo el cual garantiza su desarrollo. Dentro de la brigada que conforme el equipo deberá considerarse personas con experiencia en la identificación de especies vegetales.

Para realizar este muestreo se utilizarán las Unidades de Muestreo junto con sus Subunidades previamente establecidas en el AP.

a. Arbustos y repoblado

El muestreo de arbustos y repoblado en bosques, se hace dentro de las cuatro Subunidades de Muestreo. Intentando perturbar el sitio lo menos posible, se identificarán todas las especies de arbustos y árboles jóvenes que tengan un diámetro normal inferior a 7.5 centímetros. Para cada especie identificada los brigadistas contarán cuantos individuos corresponden a tres categorías de altura: de 0.25 a 1.50 metros, de 1.51 a 2.75 metros y de más de 2.75 metros. Se estimarán también el vigor de las especies registradas y observarán si presentan daños en su estructura debido a plagas, enfermedades o incendios.

b. Arbolado y vegetación mayor.

El arbolado y la vegetación mayor en bosques incluyen todos los arbustos, árboles y especies arborescentes con un diámetro normal superior a 7.5 centímetros, que estén vivos o muertos en pie. Para registrar el arbolado la UM se dividirá en cuatro cuadrantes, iniciando al norte y avanzando en dirección de las manecillas del reloj (90, 180, 270 y 360 grados). Desde el centro de la UM se realizará un barrido de la Unidad, numerando los individuos que tengan diámetro normal superior a 7.5 centímetros. Cada individuo será marcado con el numero consecutivo que corresponda con pintura en aerosol (naranja). De cada individuo marcado deberá identificarse la especie, forma de vida, señalar si está vivo o muerto, medir el diámetro normal (DAN), su altura y diámetro de copa. Además, deberá reportarse la presencia de epífitas y establecer si ha sido dañado por plagas o incendios. Es común que se encuentren individuos con más de un tallo, en ese caso se deberán medir ambos como un individuo independiente, considerando su DAN, altura y diámetro de copa.

Toda esta información será anotada en el formato que se realice para el AP, pudiendo usar de referencia los formatos presentados en el manual BIOCOMUNI.

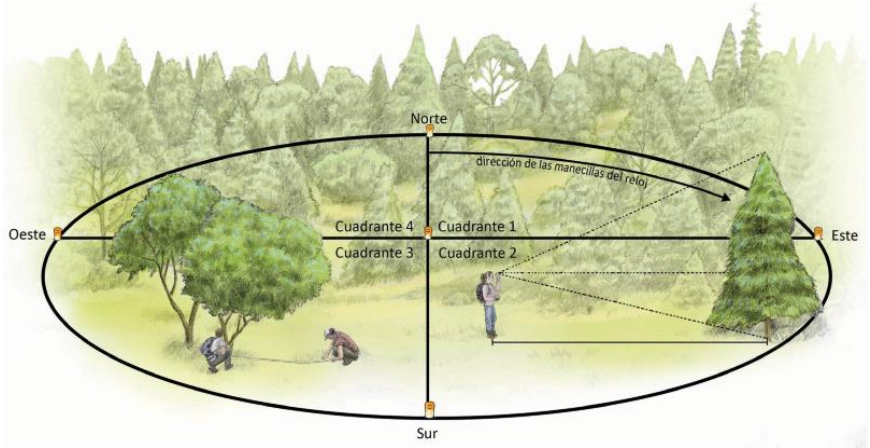


Imagen VII.7. Registro del arbolado en cuadrantes de la UM

F. Impactos de origen antropogénico

Para registrar los impactos que pudieran existir en el AP, se utilizarán los transectos previamente definidos para la búsqueda de rastros de mamíferos, los cuales serán recorridos para identificar impactos como: apertura de caminos, cambios de uso de suelo (agricultura), tala clandestina, residuos sólidos, pastoreo, líneas eléctricas, construcciones, cacería furtiva.

Una vez identificado el impacto se deberá anotar las coordenadas donde sucedieron los hechos, el tiempo estimado en que ocurrió el impacto y estimar el grado de afectación. Para determinar el estimar el grado de afectación se debe considerar lo siguiente:

- No perceptible: Cuando el daño no afecta la calidad y cantidad de los recursos naturales.
- Menor: Cuando los efectos negativos no son permanentes y se pueden recuperar sin intervención del hombre.
- Mediana: Cuando los daños no son permanentes, pero se requiere de la intervención del hombre para remediar la degradación.
- Mayor: Impactos mayores que para su recuperación son necesarias medidas de restauración durante un tiempo considerable (Botello et al., 2022).

G. Parámetros fisicoquímicos del agua

Los parámetros fisicoquímicos que serán medidos en el arroyo son: la temperatura, oxígeno disuelto, Ph, salinidad. Para ello se utilizará una sonda multiparamétrica. La transparencia del agua será medida utilizando un disco de Secchi. La lectura de estos parámetros deberá realizarse siempre a la misma hora del día. Estas mediciones deberán realizarse en cuatro puntos diferentes del cuerpo de agua. Esta actividad resulta sencilla ya que únicamente se debe sumergir la sonda hasta una profundidad cercana al fondo.

Se registrarán las coordenadas de los puntos de toma de parámetros y se anotarán las observaciones relacionadas a la presencia de basura, residuos líquidos, infraestructura hidráulica, actividades humanas, presencia de especies exóticas o invasoras, entre otras.

Los sólidos disueltos en el agua es otro parámetro que será medido. Para ello se deberá tomar una muestra de agua y almacenarla en un recipiente limpio y seco. El agua del recipiente será filtrada a otro envase para después sumergir el electrodo del equipo de medición de solidos durante 2 minutos y así obtener el valor de solidos disueltos en PPM.

Toda esta información será anotada en el formato que se realice para el AP, pudiendo usar de referencia los formatos presentados en el manual BIOCOMUNI.

H. Características físicas del cuerpo de agua

Para este indicador se obtendrá información de la profundidad, ancho y velocidad de la corriente del cuerpo de agua.

Se deberá ubicar un tramo recto con una distancia de 20 metros o más (50 m a 100 m) para tener una medición más precisa. Seleccionar una zona con agua tranquila y sin presencia de plantas acuáticas para que el flotador se mueva con facilidad. La profundidad debe ser medida en 5 puntos a distancias iguales a través del rio, para ello previamente se marcó con estacas a ambos lados del río el punto de inicio (A) y de termino (B). Utilizando las estacas del punto de inicio se colocará una cuerda de donde serán tomadas las medidas de profundidad en 5 puntos divididos a lo largo de la cuerda.

El flotador que será utilizado puede ser un pedazo de madera o rama lisa de unos 30 cm de longitud y 5 cm de anchura o se puede usar una botella de agua cerrada de unos 10 cm de altura, que contenga agua o tierra para que flote con la parte superior encima de la superficie. Al flotador se le colocará una cuerda para poder recuperarlo después de las mediciones. El flotador será soltado unos metros antes del punto de inicio y se medirá el tiempo (m/s) que tarda en recorrer la distancia del punto A al punto B. Esto deberá

repetirse de 5 a 10 veces.Toda esta información será anotada en el formato que se realice para el AP, pudiendo usar de referencia los formatos presentados en el manual sugerido por Botello (2022).

I. Macroinvertebrados acuáticos

Para el monitoreo de este grupo de organismos se deberá seleccionar un área del cuerpo de agua que cubra por lo menos 500 metros del cuerpo de agua. Dentro de esta área se ubicarán cinco puntos abarcando los posibles microhábitats presentes (raíces sumergidas, restos leñosos, vegetación acuática, oquedades); además de diferentes profundidades (fondo, nivel medio y superficie). Para realizar la colecta se utilizará una red tipo "D" de 300 mm de diámetro y una luz de malla de 30µm. Se deberá ubicar la boca de la malla frente a la corriente asentando la base en el fondo del cuerpo de agua. El sedimento colectado se colocará en charolas de plástico blancas en las que se separarán manualmente los invertebrados acuáticos. Después de ello se preservarán en una solución de etanol al 80% para su traslado al laboratorio e identificación. Si no se tratara de una colecta definitiva deberán ser fotografiados y liberados en el sitio. Toda esta información será anotada en el formato que se realice para el AP, pudiendo usar de referencia los formatos presentados en el manual sugerido por Botello (2022).

VII.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.

Tabla VII.6. Fijación de montos para fianzas

	CONCEPTO	COSTO ($)
	Proyecto	**202,000,000.00**
1	Preparación del Sitio	80,000,000.00
2	Construcción	120,000,000.00
3	Mantenimiento	2,000,000.00
	Compensación Ambiental	**2,197,158.30**
4	Compensación	2,197,158.30
	Medidas	**18,978,719.68**
5	Restauración, Reforestación y Proyecto de Flora	1,554,404.38
6	Protección de Fauna	4,106,557.30
7	Prevención y combate de incendios	540,000.00
8	Restauración de Suelos	186,000.00
9	Manejo de Cauce	
10	Turismo Sustentable	3,100,000.00
11	Agroecología y Gastronomía	418,855.00
12	Vivero permanente forestal y agroecológico/Sala Forestal	7,488,903.00
13	Área Destinada Voluntariamente a la Conservación	1,584,000.00
	Dictamen Técnico Unificado	
14	Pago de Derechos	111,773.00
	TOTAL	**223,287,650.98**

VII.5. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

La estimación de costos por cada medida implementada para la restauración y/o compensación por las actividades relacionadas al cambio de uso de suelo, es presentada en cada uno de los programas mencionados (ANEXOS del Capítulo IX del presente documento).

	ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN	**COSTO ($)**
1	Restauración, Reforestación y Proyecto de Flora	1,554,404.38
2	Protección y rescate de Fauna	4,106,557.30
3	Restauración de Suelos	186,000.00
4	Manejo y protección de Cauce	
COSTO ESTIMADO		**5,846,961.68**

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU)
DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL
MODALIDAD B-REGIONAL

CAPÍTULO VIII

Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas

Proyecto:

"Sttupa Regeneración"

Valle de Bravo, Estado De México

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En este capítulo se realizará un análisis para visualizar los posibles escenarios futuros de la región bajo estudio, considerando en primer término al **escenario sin proyecto**, seguido de otro **escenario con proyecto** y finalmente, uno que **incluya al proyecto con sus medidas de mitigación.**

En los capitulo anteriores se desarrolla la descripción de las obras, y un diagnóstico de su entorno, para poder evaluar las interacciones con el proyecto y evaluar los posibles impactos para llegar a la propuesta de medidas o estrategias para evitar o mitigar los posibles daños. En el capítulo VI, se justifica el CUSTF basado en el cumplimiento de 4 supuestos que establece la normativa. En ese capítulo además se abordó con un enfoque económico y ecosistémico, el análisis[1] del flujo de los servicios ecosistemas vinculado con el proyecto, antes, durante y posterior del proyecto.

Este análisis presenta el análisis ambiental y económico con los siguientes objetivos,

a. Evaluar el flujo de servicios ecosistémicos (SE) antes, durante y después del proyecto a partir del modelo *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* (InVEST) y del *Soil & Water Assessment Tool* (SWAT).
b. Hacer al Análisis Costo Beneficio Social (ACBS) de 17 medidas de mitigación del impacto ambiental a realizarse en el predio donde se ubica el Sttupa Regeneración.

En este capítulo retomaremos los resultados del análisis del flujo de servicios con los escenarios modelados, sin proyecto, con proyecto; para incorporarlos al desarrollo de este capítulo y tener un enfoque a nivel regional de las repercusiones positivas o negativas en la implementación del proyecto con respecto al ambiente y sociedad. Los pronósticos ambientales se abordarán desde dos escalas de enfoque: 1) A nivel local (área del proyecto) con los estudios levantados en campo, y 2) a nivel del Sistema Ambiental regional a través del flujo de los servicios ecosistémicos.

VIII.1. ANTECEDENTES.

Para fundamentar los posibles escenarios en la región, es necesario partir de las diversas tendencias que se han expresado en la región, y que vincula aspectos culturales, ambientales, turísticos, económicos y sociales en la región.

IMPORTANCIA BIOCULTURAL

La región de Valle de Bravo ha sido un sitio de importancia desde antes de la conquista; de tal manera que los aztecas tenían controlado ese territorio matlalzinca, como región estratégica y corredor cultural entre la costa del Pacífico y el Altiplano Central, ya que cuenta con más de 100 sitios arqueológicos, desde asentamientos habitacionales hasta sitios de culto en las cimas de los cerros más prominentes, petrograbados de la época teotihuacana, e incluso pinturas rupestres y registros de huellas humanas con una antiguedad aproximada de siete mil años. De ahí, la cosmovisión indígena del territorio con su riqueza ambiental, le da un valor histórico de identidad biocultural importante. Posteriormente, fue un importante sitio de actividad económica por la producción de rebozos, arreos y productos con hierro (contaba con 9 minas) como parrillas, hornillas, etc. Actualmente se reconoce una importante presencia de población

[1] *Análisis económico y ecológico del proyecto, mediante la evaluación del flujo de servicios ecosistémicos (SE) antes, durante y después del proyecto a partir del modelo Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST) y del Soil & Water Assessment Tool (SWAT).*

humana, con más de 200 mil habitantes, 20 mil de ellos pertenecientes a los pueblos originarios Mazahuas, Otomíes, Nahuas y los últimos descendientes del pueblo Matlatzinca.

Para 1941, el General Lázaro Cárdenas establece --por la importancia forestal que tiene--, como *Zona Forestal Vedada a los terrenos constitutivos de las Cuencas de los rios Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec*; y que ya recientemente en 2005 se recategoriza a la normativa ambiental como *Área Natural Protegida*. Área Natural Protegida que concuerda con la categoría *de Área de Protección de los Recursos Naturales* con la que fue dotada, para la protección de los macizos forestales captadores de agua en las cuencas hidrológicas en las que se originan los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, así como proteger los suelos y recuperar su vocación forestal, y preservar los ecosistemas representativos y la alta diversidad biológica presente en el Área. Su altura entre los 1 800 y los 3 600 m.s.n.m. genera climas predominantemente templados subhúmedos o húmedos, y una vegetación predominante de bosque de coníferas y encinos.

También se caracteriza por su belleza paisajística y sus atractivos turísticos que son el resultado de proteger dentro de ella importantes relictos de bosque mesófilo de montaña (que antes abundaba) y selva baja caducifolia, así como macizos forestales de pino-encino, pino, encino, oyamel y bosques de galería. De estos ecosistemas depende la existencia de 2,596 especies de plantas y 879 de fauna, muchas de ellas endémicas y 76 de ellas listadas en alguna categoría de riesgo.

Entre las especies características del ANP se encuentran el carpintero volcanero (*Picoides stricklandi*), la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), el ajolote (*Ambistoma rivulare*), el puma (*Puma concolor*), el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), el dragón arborícola (*Abronia deppii*), el ocote blanco (*Pinus montezumae*), el encino blanco (*Quercus scytophylla*), el morilla (*Carpinus caroliniana*), el macuil (*Oreopanax xalapensis*) y el Oyamel (*Abies religiosa*). Cabe resaltar que el ANP es especialmente reconocida porque en ella se ubica el Santuario Piedra Herrada, en el cual encuentra refugio la mariposa monarca y forma parte de un corredor de *5 Áreas Naturales Protegidas*, en las que se protege este fenómeno migratorio único. Además, el municipio cuenta con 5 parques estatales.

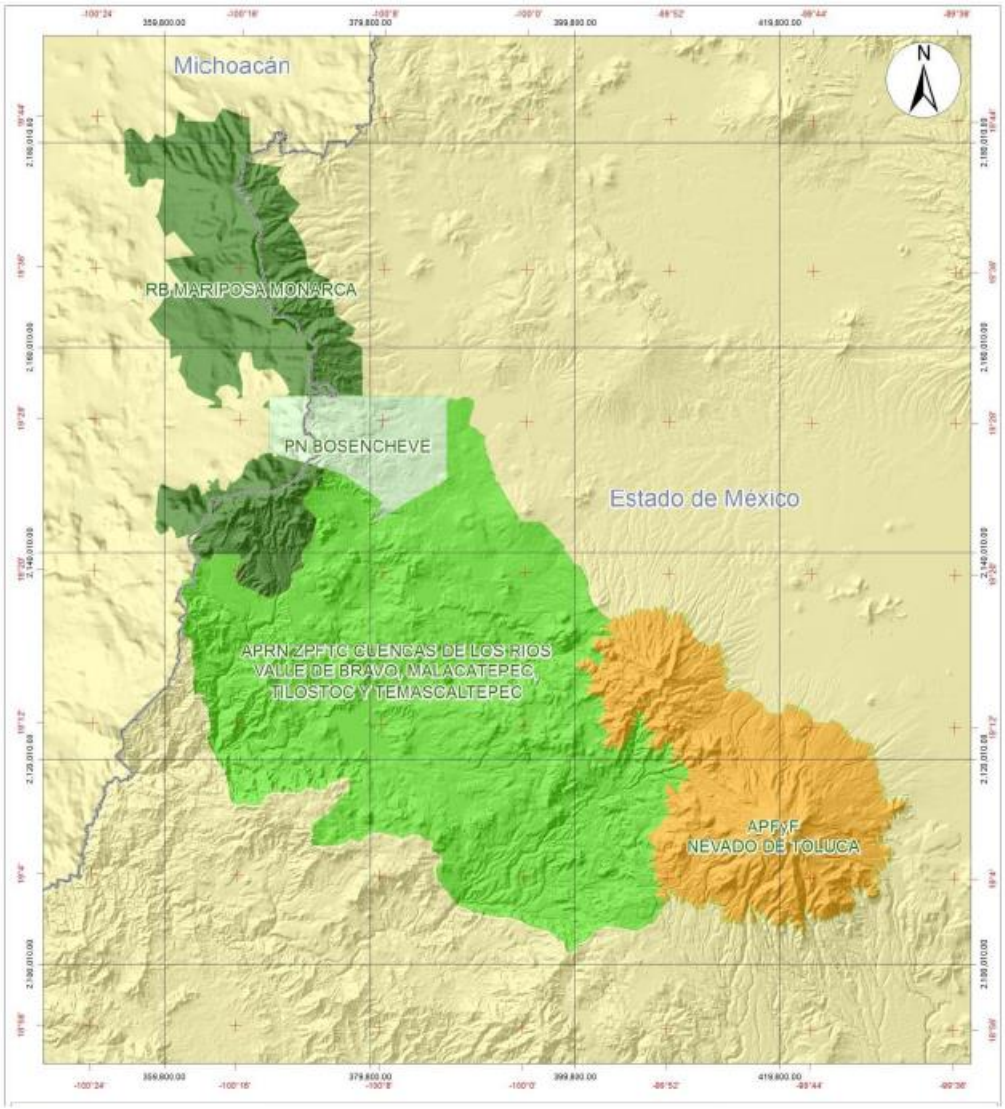


Imagen VIII.1. ANP´s federales entre los estados de México y Michoacán.

Estas ANP son:

1. Parque Estatal Cerro Cualtenco.
2. Santuario del Agua Presa Corral de Piedra.
3. Santuario del Agua Valle de Bravo.
4. Parque Estatal Monte Alto.
5. Área de Protección de los recursos naturales Zona Protectoras forestal de los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos de Valle de Bravo, Malacatepec, Tiloxtoc y Temascaltepec

IMPORTANCIA HÍDRICA PARA LA CAPITAL DEL PAÍS.

Esa importancia forestal presta especial atención como captadores de agua en las cuencas que las originan, de manera que para finales de 1947 como parte de un complejo hidrológico Sistema Hidroeléctrico "Miguel Alemán" (ahora extinto), se construye con la recién creada Comisión Federal de Electricidad, la

presa Miguel Alemán (Presa de Valle de Bravo). Ese sistema ahora son parte del Sistema Hidráulico Cutzamala (dentro de la región hidrológica del Río Balsas) el cual abastece de agua potable a la zona metropolitana de Ciudad de México y a Toluca; además es operado por la Comisión Nacional del Agua.) Inicialmente tenía una capacidad de 400 millones de metros cúbicos con una superficie de 21.1 kilómetros cuadrados, con una profundidad aproximada de 35 metros. Las 3 presas principales Villa Victoria, El Bosque y Valle de Bravo conforman las principales fuentes de abastecimiento del Sistema Cutzamala; donde la presa de Valle de Bravo es la de mayor capacidad con 394 millones de metros cúbicos.







Este sistema depende en gran medida de 101 corrientes y cuerpos de agua dentro de los cuales se incluyen 24 ríos, 63 arroyos 3 lagos (naturales); 6 presas, y 5 plantas hidroeléctricas (artificiales) (cuadro 4). Las corrientes más importantes son los ríos Salitre, Tilostoc, Amanalco, Los Quelites río Verde y el arroyo Colorado. Así mismo se han registrado al menos 841 manantiales distribuidos entre los municipios de Valle de Bravo, Amanalco, Donato Guerra y Villa Victoria, que producen 3.84 m3/s, la mayoría de los manantiales se ubican en los municipios de Valle de Bravo (396) y Amanalco. En total el sistema cuenta con siete presas (tres de almacenamiento y cuatro derivadoras), seis macroplantas de bombeo (para vencer un desnivel de 1,100 m), un acueducto (de 205.7 km con tubería de acero y concreto de diámetros entre 1.07 y 3.5 m), un túnel (de 43.99 km), un canal abierto (de 72.55 km) y una planta potabilizadora (que consta de 5 módulos de 4,000 lps cada uno).

Los volúmenes que suministra el Sistema Cutzamala aportan el 24% del agua potable que abastece al Valle de México. Estos volúmenes benefician a 13 alcaldías de la Ciudad de México y a 14 municipios del Estado de México. La capacidad útil total del Sistema es de 790 hm3, aunque en promedio, el Sistema entrega 446.65 hm3 al año, el agua se deriva, en primer lugar, hacia la ciudad de Toluca, y el resto se envía a la ZMVM (Zona Metropolitana del Valle de México). El Sistema entrega entre 14 m3/s y 15 m3/s anuales de agua a las ZMVM y ZMT (Zona Metropolitana de Toluca): en promedio, se entregan 154 hm3 (4.9 m3/s) al Estado de México (de los cuales aproximadamente 0.8 m3/s corresponden a la ciudad de Toluca) y 292 hm3 (9.3 m3/s) a la Ciudad de México; asimismo, provee de presión a las redes de abastecimiento de la ZMVM (CONAGUA, 2015).

IMPORTANCIA ECONÓMICA COMO ATRACTIVO TURÍSTICO E INMOBILIARIO

La Presa de Valle de Bravo (Miguel Alemán), se ha convertido un importante polo de turismo recreativo de la megalópolis de la Cd. De México (mayor centro de población en la república), como un sitio idóneo para practicar deportes acuáticos, como navegación en velero, esquí, kayak, *stand up paddle*, pesca deportiva, paseos en yates y lanchas. Este lago artificial que se formó por el embalse de la presa Miguel Alemán tiene a alrededores más de 40 clubes náuticos; el lago es ideal para la navegación y para practicar toda clase de deportes acuáticos. Además, Valle de Bravo se ha convertido en un sitio para disfrutar del vuelo libre (papalotes y parapentes) que usualmente parten de la cima de Monte Alto, conocido como el cerro de los papalotes ubicado a 2,500 metros sobre el nivel del mar. También se practican el ciclismo de montaña, moto cross, expediciones 4×4, tenis y equitación. Hay tres campos de golf con todos los servicios. Además, sus bellos paisajes, con las casas que circundan el embarcadero, cuyos típicos techos de dos aguas están hechos de teja, y los montes de fondo lo han convertido en un pueblo mágico. Por tanto, una importante fuente de económica para el municipio de Valle de Bravo que poco a poco se ha convertido en un lugar de descanso y recreativo por su atractivo paisajístico. Este desarrollo ha traído importantes impactos en el entorno natural con cambio de uso del suelo en terrenos forestales, contaminación a los cuerpos de agua y sus fuentes de abastecimiento (ríos, arroyos y manantiales), sobreexplotación de sus fuentes, entre otros factores como tala ilegal, incendios provocados, etc.

Así mismo, estas características paisajísticas, lo han convertido en un atractivo espacio para el hospedaje temporal y la estancia habitacional permanente. En particular hacia la zona del proyecto, es decir, la localidad de Avándaro, en donde se presenta el mayor crecimiento urbano y habitacional, como se observa comparativamente con la cabecera municipal, Avándaro posee el 73% de las licencias de construcción, cambios y subdivisiones que se tramitan en el municipio. Ello conlleva la entrega del patrimonio ejidal y comunitario a manos de privados.

Tabla VIII.1. Emisión de Licencias de Uso Construcciones, Cambios y Subdivisiones del Suelo.

Licencias emitidas	Tipo de trámite	Ubicación	
		Cabecera municipal y Avándaro	Localidades del municipio
864	Licencia de uso de suelo y de construcción	636 73%	228 27%
65	Licencia por cambios de uso, altura, densidad, frente, lote y superficie mínima	54 83%	11 17%
266	Autorizaciones de licencias de uso de suelo para subdivisión o fusión de predios	176 66%	90 34%

Los principales problemas que presenta su territorio y las ANP el municipio son:

- Incertidumbre en la tenencia de la tierra

- Inaplicación del plan de manejo del ANP, o carencia del mimos.
- Incendios forestales
- Tala clandestina
- Invasión en las reservas por asentamiento irregulares, en proceso de consolidación o irreversibles.
- Erosión de suelos,
- Contaminación de corrientes de agua
- Importante presión por el crecimiento de la frontera agrícola y urbana (conurbación)
- Degradación de los ecosistemas en general.

NATURALEZA DEL PROYECTO "STTUPA REGENERACIÓN"

Ante las tendencias en la región, la naturaleza singular del origen del proyecto "Sttupa Regeneración" es innovador para proponer y enfrentar el conflicto entre la conservación y el desarrollo en la región. La unión de socios que proponen en conjunto 22 subunidades integrados para la conservación, revalorando el entorno mediante una participación activa de los dueños de sus terrenos para generar sinergias colaborativas hacia la protección ambiental sin menoscabo de contar con una vivienda ecológica, entre otras medidas de alcance regional, son sin duda una propuesta que debe valorarse e impulsar.

La tendencia en el diseño de la construcción de obras habitacionales en entornos naturales sigue permeando sistemas convencionales que generan impactos al ambiente por el uso de sistemas de luz, agua, drenajes convencionales que provoca la contaminación por descargas, consumo excesivo de energía, desperdicios, y poco o nada por respetar las áreas verdes o fomentar la conservación. Los estudios realizados constatan lo anterior, por ejemplo, en el análisis del cauce del arroyo tomatillo que cruza y forma parte de los componentes ambientales del proyecto (ver capitulo IV). El SAR proyecta una tendencia hacia el incremento de la mancha urbana hacia el sur de Avándaro donde se localiza el AP, por una parte, por casas y desarrollos habitacionales, así como por ranchos de grandes extensiones de bosque. El PMDU señala claramente el problema hacia el incremento de edificaciones o desarrollos sin autorización, y/o violentando la normativa en zonas boscosas; así mismo como la modificación paulatina de las autorizaciones de superficies que posteriormente son ampliadas ilegalmente.

En este sentido cabe mencionar, que el AP presenta obras de construcción convencional suspendidas (sin actividad actual) por la autoridad, que han generado un impacto previo a la implementación de las actividades de este proyecto, que están siendo evaluadas mediante un estudio de daño ambiental; los impactos permanentes y temporales han sido incorporados en este proyecto con una orientación totalmente diferente a la convencional con la que se iniciaron dichas obras. Esto toma importancia dado que dicho estudio integra las obras para su evaluación, e implementación de medidas de mitigación; así mismo estas superficies afectadas son integradas como parte de la propuesta para el cambio de uso del suelo.

Sin duda alguna, la riqueza ambiental de la zona es de singular apreciación y valor para el estado y el país para fines turísticos, habitacionales, de investigación, fuente de derrama económica, fuente de abastecimiento de agua para el sistema Cutzamala, cultural entre otras; por lo que toma relevancia para la sociedad y las políticas públicas. Es por ello que la normativa del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Bravo, se alinea al Programa de manejo del APRN VB, con el fin de avanzar hacia un desarrollo sustentable en la región, aplicando normativas específicas para la subzonificación del PMDU VB.

Cabe señalar, que el diseño del proyecto "Sttupa Regeneración" se basa en un diseño arquitectónico regenerativo, sin embargo, este enfoque es poco conocido, dado que la población en general esta más acostumbrada al término "sustentable". Ante la declaratoria del decenio de la restauración 2021-2030 de la ONU, pone el foco de atención en la protección y sobre todo la regeneración de todos los ecosistemas del mundo para el beneficio de las personas y la naturaleza. En este sentido, el diseño regenerativo o regeneración se está convirtiendo en la nueva palabra de moda, aunque, por supuesto es más que eso: es un movimiento que atrae a organizaciones e individuos de todos los sectores y partes del mundo en una llamada a la acción (Hernández, 2021).

Los efectos nocivos como los monocultivos, alimentos transgénicos, energías convencionales, ropa sintética, construcciones dañinas, entre otros, son algunos de los factores que tiene al planeta en jaque. Según la organización Fondo Mundial para la Conservación (WWF por sus siglas en inglés), se pronostica que para el año 2050 el planeta ya no tendrá condiciones de vida aptas, a no ser que a partir de hoy se implementen estrategias de carácter global y que involucren a todas las aristas de la sociedad, tanto en el diseño y ejecución de una política socioambiental. Es aquí, donde el diseño regenerativo adquiere fuerza y relevancia para la construcción de un método que permita revitalizar el concepto hombre - naturaleza. El diseño regenerativo asume una gran relevancia, pues se trata de regenerar, revitalizar, reavivar, reintegrar y reconfigurar la tierra, los recursos, la construcción y la forma en que la humanidad se alimenta y moviliza. Es decir, una forma de vida realmente sana y sustentable para el medio ambiente.

Delgado (2017) asevera que el diseño regenerativo representa una herramienta útil para abordar proyectos con un enfoque cabal, esto porque hace énfasis en la importancia de reconocernos como parte de un sistema socio-ecológico que es fundamental comprender a partir de sus elementos. Aquí la importancia de este tipo de proyectos, donde es necesario trabajar con equipos de diseño conformados por especialistas de diferentes disciplinas, con la premisa de lograr el entendimiento del lugar como un todo, apoyados con visión de pensamiento sistémico.

El diseño regenerativo emerge entonces, como un sistema que permite la reintegración del hombre con la naturaleza. Es una composición de carácter inclusivo, quizá el único que podría abarcar todas las disciplinas con un único fin: el rescate socioambiental del hábitat.

El diseño regenerativo se definiría como un enfoque basado en la teoría de sistemas orientado a los procesos de diseño. El término regeneración, describe los procesos que restauran, renuevan o revitalizan sus propias fuentes de energía y materiales, la creación de mecanismos sostenibles que incorporen las necesidades de la sociedad a la integridad de la naturaleza, donde la participación ciudadana es crucial para la integración objetiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Sotelo-Aragón et al, 2019; Heavengrown, 2021).

VIII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.

Los estudios a escala local (AP) que se levantaron en el área del proyecto, se tomaron como la línea base (cero o sin proyecto) y se estimaron como las condiciones preexisten (sin proyecto) de calidad del hábitat, suelos, aire, vegetación y fauna.; que bien se pueden traducir en servicios ecosistémicos de retención de suelo y, carbono, polinización En estos últimos toma relevancia la información sobre la diversidad respecto al SAR y el AP. Ahora bien, existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener, también conocido como el índice de Shannon derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la

heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. (Shannon, 1948[2]; Castellanos-Bolaños et al., 2008[3]).

Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

Condición	Valor
Condiciones óptimas / diversidad muy alta	5
Muy buen estado / diversidad alta.	4
Buen estado / diversidad media-alta.	3-4
Estado moderado / diversidad media.	2-3
Pobre con perturbación / diversidad baja.	1-2
Mal estado / diversidad muy baja.	0-1

En este sentido, el AP sin proyecto, presenta actualmente un estrato arbóreo propio de bosque templado del AP con predominancia en la familia Pinaceae, representada dentro del AP por tres especies (*Pinus hartwegii, Pinus leiophylla, Pinus montezumae*), debiendo su mayor peso ecológico al aporte *de Pinus leiophylla*. El estrato arbustivo por su parte, mostro el valor más alto de cobertura (33.5%), siendo *Dendropanax arboreus* la más representativa, la familia Asteraceae obtuvo la mayor riqueza de especies con 4, de igual manera se encontró a *Comarostaphylis discolor* bajo la categoría de protección especial (Pr) en la NOM-059 (SEMARNAT, 2010). Las plantas que constituyen el estrato herbáceo indican que las familias Asteraceae y Poaceae representan la mayor riqueza de especies, con 8 y 4, respectivamente, por otro lado, la especie de mayor importancia (123.50%) es *Ageratina sp.* Actualmente el índice de diversidad para todos los estratos se considera como media en un estado moderado de conservación (Índice de Shannon (H´) 2.1450, 2.2689 y 2.7021, respectivamente).

En la vegetación de cañada o riparia, en el estrato arbóreo se mantiene la familia Pinaceae con mayor IVI, representada por tres especies: *Pinus duglasiana, Pinus leiophylla, Pinus montezumae*; no obstante, la especie que registro mayor presencia es *Quercus scytophylla*. En este tipo de vegetación hay presencia de la especie *Carpinus caroliniana* (en categoría de Amenazada - A) así como una diversidad de media de 2.2432. En arbustos nuevamente encontramos en estado renuevo a la especie *Carpinus caroliniana* (A) y se registra a las especies dominantes a *Dendropanax arboreus* con 79 y *Quercus scytophylla* con 76 ejemplares, este estrato mantiene la diversidad media (2.7829). En las hierbas destaca las familias Asteraceae y Fabaceae representando la mayor riqueza de especies con 9 y 6, respectivamente, ningún ejemplar se halla en riesgo y de acuerdo a los resultados del índice de diversidad este estrato se considera en buen estado de conservación y por ende con una diversidad media-alta (3.0692).

La fauna en el área del proyecto, en relación a las aves, mamíferos, reptiles y anfibios, se puede encontrar avistamientos de 94 especies de aves, de la cuales, dos especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT 2010: El Clarín Jilquero (*Myadestes occidentalis*), considerada como "sujeta a Protección especial" (Pr), y el Chipe Lores Negros (*Geothlypis tolmiei*),

[2] C. E Shannon The mathematical theory of communication: 134-154, University of Illinois Press, Champaign, IL USA, 1948.
[3] J. F. Castellanos-Bolaños, E. J. Treviño-Garza, O. A. Aguirre-Calderón, J. Jiménez-Pérez, M. Musálem - Santiago, R. López-Aguillón. Madera y Bosques, 14: 51-63, 2008

considerada como Amenazada. Para este grupo se muestra una diversidad media-alta y por ende en buen estado (H') 3.8.

El AP albergar nueve especies de mamíferos que se registraron con avistamientos o evidencia de su presencia, la más abundante fue la Ardilla Gris (*Sciurus aureogaster*) y el Conejo de Monte (*Sylvilagus cunicularius*) que es endémica. Para la herpetofauna pueden encontrarse en el AP la presencia de 12 especies (4 anfibios y 8 reptiles), siendo las mejores representadas Phrynosomatidae y Natricidae.

Ahora bien, toma relevancia el sitio ante la fauna, por la presencia de tres especies consideradas como Amenazadas (*Lithobates neovolcanicus, Thamnophis cyrtopsis y Conopsis biserialis*) y una sujeta a Protección especial (*Sceloporus grammicus*). No obstante, para ambos grupos la diversidad de especies que se observo es baja por lo que se podría decir que estos grupos se encuentran pobres con perturbación (Índice de Shannon (H´) 1.5 y 1.83, respectivamente).

En conclusión, podemos indicar que tanto para flora y fauna silvestre de las zonas del proyecto se encuentran en un estado de conservación y de diversidad media, misma que podría mantenerse en el sitio, si disminuye la presión antropogénica o se mantiene igual.

En cuanto a las corrientes intermitentes del arroyo El Tomatillo y sus tributarios, los estudios demuestran efectos de la contaminación por obras cuenca arriba, así mismo obras que afectan su cauce y volumen de escurrimientos. Así mismo, cuenca abajo del AP, muestra niveles considerables contaminación; sin embargo, en el AP las muestras reflejan una mejor calidad del agua. Esto evidencia la presión inmobiliaria o habitacional con sistemas convencionales de construcción y operación cuenca arriba; es decir, generación de aguas residuales y desechos sólidos. Por otro lado, la creciente tala ilegal provoca una disminución hormiga de las masas forestales, como se puede escuchar en cualquier momento en esas zonas con el sonido de las motosierras, y el golpe del derribo del arbolado maduro incluso inmaduro.

Por otra parte, no menos importante, la zona es un foco rojo en cuanto a incendios forestales, además de la afectación del arbolado y la fauna presente, genera una inseguridad constante para las viviendas que se encuentran dentro de las zonas boscosas y que muchos de ellos son residenciales o grandes ranchos.

Por otro lado, el área en este escenario es vulnerable permanentemente a la presión antropogénica mediante obras de construcción convencional, que finalmente terminarían destruyendo el bosque y sus recursos, con evidencias afectaciones. Esta tendencia y las políticas urbanas está claramente establecida en el PMDU VB y en el PM de APRN VB, donde buscan densificar, consolidar, para reducir costos de los servicios, sin embargo, esta política se consume los recursos en su crecimiento de la mancha urbana, y los caseríos replican y se integran poco a poco al proceso de urbanización. Ello genera un conflicto con las zonas de riqueza ambiental, o forestales, lo que vulnera el uso de suelo, y se van convirtiendo poco a poco en reservas territoriales que serán devastadas tarde o temprano por la mancha urbana.

Ante este escenario, el proyecto se perfila a ser un modelo para las zonas forestales (comunidades, rancherías, caseríos, suburbanos) de hábitat regenerativo que integre desde la concepción misma del proyecto un enfoque social voluntario y participativo hacia la conservación, protección ambiental para la vivencia de un entorno sano para el crecimiento y desarrollo de las personas (derecho constitucional), viable y replicable.

A escala regional, el análisis del flujo de los servicios ecosistémicos sin proyecto se puede identificar en base a la información levantada en la región.

Datos utilizados para los flujos de servicios ecosistémicos a nivel SAR

Los paquetes informáticos utilizados requieren diversas capas cartográficas y parámetros para el análisis. A continuación, se enuncian las capas de información, su fuente y se indica para qué servicio ecosistémico se utilizaron.

Tabla VIII.2. Listado de fuentes de información utilizadas para la modelación de servicios ecosistémicos en Stuppa Ranch.

ID	Fuente de información	Descripción	Resolución/ escala/ frecuencia	Vínculo electrónico	CARB	POLI	SEDI	AGUA	ENFR	HABI	PERC
1	Modelo de elevación digital	Ráster de relieve continental de México	15 metros	https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/index.jsp							
2	Uso de suelo y vegetación	Ráster de uso de suelo y vegetación (9 clases)	30 metros	Elaboración propia.							
3	Carta edafológica	Ráster de los tipos de suelo	1:250,000	Adaptación propia basada en https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/#Descargas							
4	Delimitación de la nano cueca	Capa vectorial de delimitación	1:50,000	Elaboración propia.							
5	Datos climáticos	Datos sobre temperatura y precipitación	Diaria	http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html							
6	Caminos existentes	Capa vectorial de caminos	1:50,000	https://inegi.org.mx/temas/viascomunicacion/#Descargas							
7	Obras existentes	Capa vectorial de las obras que se han realizado hasta este momento	1:50,000	Elaboración propia.							
8	Obras futuras	Capa vectorial de las obras proyectadas	1:50,000	Elaboración propia.							

Fuente: Elaboración propia. NOTA: CARB – Almacenamiento de carbono, POLI – Polinización, SEDI – Retención de sedimentos, AGUA: captación de agua de lluvia, ENFR – Enfriamiento de islas de calor por vegetación, HABI – Calidad del hábitat, PERC – Percolación anual.

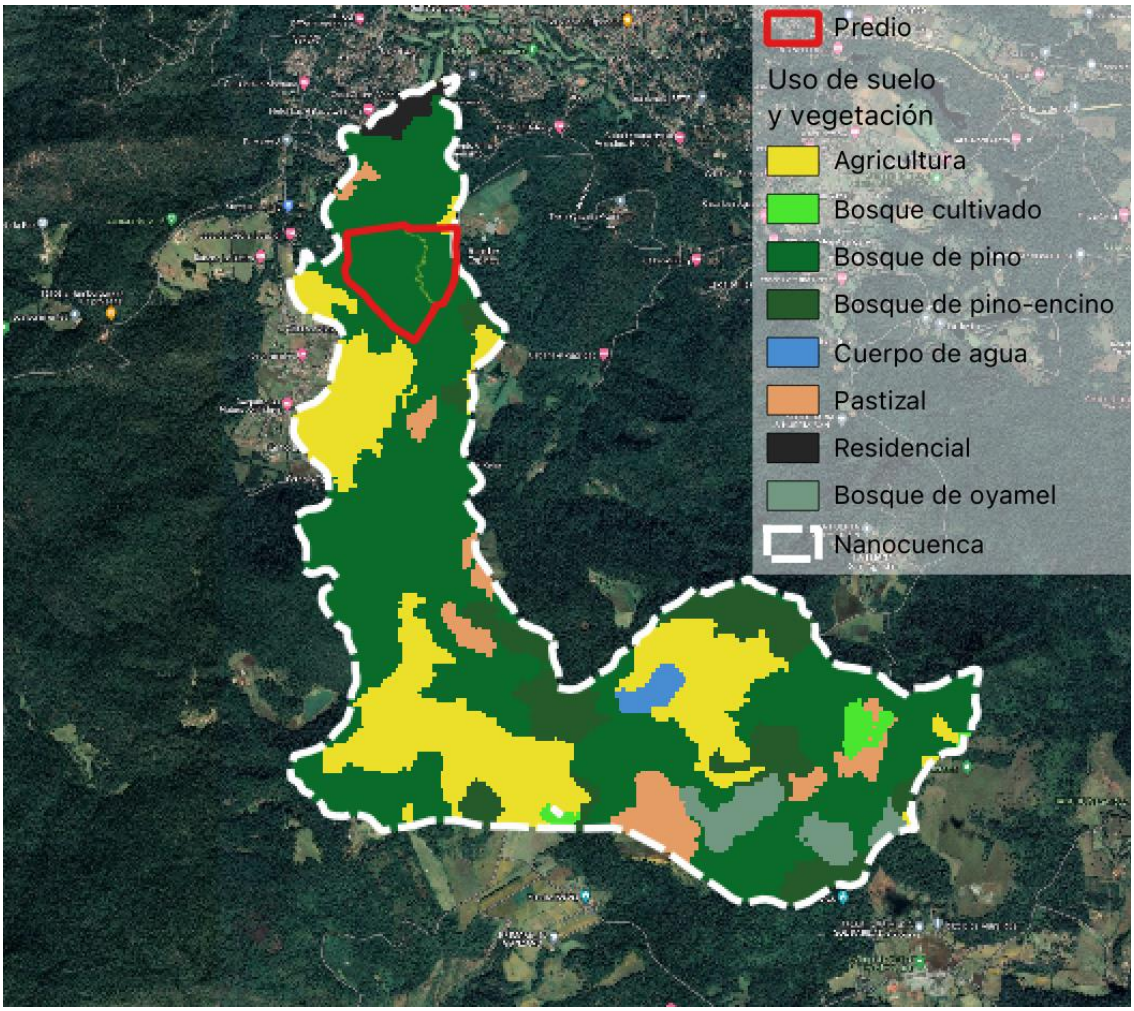


Figura VIII.1. Uso de suelo y vegetación (antes del proyecto)

De acuerdo con el análisis realizado para la región sobre el flujo de servicios ecosistémicos, se tomó como línea base los siguientes indicadores para el SAR:

Tabla VIII.3. Linea base obtenidos para determinar el flujo de los ecosistemas (InVEST) en la nanocuenca (SAR)

Servicio	**Unidad**	**Línea base**
Percolación	mm/año	0.2901
Retención de agua de lluvia	m^3/año	11,872,737
Enfriamiento por vegetación	Índice	0.7638
Erosión evitada	ton/hectárea	1.593
Calidad del hábitat	Índice	1
Provisión de polinizadores	Índice	0.1414
Carbón	ton C	24,976

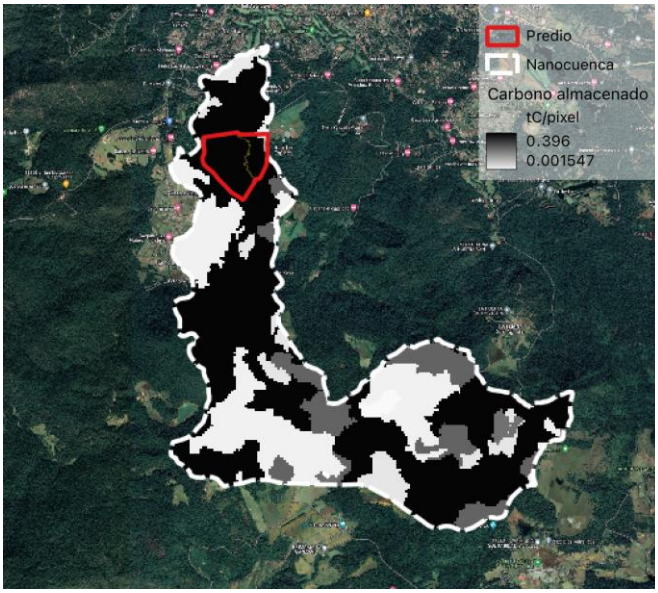


Imagen VIII.2.Stock de carbono en el SAR

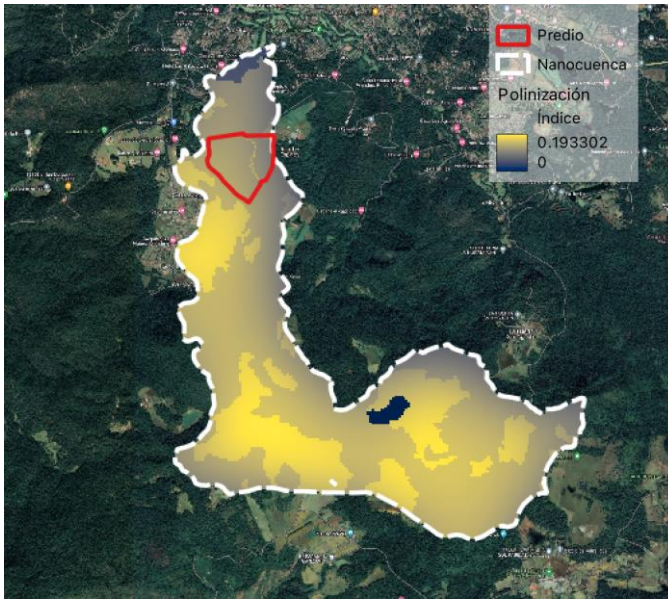


Imagen VIII.3. abundancia de polinizadores

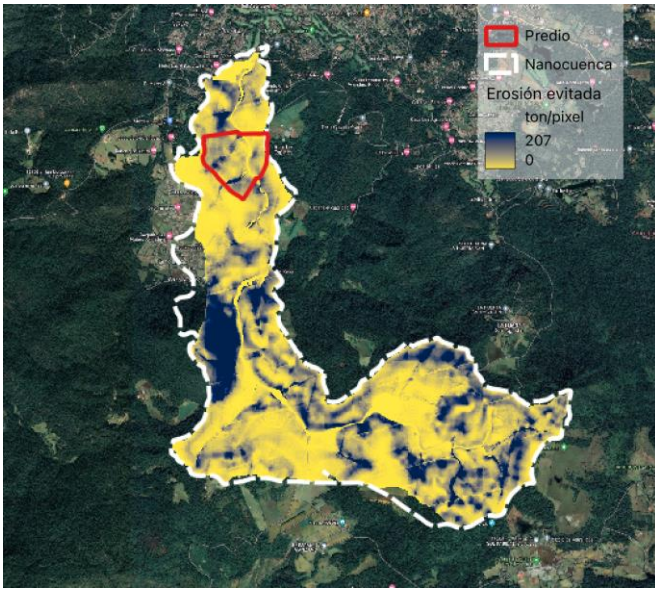


Imagen VIII.4. Retención de sedimentos

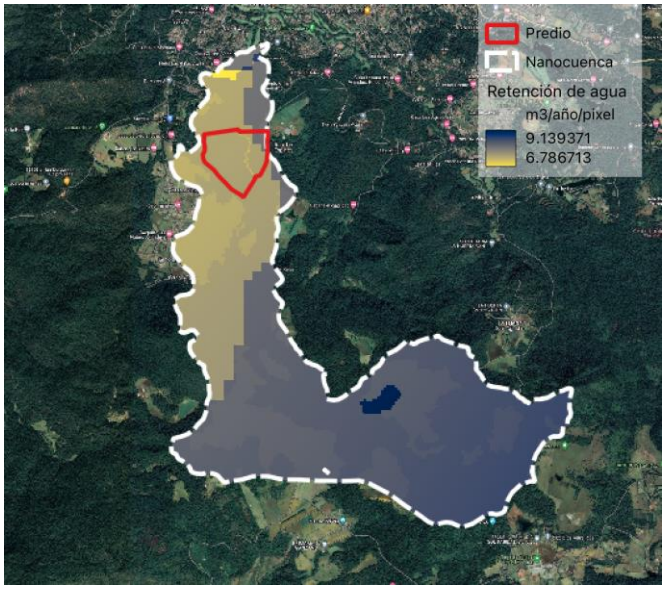


Imagen VIII.5. Retención de agua de lluvia



Imagen VIII.6. Enfriamiento por vegetación en el SAR

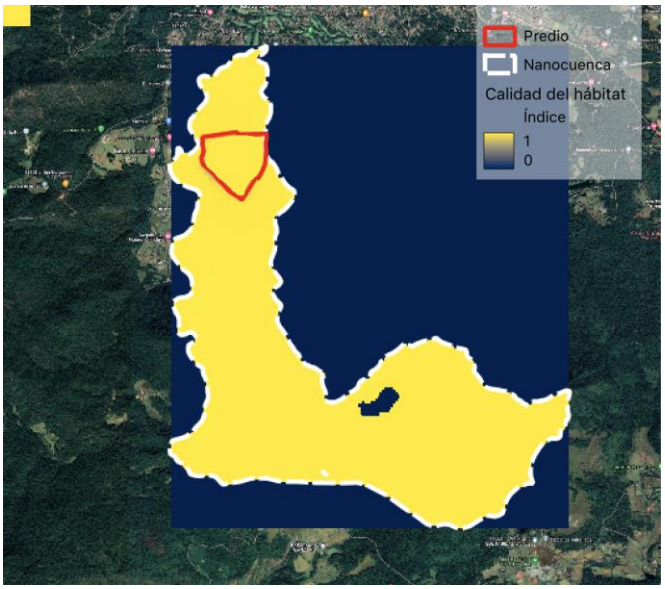


Imagen VIII.7. Calidad del Habitat

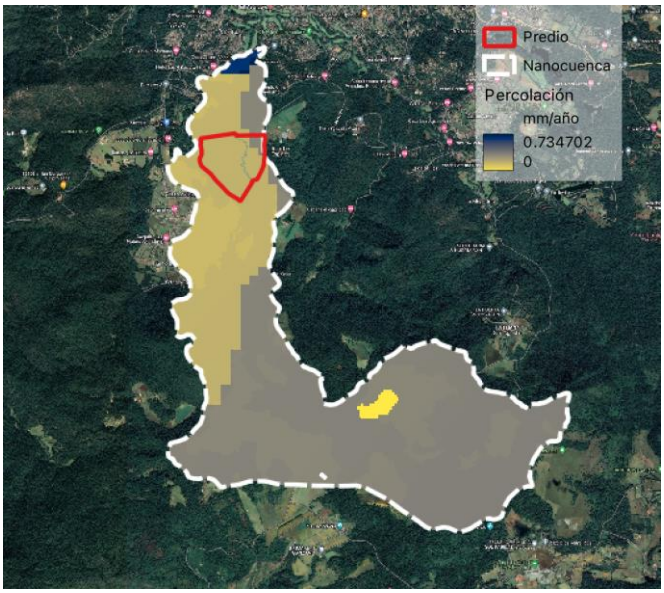


Imagen VIII.8. Percolación en el SAR

En los siguientes apartados, se compara con base a la línea base, los cambios en el SAR derivado de la implementación del proyecto, respecto a los indicadores ecosistémicos mostrados, para identificar el flujo de los servicios ecosistémicos.

VIII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.

El proyecto se ubica en una propiedad de 550,010.30 m^2 en una zona suburbana boscosa al Suroeste de Avándaro que integra 22 subunidades para el disfrute y descanso de sus residentes, las cuales están interconectadas entre si a través de un área destinada voluntariamente para la conservación (ADVC) de 47.037 Ha (85.52%); que mantiene la conectividad en el hábitat de las especies silvestres y permite que los usuarios protejan la calidad de los servicios ecosistémicos de “belleza paisajística, inspiración,

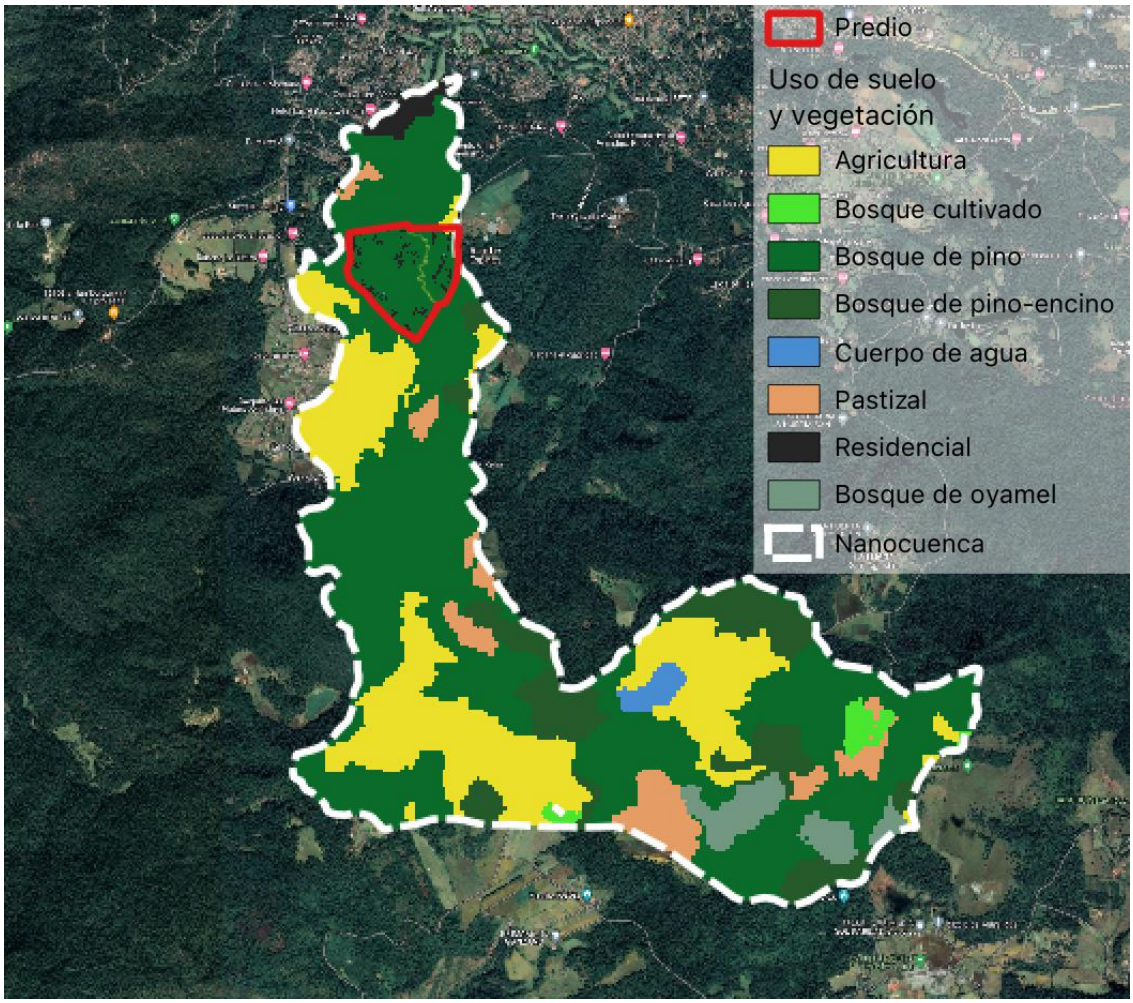
aprendizaje, regulación de la temperatura, polinización, control de inundaciones, captura de carbono, control de plagas", entre otros múltiples beneficios sociales y económicos que les confieren mayor atractivo y valor a todas los terrenos en su conjunto a nivel paisaje. De esta forma, se crea un sistema mutuamente recíproco de beneficios continuos entre los usuarios y el medio ambiente.

El proyecto de Sttupa Regeneración incorpora el lugar, el sitio, la energía, los sistemas, la fauna y la flora, y sus edificaciones arquitectónicas se integran y respetan a la naturaleza en las tres etapas del proyecto (preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento) con el objetivo de restaurar y proteger los servicios ecosistémicos que comparten todas las subunidades en su conjunto, por lo tanto, tiene el potencial para ser un modelo de proyecto de arquitectura regenerativa que influirá exitosamente en el comportamiento de las siguientes generaciones que utilicen el territorio. A través de la difusión de los beneficios atribuibles al Proyecto Sttupa Regeneración, se espera contribuir a la reconexión entre los humanos y la naturaleza a través de la renovación continua de los sistemas socio-ecológicos, demostrando como su efecto regenerativo contribuye con impactos netos positivos, considerando la interconexión del medio ambiente y la salud humana.

Se ha tenido en cuenta el potencial de los usuarios y de la comunidad de Valle de Bravo durante reconceptualización y fortalecimiento del proyecto de Sttupa Regeneración, considerando el nivel de organización inicial requerido para lograr mayor capacidad durante el diseño e implementación de acciones de restauración y manejo sustentable dentro del conjunto de terrenos en el proyecto. En este sentido, a través de la nueva forma de organización entre los usuarios y socios colaborativos, se logró fortalecer las capacidades de generar valor agregado tanto al interior del proyecto como al servicio de la comunidad. Con lo cual, se espera construir una relación mutuamente beneficiosa con los ecosistemas y las familias de la comunidad, hacia una visión compartida de prosperar conjuntamente.

Por lo anterior, consideramos que la naturaleza del proyecto tiene una fortaleza en sí mismo, en razón a que el diseño arquitectónico es regenerativo. La organización de los usuarios hacia la revaloración de su patrimonio natural, ya de por sí mismo es una ventaja; debido los interesados por la conservación mediante una ADVC. Por otro lado, el mismo proyecto arquitectónico regenerativo, y las técnicas constructivas, son ecológicas, buscando el mínimo impacto al ambiente, dando cumplimiento a la normativa ambiental correspondiente. Lo que se espera con ello, es que los desarrolladores, los inversionistas y usuarios de ranchos puedan encontrar un referente ambiental para ser replicable en la región. Fortaleciendo el ordenamiento del territorio y la normativa ambiental a través de un modelo de hábitat que integra la voluntad de los usuarios y habitantes en la conservación.

En este sentido, las medidas de restauración, compensación, reforestación son complementarias para que previo, durante, y después del proceso constructivo, el área del proyecto y el sistema ambiental en que se encuentra tenga mayores beneficios para los ecosistemas y sus servicios ambientales; así mismo para la población.



Por ello, el escenario con un proyecto de esta naturaleza, en donde integra: 1) Diseño regenerativo de hábitat humano, 2) Conservación y conectividad ambiental mediante un Área Destinada Voluntariamente a la Conservación, y 3) Capacitación y formación de la sociedad en la revaloración del ambiente con beneficios multiescala (Turismo sustentable, Agroecología y gastronomía, Vivero forestal y agroecológico, el el ADVC); hace posible que el proyecto por sí mismo sea ambientalmente correspondiente y económicamente viable.

Los instrumentos de regulación que buscan minimizar, mitigar los daños e impactos de los proyectos, se ven favorecidos ante proyectos que, desde su origen conceptual, diseño y ejecución están alineados hacia una participación hacia la conservación, protección y un desarrollo sustentable. No obstante, aquellos posibles impactos que el proyecto prevé se generen, se mitigarán a través de las medidas propuestas.

VIII.4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

El proyecto contempla mitigar las afectaciones a la vegetación a partir de un conjunto de medidas que tienen el objetivo de restaurar los servicios ecosistémicos. Estas medidas se realizarán durante los primeros 5 años del proyecto. Estas medidas son:

- ✓ Reforestación y protección de flora
- ✓ Protección de fauna

- ✓ Restauración de suelos
- ✓ Prevención y combate de incendios
- ✓ Manejo de cauce
- ✓ Turismo sustentable
- ✓ Agroecología y gastronomía
- ✓ Vivero forestal y agroecológico
- ✓ ADVC
- ✓ Infraestructura vivero

Adicionalmente, se considera la restauración de 35.11 hectáreas fuera del predio como medida de compensación.

Estas medidas son analizadas desde una perspectiva de costo beneficio en secciones posteriores, en la que se tiene el objetivo de determinar si son rentables desde un punto de vista socioecológico. Esto es, si los beneficios ambientales que generan superan a los costos de realizarlas.

Para el diseño del escenario del proyecto con las medidas de mitigación se realizó un análisis Costo Beneficio Social (ACBS) de 17 medidas de mitigación del impacto ambiental a realizarse por el proyecto.

Para el caso de las medidas de mitigación se utilizaron los costos de las medidas estimados por el propio proyecto. En la Tabla VIII.4 se presentan los datos sobre costos utilizados.

Para el caso de los beneficios, se consideró una aproximación al valor monetario de los servicios ecosistémicos reportados por de Groot et al. (2012). Estos autores presentan una estimación del valor de los servicios ecosistémicos que proveen distintos ecosistemas a partir de un compendio de estudios de valoración económica en todo el mundo. En particular, se tomó como base el valor de los servicios ecosistémicos proveídos por bosques templados, los cuales ascienden a 3,013 dólares por hectárea al año. Esta cifra fue actualizada por inflación[4], por poder de paridad de compra,[5] y considerando un tipo de cambio de 20 pesos por dólar. Con esta operación se obtiene un valor actualizado de 48,003 pesos por hectárea al año. Asimismo, se consideraron valores mínimos y máximos de estos servicios, reportados por los mismos autores, los cuales ascienden a 4,429 y 261,380 pesos por hectárea al año, respectivamente. Estos valores permiten calcular un intervalo de confianza de los indicadores de rentabilidad a través de una simulación Monte Carlo. Para esta simulación se consideraron 200 mil rondas aleatorias, con ello se busca obtener el menor error estándar posible dada la capacidad de procesamiento del servidor en el que se realizó dicha simulación.

Adicionalmente, se consideró que los impactos en el ecosistema se dan de manera gradual, considerando una función sigmoidal, en la que los servicios se restauran en un periodo de alrededor de 15 años. El periodo de análisis fue de 20 años, considerando que las obras de mitigación se realizan en los primeros 5 años y durante los 20 años sucede la recuperación de los servicios ecosistémicos de manera gradual.

Se consideró una tasa de descuento base de 10%, pero se presentan resultados complementarios a tasas de 8 y 12 por ciento, con fines de comparación.

Tabla VIII.4. Costos utilizados para el análisis costo beneficio social

ID	DENOMINACIÓN	COSTO TOTAL
1	REFORESTACIÓN Y RESTAURACIÓN DE FLORA	$652,054.70

[4] https://www.inegi.org.mx/app/indicesdeprecios/calculadorainflacion.aspx
[5] http://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPPC.RF

ID	DENOMINACIÓN	COSTO TOTAL
-	Control Biológico de plagas y enfermedades	$27,500.00
2	PROTECCIÓN DE FAUNA (monitoreo)	$3,190,500.00
-	Conectividad y Pasos de Fauna	$916,057.30
3	RESTAURACIÓN DE SUELOS	$52,620.00
4	MANTENIMIENTO DEL CAUCE (complementario)	$133,380.00
5	PREVENCIÓN DE INCENDIOS	$1,250,000.00
-	Complementario - Prevención de Incendios	$173,300.00
6	Turismo sustentable	$3,100,000.00
7	Agroecología y gastronomía	$418,855.00
8	Vivero forestal y agroecológico	$418,903.00
9	ADVC	$1,320,000.00
10	Infraestructura vivero	$7,070,000.00
TOTAL		**18,723,170.00**

Fuente: Elaboración propia.

VIII.4.1.1. RESULTADOS DE FLUJOS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.

En la tabla 3A se presentan los resultados del cambio en el flujo de servicios ecosistémicos considerados. Se presenta la situación antes del proyecto, las afectaciones actuales y el escenario futuro. Como se puede observar existen reducciones de los servicios ecosistémicos seleccionados. Los menores impactos se relacionan con los niveles de percolación, de retención de agua de lluvia, y al enfriamiento generado por la vegetación, los cuales son menores a 3% respecto a la línea base. Los mayores impactos se encuentran en la disminución de los acervos de carbono y la pérdida en la calidad del hábitat generados por el cambio de uso de suelo, los cuales ascienden a 10 y 16 por ciento, respectivamente.

Tabla VIII.5. Resultados de los modelos InVEST dentro del predio

Servicio	Unidad	Línea base	Actual	Futuro	Tasa de cambio (%)	
					Actual vs línea base	Futuro vs línea base
Percolación	mm/año	0.1862	0.1847	0.1834	-0.8%	-1.5%
Retención de agua de lluvia	m^3/año	476,169	474,082	472,276	-0.4%	-0.8%
Enfriamiento por vegetación	Índice	0.7702	0.7638	0.7575	-0.8%	-1.6%
Erosión evitada	ton/ ha	1.287	1.261	1.204	-2.1%	-6.4%
Calidad del hábitat	Índice	1	0.82	0.82	-18.4%	-18.4%
Provisión de polinizadores	Índice	0.1236	0.1222	0.1210	-1.1%	-2.1%
Carbón	ton C	24,976	23,334	22,146	-4.7%	-9.6%

Adicionalmente, se calculó el cambio en los servicios ecosistémicos considerando toda el área de la nanocuenca. En la Tabla 3B se presentan estos resultados. Como puede observarse los efectos en términos porcentuales son bajos cuando se considera toda la extensión de la nanocuenca. Además, como se verá más adelante, los efectos negativos se dan principalmente dentro del predio y no afectan a la nanocuenca.

Tabla VIII.6. Resultados de los modelos InVEST dentro del predio

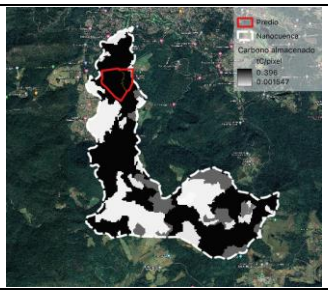
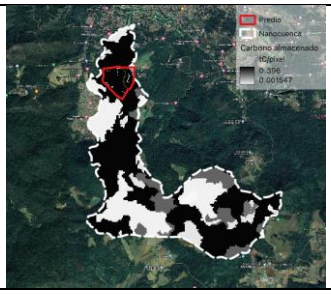
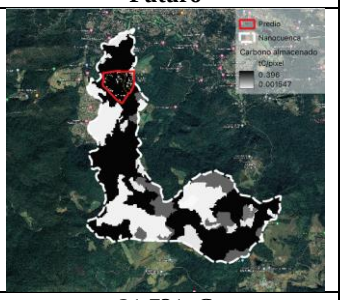
Servicio	Unidad	Línea base	Actual	Futuro	Tasa de cambio (%)	
					actual vs línea base	futuro vs línea base
Percolación	mm/año	0.2901	0.2900	0.2900	0.0%	0.0%
Retención de agua de lluvia	m^3/año	11,872,737	11,870,572	11,868,766	0.0%	0.0%
Enfriamiento por vegetación	Índice	0.7638	0.7634	0.7630	-0.1%	-0.1%
Erosión evitada	ton/hectárea	1.593	1.592	1.589	-0.1%	-0.2%
Calidad del hábitat	Índice	1	0.98	0.98	-2.4%	-2.4%
Provisión de polinizadores	Índice	0.1414	0.1415	0.1416	0.1%	0.2%
Carbón	ton C	383,923	382,730	381,553	-0.3%	-0.6%

A continuación, se muestran los resultados cartográficos para cada servicio.

Carbono.

En la tabla se presentan los resultados para el servicio de almacenamiento de carbono. Como se puede observar el proyecto disminuye el stock de carbono en los lugares donde se ubican las afectaciones. El efecto en el stock de carbono es de una disminución de 10% una vez concluido el proyecto. En términos absolutos esto es igual a 2,506 tC.

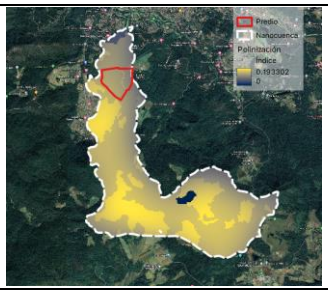
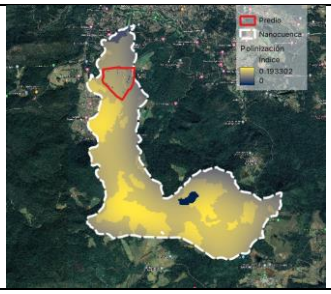
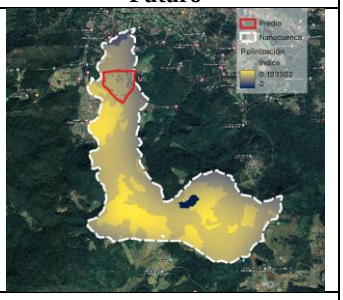
Tabla VIII.7. Resultados del modelo de almacenamiento de carbono

	Línea base	Actual	Futuro
			
Stock en el predio	24,492 tC	22,731 tC	21,731 tC
Cambio	No aplica	-7%	-10%
Stock en la nano-cuenca	383,923 tC	382,730 tC	381,553 tC
Cambio	No aplica	-0.3%	-0.6%

Polinización

En la tabla se presentan los resultados para el servicio de polinización. En los lugares donde se presentan las afectaciones se observa una disminución en la abundancia de polinizadores derivada de que disminuye la aptitud del terreno para alojarlos. La disminución proyectada es de 4% en la abundancia de polinizadores.

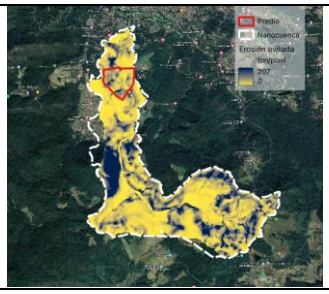
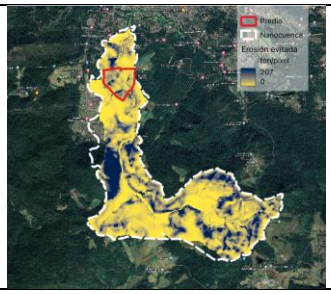
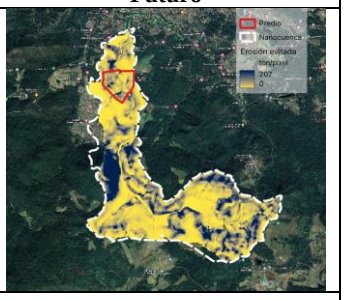
Tabla VIII.8. Resultados del modelo de polinización

	Línea base	Actual	Futuro
			
Índice dentro del predio	0.1236	0.1222	0.11210
Cambio	No aplica	-1.1%	-2.1%
Índice en la nano-cuenca	0.1414	0.1415	0.1416
Cambio	No aplica	0.1%	0.2%

Retención de sedimentos

En la tabla se presentan los resultados para el servicio de retención de sedimentos. Se observa una disminución en la retención de sedimentos originada por las afectaciones a la vegetación. Esta disminución asciende a 5.1% una vez concluido el proyecto.

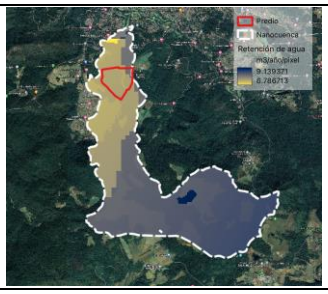
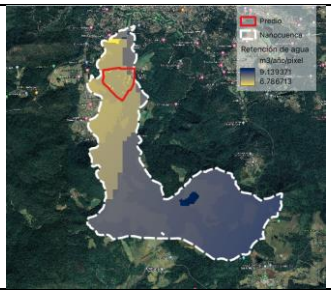
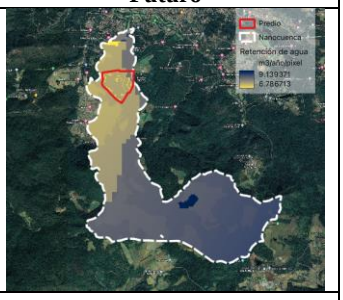
Tabla VIII.9. Resultados del modelo de retención de sedimentos

	Línea base	Actual	Futuro
			
Flujo anual dentro del predio	1.287 ton/ha	1.261 ton/ha	1.204 ton/ha
Cambio	No aplica	-2.1%	-6.4%
Flujo anual en la nano-cuenca	1.593 ton/ha	1.592 ton/ha	1.589 ton/ha
Cambio	No aplica	-0.1%	-0.2%

Retención de agua de lluvia

En la tabla se presentan los resultados para el servicio de retención de agua de lluvia. Se proyecta una menor retención derivada de las afectaciones a la vegetación, pues la escorrentía aumenta en aquellos espacios donde se remueve la vegetación natural. Se proyecta una disminución en la retención de 0.8% una vez que se concluya el proyecto.

Tabla VIII.10. Resultados del modelo de retención de agua de lluvia

	Línea base	**Actual**	**Futuro**
			
Flujo anual dentro del predio	476,169 m3/año	474,082 m3/año	472,276 m3/año
Cambio	No aplica	-0.4%	-0.8%
Flujo anual en la nano-cuenca	11,872,737 m3/año	11,870,572 m3/año	11,868,766 m3/año
Cambio	No aplica	0.0%	0.0%

Enfriamiento urbano por la vegetación

En la tabla se presentan los resultados para el servicio de enfriamiento por vegetación. El potencial de enfriamiento disminuye en aquellos lugares donde se remueve vegetación natural. El efecto se proyecta en una disminución de 1.8% de este potencial de enfriamiento. Esto se origina porque las construcciones disminuyen el servicio de enfriamiento que tiene la vegetación original.

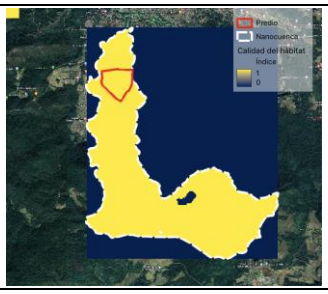
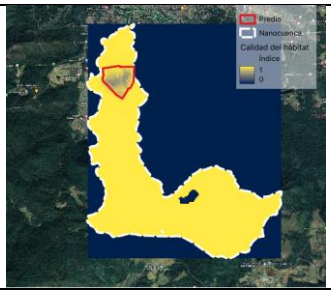
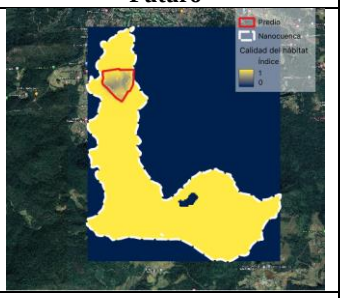
Tabla VIII.11. Resultados del modelo de enfriamiento por vegetación

	Línea base	**Actual**	**Futuro**
			
Índice dentro del predio	0.7702	0.7638	0.7575
Cambio	No aplica	-0.8%	-1.6%
Índice en la nano-cuenca	0.7638	0.7634	0.7630
Cambio	No aplica	-0.1%	-0.1%

Calidad del hábitat

En la tabla se presentan los resultados para el servicio de calidad del hábitat. Las construcciones originan una menor calidad del hábitat, pues la biodiversidad del lugar tiende a alejarse de lugares con perturbaciones en la vegetación. Se estima una disminución de 16% en el índice de calidad del hábitat una vez que se ha concluido el proyecto.

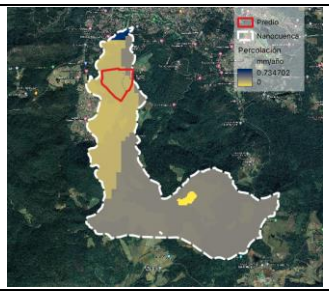
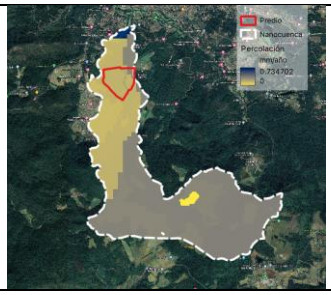
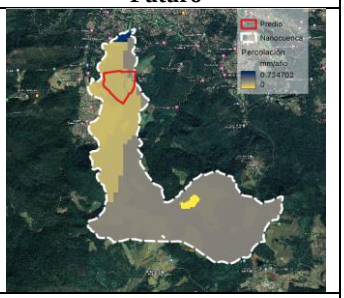
Tabla VIII.12. Resultados del modelo de calidad del hábitat

	Línea base	**Actual**	**Futuro**
			
Índice dentro del predio	1	0.82	0.82
Cambio	No aplica	-18%	-18%
Índice en la nano-cuenca	1	0.98	0.98
Cambio	No aplica	-2.4%	-2.4%

Niveles de percolación

En la tabla se presentan los resultados para el servicio de percolación. Los niveles de percolación disminuyen al tener menos vegetación, esto es causado por una mayor escorrentía que se origina por menos vegetación. Se estima una disminución de 2.3% en los niveles de percolación una vez que se concluya el proyecto.

Tabla VIII.13. Resultados del modelo de percolación

	Línea base	**Actual**	**Futuro**
			
Índice dentro del predio	0.1862	0.1847	0.1834
Cambio	No aplica	-0.8%	-1.5%
Índice en la nano-cuenca	0.2901	0.2900	0.2900
Cambio	No aplica	0.0%	0.0%

VIII.4.2. INTERPRETACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS.

Para tener un punto de referencia económico del cambio en flujos de servicios ecosistémicos se realizó una estimación monetaria de dichos cambios. Para ello, se valoró de manera indirecta cada servicio. A continuación, se describe cada caso.

Carbono

Se asignó un valor promedio de 1,161 pesos por tCO_2e el cual se obtuvo de World Bank (2017). Esta publicación presenta una estimación del costo social del carbono y está orientada para análisis que requieran un valor económico de este compuesto.

Polinización y calidad del hábitat

Para aproximar el valor económico de los servicios de polinización y calidad del hábitat se utilizaron los resultados de *de* Groot et al. (2012), quienes estiman el valor económico de distintos servicios para diferentes ecosistemas a partir del análisis. En particular se consideró el valor relacionado con el hábitat proveído por los bosques templados, el cual asciende a 10,085 pesos/hectárea/año.

Dado que la estimación del modelo InVEST expresa estos servicios como un índice, se consideró el cambio porcentual de estos índices como una aproximación a la reducción del servicio que se provee.

Retención de sedimentos

Para aproximar el valor económico de la retención de sedimentos se utilizó el costo de desazolve por metro cúbico estimado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y reportados en SEGOB (2011), el cual asciende a 100 pesos/metro cúbico, una vez que se ha actualizado por inflación.

Retención de agua de lluvia en entornos urbanos y niveles de percolación

Los servicios que se expresan como flujos hidrológicos se valoraron a partir de las tarifas eléctricas para consumidores no domésticos vigentes en Valle de Bravo, publicadas por la Comisión del Agua del Estado de México y que ascienden en promedio a 16.71 kW/hora (Gobierno del Estado de México, 2022).

Enfriamiento urbano por la vegetación

Se consideró un consumo energético promedio de aire acondicionado de 95 kW/hr/m2/año, a partir de estimaciones para hoteles, reportadas por el Centro Mario Molina (2015). Asimismo, se consideraron las tarifas eléctricas vigentes en Valle de Bravo, reportadas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).[6]

Dado que la estimación del modelo InVEST expresa este servicio como un índice, se consideró el cambio porcentual de este como una aproximación a la demanda adicional de energía para aire acondicionado derivado de haber perturbado la vegetación.

Con estos supuestos se construyó la tabla 10, que reporta la pérdida económica derivada del cambio en el flujo de servicios ecosistémicos seleccionados. Se consideraron escenarios mínimo, medio y máximo a partir de la variación en precios, que se recopiló de las mismas fuentes citadas. En total, en un escenario medio, el valor de los servicios ecosistémicos perdidos asciende a 883 mil pesos al año. Esta pérdida motiva las medidas de mitigación que se discuten en la siguiente sección. La motivación de realizarlas obedece justamente a mitigar los impactos negativos sobre los ecosistemas que tiene el proyecto.

Tabla VIII.14. Resultados económicos

Servicio	**Valor monetario (pesos por año)**		
	Mínimo	**Medio**	**Máximo**
Percolación	-$ 24,922	-$ 92,359	-$ 105,481
Retención de agua de lluvia	-$ 65,067	-$ 241,137	-$ 275,396
Enfriamiento por vegetación	-$ 249,302	-$ 376,639	-$ 503,977

[6] https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Negocio.aspx

Servicio	Valor monetario (pesos por año)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Erosión evitada	-$ 354	-$ 442	-$ 531
Calidad del hábitat	-$ 8,984	-$ 99,823	-$ 543,039
Provisión de polinizadores			
Carbón	-$ 66,517	-$ 99,776	-$ 133,035
Total	**-$ 390,224**	**-$ 817,817**	**-$ 1,455,977**

Nota: El total excluye la percolación, porque la retención de agua de lluvia es parte de la percolación, si se sumaran existiría una doble contabilidad.

VIII.4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS COSTO BENEFICIO SOCIAL.

Con base en las consideraciones y supuestos que se describieron en la sección 4.2, se realizó el análisis costo beneficio de las medidas de mitigación.

VIII.4.3.1. VALOR PRESENTE NETO (VPN).

El proyecto tiene una rentabilidad positiva, en la que los beneficios derivados de la recuperación de servicios ecosistémicos sobrepasan el costo de realizar las obras de mitigación. El VPN asciende a 7 mil pesos, con una desviación estándar de 14.9 mdp. Cabe señalar que la desviación estándar tan grande proviene de la alta incertidumbre que existe sobre la valoración de los servicios ecosistémicos, la fuente de esta variación proviene de los datos base de *de* Groot et al. (2012). Esto obedece a que la estimación del valor económico de servicios ecosistémicos proviene de diversos métodos indirectos, con diversas metodologías y contextos de análisis (Costanza et al., 2017). En la Figura 1 se presenta la distribución del VPN.

Los beneficios totales (servicios ecosistémicos recuperados) ascienden a 15.4 mdp y los costos totales de las obras de mitigación, monitoreo, reporte y verificación a 15.4 mdp.

Considerando una tasa de descuento de 8% el VPN asciende a 2.9 mdp y con una tasa de descuento de 12% el VPN asciende a -2.1 mdp.

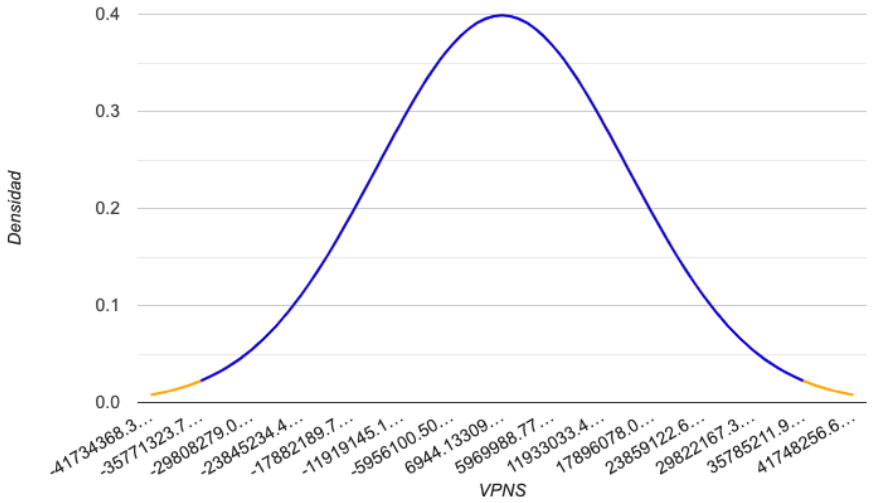


Figura VIII.2. Distribución del Valor Presente Neto

Nota: la línea azul representa un intervalo de confianza de 95% y se obtuvo a partir de una simulación Monte Carlo que considera la variación en el valor económico de los servicios ecosistémicos.

VIII.4.3.2. ÍNDICE COSTO BENEFICIO (ICB).

El ICB del proyecto asciende a 0.00 pesos por peso invertido, lo que significa que se generan beneficios por un monto igual a cada peso destinado a las obras de mitigación. La desviación estándar del ICB es de 0.97.

VIII.4.3.3. PLAZO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

La inversión se recupera en el año 20, el cual es el momento en el que el flujo de efectivo acumulado es positivo.

VIII.4.3.4. PROBABILIDAD DE ÉXITO

Se calculó a través de la simulación Monte Carlo el número de veces que el VPN es positivo. En términos porcentuales se obtuvo un valor de 50%. El relativo bajo valor de este indicador proviene de la alta incertidumbre que hay sobre el valor económico de los servicios ecosistémicos.

VIII.4.3.5. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La TIR de las medidas de mitigación asciende en promedio a 10%. En el primer cuartil de su distribución se obtienen pérdidas y en el cuarto cuartil la TIR asciende a 15.6%.

VIII.4.3.6. FLUJO DE EFECTIVO Y FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO.

En las figuras 2 y 3 se presentan el Flujo de Efectivo y el Flujo de Efectivo Acumulado. Como se puede observar en los primeros 5 años los flujos son negativos, lo cual se explica por dos razones: (i) se realizan las inversiones en obras de mitigación y (ii) la recuperación de flujos de servicios ecosistémicos apenas comienza. Como se comentó, es a partir del año 20 en el que el Flujo de Efectivo Acumulado es positivo.

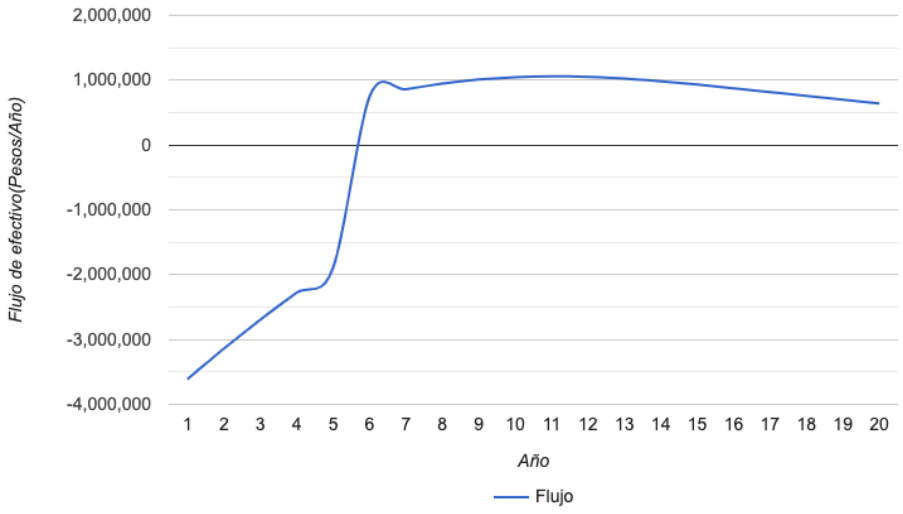


Figura VIII.3. Flujo de efectivo

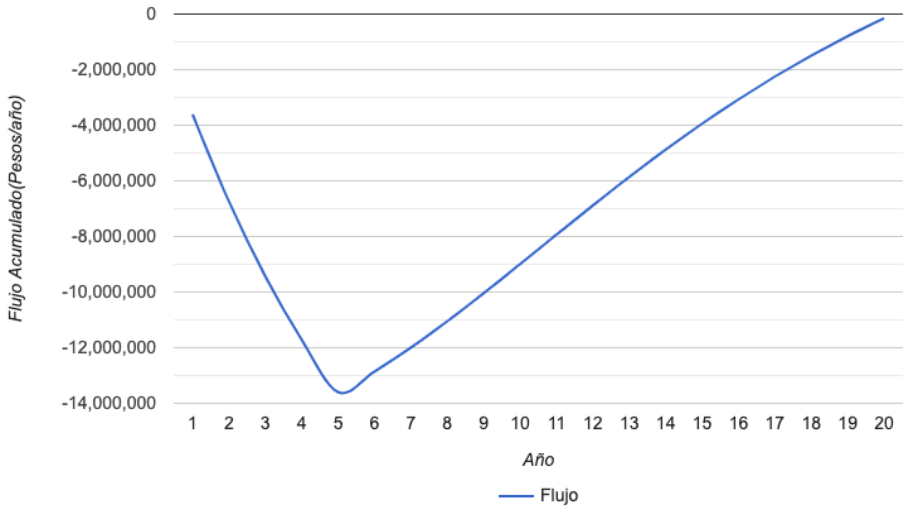


Figura VIII.4. Flujo de efectivo acumulado

En la Figura siguiente se presentan los flujos de efectivo individuales para mostrar la evolución de cada rubro de costo y beneficio.

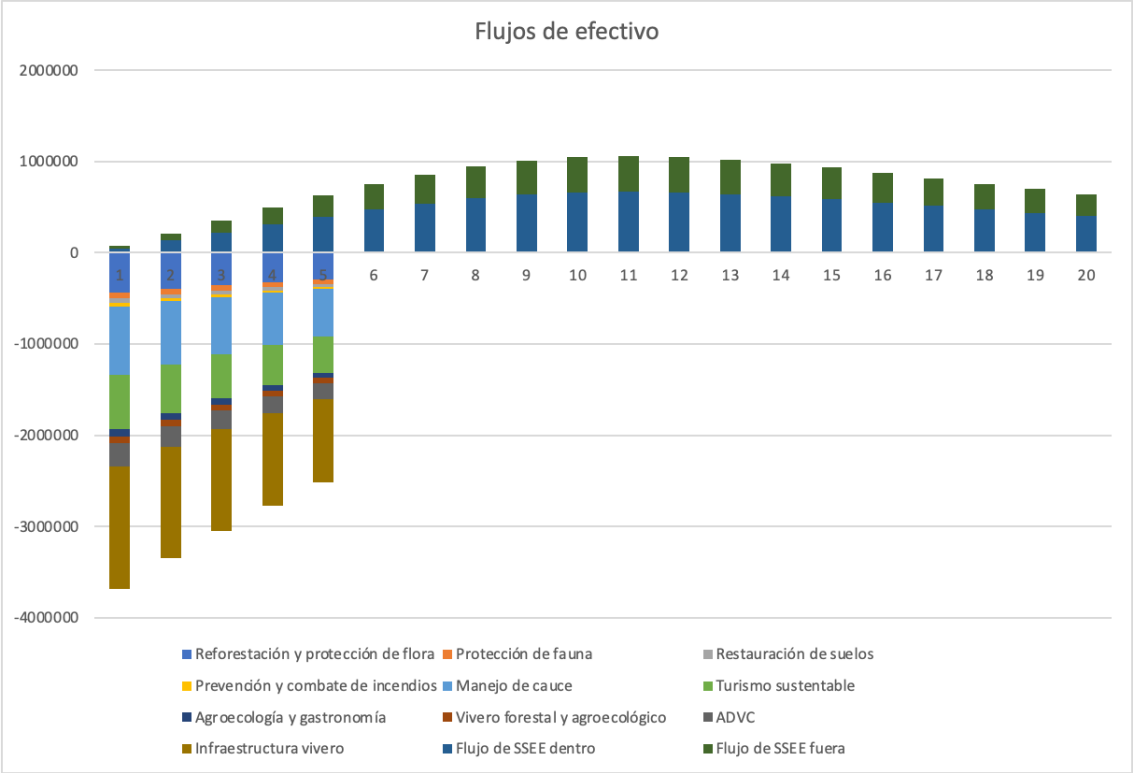


Figura VIII.5. Flujos de efectivo individuales (pesos por año)

VIII.4.3.7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

Se calculó la sensibilidad del VPN ante aumentos en costos y beneficios. Los resultados se muestran en la Tabla 11. Se reportan dos indicadores: elasticidad y punto de quiebre. La elasticidad se interpreta como

el cambio porcentual en el VPN por un incremento de 1% en cada concepto. Por ejemplo, la elasticidad de la infraestructura del vivero indica que el VPN se reduce en 36.72% cuando este rubro se incrementa en 1%. El punto de quiebre representa el cambio que tiene que ocurrir para que se pierda rentabilidad. Por ejemplo, si el flujo de servicios ecosistémicos dentro del predio se reduce en 2% las obras de mitigación dejan de ser rentables. Estos resultados indican una muy alta sensibilidad de la rentabilidad para prácticamente todas las obras de mitigación, lo que sugiere tener especial cuidado en cuidar los costos de dichas obras para asegurar la rentabilidad.

Tabla VIII.15. Análisis de sensibilidad

CONCEPTO	ELASTICIDAD	PUNTO DE QUIEBRE
Reforestación y protección de flora y fauna	11.83	8%
Protección de fauna	1.89	53%
Restauración de suelos	1.37	73%
Prevención y combate de incendios	0.9	111%
Manejo de cauce	20.7	5%
Turismo sustentable	16.07	6%
Agroecología y gastronomía	2.17	46%
Vivero forestal y agroecológico	2.18	46%
ADVC	6.88	15%
Infraestructura vivero	36.72	3%
Flujo de servicios ecosistémicos dentro del predio	62.79	2%
Flujo de servicios fuera del predio	36.91	3%

VIII.4.4. CONCLUSIONES DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

El análisis realizado permitió estimar en términos de flujos de servicios ecosistémicos y en términos monetarios el impacto que tiene el proyecto. Las obras de mitigación planteadas resultan rentables desde un punto de vista social, pues en promedio, generan un mayor valor para la sociedad que el costo de realizarlas. Con estos resultados se considera que las obras de mitigación compensan los efectos negativos que tiene el proyecto en los ecosistemas.

Es importante mencionar que los efectos negativos se dan dentro del predio y no se transmiten a nivel de nanocuenca. No obstante, se está considerando la restauración de zonas que se encuentran fuera del predio. En este sentido, el proyecto tiene el potencial, si se realiza de manera adecuada la restauración fuera del predio, de generar beneficios ambientales a nivel de nanocuenca.

Es importante mencionar que el análisis supone que las medidas de mitigación son efectivas desde un punto de vista técnico para restaurar el ecosistema. Si esta efectividad se asegura entonces las medidas son eficientes desde el punto de vista económico. En este sentido, se sugiere que el presente análisis se complemente con otra información de carácter técnico ecológico que ha sido generada en otros componentes de esta consultoría. Por ejemplo, asegurar que las acciones de restauración, de reducción de erosión, de mejorar la calidad de hábitat, etc., sean suficientes para restaurar el ecosistema. Este supuesto es clave para que los servicios ecosistémicos se restauren y por ende pueda generarse el valor económico asociado a ellos.

Si bien se comentó en secciones anteriores, resulta importante subrayar que el valor de los servicios ecosistémicos, es decir, los beneficios generados por las obras de mitigación, serán en su mayoría intangibles y serán percibidos en cierta medida fuera del predio. Justamente, los métodos de valoración económica de servicios ecosistémicos parten de reconocer que no hay mercados desarrollados para ellos (por ejemplo, de la calidad del hábitat) y han sido formulados para inferir un valor monetario de beneficios deseables para la sociedad. Este valor monetario sirve como un punto de referencia, para establecer un orden de magnitud de estos beneficios, pero son cantidades que no entrarán a los sistemas contables de los administradores del proyecto. Dicho lo anterior, las medidas de mitigación deben verse desde una perspectiva de inversión social, lo cual significa invertir para obtener beneficios sociales, perceptibles pero muchas veces intangibles.

El análisis se realizó con la mejor información disponible a la fecha haciendo uso de modelos que han sido desarrollados por instituciones de prestigio (Universidad de Stanford, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos), así como de fundamentos teóricos de economía (análisis costo beneficio), por lo que tienen un soporte teórico-práctico riguroso. No obstante, el análisis se basa en modelos cartográficos que simulan la realidad, así como en datos obtenidos de fuentes primarias y secundarias, por lo que constituyen una aproximación a la realidad. Por ello, es preciso realizar mediciones de variables clave (por ejemplo, de la erosión, de la sobrevivencia de la reforestación, del control de plagas, entre otros) una vez que el proyecto se haya realizado. Esto tiene el objetivo de evaluar si el análisis ex ante que se presenta aquí se apega a la realidad. En este sentido, es importante realizar un monitoreo y evaluación de estas variables clave.

VIII.5. PRONÓSTICO AMBIENTAL.

Considerando las tendencias y los escenarios señalados, el proyecto “Sttupa Regeneración” generaría en la región un proyecto referente replicable debido a que:

1) Está alineado con los fundamentos del nuevo paradigma de planificación y diseño habitacional ecológico, dado que aplica los conceptos relacionados con sostenibilidad en su integración con el entorno espacial: 1) servicios ecosistémicos, 2) sistemas socio ecológicos, 3) resiliencia, 4) biodiversidad, 5) paisaje, 6) infraestructura verde y 7) enfoques integradores – holísticos.
2) Implementa programas ambientales con una inversión a nivel local eficaz para la adaptación social y ambiental ante el cambio climático. Lo cual, representa una solución más eficiente para alcanzar resultados y difundir lecciones aprendidas, en comparación a las soluciones centralizadas, que requieren más tiempo para su financiamiento, implementación, evaluación y difusión; y que finalmente requerirán un mayor número de años para lograr resultados a nivel regional.
3) Es altamente compatible con enfoques aplicados en proyectos con el objetivo de aumentar la interconexión entre el uso habitacional y la naturaleza para aumentar los beneficios que los paisajes y los residentes pueden recibir de los ecosistemas naturales.
4) La operación y mantenimiento del proyecto se enfoca en la conservación de infraestructura verde, tales como humedales para fomentar la retención, el almacenamiento, la infiltración de las aguas pluviales que ayudarán a reducir el riesgo ante inundaciones en eventos meteorológicos extremos.
5) Se han aplicado los marcos propuestos para orientar la transformación del planeamiento actual convencional de obras, y se logró incorporar una estrategia de resignificación y reconceptualización de la relación dicotómica entre el medio ambiente y la sociedad, como un nuevo proyecto que lucha por una nueva comprensión de la forma en que habitamos el hábitat.

6) Es altamente replicable para que otras áreas sub-urbanas de Valle de Bravo también fortalezcan e incentiven la participación de individuos dentro de sistemas anidados de tres esferas: (a) el entorno natural, (b) el entorno construido y c) el entorno socioeconómico. De tal forma, los habitantes y turistas podrán contribuir con sinergias de colaboración que influyan en beneficio de los componentes ecológicos (plantas, aire, suelo, animales) con decisiones y soluciones sustentables (dónde y cómo construir casas, parques, carreteras, escuelas) ante los retos del cambio climático.
7) El proyecto Sttupa Regeneración influye y promueve el principio de participación en la conservación, mediante la comprensión y gestión ecosistémica, para lograr ponerlo en práctica local y regionalmente, e integra información y difunde el valor ambiental y económico de los servicios ecosistémicos en la planificación de las etapas del proyecto. Lo cual, facilita la integración y selección de medidas preventivas y de gestión ecológica por los promoventes (usuarios de las subunidades) para establecer objetivos de menor consumo de materiales y energía, que son necesarios para ciclos ecológicos cerrados y bucles de retroalimentación.
8) Fortalece la participación, a través de visibilizar la viabilidad de la aplicación de la normativa ambiental con su aplicación práctica en los sistemas anidados (humano-naturaleza), incluyendo información clave sobre los servicios ecosistémicos y los beneficios que brindan. Aterriza los conceptos de diseño regenerativo en el proyecto Sttupa Regeneración basado la revaloración de la naturaleza por sobre la vivienda, al evaluar las interrelaciones del proyecto y los servicios ecosistémicos en la nanocuenca.
9) Impulsará en la región la integración viable de las unidades de hábitat y Unidades de gestión ambiental (UGAS) que revaloran los servicios ecosistémicos, con un instrumento de planeación para conservación de la biodiversidad (ADVC), la conectividad del hábitat para las especies y los procesos a nivel paisaje (régimen hidrológico).

Así mismo, se prevé que el proyecto:

- Se convierta en un Refugio de la fauna y de las personas que habitan en el área del proyecto.
- Reduce la fragmentación del hábitat, a través de la promoción y replicación de proyecto regenerativos interconectados por la naturaleza; como un cambio en el paradigma del diseño y creación de hábitat respecto a la fragmentación ocasionada por la tendencia convencional en el desarrollo en la región.
- Impulsa el libre tránsito de la vida silvestre, a través de la eliminación de muros perimetrales entre subunidades, generando una mejor calidad del hábitat.
- Revalora los corredores de conectividad de vegetación y fauna en las cañadas de la cuenca (SAR) a través de accesos y corredor biológicos en las cañadas.
- Genera un espacio y refugio en la zona, para la protección de vida silvestre.

VIII.6. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La ubicación del Proyecto.

El proyecto no tiene una ubicación alternativa, dado que el área comprende terrenos de socios que conjuntamente determinaron establecer un proyecto común de hábitat y conservación, integrando sus subunidades para tal fin. Sabiendo la presión existente en el incremento de desarrollos y vivienda en la

región, se optó por utilizar este predio para generar un modelo sustentable, replicable y viable para la zona suburbana.

Así mismo, la construcción de embalses permite mejorar la eficiencia ante incendios forestales, con un abastecimiento aceptable de agua para sofocar los incendios, así mismo el uso de guardafuego que se pueden usar en las brechas, andadores y caminos en el área del proyecto, fortalece la prevención de incendios tan comunes en la zona.

De tecnologías:

El diseño arquitectónico convencional prevé únicamente modelos de ahorro de energía (focos ahorradores), y separación de aguas para después ser tratadas. En el proyecto propuesta se integra un diseño regenerativo que integre tecnologías para la construcción, la orientación solar, la captura de agua pluvial, el uso de energía fotovoltaica, tratamiento de aguas grises y negras, sistemas ahorradores de agua, etc. que mitigan el impacto al ambiente.

De reducción de la superficie a ocupar:

La distribución de las áreas en un diseño convencional de un terreno contempla el cambio de uso del suelo en todo el terreno, con muros divisorios entre los terrenos, y consecuentemente el derribo y remoción de la vegetación para establecer jardinería y las edificaciones. Así mismo, el proyecto original en la zona consideraba una mayor concentración de vivienda, lo que se desechó debido a que violaba la normativa del PMDU y del PM APRN VB.

El diseño convencional se desechó como alternativa, y se optó por establecer en las subunidades (todos son mayores a 2 ha.) tan solo 1,000 m^2 de desplante (5% de la superficie de la subunidad), y 1,500 m^2 de área silvestre integrada a la vivienda, el resto del terreno se establece como ADVC. Lo que reduce en un 5% el uso de suelo a ocupar. Al convertir en ADVC la superficie del terreno restante, se asegura que en el futuro no existan modificaciones al uso de suelo en la zona (tendencia en la región). Por otro lado, y no menos importante, es que la zona de desplante de cada subunidad para las edificaciones habitacionales, estarán elevadas, sobre pilotes que evitarán el impacto sobre el suelo, permitiendo la regeneración de la vegetación herbácea debajo de las viviendas para el libre paso de vida silvestre, pero, además, las construcciones sobre pilotes reducirán aún más los 1000 m^2 previsto de superficie de desplante, con un estimado de no más de 500 m^2 reales de desplante. Lo anterior, reduce la necesidad de remoción de vegetación.

Por otro lado, las edificaciones son modulares permitiendo integrarse a la naturaleza de manera orgánica sin necesidad de remoción de arbolado en la zona de desplante. Por consiguiente, se reduce la superficie a ocupar debido a que:

1) Solo se solicita el cambio de uso del suelo en el 5% de la superficie de los terrenos, el resto es considerado ADVC.
2) Las edificaciones reducen la superficie de desplante y evitaran afectaran el suelo, a través de construcciones elevadas sobre pilotes y
3) Para facilitar el libre tránsito de vida silvestre no hay muros u obras que delimiten las subunidades, solo se usaran setos vivos de vegetación nativa.

Del uso del suelo de las subunidades.

La región donde se ubica el proyecto tiene una fuerte tendencia a generar rancho de grandes dimensiones o edificaciones habitacionales aisladas; ambos no buscan generar sinergias para la conservación, y prevenir afectaciones al ambiente.

En este proyecto, los usuarios se unieron para la conservación y asegurar que el valor de sus terrenos se basa en la revaloración de la naturaleza y la participación de sus subunidades en las políticas de conservación de la región y alineadas a las normativas en materia habitacional. Este modelo participativo voluntario de los usuarios en la conservación es la que consideramos la mejora alternativa viable para la conservación en las áreas naturales protegidas. Revalorando y generando opciones económicamente viables y ambientalmente correspondientes.

RESUMEN DE RESULTADOS CLAVE			
	m2	%	
COS/ Proyecto SRR	79.636.776	14.48	Compensar
ÁDVC / Proyecto SRR	470.373.524	85.52	
	550,010.300	100.000	
Afectación temporal	59.194.170	10.762	Restaurar

La siguiente tabla sintetiza las superficies, las obras y sus porcentajes de Cus y COS.

ESPACIO		LOTE m²	PROYECTO m²	EDA					DTU						
				Avance Obra Negra %	Estimado Obra Negra m² (CUS)	Desplante m² Afectación Permanente m² (COS)	Afectación permanente % del lote	Afectación Temporal fuera del área de desplante	Por construir (CUS) m²	CUS %	Desplante m² Afectación Permanente m² (COS)	Afectación Temporal m²	Desplante total del proyecto Stupa Ranch %	Afectación Temporal fuera del area de desplante	COS m²
Lote 1	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,006.93	2,000.00						2,000.00	10.00	1,000.35	500.00	5.00	500.00	1,000.35
Lote 2	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,017.29	2,000.00						2,000.00	9.99	1,000.86	500.00	5.00	500.00	1,000.86
Lote 3	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,196.09	2,000.00						2,000.00	9.90	1,009.80	500.00	5.00	500.00	1,009.80
Lote 4	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,133.83	2,000.00						2,000.00	9.93	1,006.69	500.00	5.00	500.00	1,006.69
Lote 5	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	33,894.73	1,956.52	65%	1,271.74	1,350.70	3.98		684.78	5.77	344.04		5.00	500.00	1,694.74
Lote 6	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,458.82	2,000.00						2,000.00	9.78	1,022.94	500.00	5.00	500.00	1,022.94
Lote 7	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	22,891.88	1,081.25	30%	324.38	227.05	0.99		756.88	4.72	917.54		5.00	500.00	1,144.59
Lote 8	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	25,256.85	1,554.94	50%	777.47	950.68	3.76		777.47	6.16	312.16		5.00	500.00	1,262.84
Lote 9	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	24,121.81	2,000.00						2,000.00	8.29	1,206.09	500.00	5.00	500.00	1,206.09
Lote 10	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	26,760.96	2,000.00						2,000.00	7.47	1,338.05	500.00	5.00	500.00	1,338.05
Lote 11	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	21,707.64	2,000.00						2,000.00	9.21	1,085.38	500.00	5.00	500.00	1,085.38
Lote 12	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,839.21	2,000.00						2,000.00	9.60	1,041.96	500.00	5.00	500.00	1,041.96
Lote 13	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,067.67	2,000.00						2,000.00	9.97	1,003.38	500.00	5.00	500.00	1,003.38
Lote 14	*Infraestructura de capacitación en agroecología y gastronomía, viveros forestal - agroecológico y oficinas administrativas del ADVC con sala audiovisual*	20,917.05	2,000.00						2,000.00	9.56	1,045.85	500.00	5.00	500.00	1,045.85
Lote 15	Casa con Arquitectura Regenerativa para Residentes	20,172.99	2,000.00						2,000.00	9.91	1,008.65	500.00	5.00	500.00	1,008.65
Lote 16	*Infraestructura de capacitación y prácticas profesionales en Turismo Sustentable*	20,008.20	2,000.00	2.44%	48.71	244.11	1.22		1,951.29	10.00	756.30		5.00	500.00	1,000.41
Lote 17	Casa con Arquitectura Regenerativa para Huespedes	20,006.53	2,000.00	21.87%	437.39	511.12	2.55		1,562.61	10.00	489.21		5.00	500.00	1,000.33
Lote 18	Casa con Arquitectura Regenerativa para Huespedes	20,432.22	2,000.00	7.29%	145.80	350.46	1.72		1,854.20	9.79	671.15		5.00	500.00	1,021.61
Lote 19	Casa con Arquitectura Regenerativa para Huespedes	20,097.86	2,000.00	3.64%	72.80	508.35	2.53		1,927.20	9.95	496.54		5.00	500.00	1,004.89
Lote 20	Casa con Arquitectura Regenerativa para Huespedes	20,171.81	2,000.00						2,000.00	9.91	1,008.59	500.00	5.00	500.00	1,008.59
Lote 21	Casa con Arquitectura Regenerativa para Huespedes	20,037.58	2,000.00						2,000.00	9.98	1,001.88	500.00	5.00	500.00	1,001.88
Lote 22	*Infraestructura de capacitación y prácticas profesionales en Turismo Sustentable*	20,010.01	2,000.00	50.18%	1,003.60	873.90	4.37		996.40	9.99	126.60	500.00	5.00	500.00	1,000.50
Subtotal uso habitacional		478,207.96				5,016.37	0.91		38,510.84		18,894.03	7,500.00		11,000.00	23,910.40
General	Caseta 2	71,802.34	232.00	100%	232.00	232.00									
	Caseta 4		59.85	100%	59.85	59.85									
Caminos	Caminos de rodamiento (*incluye estacionamientos)											9,900.00			
Caminos y accesos	Caminos de piedra y concreto (Vialidades)		20,943.55	100%	20,943.55	20,943.55									
	Caminos y brechas rehabilitados (terracerias)		18,541.77	37%		6,899.34									11,642.43
Barda	Barda perimetral (piedra)		3,081.85	67%	2,054.85	2,491.60									1,027.00
Puentes	Puente metalico		312.00	62%	194.30	194.30									117.70
	Puente piedra		122.27	100%		122.27									12,787.13
Pasos vehiculares	Cortina 1		287.33	100%		287.33									
	Cortina 2		233.42	100%		233.42									
	Cortina 3		80.96	100%		80.96									
	Cortina 4		65.94	100%		65.94									
Diversas	Otras obras vactividades temporales		38,294.17	100%				38,294.17							
Embalse	Vasos de presa		11,328.69	100%		11,328.69									
Subtotal áreas generales			93,583.80			42,939.25	7.81%								
TOTALES		550,010.30				47,955.62									

RESUMEN DE RESULTADOS CLAVE			
	m2	%	
COS/ Proyecto SRR	79.636.776	14.48	Compensar
ÁDVC / Proyecto SRR	470.373.524	85.52	
	550,010.300	100.000	
Afectación temporal	59.194.170	10.762	Restaurar

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU)
DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL
MODALIDAD B-REGIONAL

CAPÍTULO IX

Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados del Documento Técnico Unificado

Proyecto:

“Sttupa Regeneración”

Valle de Bravo, Estado De México

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

IX.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

En este apartado, se describe de manera sintética las metodologías y lineamientos empleados para el desarrollo del presente estudio; así mismo, los elementos técnicos de soporte de la información que se presentan los capítulos anteriores. Incluye resultados de análisis de trabajos de campo, registros, planos, fotografías y anexos referidos en el estudio; así como documentos legales necesarios para la gestión del estudio.

IX.1.1. LINEAMIENTOS PARA UNA ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

Se aborda el presente documento considerando los lineamientos de la SEMARNAT aplicados para la planificación de las medidas y acciones de restauración en áreas naturales protegidas. La CONANP en cumplimiento al artículo 3° de la LGEEPA define la restauración como "el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales" (CONANP, 2013). A fin de determinar la variedad de estrategias que son necesarias para revertir, mejorar, mitigar y compensar, inclusive prevenir la degradación y daño de los ecosistemas, la CONANP considera las peculiaridades socio-culturales, económicas y ambientales de cada región o ANP, en particular por la singular relevancia de diversidad biológica de México.

El intrincado mosaico de ecosistemas culturales y ambientales, sus contrastes de conservación y degradación, aunados a la aparente contradicción existente en varias regiones por los altos índices de marginación y zonas de alta diversidad biológica, obligan a construir una política de restauración congruente con sus idiosincrasias. Es por ello que, en cada una de las diferentes áreas naturales protegidas del país, se podrá implementar cualquier enfoque de restauración, siempre y cuando sea compatible con el programa de manejo, zonificación particular y principios de creación (CONANP 2013).

En términos generales, las principales causas de degradación de los recursos naturales en las ANP, destacan el cambio de uso del suelo para la ganadería y agricultura, tala clandestina, cacería furtiva, extracción de flora y fauna, los incendios forestales y las enfermedades forestales, entre otros. Sin embargo, actualmente se agrega a estos factores el cambio climático, mismo que tiene consecuencias importantes para los recursos naturales y a la población en general.

Ahora bien, para el presente estudio, se han considerado emplear los lineamientos para el desarrollo de una estrategia de restauración en Áreas Naturales Protegidas establecidos por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, a fin de planear y ejecutar acciones dirigidas a la restauración, que son las siguientes.

Lineamiento 1. Mantener y revertir el cambio de uso de suelo actual.

Lineamiento 2. Aprovechamiento adecuado de los recursos naturales

Lineamiento 3. Disminuir la frecuencia de incendios

Lineamiento 4. Mejorar la calidad de agua de mar y cuerpos de agua dulce.

Lineamiento 5. Control de especies exóticas

Lineamiento 6. Fortalecimiento de políticas públicas y gestión transversal

Lineamiento 7. Fortalecimiento de las unidades jurídicas de la CONANP para la resolución de conflictos en materia agraria-ambiental

Lineamiento 8. Fortalecimiento de las capacidades en las ANP de quienes diseñan y operan acciones de restauración.

Lineamiento 9. Generación y sistematización de información y difusión de experiencias

Lineamiento 10. Participación social.

En este sentido, la CONANP señala la importancia de definir los criterios metodológicos que permitan genera metodologías viables en el proceso de restauración (por ejemplo, marco lógico, lluvia de ideas, etc.) mediante el auxilio de herramientas de planeación, que permitan a su vez identificar y analizar cuantitativamente y cualitativamente el problema.

IX.2. CARTOGRAFÍA.

Para el proyecto "*Sttupa Regeneración*", Valle De Bravo, Estado De México, se utilizó cartografía para la ubicación y la delimitación de la superficie del proyecto, la descripción de la región de estudio y sus diferentes elementos. Dicha cartografía se elaboró con un análisis de la información geográfica, usando imágenes satelitales y cartografía de INEGI series III y VII; los planos definitivos se presentan en el ANEXO 12. ANEXO CARTOGRÁFICO.

IX.3. FOTOGRAFÍAS.

En el presente documento se integra un documento (ANEXO 13. ANEXO FOTOGRÁFICO.) con fotografías del proyecto y sus inmediaciones que reflejan las condiciones ambientales predominantes en la actualidad del área del proyecto.

IX.4. VIDEOS.

No se incluyen.

IX.5. OTROS ANEXOS.

IX.5.1. MEMORIAS.

Se integra el ANEXO 16. MEMORIAS DE CÁLCULO., el cual contiene las memorias de cálculo en formato digital con la información de los procesos y cálculos usados durante el desarrollo de este documento.

IX.5.2. LISTA DE ANEXOS.

En cumplimiento con el capítulo IX se presentan los siguientes anexos (obligatorios y adicionales) para el DTU-B Regional presente.

ANEXO 1. DOCUMENTOS PROMOVENTE.

ANEXO 2. DOCUMENTOS DE RESPONSABLE DE ELABORACIÓN.

ANEXO 3. DOCUMENTACIÓN LEGAL.

ANEXO 4. COORDENADAS DE LOS COMPONENTES DEL AP

ANEXO 5. PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y RESTAURACIÓN DE FLORA

ANEXO 5.1. SUBPROGRAMA CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

ANEXO 6. PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE FAUNA

ANEXO 6.1. CONECTIVIDAD Y PASOS DE FAUNA

ANEXO 6.2. MONITOREO DE FAUNA SILVESTRE

ANEXO 6.2.1. COMPLEMENTO FICHAS DE FAUNA

ANEXO 6.2.2. COMPLEMENTO CONTROL DE RUIDO

ANEXO 7. PROGRAMA DE RESTAURACIÓN DE SUELOS

ANEXO 8. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL CAUCE

ANEXO 8.1. COMPLEMENTO AL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE CAUCE

ANEXO 9. PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS

ANEXO 9.1. COMPLEMENTARIO - PREVENCIÓN DE INCENDIOS

ANEXO 10. PROGRAMA TURISMO REGENERATIVO

ANEXO 11. PROGRAMA AGROECOLOGÍA

ANEXO 11.1. PRESUPUESTO AGROECOLOGÍA

ANEXO 11.2. FUENTES AGROECOLOGÍA

ANEXO 12. VIVERO FORESTAL

ANEXO 13. A.D.V.C.

ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÁFICO.

ANEXO 15. ANEXO FOTOGRÁFICO.

ANEXO 16. BIBLIOGRAFÍA

ANEXO 17. GLOSARIO

ANEXO 18. MEMORIAS DE CÁLCULO.

- CAPITULO II.
  - ANEXO II.1. TAMAÑO DE MUESTRA AP
  - ANEXO II.2. CÁLCULO DE VOLUMEN
- CAPITULO IV.
  - ANEXO IV.1. BASE DE DATOS DE SAR Y AP
  - ANEXO IV.2. LISTADOS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD

ANEXO 19. PLANOS DE OBRA Y ARCHIVOS DIGITALES

- 19.1. ARCHIVOS DIGITALES CUSTF
- 19.2. PLANOS DETALLE DE OBRAS
- 19.3. STTUPA PLANOS CUADROS DE CONSTRUCCIÓN CUSTF