




SEMARNAT

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.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

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



*“DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA
DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN
UN MONORELLENO”.*

ELABORADO PARA:

INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
CALLE 18 DE MARZO No. 98
FRACCIONAMIENTO CIRCUNVALACIÓN NORTE, C. P. 20020
AGUASCALIENTES, AGS.

Tel (449) 910-25-86



 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

SÍNTESIS DEL PROYECTO

El proyecto "*DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO*", es promovido por el Instituto del Agua del Estado de Aguascalientes con la finalidad de contar con un sitio adecuado para la disposición final adecuada de los lodos (residuos de manejo especial), generados por las operaciones de tratamiento de las aguas residuales en la Planta Aguascalientes, después del proceso de tratamiento de aguas residuales, biodigestión de lodos, cogeneración de energía limpia con esquema de autoconsumo, estabilización de lodos y deshidratación de los lodos considerados como Residuos de Manejo Especial para dar cumplimiento a la legislación vigente en materia manejo integral de residuos.

El predio se encuentra al sur del estado de Aguascalientes, en el municipio de Aguascalientes, en el sur de la ciudad capital, por la carretera a Villa Hidalgo, Jalisco, al norte de la comunidad de Lumbreras (Cieneguilla), por la carretera estatal 2 que conduce de la comunidad de Peñuelas a la del Taray, Aguascalientes; un punto de referencia del predio se ubica en las coordenadas UTM X: 764,023.51; Y: 2,406,068.05.

El predio está fuera del área urbana y no cuenta con servicios municipales; su acceso puede ser por dos rutas: la primera por la periferia norte del terreno tomando la carretera No. 108 y pasando la localidad Cabecita Tres Marías, para 800 m después entrar en una desviación de terracería; la segunda es por la parte sur de la periferia del terreno, entrando por la localidad de Lumbreras; no existen otras rutas de acceso y ambas son de terracería por lo que se pretende habilitar la vialidad para condiciones óptimas de uso.

El monorelleno comprenderá diversas obras y actividades, las cuales son descritas a detalle en el presente Documento Técnico Unificado (DTU), que tiene como objetivo representar de manera integral el proyecto a realizar, así como el acotar la superficie que alberga vegetación forestal y los puntos de cruce del arroyo (Pasos tipo Drenaje), que es objeto del presente Solicitud del Cambio de Uso de Suelo del Suelo en terrenos forestales para el desarrollo del proyecto denominado "*DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO*", con una superficie forestal de 15.0258 has, donde se desplantarán las plataformas para la disposición final de los lodos, de un polígono general de 34.9 hectáreas que conformaran el proyecto con las demás obras y actividades que no tienen vegetación forestal, desagregando las siguientes superficies:

a) Superficie total del predio (en m²).

349,087 m² (34.9 has).

b) Superficie a afectar (en m²) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva, manglar, tular, bosque, etc.).

Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.

Matorral espinoso crasicaule 15.0258 has, que corresponde al 43 % de la superficie total del proyecto.

c) Superficie (en m²) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.

Superficie con infraestructura 70,905 m², que representa el 20.3 % del área del predio.

d) Superficie(s) del predio(s), de acuerdo con la siguiente clasificación: Conservación y aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos:

Conservación y aprovechamiento restringido: 9.2 has.

Producción: 7.09 has.

Restauración: 7.93 has.

Cuerpo de agua (incluye NAME): 6.29 has.

Para la sección del alcantarillado se tiene el siguiente resumen:

Se realizará la extracción en la base del arroyo, teniendo una base de 5.50 m con un espesor mínimo de 50 cm, dependiendo de la calidad de material encontrada.

El encamillado tendrá un espesor mínimo de 50 cm con material sano de banco para realizar la sustitución del material en la base con una compactación al 85 % de la prueba Proctor.

Se construirá una plantilla de arena con espesor de 15 cm.

La tubería de PEAD de 42" de diámetro interno, se desplantará en la plantilla de arena dejando un acostillado de 45 cm de ancho, dicha tubería tendrá un largo de 6 m.

El colchón mínimo requerido para la especificación de la tubería será de 50 cm, realizado con material sano de banco de material al 85 % de compactación de la prueba Proctor.

El relleno final se realizará con material producto de la excavación del sitio hasta alcanzar la cota de camino terminado.

El proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, monitoreo y clausura de un confinamiento de lodos desecados, generados por las operaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Aguascalientes, dando cumplimiento a cada uno de los requisitos de la NOM-083 y no considerándose depositar tipo de residuos más que los lodos en mención en las instalaciones.

El Monorelleno será de tipo B de conformidad con el punto 5.2 de la NOM- 083- SEMARNAT-2003, ya que la disposición de los lodos oscilará entre las 51 y 99 ton/día.

Los lodos provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Aguascalientes son generados por las operaciones de saneamiento que se llevan a cabo por medios fisicoquímicos y biológicos (lodos activados), de las aguas residuales provenientes principalmente de la ciudad de Aguascalientes, a una tasa aproximada de generación de 160 m³/día y con una concentración del 26 % una vez que han sido deshidratados *in situ*. Posteriormente, con el objetivo de reducir aún más su nivel de humedad, estos lodos son desecados en condiciones ambientales de 7 a 14 días, antes de ser enviados a su disposición final.

Estos lodos no son considerados como peligrosos con base en el análisis CRETIB realizado por un laboratorio de prueba avalado ante la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. (EMA); esto, realizado con base en los análisis practicados de acuerdo con los NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-053-SEMARNAT-1993. Anexo al presente se incluye copia del Informe de Resultados en el cual se evidencia lo indicado.

Después del secado en condiciones ambientales, los lodos reducirán en un 40 % adicional su contenido de humedad a efecto de que el volumen diario generado sea de 106 m³/día. Debido al tiempo de espera para que los lodos sean desecados que es de por lo menos 7 días, los embarques de los lodos generados y listos para disposición final se realizarán cada 7 días, por lo que por semana serán manejados un total del 742 m³.

Los lodos serán transportados en góndolas de 30 m³ de capacidad, por lo que se estima que a la semana se realizarán 25 viajes a razón de 12 a 13 viajes durante 2 días; es decir, cada semana se transportarán durante 2 días los 25 viajes de lodos desecados. Lo anterior indica que el monorelleno recibirá residuos al menos 2 días por semana.

El monorelleno para el confinamiento de los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales se construirá en un predio rural que ocupa una superficie de 349,087 m² (34.9 has). Las obras e instalaciones complementarias que serán habilitadas como parte del proyecto estarán en estricto apego a lo establecido en la NOM-083-SEMARNAT-2013 *"Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial"*, siendo estas las enlistadas a continuación:

- Cambio de uso de Suelo Forestal en 15.0258 has (COMPETENCIA FEDERAL).
- Pasos tipo drenaje en el arroyo La Trinidad (COMPETENCIA FEDERAL).
- Caseta de control y báscula de pesaje.
- Oficina y recepción.
- Baños, vestidores, sanitarios y servicio médico.
- Cobertizo para maquinaria.

- Oficina y recepción.
- Red de drenaje pluvial.
- Permeabilización sintética.
- Sistema de control de biogás.
- Sistema de control de lixiviados.
- Generación de energía renovable.
- Operación del monorelleno.

Con esta infraestructura se da atención a los requerimientos que establece la NOM antes citada. Las instalaciones a desarrollar atenderán las siguientes consideraciones:

- Que los acabados y materiales cumplan con las normas nacionales e internacionales aplicables.
- Que la disposición final de las aguas sanitarias que se generen en el sitio sea mediante instalaciones que eviten la contaminación del sitio y sus zonas aledañas con capacidad de manejo suficiente utilizando fosas sépticas y la limpieza de las mismas con un Vactor para ser dispuestas en zonas autorizadas.
- Los lodos que sean canalizados para su disposición final en el monorelleno, de los cuales se estima recibir en el confinamiento una vez que lleguen al sitio se compactarán en las celdas de tiro en capas menores a 50 centímetros con maquinaria pesada sobre un frente inclinado, con el fin de ir formando una celda diaria, estimándose que el volumen de lodos se reducirá en un 10 % una vez que han sido compactados, por lo que el volumen diario a disponer será de 334 m³.
- Como la celda diaria de lodos confinados alcanzará una altura de 4.75 m sin incluir el material de cubierta, el área superficial de la celda será de 67 m²; por lo tanto, la superficie que ocuparán las dos celdas de lodos desecados y compactados que se construirán cada 7 días será de aproximadamente 35 m².
- Como parte del proyecto se conformarán plataformas operacionales de 5 m de altura con la zona aprovechable del sitio, evadiendo las áreas más bajas por donde surcan en tiempos de lluvias escurrimientos pluviales que podrían poner el riesgo dichas plataformas. Por tal razón, la diferencia entre la parte más baja del cauce por donde circulan los escurrimientos (1823.00 msnm), y la cota de desplante de la primera plataforma (1803.00 msnm), es de 5 m, altura suficiente según el análisis hidrológico para salvaguardar las plataformas operacionales.
- Así mismo, sólo se utilizará la parte media del predio que asegure una vida útil de entre 15 y 20 años, para no elevar el costo del proyecto y paralelamente invertir exclusivamente lo necesario en la adecuación del sitio, considerando para ello, sólo la superficie que asegure alcanzar dicha vida útil. Por lo anterior, la parte más elevada del predio se dejará como reserva. De acuerdo con lo antes señalado, se habilitarán 4 plataformas operacionales con 5 m de diferencia entre sí, para que toda la altura o espesor del talud de transición entre ellas, sea ocupado totalmente y en toda la plataforma por los lodos. Los taludes de transición entre plataformas, se construirán a 45°.

Procedimiento de Regularización ante la Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Aguascalientes (PROFEPA).

Previo al ingreso del Presente Documento Técnico Unificado (DTU) y teniendo en conocimiento que las obras y actividades que evalúa en materia de Impacto Ambiental y Forestal son de carácter preventivo de conformidad a los supuestos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su artículo 28, se presentó un escrito de allanamiento ante la PROFEPA, donde se aportaron todos y cada uno de los elementos de las obras y actividades que se realizaron previo a la autorización y se solicitó se investiguen los hechos y resuelva el procedimiento correspondiente, tomando en cuenta la petición hecha por parte de los interesados de allanarse al procedimiento.

Esto derivó en dos Procedimientos Administrativos: uno en materia de Impacto Ambiental y otro en materia de Cambio de Uso de Suelo Forestal, de los cuales se derivó los procesos de orden de Inspección, Visita de Inspección, Alegatos, Emplazamiento, Resolución Administrativa (EXP. ADMVO. NUM: PFPA/8.3/2C.27.2/00033-17 (Forestal) y EXP. ADMVO. NUM: PFPA/8.3/2C.27.5/00012-17 (Impacto Ambiental), Resoluciones administrativas que se anexa al presente estudio), desahogo de las Sanción Económica y Medidas Correctivas que constan en los Diversos Acuerdos emitidos por la PROFEPA (anexos), quedando al salvo el derecho de realizar las gestiones de los trámites ambientales ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

EXP. ADMVO. NUM: PFPA/8.3/2C.27.2/00033-17 (Forestal). -

Por lo anterior y a efecto de dar cumplimiento a la Resolución Administrativa se presentó a la PROFEPA: a) El desahogo de una multa por el monto de \$68,510.00 (sesenta y ocho mil quinientos diez pesos 00/100 M.N.), cantidad que fue cubierta de conformidad con lo indicado en el Resuelve TERCERO de la Resolución Administrativa que nos ocupa, lo que se acredita con el correspondiente recibo de pago de fecha 26 de febrero de 2018, con clave de referencia del DPA 087000164 y cadena de dependencia de E0115690108020 con número de operación 3843, teniéndose por presentada y totalmente liquidada la multa mediante acuerdo emitido por la PROFEPA; b) Se indicó la suspensión de obras y actividades de manera inmediata, lo cual se cumplió y se hizo el compromiso correspondiente; c) Se optó por llevar a cabo la obtención de la autorización en materia ambiental de las obras y actividades restantes del proyecto *"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO"*, como exención que prevé el artículo 14 de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental como sustituto de la reparación ordenada en la medida correctiva señalada en el Considerando X numeral 1 de la resolución administrativa número PFPA/8.5/2C/0149/2018. Al respecto, tuvo su visto bueno mediante acuerdo emitido por la PROFEPA el cual se anexa al presente DTU.

EXP. ADMVO. NUM: PFPA/8.3/2C.27.5/00012-17 (Impacto Ambiental).

Por lo anterior y a efecto de dar cumplimiento a la Resolución Administrativa fue presentado ante la PROFEPA lo siguiente: a) El desahogo de una multa por el monto de \$68,510.00 (sesenta y ocho mil quinientos diez pesos 00/100 M.N.), cantidad que fue cubierta de conformidad con lo indicado en el Resuelve TERCERO de la Resolución Administrativa que nos ocupa, lo que se acredita con el correspondiente recibo de pago de fecha 16 de julio de 2018, con clave de referencia del DPA 087000164 y cadena de dependencia de E0115690108020 con número de operación 818712040520, teniéndose por presentada y totalmente liquidada la multa mediante acuerdo emitido por la PROFEPA; b) Se indicó la suspensión de obras y actividades de manera inmediata, lo cual lo cual se cumplió y se hizo el compromiso correspondiente; c) Se optó por llevar a cabo la obtención de la autorización en materia ambiental de las obras y actividades restantes del proyecto *"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO"*, como exención que prevé el artículo 14 de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental como sustituto de la reparación ordenada en la medida correctiva señalada en el Considerando X numeral 1 de la resolución administrativa número PFFA/8.5/2C.27.5/0599/2018.

De los hechos en ambos Procedimientos Administrativos, versaron en las obras y actividades que se realizaron en una superficie de 1.94 has (uno punto noventa y cuatro hectáreas) de las 34.9 hectáreas con que cuneta el predio ubicado en las parcelas 89z1pz/1 y 90z1pz/1 del Ejido Tres Marías.

El polígono afectado (por derribo de vegetación forestal), y el cual fue regularizado ante la PROFEPA en materia de impacto ambiental y forestal se delimita con las siguientes coordenadas UTM de referencia: X764314, Y2406089; X764318, Y2406024, X763927, Y2406222; X763645, Y2406313; X763356, Y2406499; X763635, Y2406688; X763846, Y2406597; X763937, Y2406581; X763959, Y2406592; X76464, Y2406599; X764083, Y2406548; X764186, Y2406491; X764314, Y2406434. Dichas coordenadas son ratificadas en las resoluciones administrativas de los expedientes identificados como (EXP. ADMVO. NUM: PFFA/8.3/2C.27.2/00033-17 (Forestal) y EXP. ADMVO. NUM: PFFA/8.3/2C.27.5/00012-17 (Impacto Ambiental).

Por lo expuesto anteriormente, se presenta el presten Dictamen Técnico Unificado (DTU) del proyecto *"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO"*, para llevar a cabo la gestión de los trámites ambientales ante SEMARNAT y obtener la propia autorización, en términos de la LGEEPA y su Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, así como lo indicado en el artículo 121, fracciones V, IX, X XI, XIII y XIV del reglamento de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable. Dicho instrumento de política ambiental se ha apoyado en el *"Instructivo para la elaboración del documento técnico unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, Modalidad A-particular"*, obtenido del UR <http://tramites.semarnat.gob.mx>. Sumando a esto, el estudio (DTU), parte de la información de las obras y actividades que se llevaron a cabo de manera ilícita y las obras y actividades que se pretenden llevar a cabo en relación al proyecto también la información del proyecto *"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO"*, esto último en términos de la Ley de Responsabilidad Ambiental.

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

I.1. Datos generales del proyecto.

I.1.1. Nombre del proyecto.

"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO".

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El predio se encuentra al sur del estado de Aguascalientes, en el municipio de Aguascalientes hacia el sur de la ciudad capital por la carretera a Villa Hidalgo, Jalisco, al norte de la comunidad de Lumbreras (Cieneguilla), por la carretera estatal 2 que conduce de la comunidad de Peñuelas a la del Taray, Aguascalientes (Figura 1, misma que se anexa en doble carta). Un punto de referencia del predio se ubica en las coordenadas UTM X: 764,023.51, Y: 2,406,068.05.

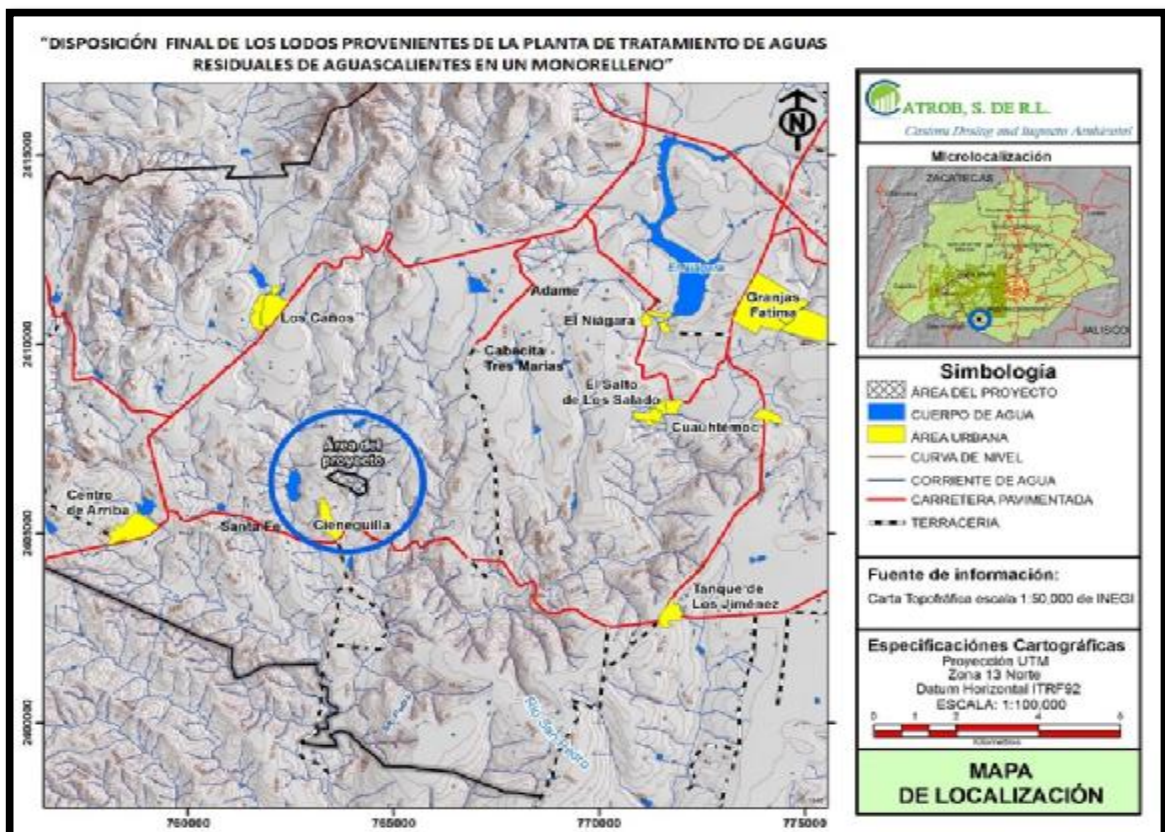


Figura 1. Mapa de localización del área del proyecto.

I.1.3. Duración del proyecto.

Una vida útil de 20 años, siendo la sección con mayor perturbación por el sobrepastoreo de animales y que tiene las condiciones para albergar el proyecto en mención y para no elevar el costo del proyecto y paralelamente invertir exclusivamente lo necesario en la adecuación del sitio, considerando para ello, sólo la superficie que asegure alcanzar dicha vida útil. Por lo anterior, la parte más elevada del predio se dejará como reserva.

I.2. Datos generales del promovente.

I.2.1. Nombre o Razón Social.

Instituto del Agua del Estado de Aguascalientes (INAGUA). Se anexa copia de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Aguascalientes vigente.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes.



I.2.3. Datos de Representante Legal.



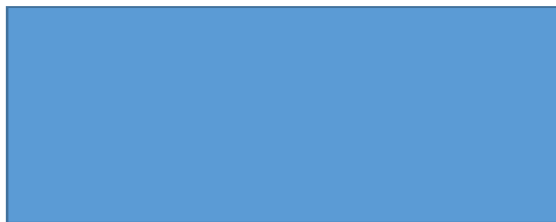
I.2.4. Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones.

Es el ubicado en:

Calle: 18 DE MARZO 98, ESQ. BLVD. A ZACATECAS,
Fraccionamiento: CIRCUNVALACIÓN NORTE, C.P. 20020,
En la Ciudad de: AGUASCALIENTES,
Del Estado de: AGUASCALIENTES.

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.



I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP.

I.3.3. Dirección del responsable técnico del documento.

Maizales No. 109, Fraccionamiento Aguascalientes 2000, C.P. 20117, Aguascalientes, Ags.

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.

Se Anexa Registro Forestal Nacional como Prestador de Servicio "Técnico Forestal". En Asiento fechado el 14 de marzo del 2006 RFN: Libro AGUASCALIENTES, tipo UI, Volumen 3, Número 2. a Nombre de; M.C. Sergio Soriano Valles.

Adicionalmente se anexa oficio con fecha de 22 de mayo bajo protesta de decir verdad sobre lo aquí manifestado.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. Información General.

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

El monorelleno comprenderá diversas obras y actividades las cuales son descritas a detalle en el presente Documento Técnico Unificado (DTU); dicha descripción tiene como objetivo representar de manera integral el proyecto a realizar, así como el acotar la superficie que alberga vegetación forestal y que es objeto del presente Solicitud del Cambio de Uso de Suelo del Suelo en terrenos forestales para el desarrollo del proyecto denominado *"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO"*, teniendo como superficie forestal 15.0258 has donde se desplantarán las plataformas para la disposición final de los lodos, de un polígono general de 34.9 has que conformaran el proyecto con las demás obras y actividades que no tienen vegetación forestal; para mayor referencia se presenta la Figura 2.

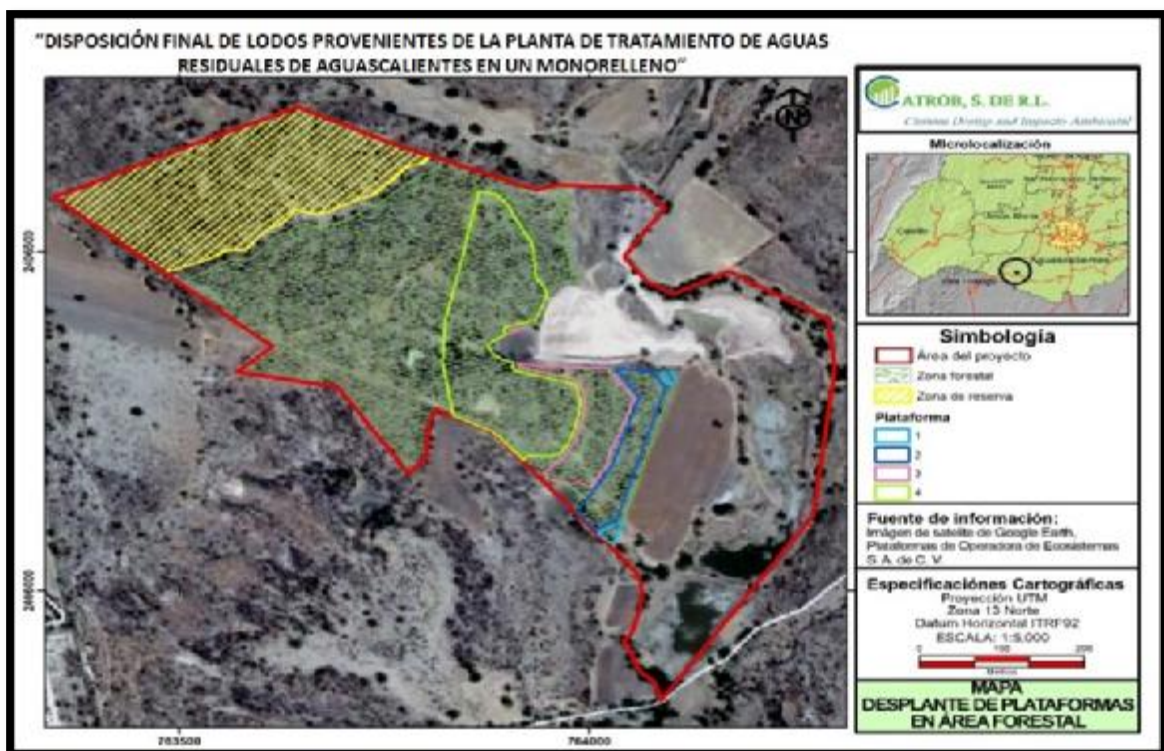


Figura 2. Desplantes de las secciones del proyecto que estarán en el área forestal.

Se seleccionó el sitio ya que actualmente existe un factor fuerte de degradación de elementos forestales en el predio del proyecto, causado por la presencia de ganado vacuno que ocasiona sobre pastoreo; esto conlleva a la pérdida de cobertura vegetal herbácea principalmente, misma que al

reducirse, permite que el suelo sea más propenso al arrastre hídrico y eólico, tal como se demuestra en los capítulos IV y V. El proyecto tiene considerado que a pesar de la remoción de 15.0258 has de vegetación con una densidad aproximada de 140 individuos por hectárea (arbóreas), se mitigue con el rescate de especies aptas para trasplante y con la compensación en una zona designada como reserva, donde se ejecutará un programa integral de conservación de suelos y reforestación.

Se espera que con estas medidas de mitigación y compensación se compensen los servicios ambientales que actualmente brindan las 15.0258 has que serán sujetas a desmonte. Habrá una recuperación de 218.24 m³ de agua en un Tiempo de Retorno de 5 años, de un escurrimiento actual de 426 m³. Se incrementará la densidad de la vegetación por unidad de superficie, lo que incrementará la cantidad de refugios de fauna. Se reducirá la cantidad de suelo erosionado por agua y aire, que actualmente se calculó una pérdida de 101.3 ton/has y 41.17 ton/has en una superficie de 8.5 y 5.5 has, respectivamente por efecto hídrico; con las medidas de mitigación en otra superficie, que actualmente se erosionan 69.24 ton/año en 6 has, se establecerán obras que tienen la capacidad de capturar hasta 1221.63 ton de suelo por has y reducir 50 % el efecto de arrastre hídrico. Por último, se considera una etapa de abandono del predio, donde se realizará otro programa de reforestación integral, que permitirá la retención del suelo que recubre a las celdas una vez terminada la vida útil del proyecto, por medio de especies de raíz somera a medianamente profunda, implementando obras de retención de suelo que le den contención y conformación a la capa edáfica una vez cubierta la última etapa del relleno.

Con base en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2013 (SCIAN 2013), la actividad correspondiente al manejo residuos no peligrosos ha sido clasificada de la siguiente forma:

Número de Clasificación	Concepto
562112	Manejo de desechos no peligrosos y servicios de remediación a zonas dañadas por desechos no peligrosos

II.1.2. Objetivo del proyecto.

Construir un monorelleno sanitario para la disposición final de los lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Ciudad de Aguascalientes, después del proceso de tratamiento de aguas residuales, biodigestión de lodos, cogeneración de energía limpia con esquema de autoconsumo (menor a 3MW), estabilización de lodos y deshidratación de los lodos considerados como residuos de manejo especial.

II.1.3. Ubicación física.

El predio se encuentra al sur del estado de Aguascalientes, en el municipio de Aguascalientes hacia el sur de la ciudad capital por la carretera a Villa Hidalgo, Jalisco, al norte de la comunidad de Lumbreras (Cieneguilla), por la carretera estatal 2 que conduce de la comunidad de Peñuelas a la del Taray, Aguascalientes (Figura 1). Un punto de referencia del predio se ubica en las coordenadas

UTM X: 764023.51, Y: 2406068.05. El polígono se representa en la Figura 4, con la ubicación de cada uno de sus vértices y sus correspondientes coordenadas se plasman en la Tabla 1.

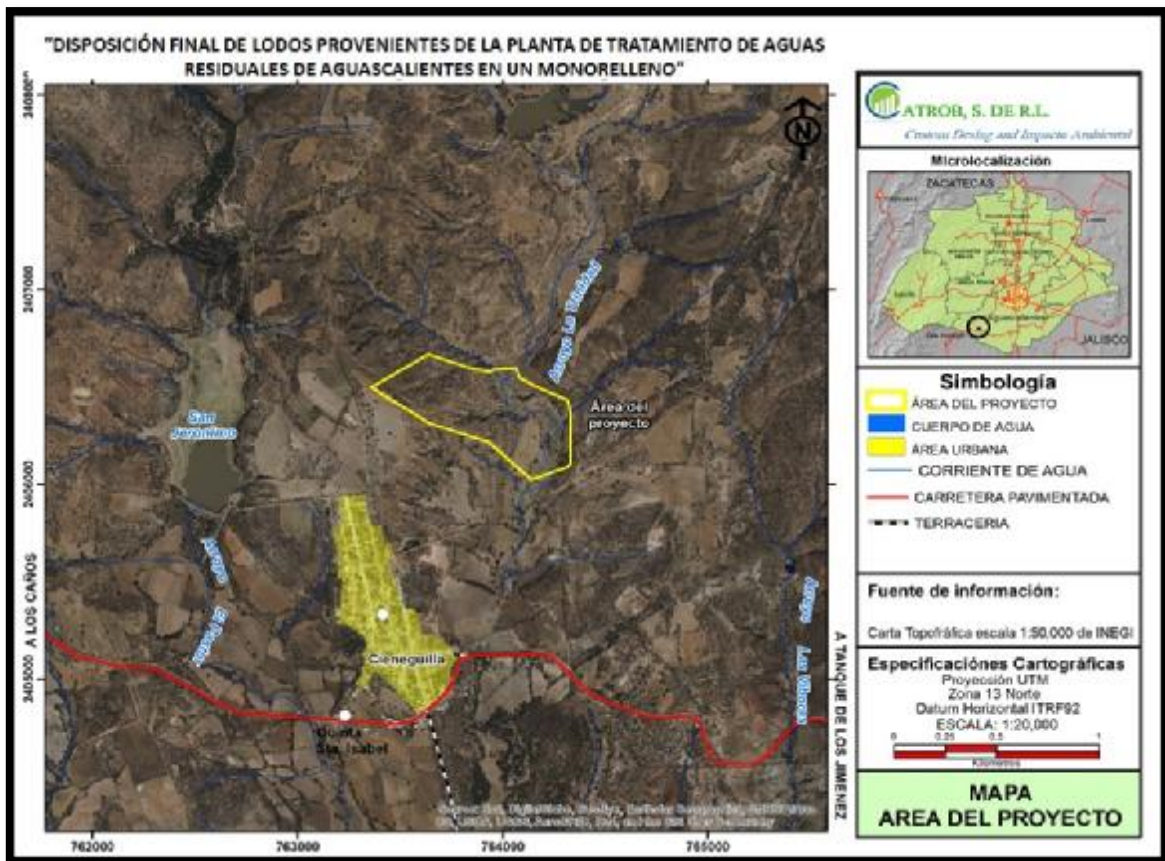


Figura 3. Localización del proyecto en el contexto de localidad rural.

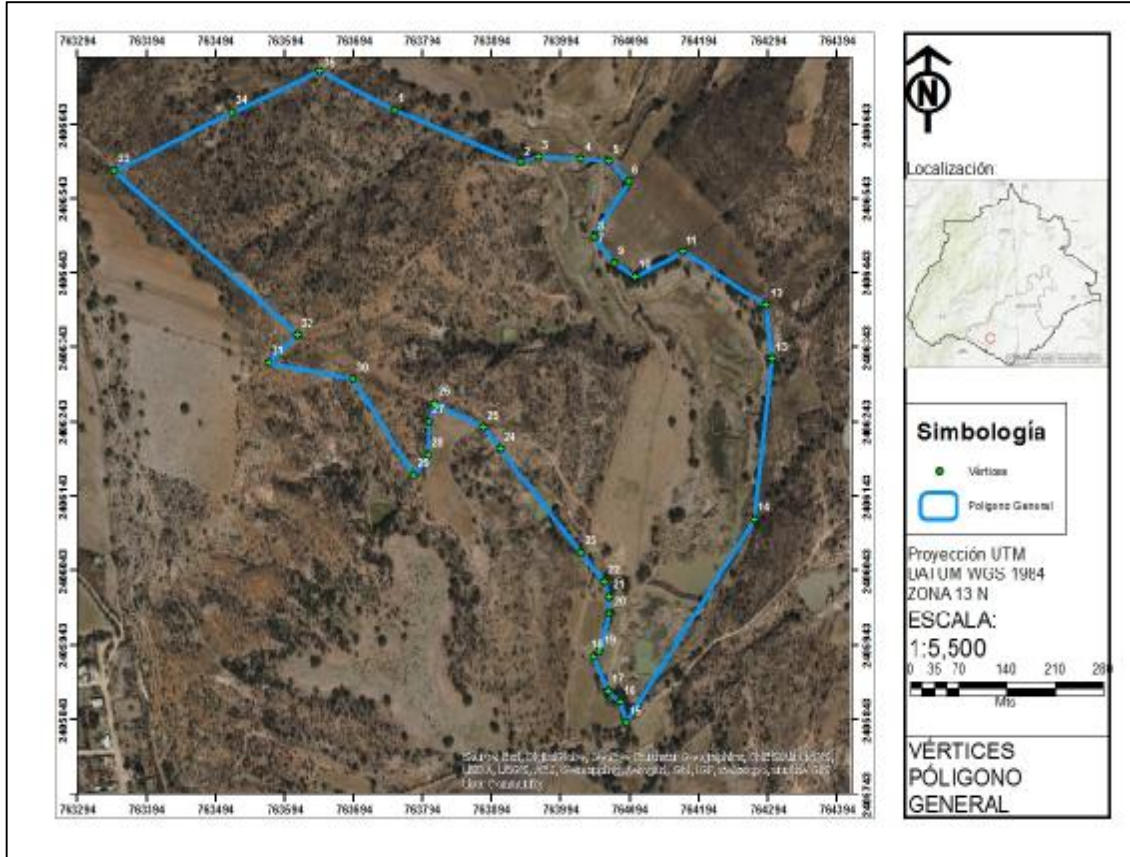


Figura 4. Localización de los vértices del polígono general.

Tabla 1. Coordenadas del polígono general.


Vértice	Coord X	Coord Y
1	763754.26	2406662.56
2	763935.51	2406591.71
3	763960.27	2406600.12
4	764022.29	2406596.83
5	764063.67	2406593.60
6	764092.18	2406565.94
7	764043.24	2406494.99
8	764043.25	2406491.19
9	764070.29	2406456.90
10	764102.20	2406438.41
11	764170.36	2406471.66
12	764291.52	2406400.35

13	764299.42	2406328.12
14	764273.91	2406112.91
15	764087.82	2405838.52
16	764079.34	2405866.99
17	764061.98	2405881.32
18	764041.93	2405927.97
19	764050.41	2405934.65
20	764064.49	2405985.81
21	764063.37	2406008.51
22	764056.42	2406028.54
23	764023.51	2406068.05
24	763906.42	2406206.33
25	763881.59	2406235.92
26	763811.81	2406268.01
27	763803.38	2406243.95
28	763801.07	2406198.52
29	763780.19	2406172.40
30	763693.03	2406301.01
31	763570.17	2406323.18
32	763613.26	2406360.40
33	763348.23	2406580.62
34	763518.61	2406659.98
35	763645.20	2406714.40

Sistema de coordenadas proyectadas UTM, Datum WGS 84

Urbanización del área.

El predio se encuentra fuera del área urbana por lo que no cuenta con servicios municipales; su acceso puede ser por dos rutas: la primera es por la periferia norte del terreno tomando la carretera No. 108 y pasando la localidad Cabecita Tres Marias, para 800 m después entrar en una desviación de terracería; la segunda es por el acceso por la parte sur de la periferia del terreno que sería entrar por la localidad de Lumberas para su entrada al terreno; ambos accesos son de terracería por lo que se pretende habilitar la vialidad en condiciones óptimas de uso.

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

Para la operación del relleno se requiere de energía eléctrica y drenaje sanitario, así como agua potable, para las obras complementarias que incluyen oficinas, caseta de vigilancia y báscula; se buscarán alternativas para su suministro; la energía eléctrica será alimentada por una línea de CFE de 23.9 KV más cercana; para la red de agua potable se propone utilizar depósitos de capacidad de 3 m³ para suministrar a la red principal, suministrando el agua a través de camión cisterna; para la red sanitaria se propone colocar un reactor anaerobio de flujo ascendente.

II.1.4. Inversión requerida.

La inversión total estimada para el desarrollo del proyecto será de XXXXXXXXX para todas las etapas que incluye la impermeabilización de las áreas de confinamiento de residuos en cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

II.2. Características particulares del Proyecto.

II.2.1. Dimensiones del proyecto.

a) Superficie total del predio (en m²).

349,087 m² (34.9 has)

b) Superficie a afectar (en m²) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva, manglar, tular, bosque, etc.). Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.

Matorral espinoso crasicuale 15.0258 has, corresponde 43 % de la superficie total del proyecto.

c) Superficie (en m²) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.

Superficie con infraestructura 70,905 m², representa el 4.9 % del área del predio.

d) Superficie(s) del predio(s), de acuerdo con la siguiente clasificación: Conservación y aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos:

Conservación y aprovechamiento restringido: 9.2 has.

Producción: 7.09 has.

Restauración: 7.93 has.

Cuerpo de agua (incluye NAME): 6.29 has.

Tabla 2. Distribución de superficies y volúmenes de obra.

Descripción	Unidad	Cantidades		Total
		Etapa 1	Etapa 2	
Oficinas	m ²	3579.22		3579.22
Plataformas	m ²	446.4	1656.56	2102.96
Camino de terracería				
Capa base espesor 30 cm	m ³	324.93	760.61	1085.54
Capa Cao Sol espesor 30 cm	m ³	32.49	76.06	108.55
Camino Pavimentado				
Riego de sello, rendimiento 0.75 kg/m ²	Ton	2.68		2.68
Riego de liga, rendimiento 0.60 lts/m ²	l	2147.53		2147.53
Riego de impregnación, rendimiento 1.8 l/m ²	l	6442.6		6442.6
Capa base, espesor = 15 cm	m ³	536.88		536.88
Capa sub-base. espesor=15 cm	m ³	536.88		536.88
Capa subrasante, espesor=30 cm	m ³	1073.77		1073.77
Carpeta asfáltica, espesor= 7cm	m ³	250.55		250.55
Vertedor de Demasias				
Trazo y Nivelación	m ²	100		100
Suministro y colocación de concreto, incluye talud cimacio f'c=250 kg/cm ²	m ³	26.41	878.79	905.2
Suministro y colocación de acero de refuerzo varilla #3	Ton	0.3	1656.56	1656.86
Material de Enrocamiento diámetro= 30cm	m ³	25.2	760.61	785.81
Cimbra y descimbra	m ²	35.2	76.06	111.26
Material compactado al 100% Proctor (bordo) para cimacio talud, cubierto de concreto con espesor de 15 cm	m ³	120		120
Alcantarillado				
Alcantarillas	Pza.	3		3
Tubería de concreto de 60" O (150 cm) (3)	m l	23.6		23.6
Tubería de concreto de 42" Z (105 cm) (1)	m l	9.6		9.6
Trazo y nivelación	m ²	59	18.24	77.24
Despalme en material tipo "B" de 15 cm	m ³	8.85	2.74	11.59
Relleno compactado en capas de 20 cm	m ³	386.96	22.93	409.89
Plantilla apisonada espesor 8 cm	m ³	4.72	1.46	6.18

II.2.2. Representación gráfica regional.

EL proyecto está ubicado en la Región hidrográfica número 12 (Figura 5), que corresponde a la región Lerma – Santiago, la cual comprende parte de los estados de Jalisco, Zacatecas, Nayarit, Durango, Aguascalientes, Michoacan, Guanajuato, Querétaro y Estado de México; dentro de esta se encuentra la cuenca Rio Verde Grande donde a su vez se ubica la Subcuenca Rio Aguascalientes, donde se localiza el predio del proyecto (Figura 5). La microcuenca donde se ubica el proyecto es una escorrentía secundaria que alimenta al cauce principal que es el Rio Aguascalientes; por lo tanto, el proyecto no está directamente en contacto en la cuenca principal del sistema ambiental (Figura 6).



Figura 5. Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago (RH12).

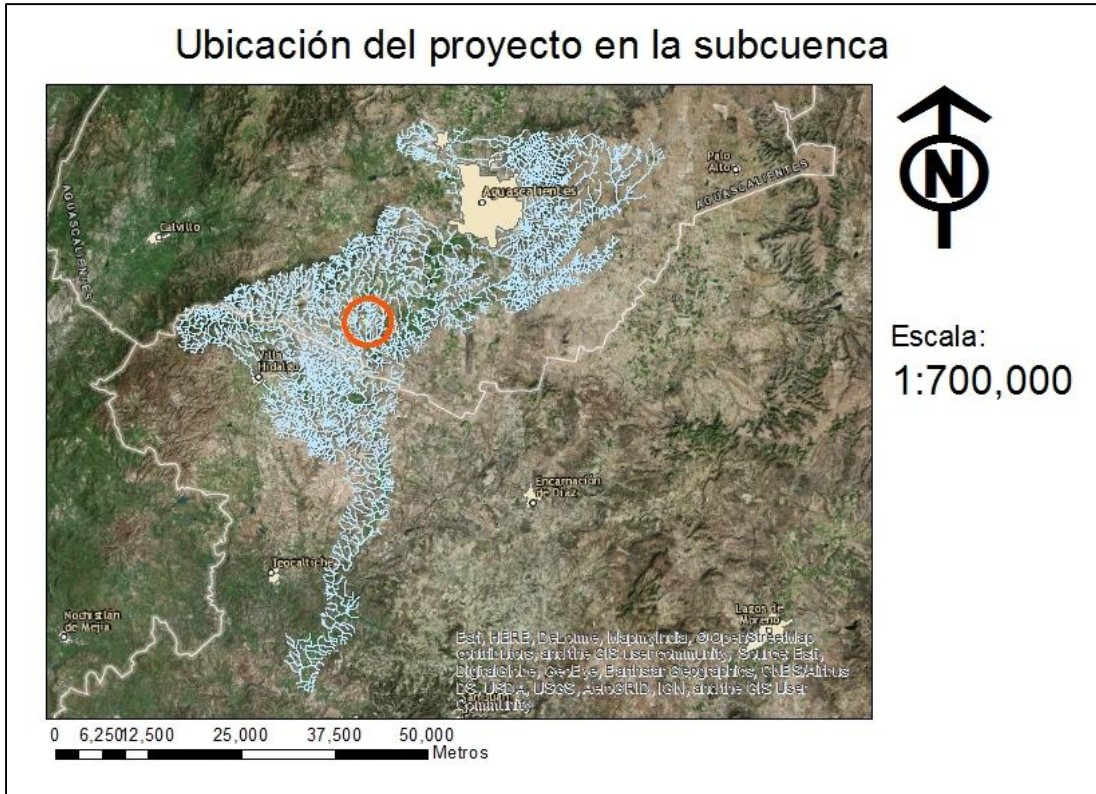


Figura 6. Ubicación del proyecto.

La superficie total del predio general son 34.9087 has, incluyendo parte del cauce principal de la microcuenca donde se encuentra ubicado.

II.2.3. Representación gráfica local.

Se hace la georreferenciación de las obras y actividades que se desplantarán en la sección de cambio de uso de suelo forestal objeto de la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto *"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO"*, obteniendo las siguientes imágenes:

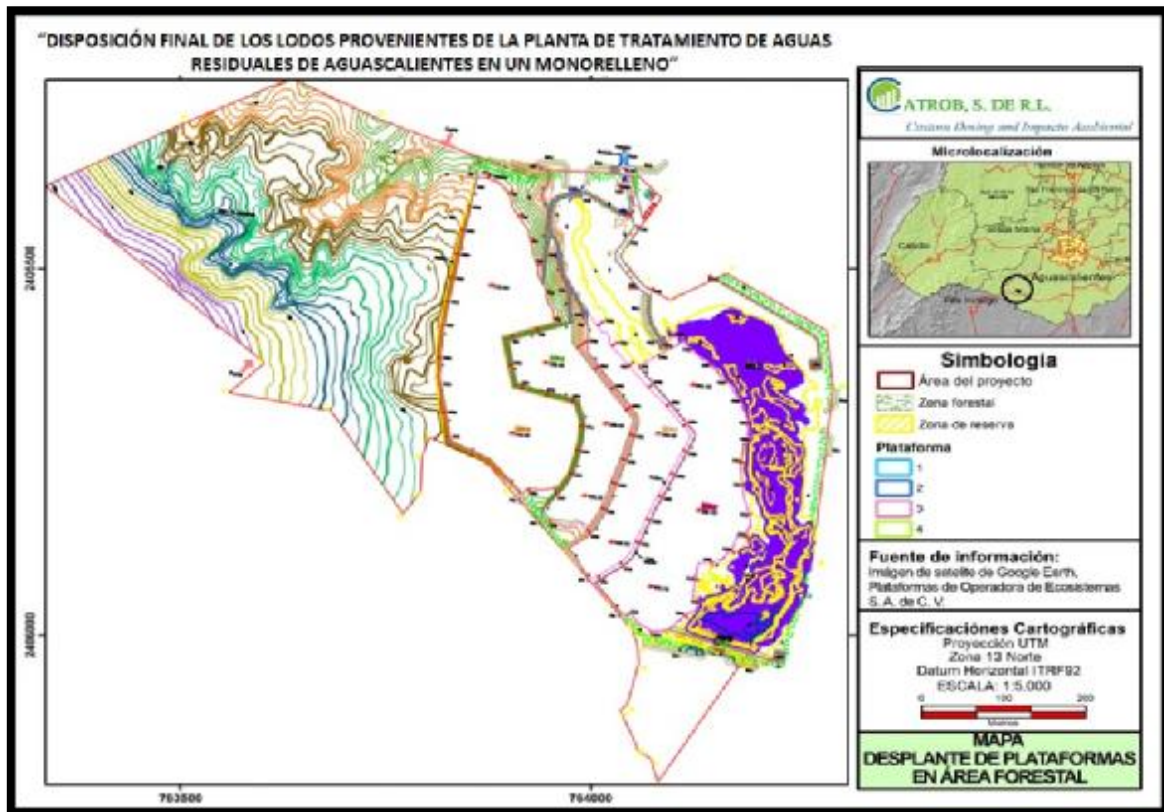


Figura 7. Plano general del conjunto de obras.

La superficie forestal que será sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales comprende una superficie de 15.0258 hectáreas, de las cuales se solicitará el total de esta superficie. El siguiente mapa (Figura 8), representa la distribución del polígono forestal dentro del predio general descrito arriba, con sus respectivos vértices etiquetados para su georreferencia detallada en la Tabla 3.

Tabla 3. Vértices del polígono CUSTF georreferenciados.

Vértice	Coord. X	Coord. Y
1	763534.06	2406472.68
2	763547.41	2406481.96
3	763563.95	2406490.34
4	763585.74	2406490.14
5	763603.32	2406505.96
6	763615.92	2406522.27
7	763633.60	2406529.97
8	763647.72	2406543.22
9	763669.09	2406537.90
10	763690.11	2406542.94
11	763709.67	2406550.95
12	763725.57	2406563.51
13	763744.16	2406571.44
14	763758.96	2406586.41
15	763774.09	2406599.28
16	763788.56	2406611.23
17	763795.40	2406614.08
18	763807.56	2406618.82
19	763821.46	2406634.88
20	763822.45	2406635.91
21	763935.51	2406591.71
22	763960.27	2406600.12
23	763970.24	2406599.59
24	763970.27	2406596.15
25	763971.57	2406580.54
26	763971.91	2406576.53
27	763976.59	2406560.33
28	763967.79	2406542.79
29	763971.66	2406522.18
30	763971.72	2406521.85
31	763975.32	2406502.27
32	763977.79	2406478.48
33	763989.68	2406457.28
34	763983.93	2406456.63
35	763968.43	2406456.78
36	763954.87	2406444.59
37	763950.39	2406439.98
38	763938.98	2406410.09
39	763933.43	2406394.82
40	763906.68	2406382.55
41	763893.69	2406375.78
42	763877.50	2406365.43
43	763876.10	2406362.63
44	763881.28	2406350.79
45	763893.98	2406341.27
46	763902.44	2406339.15
47	763922.55	2406333.86
48	763987.93	2406328.92
49	764045.30	2406327.20
50	764076.13	2406322.28
51	764086.71	2406321.02
52	764104.90	2406322.32
53	764103.53	2406310.58
54	764030.09	2406068.27
55	764009.66	2406084.40
56	763991.20	2406106.38
57	763980.47	2406121.66
58	763990.00	2406137.54
59	763984.92	2406146.86
60	763975.61	2406153.84
61	763969.47	2406157.65
62	763960.37	2406154.90
63	763953.86	2406150.36
64	763881.59	2406235.92
65	763811.81	2406268.01
66	763803.38	2406243.95
67	763801.07	2406198.52
68	763780.19	2406172.40
69	763693.03	2406301.01
70	763570.17	2406323.18
71	763613.26	2406360.40

72 763500.51 2406454.08

73 763534.06 2406472.68

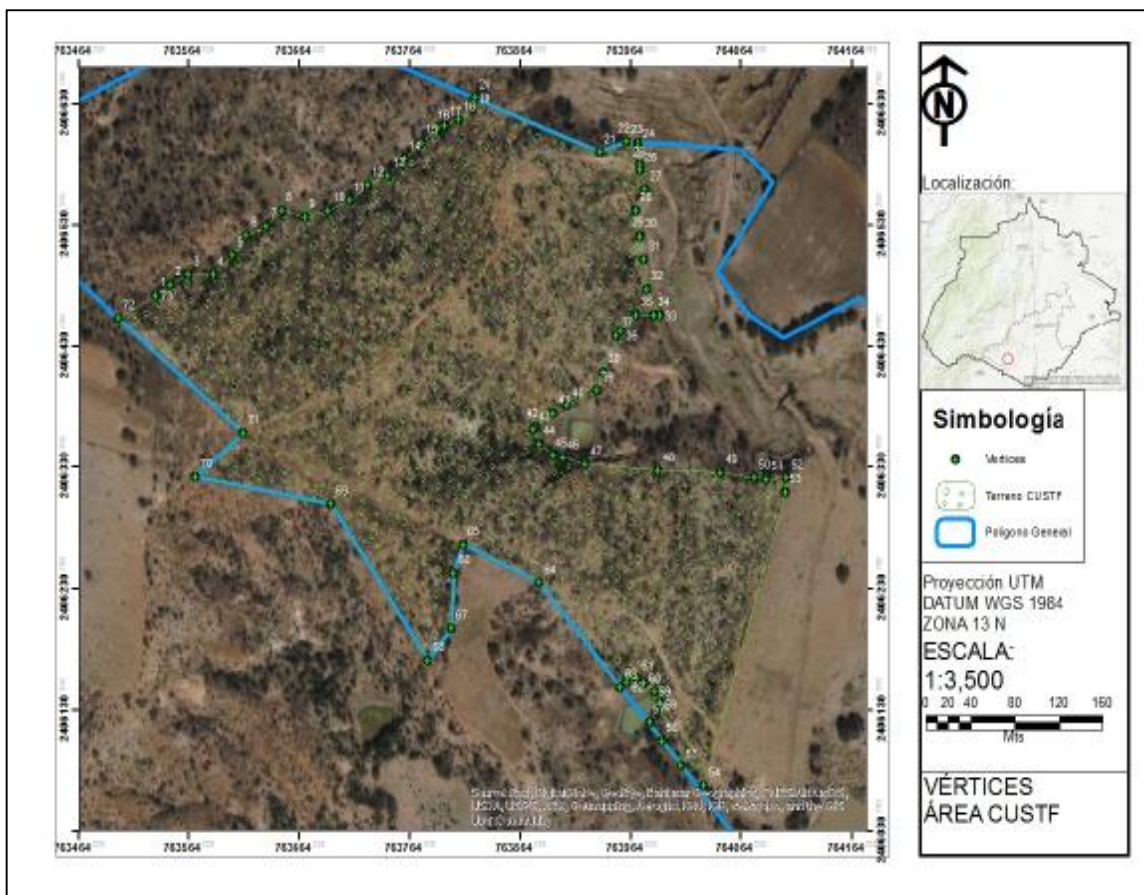


Figura 8. Área sujeta a CUSTF.

En la Tabla 4 se detalla la distribución espacial de los diferentes elementos de uso del predio. Se puede apreciar que, de la superficie forestal, se someterá aproximadamente el 50% a cambio de uso de suelo.

Tabla 4. Usos de la superficie del predio.

Tipo de superficie	Superficie en hectáreas
Superficie total del predio	34.9
Forestal	28.61

Área sujeta a CUSTF	15.0258
Cuerpo de agua	6.29

II.2.4. Preparación del sitio.

Forma de ejecución del Cambio de Uso de Suelo.

En este apartado se presenta una descripción concreta y objetiva de las principales actividades que se llevarán a cabo en esta etapa:

- Ø Ubicación de hábitat de fauna (nidos, madrigueras, arbolado muerto, etc.), y realizar su reubicación, así como de la vegetación que tenga algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Ø Trazado de la poligonal principal para establecer los límites del predio y así poder ubicar las zonas destinadas a celdas de acopio y obras complementarias, además del área de reserva en donde se cuidará la flora y fauna a reubicar.
- Ø Acondicionamiento provisional para los accesos al predio.
- Ø Desmonte y despalme que implica la remoción de la cubierta vegetal que se realizará de manera paulatina y conforme a los avances que tengan el rescate y/o reubicación de flora y fauna. Para las actividades de desmonte se utilizará la maquinaria, herramienta y mano de obra necesarias para su correcta ejecución, recolectando el material obtenido producto del despalme y desmonte en alguna de las áreas libres de vegetación.
- Ø El material producto del despalme será cribado y el de desmonte será triturado para posteriormente ser mezclado y utilizado en el predio, de preferencia para las áreas de jardines y parque ecológico que se tiene proyectado.

Durante el desmonte, que implica el retiro de la cobertura vegetal, se afectarán los individuos arbóreos presentes en el área y dentro de los que se encuentran mezquite, huizache, nopal, garruño, gigante, quelite, varaduz, pirul, palo blanco y otros.

Durante las actividades de despalme, se realizarán excavaciones para la conformación de las celdas de confinamiento nivelación y compactación del terreno, el suelo que existe en el predio será afectado debido al movimiento y retiro de las capas superficiales de material edáfico y el suelo orgánico, lo que provoca la pérdida del mismo.

El volumen máximo de suelo que será extraído durante la preparación de terreno que incluye el desmonte, despalme y la excavación para las celdas de confinamiento considerando que se removerá el material que corresponde a suelo vegetal y hasta una profundidad aproximada de 20 metros dentro de la sección establecida para el confinamiento de los lodos, estimándose un volumen promedio de 64,458.163 m³; este material será principalmente utilizado para la cobertura de residuos y mantenimiento de áreas del propio relleno. A continuación, se presentan los volúmenes a generar conforme a los perfiles de corte del proyecto:

Tabla 5. Volúmenes de los Perfiles del Terreno del Monorelleno.

Perfil	Corte			Terraplén		
	Área (m ²)	Sección	Volumen (m ³)	Área (m ²)	Sección	Volumen (m ³)
1	32.6723	20	653.446	26.6837	20	573.674
2	382.8712	20	4,155.435	56.3366	20	850.203
3	634.5613	20	10,174.325	44.406	20	1,007.426
4	519.1051	20	11,536.664	54.7416	20	991.476
5	374.7243	20	8,938.294	0	20	547.416
6	445.5487	20	8,202.73	7.1322	20	71.322
7	529.1873	20	9,747.36	1.3798	20	85.12
8	62.2041	20	5,913.914	99.5561	20	1,009.351
TOTAL			59,322.168			5,135.995

Desmante.

El desmante o desyerbe consiste en el retiro de la vegetación, arbórea, arbustiva y en general de toda la vegetación.

- La vegetación maderable y no maderable producto del desmante será regalada a los vecinos y/o trabajadores del proyecto.
- El despalme y desmante de la vegetación resultante será retirada mediante el uso de maquinaria pesada con la ayuda del siguiente equipo:

EQUIPO
Tractor D8
Cargador Frontal
Camiones de volteo

La operación con hoja limpiadora, recomendada para este caso, donde hay presencia de arbustos altos y árboles de tamaño mediano es la siguiente:

1. Con la cuchilla al ras del suelo, se cortan los arbustos, y también pequeños árboles.
2. Por su posición inclinada hacia la derecha, la hoja empuja el material cortado hacia un lado del tractor.
3. Se empieza a trabajar desde un lado del terreno, trabajando contra el sentido de las agujas del reloj, volteando siempre hacia la izquierda.
4. En las esquinas, el tractor da vueltas de 90° en marcha atrás.

Disposición final del material resultante:

Tipo de residuo	Descripción del manejo
Suelo vegetal	El suelo vegetal será utilizado en las áreas verdes del proyecto



Figura 9. Disposición del material del desmonte

Despalme.

La parte donde se remueve material superficial del terreno para evitar la mezcla de material no utilizable con el material de las terracerías. El detalle completo de esta etapa se describe en la Tabla 6.

Tabla 6. Calendario de actividades de remoción de la cobertura forestal.



PROGRAMA DE OBRA:		MESES											
<i>"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO".</i>													
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	DELIMITACIÓN DE ÁREAS Y SUPERFICIES DE UBICACIÓN EN SITIO, ASÍ COMO DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE RESTRICCIÓN, MEDIANTE MÉTODOS TOPOGRÁFICOS GEOREFERENCIADOS. Delimitación de áreas y superficies que estarán sujetos a cambio de uso del suelo,												

<p>POLÍGONO</p>	<p>mediante métodos topográficos georreferenciados, y en campo mediante estacado y señalamiento con líneas de cal.</p> <p>MEDIDAS DE MITIGACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de botes para recolección de residuos. • Instalación de letrinas. • Actividades de rescate y translocación de fauna. • Búsqueda de nidadas en la vegetación. • Marcado de accesos. • Cursos de capacitación al personal. • Colocación de señalamientos preventivos. • Restricción del libre tránsito. • Colocación de extintores. 																		
<p>DESMONTE O RETIRO DE MATERIAL VEGETAL</p>	<p>TRABAJO QUE SE REALIZA PARA EL RETIRO Y MANEJO DE RESIDUOS VEGETALES, TALES QUE PERMITAN CONFORMAR COMPOSTAS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUELOS EN LA ZONA DE LAS ÁREAS VERDES NATURALES.</p> <p>El desmonte consiste en el retiro de la vegetación, arbórea, arbustiva y en general de toda la vegetación forestal. Esta actividad se efectuará de forma paulatina y por etapas, y exclusivamente en las partes seleccionadas de acuerdo con el proyecto constructivo para el desarrollo de infraestructura, servicios, accesos, etc.</p> <p>Las actividades de desmonte podrán hacerse a mano o a máquina y son las siguientes:</p> <p>1.-Tala: consiste en cortar los árboles y arbustos. Los arboles considerados para cortar (menores a 2m) se cortarán con motosierra, el producto será donado a los vecinos colindantes del área del proyecto;</p>																		

	<p>el resto del material vegetal se incorporará con la tierra producto del despalme.</p> <p>2.-Roza: consiste en quitar la maleza, hierba, zacate. La vegetación se retirará con maquinaria y el producto se incorporará con la tierra producto del despalme.</p> <p>3.-Desenraice: consiste en sacar los troncos o tocones con raíces o cortando estas, de tal manera que se asegure la eliminación completa de la materia vegetal, para que no se revuelva con el material destinado a la construcción. Para su extracción se utilizará maquinaria. El producto se incorporará con la tierra producto del despalme.</p> <p>MEDIDAS DE MITIGACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disposición del material de despalme en sitios seleccionados en el área del proyecto y donde no haya grandes pendientes. 																
	<p>Trabajo mediante el cual se realiza el retiro de la capa de terreno vegetal, que será almacenada en áreas designadas y que no presenten grandes pendientes para que pueda ser reutilizada en la consolidación de las áreas verdes naturales del proyecto. El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de la infraestructura. Esta actividad se efectuará de forma paulatina y por etapas, y exclusivamente en las partes seleccionadas de acuerdo con el proyecto constructivo para el desarrollo de infraestructura, servicios, accesos, etc. Las actividades de despalme se realizarán con maquinaria:</p>																

<p>DESPALME</p>	<p>1.-El despalme se iniciará después de que se haya seccionado la superficie de ataque y una vez realizado el desmonte.</p> <p>2.-La empresa tomará las precauciones para que durante el despalme no se alteren ni modifiquen las referencias y bancos de nivel.</p> <p>3.-La empresa tomará todas las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas, de las propiedades y de las obras, por lo que será el único responsable de los daños ocasionados.</p> <p>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se humedecerá el predio para evitar polvos fugitivos y pérdida del suelo. • Vigilancia de las áreas exclusivas del CUSTF. • Depósito de material de despalme en sitios autorizados y que no presenten grandes pendientes. • Mezcla de material vegetal con material de despalme. 																
<p>ACTIVIDADES DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES</p> <p>EQUIPO Y MAQUINARIA A UTILIZAR: CAMIÓN DE 7 TONELADAS, RETROEXCAVADORA, LETRINAS PORTÁTILES, TRACTOR, PIPA CISTERNA DE 10,000 LTS; CARGADOR FRONTAL.</p> <p>EQUIPO MENOR: MOTOSIERRAS, COMPACTADOR, PALAS Y PICOS.</p>																	

Las actividades del cambio de uso del suelo para el proyecto "DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO", se realizarán en un tiempo máximo de 24 meses a partir de que se tengan ya las autorizaciones correspondientes y la liberación de los recursos; pero se solicita un periodo de 10 años como plazo de autorización ya que se estarán solicitando y complementando las autorizaciones estatales y municipales correspondientes.

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

Operación. -

La etapa de operación se considera como permanente, y será evaluada por las autoridades estatales. A continuación, se desglosa la etapa de operación del proyecto.

Obras y actividades principales.

Se crearán plataformas operacionales de 5.00 m de altura en la zona aprovechable del sitio, evadiendo las áreas más bajas por donde surcan en tiempos de lluvia escurrimientos pluviales que podrían poner en riesgo dichas plataformas. Por tal razón, la diferencia entre la parte más baja del cauce por donde circulan los escurrimientos (1798.00 msnm), y la cota de desplante de la primera plataforma (1803.00 msnm), es de 5.00 m, altura suficiente según el análisis hidrológico para salvaguardar las plataformas operacionales.

Así mismo, sólo se utilizará la parte media del predio que asegure una vida útil de entre 15 y 20 años, para no elevar demasiado el costo del proyecto y paralelamente invertir exclusivamente lo necesario en la adecuación del sitio, considerando para ello, sólo la superficie que asegure alcanzar dicha vida útil. Por lo anterior, la parte más elevada del predio se dejará como reserva. De acuerdo con lo antes señalado, se habilitarán 4 plataformas operacionales con 5 m de diferencia entre sí, para que toda la altura o espesor del talud de transición entre ellas, sea ocupado totalmente y en toda la plataforma por los lodos. Los taludes de transición entre plataformas, se construirán a 45° (Figura 12 y Figura 13).

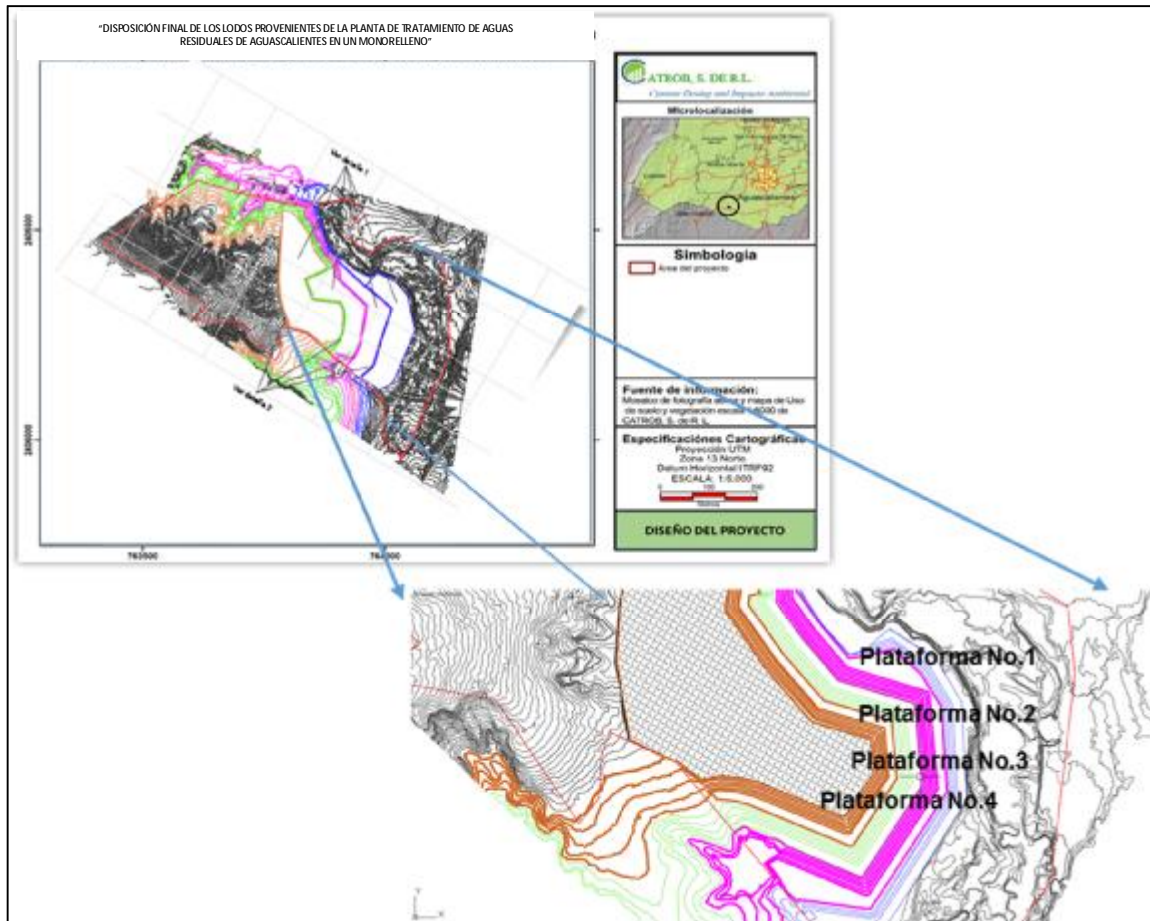


Figura 10. Distribución espacial de la obra principal.

Tabla 7. Capacidad volumétrica de las plataformas.

	PERFIL	ÁREA	VOLUMEN
ETAPA 1	1	137.86	1378.60
	2	265.09	4029.50
	3	265.28	5303.70
	4	280.79	5460.70
	5	297.15	5779.40
	6	310.72	6078.70
	7	320.97	6316.90
	8	330.68	6516.50
	9	340.21	6708.90
	10	322.63	6628.40
	11	249.48	5721.10
	12	434.11	6835.90
	13	472.97	9070.80
	14	92.52	5654.90
	15	-	925.20
	16	-	-
	17	-	-
	18	-	-
	19	-	-
	20	-	-
			82409.20

	PERFIL	ÁREA	VOLUMEN
ETAPA 2	1	-	-
	2	43.54	435.40
	3	405.02	4485.60
	4	436.73	8417.50
	5	447.04	8837.70
	6	475.08	9220.70
	7	496.15	9711.80
	8	520.41	10165.60
	9	547.02	10674.30
	10	511.91	10589.30
	11	712.82	12247.30
	12	491.75	12045.70
	13	9.05	5008.00
	14	-	90.50
	15	-	-
	16	-	-
	17	-	-
	18	-	-
	19	-	-
	20	-	-
			101929.40

	PERFIL	ÁREA	VOLUMEN
ETAPA 3	1	-	-
	2	-	-
	3	165.37	1653.70
	4	568.04	7334.10
	5	600.65	11686.90
	6	625.91	12265.60
	7	661.04	12869.50
	8	864.76	15258.00
	9	1299.46	21642.20
	10	1231.72	25311.80
	11	496.06	17277.80
	12	40.45	5365.10
	13	-	404.50
	14	-	-
	15	-	-
	16	-	-
	17	-	-
	18	-	-
	19	-	-
	20	-	-
			131069.20

	PERFIL	ÁREA	VOLUMEN
ETAPA 4	1	-	-
	2	-	-
	3	568.58	5685.80
	4	909.59	14781.70
	5	1413.43	23230.20
	6	1513.54	29269.70
	7	1572.01	30855.50
	8	1627.92	31999.30
	9	1461.69	30896.10
	10	844.72	23064.10
	11	623.71	14684.30
	12	598.12	12218.30
	13	505.58	11037.00
	14	453.69	9592.70
	15	360.84	8145.30
	16	180.67	5415.10
	17	-	1806.70
	18	-	-
	19	-	-
	20	-	-
			252681.80

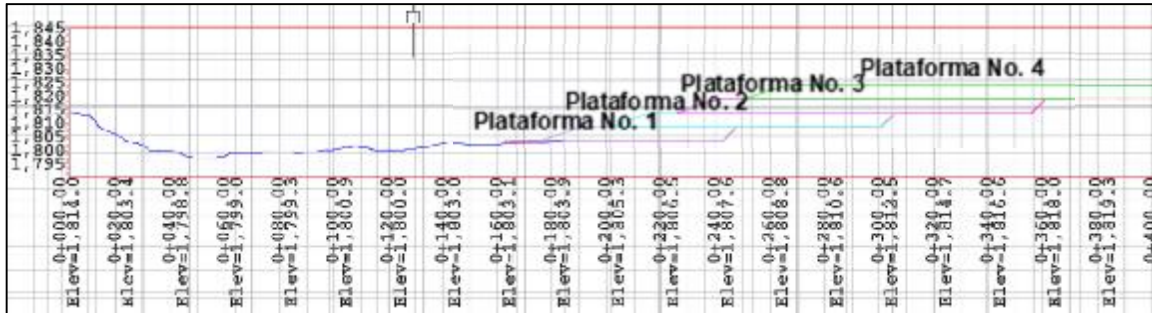


Figura 11. Corte transversal de las 4 plataformas operacionales propuestas.

Considerando las 4 plataformas operacionales (Figura 11), la capacidad volumétrica disponible es de: 450,129.40 m³, por lo que, para completar la capacidad volumétrica requerida para una vida útil de 20 años que es de 697,000.00 m³, se necesitan 246,870.60 m³.

Para cumplir con este objetivo, se incluirá una quinta etapa operacional utilizando como plataforma de trabajo la superficie obtenida con la conformación de la plataforma No. 4. Para esta quinta etapa, la cota de desplante será la propia cota de piso terminado de la plataforma No. 4, que es la elevación 1823.00.

Esta cuarta plataforma no necesitará ser impermeabilizada, ya que se aprovechará la impermeabilización de los pisos de desplante de las 4 primeras plataformas operacionales, cuya impermeabilización se llevará a cabo con membranas de polietileno alta densidad o con materiales naturales. Así mismo, al igual que las otras, tendrá una altura de operación de 5 m y se utilizará para su desarrollo, el respaldo natural que la propia configuración topográfica proporciona. Considerando una altura de 5 m, así como una superficie un 10 % mayor a la de la plataforma No. 4, la capacidad volumétrica que ofrecerá esta quinta etapa, será igual a $((55590.00 \text{ m}^2) \cdot (5.00 \text{ m})) = 277,949.98 \text{ m}^3 \cong 277,950.00 \text{ m}^3$. Este volumen disponible que ofrece la quinta etapa, es más que suficiente para satisfacer los 246,870.60 m³ faltantes, ya que se tendrá un pequeño excedente de 31,079.38 m³, que corresponden a 322 días más.

En este sentido, para un volumen de 334 m³ de lodos, con un ancho de 12.00 m y alturas de 5.00 m, la profundidad de cada celda será de 5.56 m, compactadas con maquinaria pesada, para lograr reducir en un 10 %, el volumen de los lodos desecados que enviarán de la planta de tratamiento de aguas residuales, alcanzando una densidad mucho mayor a la requerida por la NOM-083, que es de 700 Kg/m³. Lo anterior, si fuera un paralelogramo perfecto, pero como tendrá una pared inclinada que será el frente de trabajo con un talud 3:1, la dimensión vertical se convierte en una dimensión inclinada con 15 m de longitud, por lo que el espesor o profundidad de las celdas diarias, será entre 1.75 y 2.00 m.

El espesor de cobertura quedará definido por un espesor mínimo que evite la reproducción de la larva de la mosca, que, para el caso de un material compactado compuesto por limo, arcilla y arena, será de 25 cm para incrementar la capacidad de campo del suelo y poder retener así, una mayor cantidad de líquidos percolados.

El talud del frente de avance del monorelleno, tendrá una proporción de 1 unidad de altura por 3 de base, con lo que se logran taludes estables y se facilita el trabajo del equipo de compactación.

El material de cobertura, servirá para evitar la dispersión de los residuos, prevenir la proliferación de insectos, roedores y otros vectores sanitarios; además de aislar la masa de lodos y evitar malos olores.

Proponiendo un esquema de operación, donde las caras laterales cuando queden expuestas, se cubran con material térreo, así como el frente de trabajo y la parte superior o techo de la celda. De acuerdo con estas consideraciones, se tendrá lo siguiente:

- Ø Talud Frente de Trabajo de Celda: $(15.00 \text{ m} \times 12.00 \text{ m}) = 180 \text{ m}^2$
- Ø Techo de la Celda: $2.00 \text{ m} \times 12.00 \text{ m} = 24.00 \text{ m}^2$
- Ø Taludes Exteriores de la Celda: $(15.00 \text{ m} \times 2.00 \text{ m})^2 = 60.00 \text{ m}^2$
- Ø Total, Celda: $180.00 + 24.00 + 60.00 \text{ m}^2 = 264.00 \text{ m}^2$

Considerando un espesor de material de cubierta de 0.25 m compactado, el volumen de material de cubierta requerido, proveniente de los trabajos de excavación del monorelleno, será:

$$\text{Para Celda Típica} = 264.00 \text{ m}^2 \times 0.25 \text{ m} = 66.00 \text{ m}^3$$

El volumen ocupado por la cantidad total diaria de residuos, más la cantidad de material de cubierta, será:

$$\text{Para Celda Típica} = 334 + 66.00 = 400.00 \text{ m}^3$$

De esta manera, además de lograr un mejor aprovechamiento, se realizarán menores inversiones para su clausura y saneamiento, al término de la vida útil de cada una de las etapas de trabajo.

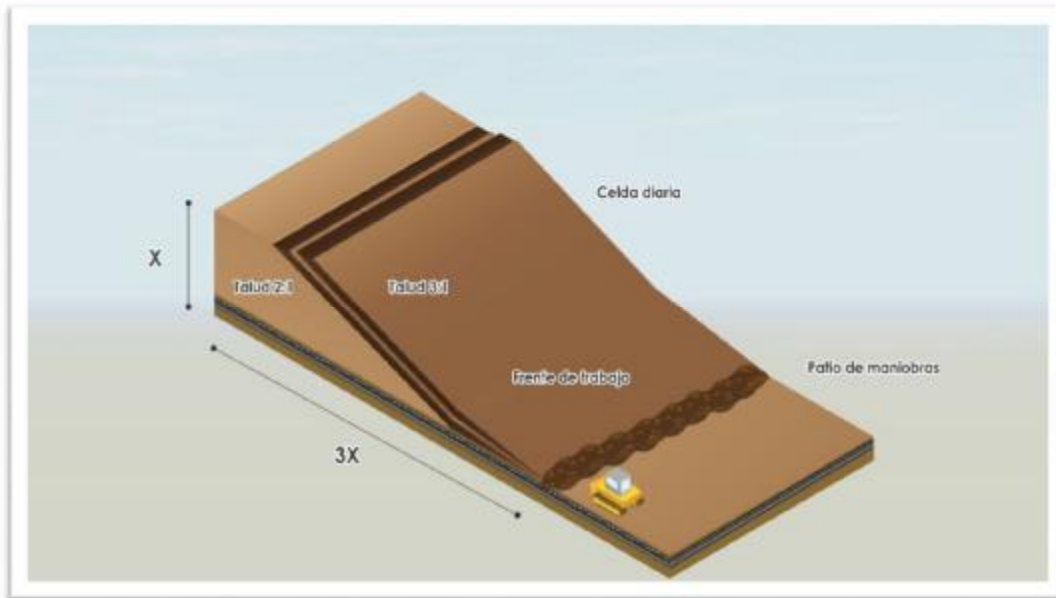


Figura 12. Transición de taludes a 45°.

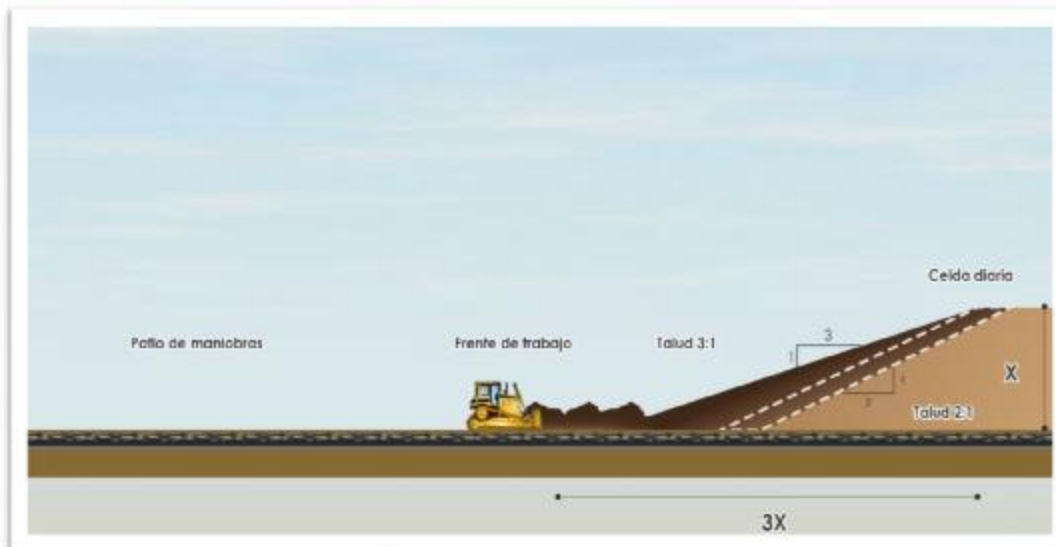


Figura 13. Transición de taludes a 45° corte transversal.

Cada una de las celdas con las que se ocuparán las plataformas, se desarrollará en forma similar, siempre a partir de un talud inclinado como respaldo, el cual se preparará aprovechando las condiciones naturales del predio, con el fin de reducir los movimientos de terracerías, particularmente en las excavaciones para evitar costos excesivos, la habilitación de las plataformas siempre estará definida por una pared de respaldo, aprovechando los taludes naturales del predio.

Con este enfoque y estableciendo un talud 1:1 para la pared de respaldo de todas las plataformas, se buscará lograr la vida útil necesaria para confinar los lodos que se generarán durante los próximos 20 años que operará la planta de aguas residuales.

Como ya se estableció, el nivel de desplante de las plataformas operacionales, fue definido buscando minimizar las excavaciones, además de considerar como criterio determinante conformar las celdas en espesores de 5.0 m (incluyendo el material de cubierta para confinar los lodos), con el fin de reducir el material terreo necesario para cubrir los lodos que serán dispuestos en el monorelleno.

Esta propuesta permitirá salvaguardar de cualquier deslizamiento, la integridad física del monorelleno, ya que con la morfología que se pretende lograr y con espesores de lodos compactados de 5 m en promedio, difícilmente se presentará una falla de talud.

La idea es que cada una de las macroceldas del monorelleno sea ocupada verticalmente hasta alcanzar una elevación de 5 m mediante la colocación de una o varias capas de lodos según lo permita la consistencia de estos, incluyendo el espesor de la capa de cubierta, hasta lograr alcanzar la cota de piso terminado, que a su vez será la cota de desplante de la siguiente plataforma de trabajo.

En ese sentido, la primera plataforma se desplantará sobre la cota 1803.00, la No. 2 sobre la cota 1808.00, la No 3 sobre la No. 1813.00 y la No. 4 sobre la 1818.00 (ver la siguiente imagen).

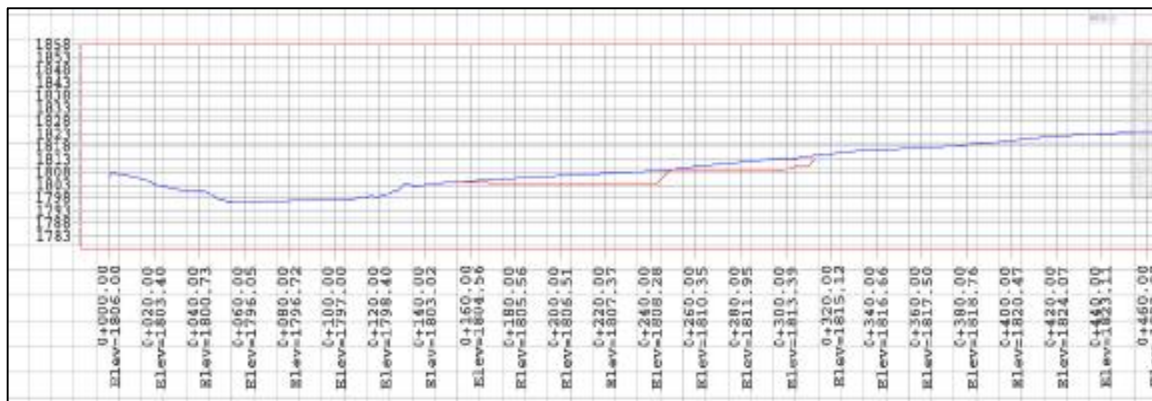


Figura 14. Corte de la plataforma 1.

La forma de construir el monorelleno en capas de 5.00 m de espesor permitirá el crecimiento vertical, buscando que se vaya estructurando hacia arriba, hasta alcanzar el nivel de piso terminado que se haya establecido, que en este caso será al menos la cota 1823.00 en las secciones más bajas (Figura 12 y Figura 13). Esta propuesta, a partir de las plataformas operacionales, garantizará entre

que los líquidos percolados que se generarán en cada una de ellas, se manejen adecuadamente al no mezclarse entre sí, además de que se colectarán mediante la definición de los pisos de desplante en contrapendiente, para canalizar tales líquidos a una serie de cárcamos localizados estratégicamente. Este concepto de construcción por capas y modularmente, en lugar de la tradicional operación por área, tiene la ventaja de confinar una misma cantidad de lodos, en una menor superficie de terreno, minimizando su exposición a la lluvia y disminuyendo la tasa de producción de los líquidos percolados, aspecto clave para el control de uno de los impactantes ambientales más importantes, en un sistema de disposición final como se muestra a continuación:

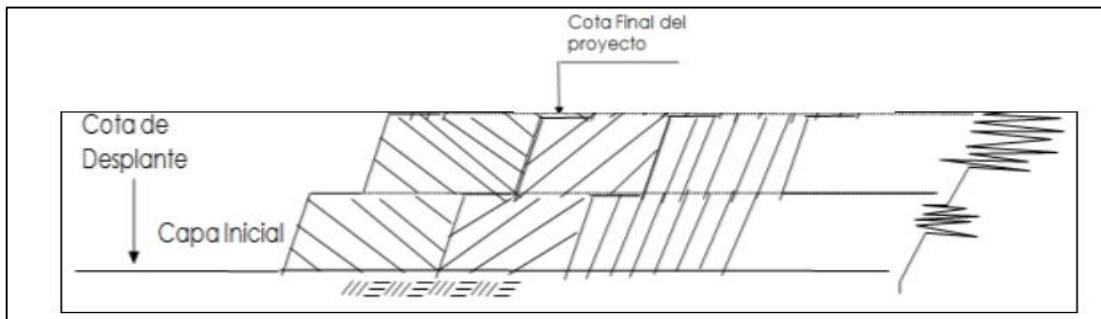


Figura 15. Esquema de los depósitos en las plataformas.

Los movimientos de terracerías (volúmenes de excavación y relleno en metros cúbicos), correspondientes a la propuesta de acondicionamiento con las plataformas, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 8. Volúmenes de excavación y relleno del proyecto.

Perfil	Ancho sección	ETAPA 1				ETAPA 2			
		Área Corte	Volumen Corte	Área Terraplén	Volumen Terraplén	Área Corte	Volumen Corte	Área Terraplén	Volumen Terraplén
1	20	206.5988	2065.988	0	0	0.0000	0	0	0
2	20	109.5698	3161.686	0	0	0.0000	0	0	0
3	20	230.7673	3403.371	0	0	133.2825	1332.825	0	0
4	20	228.2607	4590.28	0	0	122.6545	2559.37	0	0
5	20	216.3104	4445.711	0	0	110.6146	2332.691	0	0
6	20	205.8797	4221.901	0	0	116.4171	2270.317	0	0
7	20	213.1059	4189.856	0	0	114.2735	2306.906	0	0
8	20	223.9029	4370.088	0	0	124.3089	2385.774	0	0
9	20	238.4992	4624.021	0	0	135.5382	2598.421	0	0
10	20	267.0559	5055.551	0	0	141.1209	2766.591	0	0
11	20	233.9952	5010.511	0	0	412.3968	5535.167	0	0
12	20	531.4806	7654.758	0	0	560.429	9728.248	0	0
13	20	452.7619	9842.425	27.1745	271.745	29.0607	5894.897	21.041	210.41
14	20	304.2824	7570.443	47.7924	749.669	0	290.607	0	210.41
15	20	149.9231	4542.055	0	477.924	0	0	0	0
16	20	230.7673	3806.904	0	0	0	0	0	0
17	20	228.2607	4590.28	0	0	0	0	0	0
18	20	0	2282.607	0	0	0	0	0	0
20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
19	20	0	0	0	0	0	0	0	0

ETAPA 3				ETAPA 4			
Área Corte	Volumen Corte	Área Terraplén	Volumen Terraplén	Área Corte	Volumen Corte	Área Terraplén	Volumen Terraplén
0.0000	0	0	0	0	0	0	0
0.0000	0	0	0	0	0	0	0
125.6586	1256.586	0	0	615.0927	6150.927	0	0
149.1434	2748.02	0	0	813.7671	14288.598	0	0
145.3574	2945.008	0	0	785.0936	15988.607	0	0
138.0934	2834.508	0	0	516.7443	13018.379	13.2800	132.8000
143.6449	2817.383	0	0	317.8265	8345.708	193.7232	2070.0320
259.6959	4033.408	0	0	155.215	4730.415	265.4685	4591.9170
372.7553	6324.512	68.1311	681.311	357.339	5125.54	82.8519	3483.2040
193.5219	5662.772	99.7464	1678.775	437.6161	7949.551	15.3154	981.6730
80.1384	2736.603	208.516	3082.624	522.9287	9605.448	0	153.1540
68.9779	1491.163	87.8543	2963.703	577.2096	11001.383	0	0
0	689.779	0	878.543	492.8337	10700.433	0	0
0	0	0	0	385.5155	8783.492	0	0
0	0	0	0	296.2825	6817.98	0	0
0	0	0	0	179.0678	4753.503	0	0
0	0	0	0	0	1790.678	0	0

VOLÚMENES TOTALES DE PROYECTO	
CORTE	TERRAPLEN
288,020.63	22,617.89


Requerimientos volumétricos del monorelleno.

Considerando que cada 7 días se requerirá un volumen de 668 m³ para confinar los lodos que cada 7 días generará la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Aguascalientes; entonces el volumen requerido para un año, será igual a: $((365/7) * 668 \text{ m}^3) = 34,831 \text{ m}^3$. Por tanto, para confinar los lodos durante 20 años, el volumen necesario corresponderá a 696,628.57 m³, por lo que se redondeará a 697,000.00 m³.

Impermeabilización de las macroceldas tipo del monorelleno.

La Norma Oficial Mexicana NOM-083/SEMARNAT-2003, establece en el numeral 7.1 del Capítulo No. 7 relativo a las Características Constructivas y Operativas del Sitio de Disposición Final, la siguiente especificación:

7.1 Todos los sitios de disposición final deben contar con una barrera geológica natural o equivalente, a un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica, de al menos $1 \times 10^{-7} \text{ cm/seg}$ sobre la zona destinada al establecimiento de las celdas de disposición final; o bien, garantizarla con un sistema de impermeabilización equivalente.

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

Al respecto, como el sitio no cuenta con una barrera geológica natural ni equivalente que cumpla con las especificaciones señaladas en cuanto al coeficiente de conductividad hidráulica y el espesor de dicha barrera, será necesario garantizarla con un sistema de impermeabilización equivalente.

Para el cumplimiento de tal mandato se propone una membrana artificial de polietileno de alta densidad.

La capa de material del propio sitio compactada al 80 % de la prueba proctor, combinada con una membrana plástica de polietileno alta densidad de 30 milésimas de espesor geomembrana y Geotextil; antes de colocar el sistema de impermeabilización, el suelo será denudado, eliminado raíces, hierbas y ramas, así como material que pueda romper la geomembrana que se halle dispersa, para después compactar el suelo particularmente donde se encuentre alterado y proceder a instalar el sistema de impermeabilización, el cual estará estructurado por tres elementos fundamentales, cada uno de ellos con una determinada función específica (Figura 16), como a continuación se describe detalladamente:

a). Capa Base.

Esta capa se refiere a la base o desplante, previo a la capa impermeabilizante, con un espesor de 20 cm en promedio, aunque podrá variar en algunas zonas, ya que estará definido por la cota de desplante de las plataformas y por la profundidad del contacto entre el material identificado en el sitio y la matriz edáfica sobre la que se sustenta.

Esta capa, se estructurará, empleando el propio material producto de las tareas de excavación *in situ*, que se darán durante los trabajos de adecuación del monorelleno, al definir el nivel de desplante establecido en el proyecto. En términos generales, el espesor del material que se aplique, permitirá sustentar la capa impermeabilizante.

Para estructurar la capa base, se seleccionará el material producto de la excavación, eliminado los materiales gruesos mayores a 2" en promedio. El material controlado, posteriormente se compactará como ya se indicó, al 80 % al menos de la prueba proctor.

Esta barrera que posee cierta impermeabilidad, se complementará con la bajísima permeabilidad de la membrana plástica. Es importante mencionar que después de la conformación de la capa base, antes de colocar la capa impermeabilizante, se instalará un geotextil de 200 gr/m².

b). Capa Impermeabilizante.

Para cumplir con la especificación que establece la NOM-083/SEMARNAT-2003, en cuanto a que se deberá garantizar una barrera geológica definida por un metro de espesor y un coeficiente de conductividad hidráulica de 1.0×10^{-7} cm/s, especificaciones que vinculadas en una expresión matemática conocida como "*factor de tránsito de la infiltración*", arrojan un valor cercano a los 32 años; la capa impermeabilizante estará compuesta por una membrana artificial de polietileno alta densidad de 40 milésimas de pulgada de espesor (1 mm = 0.1 cm), que se colocará sobre un geotextil

de 200 gr/m² para protección de la propia membrana; se integrará a la capa base formando una sola unidad.

Considerando que el coeficiente de conductividad hidráulica de la membrana, es de 1.00 X 10⁻¹² cm/s, el factor de tránsito de la infiltración específico para el sistema de impermeabilización propuesto, es de:

$$F_t = \frac{0.10 \text{ cm}}{1.00 \times 10^{-12} \text{ cm/s}} = 1.0 \times 10^{11} \text{ s}$$

$$F_t = 1,157,407.40 \text{ días} = 3171 \text{ años.}$$

Este resultado, implica que el factor de tránsito de la infiltración, para las condiciones específicas de la capa impermeabilizante que se propone, es mucho mayor a la que resulta de vincular las especificaciones establecidas en la NOM-083, lo cual garantiza además de su cumplimiento, la imposibilidad de que los líquidos percolado resultado de la percolación del agua de lluvia a través de los lodos confinados, puedan migrar más allá del propio espesor de la capa impermeabilizante en términos generales.

c). Capa Protectora.

Sobre la membrana de polietileno alta densidad y también sobre las tuberías captadoras de líquidos percolados, que también serán de polietileno alta densidad de 10 pulgadas de diámetro, con perforaciones al tresbolillo sólo en su mitad superior, a manera de arropamiento envolvente, se colocará una capa protectora que también fungirá como capa drenante, constituida por gravilla graduada redondeada de 1/4" a 1/2" como promedio. Esta capa tendrá un espesor medio de 15 cm sobre la membrana y las tuberías, extendiéndose a todo lo largo de ellas. Las tuberías, descansarán hasta la mitad de su diámetro, sobre un material impermeable compuesto por suelo arcilloso del sitio, compactado al 90 % de la Prueba Proctor.

La capa protectora-drenante, tendrá como finalidad, proteger la membrana al evitar que entre en contacto directo con los lodos, así como promover la infiltración y conducción de los líquidos percolados y agua meteórica que se llegue a captar en el relleno, hacia las tuberías colectoras, que posteriormente conducirán estos fluidos hacia un cárcamo de donde serán bombeados hacia las instalaciones donde serán concentrados para su posterior recirculación.

Es importante que los agregados pétreos que constituyen la capa drenante, sean colocados sin usar equipos de compactación. Los camiones de volteo que acarrearán el material para la capa drenante, lo vaciarán formando montículos muy próximos unos de otros, para luego abandonar el sitio circulando lentamente, evitando que frenen bruscamente ya que ello podría causar escoriaciones sobre la capa impermeabilizante.

Conforme se vaya vaciando el material, se irá extendiendo, para ir conformando la capa de 20 cm de espesor sobre la membrana plástica, e incluso sobre las tuberías colectoras de los líquidos percolados.

El material de la capa drenante, se deberá regar y mezclar antes de su colocación. Así mismo, previo a la colocación de las tuberías perforadas dentro de las cepas, que captarán y conducirán estos líquidos hasta el cárcamo de bombeo, se arroparán con geotextil para evitar que los sólidos contenidos en los percolados, colmaten los barrenos de las tuberías.

En las siguientes imagenes se presentan los detalles relativos a la impermeabilización, empleando una membrana de polietileno alta densidad.

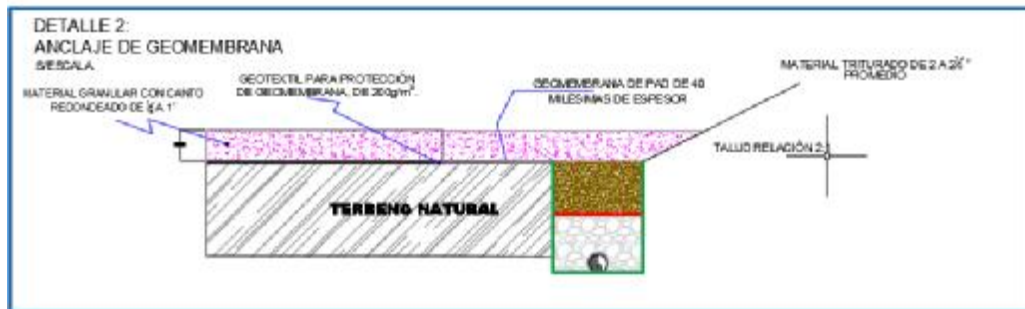
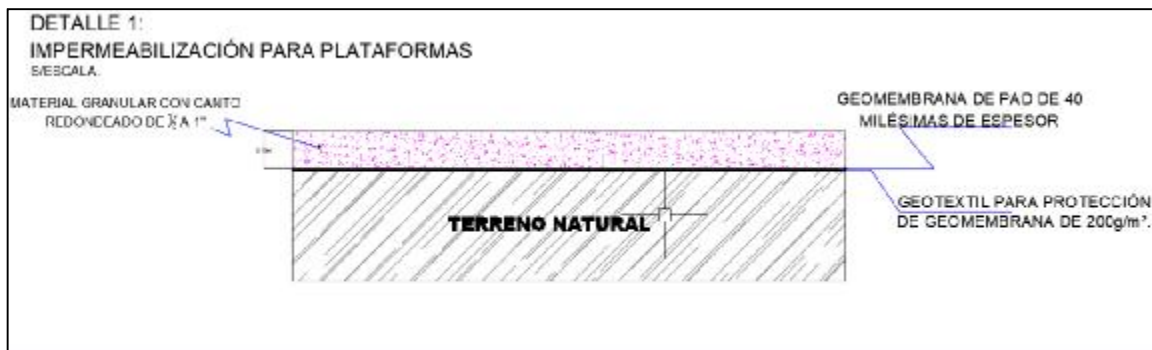


Figura 16. Detalle de la colocación de la geomembrana.

La descripción a detalle de la membrana es la siguiente: Atarfil HDPE 0.75 mm Presentación 6.0 m ancho x 280 m; ATARFIL HD es una geomembrana fabricada con resinas de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), de máxima calidad y prestaciones, que han sido debidamente contrastadas y que cumplen con las exigencias más estrictas para la aplicación a la que van destinadas. Tiene una durabilidad y resistencia en la impermeabilización de todo tipo de almacenamiento o encapsulado de líquidos o residuos. ATARFIL HD contiene aproximadamente un 97.5% de Polímero y un 2.5% de Negro de Carbono, antioxidantes y estabilizadores térmicos. No contiene aditivos que puedan migrar o producir fragilidad con el paso del tiempo.

RESISTENCIA UV	10/10
RESISTENCIA AL ATAQUE QUÍMICO	10/10
RESISTENCIA MECÁNICA	9/10
FLEXIBILIDAD / SOLDABILIDAD	6/10



TIT

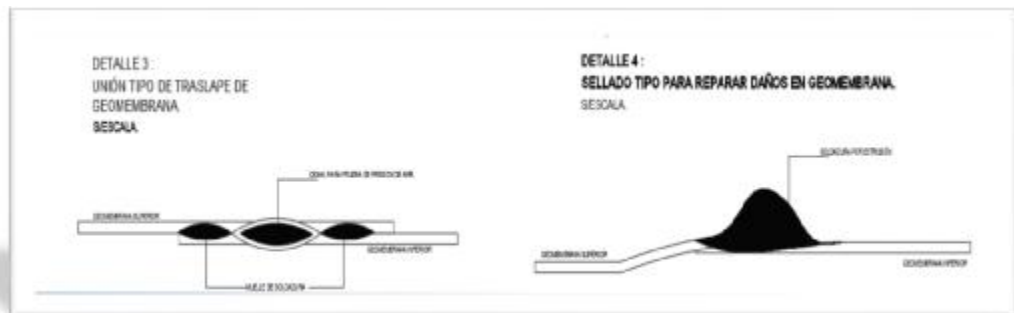


Ilustración 1 Método de Anclaje.

Sistemas para el control de los líquidos percolados y del biogás.

a) Marco Conceptual del Análisis.

Durante la operación del monorelleno es de esperarse que en la temporada de lluvias se registren precipitaciones pluviales de distintas intensidades y duraciones, que promuevan la producción de líquidos percolados al infiltrarse el agua de lluvia al interior de los lodos, cuando se hallen en proceso de ser confinados en el frente de trabajo y en menor escala y cuando la celda diaria haya sido cubierta con material terreo al término de las operaciones del día. Por lo tanto, es fundamental realizar el cálculo de la producción de líquidos percolados para dimensionar los dispositivos que permitan su control eficiente, mediante su captación y posterior reinfiltración al interior de los lodos confinados, buscando con ello acelerar la estabilización de la fracción orgánica residual presente en ellos; todo ello sin el riesgo de que se incremente la fase líquida dentro de los lodos, lo cual permitirá alcanzar un sistema cerrado de recirculación de los líquidos percolados, reduciendo el impacto ambiental que pudieran generar.

Para ello, es necesario hacer la evaluación del fenómeno que regula la producción de líquidos percolados, aplicando un Balance Hídrico que incluya entre otros factores a la precipitación pluvial, a la evapotranspiración y al escurrimiento, como el que se presenta a continuación:

$$P = \text{PERC} + \text{AET} + \text{DST} + R$$

Donde:

- P = Precipitación.
- PERC = Percolación.
- AET = Evapotranspiración.
- DST = Cambio en la humedad del material de cubierta.
- R= Escurrimiento, que es la fracción de la precipitación pluvial que escurre superficialmente sobre el suelo.

Dicho balance hídrico, debe considerar los siguientes criterios de análisis, en su aplicación:

- Cuando la precipitación pluvial es igual o superior a la evapotranspiración potencial mensual, hay exceso de agua, por lo que, al ser absorbida por el material de cubierta, se incrementa la reserva de agua presente en la cubierta de las celdas de lodos.
- Si la precipitación es inferior a la evapotranspiración, ésta consume totalmente a aquella, pudiendo incluso generar un déficit, que se suple con las reservas de agua de la cubierta, hasta su agotamiento total.
- Si estas reservas son suficientes para satisfacer la deficiencia, la evapotranspiración real es igual a la potencial y se asemeja a la situación donde la evapotranspiración se cubre totalmente con la precipitación registrada. Sin embargo, si son insuficientes, la evapotranspiración queda ligada a la precipitación pluvial mensual, agotándola, por lo que se genera un déficit en el almacenamiento de agua en el subsuelo.

De esta forma, la evapotranspiración real es uno de los principales parámetros por determinar, teniendo en cuenta que implica la cantidad de humedad que se integra al ambiente. La

evapotranspiración está en función de la temperatura, humedad, viento, radiación solar, disponibilidad de agua y tipo de vegetación; por lo que se puede calcular mediante ecuaciones empíricas.

b). Descripción del Modelo para Realizar el Balance Hídrico.

El modelo que se considerará para la aplicación del balance hídrico, será el Método de Thornwaite, el cual además de práctico y racional, es muy popular en el ámbito de la agronomía, para calcular el agua disponible en el suelo, que puede ser aprovechada por los cultivos. Este método se basa en la cuantificación de la evapotranspiración potencial o uso consuntivo, para lo cual se debe contar con la temperatura media mensual y con las constantes dependientes de la Latitud del sitio donde se realizará el balance.

Determinación de la Evapotranspiración Potencial (Ep).

La ecuación para el cálculo de la evapotranspiración potencial, se describe a continuación:

$$Ep_j = 16 Ka (10 T_j/l)^a$$

Donde:

Ep_j = Evapotranspiración potencial sin corregir en el mes "j", en mm.

Ka = Constante que depende de la latitud, adimensional.

T_j = Temperatura media en el mes "j", en °C.

a, l = Constantes adimensionales.

Las constantes "l" (índice de eficiencia de la temperatura) y "a", se calculan de la siguiente manera:

$$l = \sum ij, \text{ donde "j" varía desde 1 hasta 12 (sumatoria de los índices mensuales de calor, (adimensional))}$$

Donde:

ij = $(T_j/5)^{1.614}$, y se refiere al número del mes correspondiente.

a = $675 \times 10^{-9} l^3 - 771 \times 10^{-7} l^2 + 1792 \times 10^{-5} l + 0.49239$ (Coeficiente definido con la sumatoria de los índices mensuales de calor).

Ka, depende de la altitud y del mes del año, por lo que se tienen valores preestablecidos para las latitudes y meses que correspondan, como se indican en la Tabla No. 9.1.2.1. Este ajuste se debe a que los periodos de insolación, varían en función de su cercanía al Ecuador.

La evapotranspiración potencial corregida, considera la duración real del mes (d), y el número máximo de horas de sol (N), según la latitud del lugar. Por tanto, se tiene que:

$$Ep_j \text{ (corregida)} = Ep_j \text{ (sin corregir)} * (d/30) * (N/12)$$

Tabla 9. Coeficientes de corrección de la evapotranspiración, según las horas efectivas de asoleamiento.

LATITUD (°C)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.01
10	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.91
30	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
35	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
45	0.80	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
50	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70

Coeficientes para Ajustar No. de Horas de Insolación, (FUENTE: Apuntes ESIA-IPN).

Determinación del Ecurrimiento (Es).

Para considerar esta variable, por lo regular se utilizan coeficientes de escurrimiento adimensionales, distintos para las épocas de estiaje y lluvia. Con estos coeficientes, se toma en cuenta el tipo de suelo, la pendiente y la temporada. Estos coeficientes se reportan en la Tabla siguiente:

Tabla 10. Coeficientes de Ecurrimiento, según la Época de Estiaje y Lluvia.

TIPO DE SUELO / PENDIENTE	KE	
	ESTIAJE	LLUVIA
Arenoso / Plano (2%)	0.05	0.10
Arenoso / Medio (2 – 7%)	0.10	0.15
Arenoso / Inclinado (> 7%)	0.15	0.20
Arcilloso / Plano (2%)	0.13	0.17
Arcilloso / Medio (2 – 7%)	0.18	0.22
Arcilloso / Inclinado (> 7%)	0.23	0.35

Coeficientes de Ecurrimiento, (FUENTE: Apuntes ESIA-IPN).

Con respecto al volumen de lluvia escurrido o que escurre, es evidente que éste parámetro, estará obviamente en función del volumen de la precipitación pluvial registrada, como a continuación se consigna:

$$Es = Ke P$$

Donde:

Es = Escurrimiento superficial mensual en mm.

Ke = Coeficiente de escurrimiento.

P = Precipitación mensual en mm.

Infiltración Potencial (In).

Se define como la diferencia entre la precipitación pluvial y el volumen de ésta que escurre, es decir:

$$In = P - Es$$

Donde:

In = infiltración potencial de agua al subsuelo en mm.

P = precipitación pluvial en mm.

Es = escurrimiento superficial en mm.

Infiltración Real (Ir). - Es la diferencia entre la Infiltración Potencial y la Evapotranspiración Potencial, como se indica a continuación:

$$Ir = In - Ep$$

Donde:

Ir = Infiltración real de agua en el subsuelo, en mm.

Ep = Evapotranspiración potencial en mm

Variación del Agua en el Suelo (V).

Al volumen de agua que gana o pierde el suelo, por la infiltración real o por efectos de la evapotranspiración, se cuantifica como a continuación se indica:

$$V = + (Ir), \text{ cuando } (In - Ep) > = 0$$

$$V = 0, \text{ cuando } Hs = 0$$

$$V = - (Hs) \text{ anterior, cuando } (In - Ep) < 0 \text{ y } Hs \text{ anterior} < |Ir|$$

$$V = - (Ir), \text{ cuando } (In - Ep) < 0 \text{ y } Hs \text{ anterior} > |Ir|$$

Donde:

V = variación del agua en el suelo, en mm

Hs = agua disponible en el suelo, en mm

Capacidad de Almacenamiento de Humedad en el Suelo (Hs).

La capacidad de almacenamiento de humedad del suelo, representa la cantidad de agua que puede ser contenida en el suelo. El agua disponible en el suelo, va desde el punto de marchitamiento hasta la capacidad de campo. Dependiendo del tipo de suelo que se tenga, esta será su humedad.

En la tabla siguiente se enlistan los parámetros para diferentes tipos de suelos.

Tabla 11. Capacidad de campo para diferentes tipos de suelos.

TIPO DE SUELO	CAPACIDAD DE CAMPO (CC)	PUNTO DE MARCHITAMIENTO (HY)	AGUA DISPONIBLE (HS)
Arena fina	120	20	100
Barro arenoso	200	50	150
Barro limoso	300	100	200
Barro arcilloso	375	125	250
Arcilla	450	150	300

Factores para determinar la humedad del suelo, (FUENTE: Apuntes ESIA-IPN).

Es importante señalar que, una vez realizado el balance, el escenario a considerar implicará que para todas las capas de lodos siempre existirá una capa de material de cubierta que retenga humedad y disminuya las tasas de infiltración de líquidos percolados.

El análisis para la determinación de la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo, se inicia en el último mes de la temporada de lluvias, es decir en el último mes en que la diferencia " $In - Ep$ " es positiva, lo que significa que partimos de la consideración de que al final de la temporada de lluvias, el suelo tiene un contenido máximo de humedad (Hs).

Ahora bien, para llevar a cabo la determinación de la capacidad de almacenamiento de humedad en el suelo, se tomarán en cuenta las siguientes dos consideraciones:

La primera se presenta cuando la altura de infiltración potencial es inferior a la evapotranspiración potencial corregida, la cual consume las infiltraciones y el déficit es suministrado por el almacenamiento de agua del suelo hasta su agotamiento.

La segunda consideración se establece cuando la altura de infiltración es igual o superior a la evapotranspiración corregida. Es decir, $In - Epc > 0$, lo que significa por tanto que pudiera haber un aporte a la humedad del suelo, si es que estuvieran satisfechas las necesidades de agua en el suelo, y, por tanto, se generaría una cierta tasa de percolación. Si no estuvieran cubiertas las necesidades de humedad del suelo, este balance positivo, permitiría incrementar la reserva de humedad del suelo, para alcanzar a cubrir sus necesidades, por lo que no habrá percolación.

Cambio en el Almacenamiento de Humedad (DHs).

Se considerará que el fenómeno de la evapotranspiración, se llevará a efecto sólo si existe algún remanente de humedad presente en el ambiente; es decir, este fenómeno se puede considerar como un mecanismo potencial que se lleva a manifiesta, solo si existe humedad en el sustrato que la contiene.

Este importante parámetro, se puede medir a través de los cambios en la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo mes con mes, variable esta última, definida por las condiciones siguientes:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{si, Hs es máximo e } I_r \neq 0 \\ \Delta H_s = 0 \\ \text{si, } I_r < 0 \text{ y } H_s = 0 \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta H_s = H_s(\text{max}), \text{ si } H_s \text{ (del mes anterior)} = 0 \text{ e } I_r > H_s(\text{max}) \\ \Delta H_s = I_r, \text{ si } I_r \neq 0 \text{ y } H_s \text{ anterior} > |I_r| \\ \Delta H_s = H_s \text{ anterior, si } I_r < 0 \text{ y } |I_r| > H_s \text{ anterior} \\ \Delta H_s = H_s(\text{max}) - H_s \text{ (del mes anterior) si } I_r < H_s \text{ (del mes anterior)} \\ \Delta H_s = I_r, \text{ si } I_r \neq 0, I_r \neq (H_s \text{ max}) - H_s \text{ (del mes anterior)} \\ \Delta H_s = (H_s(\text{max}) - H_s \text{ (del mes anterior)}), \text{ si } I_r > 0, I_r \neq (H_s(\text{max}) - H_s \text{ (del mes anterior)}) \end{array} \right\}$$

Cálculo de la Evapotranspiración Real (Epr).

Representa la cantidad real de pérdida de humedad, durante un mes dado. Para aquellos meses en que $(I_n - E_p) > 0$, la evapotranspiración real no está limitada por la disponibilidad de la humedad del suelo; es decir esta disponibilidad no se verá afectada, por lo que:

$$E_p = E_{pr}$$

Para los meses donde $(I_n - E_p) < 0$, la evapotranspiración real está limitada por la disponibilidad de humedad del suelo, siempre y cuando el suelo tenga algunas reservas de agua.

$$E_{pr} = I_n + I_r, \text{ cuando } H_s \geq |I_r|$$

$$E_{pr} = I_n + H_s, \text{ cuando } H_s < |I_r|$$

Donde:

E_{pr} = Evapotranspiración real en mm

Cálculo de la Percolación. (Per)

La percolación (Per), se define como el volumen de agua que se puede filtrar al subsuelo y está dado cuando:

$$(I_n - E_p) - D H_s > 0, \text{ siempre que } D H_s \neq 0$$

c). Aplicación del Balance Hídrico.

En las tablas y gráficos que se presentan más adelante, se plasman los cálculos efectuados aplicando la metodología de cálculo descrita anteriormente, que corresponde íntegramente al Método de

Thornwaite, el cual fue el modelo seleccionado para establecer el Balance de Agua; con el fin de cuantificar el volumen anual esperado de líquidos percolados.

Para ello, se asumió que los lodos se cubrirán al final de la jornada de trabajo con una capa de 20 cm. de espesor; empleando para ello el propio material terreo del sitio, el cual, según los resultados del estudio geotécnico, se trata de un material limoso mezclado con arcillas, con una capacidad de campo promedio, equivalente a 150 mm./m. (habiendo descontado ya, la cantidad de humedad correspondiente al punto de marchitamiento). Por tanto, resulta que la capacidad de campo del material terreo analizado en laboratorio, considerando un espesor de cobertura de 0.25 m., es de 30.00 mm./m.

Para establecer una condición más crítica en el análisis, en el balance no se consideró la lámina de agua que se pierde por escurrimiento; por lo que, para determinar el balance teórico, se contrastaron los valores mensuales de la precipitación pluvial con los de la evaporación potencial corregida.

La información climatológica necesaria para llevar a cabo el Balance de Agua, se obtuvo del Servicio Meteorológico Nacional.

Tabla 12. Determinación de la evapotranspiración potencial corregida.

CONCEPTO	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	SUMA
TEMPERATURA (°C)	13.34	15.40	17.85	20.01	22.30	21.95	20.66	20.51	19.76	18.24	15.88	13.82	
ÍNDICE MENSUAL DE CALOR (IC), EN MM	4.87	6.15	7.79	9.38	11.17	10.89	9.87	9.76	9.19	8.07	6.86	5.16	98.75
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MENSUAL (EIP), EN MM	30.62	39.11	62.80	82.09	110.92	106.05	94.18	90.98	78.20	64.07	44.47	32.49	837.08
DURACIÓN PROMEDIO MÁXIMA DIARIA EN HORAS DE IRRADIACIÓN (N)	11.4	11.6	12.1	12.6	13.1	13.1	12.7	12.8	12.5	11.7	11.4	11.2	
NÚMERO DE DÍAS POR MES	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
FACTOR DE CORRECCIÓN	0.97	0.90	1.03	1.04	1.10	1.09	1.11	1.08	1.03	1.01	0.95	0.95	
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL ANUAL CORREGIDA (EPC), EN MM	30.06	35.47	65.45	86.19	125.12	117.95	107.05	106.38	80.21	65.16	42.24	31.33	896.09

Tabla 13. Balance hídrico.

CONCEPTO	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	SUMA
PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (P), EN MM	16.10	10.26	1.38	2.22	14.37	75.48	130.88	109.02	79.69	27.58	6.21	8.73	453.15
COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (CE)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.14	0.14	
ESCURRIMIENTO (E), EN MM	2.25	1.44	0.19	0.31	2.59	13.58	23.56	19.66	14.34	4.96	0.87	1.22	84.97
INFILTRACIÓN (I), EN MM	13.85	8.82	1.19	1.91	11.78	61.90	107.32	89.36	65.35	22.62	5.34	7.51	396.95
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MENSUAL CORREGIDA (EPC), EN MM	30.06	35.47	65.43	86.197	125.12	117.55	107.05	100.28	80.21	65.16	42.24	31.33	886.09
BALANCE TEÓRICO (IP), EN MM	-13.96	-24.87	-64.05	-83.97	-110.75	-42.07	23.83	8.74	-0.52	-37.58	-36.03	-22.60	
CAPACIDAD DE CAMPO POTENCIAL, EN MM (*)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	
HUMEDAD EN LA CUBIERTA (HS), EN MM	0	0	0	0	0	0	23.83	32.57	32.05	0	0	0	
EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL (EPR), EN MM	16.10	10.26	1.38	2.22	14.37	75.48	107.32	100.28	80.21	59.63	6.21	8.73	474.19
PERCOLACIÓN (PERC), EN MM	0	0	0	0	0	0	0	2.57	2.05	0	0	0	4.62

*) corresponde a un espesor de material de cubierta, de 0.20 m

De acuerdo con los resultados del balance hídrico de la tabla anterior, se concluye que la percolación del agua de lluvia a través de los lodos depositados, una vez que atravesó la capa de material de cubierta, provocará la formación de un volumen de líquidos percolados de 46.20 m³ por año y por hectárea.

Considerando que por una deficiente operación del monorelleno no se cubran los lodos cotidianamente, la lámina de agua resultante del balance, sin considerar la humedad que puede tomar la capa de suelo con la que se cubrirán los lodos, será de 325.70 m³ por año y por hectárea; sin embargo, considerando que según el balance mencionado, el caudal indicado corresponde en realidad a dos meses de balance positivo, el caudal por hectárea para ese periodo, será igual a: $(325.70 \text{ m}^3) / (60 \text{ días} * 24 \text{ horas}) = 0.226 \text{ m}^3/\text{Hr.} = 0.0628 \text{ lps}$.

Los líquidos percolados, se captarán y conducirán para su extracción, hasta una serie de cárcamos de bombeo, para su posterior recirculación al interior de los lodos confinados en el monorelleno, en caso de que existiesen líquidos o lixiviados), empleando estructuras especialmente concebidas y conceptualizadas para tal fin, con un diseño específico propio que asegure la impregnación del líquido percolado, así como el contacto con todas las celdas de lodos.

De ninguna manera, se utilizarán los pozos de extracción de biogás para la recirculación de líquidos percolados, ni tampoco la descarga indiscriminada de estos líquidos en los frentes de trabajo y mucho menos su concentración en lagunas de evaporación.

Tomando en cuenta la tasa de infiltración calculada anteriormente, el volumen potencial anual por hectárea de la precipitación pluvial, que se presume, se podrá infiltrar como percolado en el biorrelleno, será igual a:

$$Q = 0.03257 \text{ m}/60 \text{ días} \times 10,000 \text{ m}^2 = 5.428 \text{ m}^3/\text{día-Ha}$$

Este volumen, implica un gasto por hectárea de:

$$Q = (5.428 \text{ m}^3/\text{día}) / (86,400 \text{ s}) = 6.28 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.0628 \text{ l/s}$$

Para evitar que este aporte de agua convertido en percolado se infiltre hacia el subsuelo, el monorelleno debe equiparse con los sistemas de control que permitan evitar dicha infiltración.

Para reducir el ingreso del agua pluvial al interior de los lodos confinados, es posible incrementar el espesor de la capa de tierra que se colocará para cubrirlos, o bien utilizar lonas impermeables de material plástico para cubrir el frente de trabajo, una vez que haya culminado la jornada diaria, en el entendido que dichas lonas, se retirarán al iniciar la jornada del siguiente día de trabajo y se colocarán nuevamente al finalizar dicha jornada y así sucesivamente.

Asumiendo una situación extrema del doble del caudal establecido, así como una velocidad de 0.50 m/s, el área hidráulica necesaria, será:

$$A = (0.0001256 \text{ m}^3/\text{s}) / (0.50 \text{ m/s}) = 0.0002512 \text{ m}^2$$

Lo anterior pudiera permitir utilizar una tubería con un diámetro mínimo; sin embargo, se utilizarán tuberías de 25 cm de diámetro, para captar flujos máximos que pudieran presentarse por condiciones de precipitación pluvial extremas.

En la siguiente imagen se presenta el sistema de control antes descrito para la captación y conducción de los líquidos percolados que serán generados en el monorelleno.

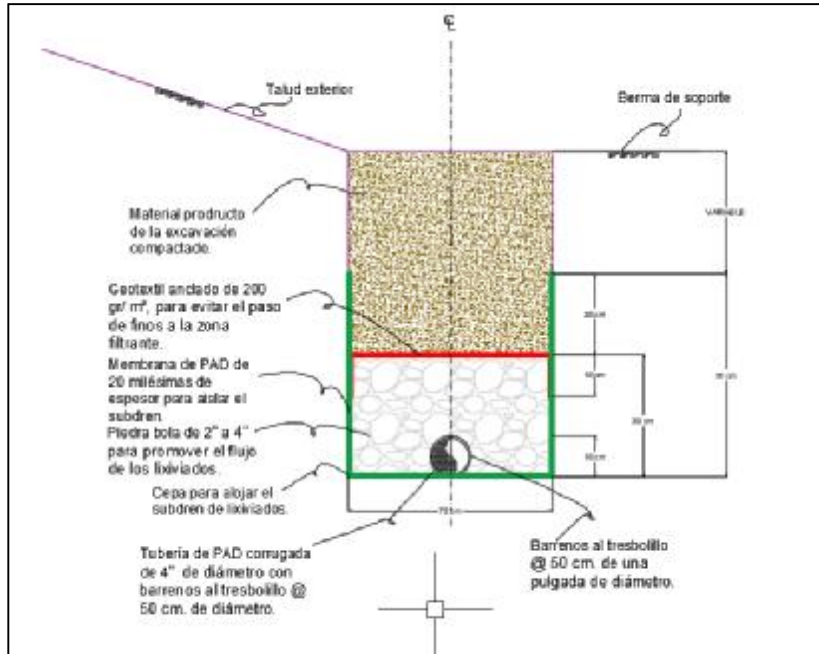
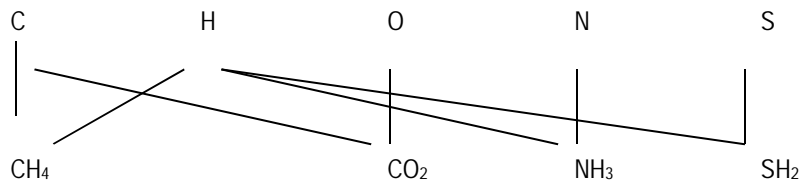


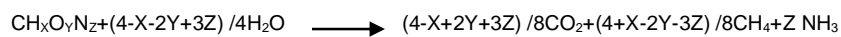
Figura 17. Control de percolados.


Control del biogás.

Para determinar la cantidad de biogás que puede generar un sustrato biodegradable en condiciones anaerobias, es necesario plantear un balance estequiométrico a partir de una fórmula mínima que represente a este sustrato, como el que se presenta a continuación en forma gráfica.



En este esquema se puede observar cómo se combinan los elementos que determinan la producción de CO₂, CH₄ y NH₃, cuando el sustrato reacciona con la humedad necesaria para que se lleve a cabo el proceso. En las condiciones en las que estarán confinados los lodos en el relleno (ausencia de oxígeno), la descomposición de la fracción orgánica estará sujeta a la reducción que le proporcionará el H₂O que se encuentra en los elementos contenidos en el sustrato que se trate, así como en la que se le puede proporcionar externamente. Esta situación se puede expresar matemáticamente, como se indica a continuación:



	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

La ecuación es la que gobierna la descomposición anaerobia de la fracción orgánica presente en cualquier sustrato, como con los lodos que se confinarán en el monorelleno.

Para poder desarrollar el análisis estequiométrico antes señalado, es necesario conocer la composición química del sustrato que se trate, misma que puede ser utilizada como una especie de fórmula mínima para realizar el balance; sin embargo, los lodos que se confinarán en el monorelleno, ingresarán deshidratados y digeridos, por lo que es poco probable que puedan generar biogás. Para esclarecer esta situación, cuando lleguen los primeros embarques de lodos al monorelleno, se tomarán varias muestras de los mismos, para determinar su composición química y estar en posibilidades de aplicar el balance estequiométrico señalado, para precisar si queda algún residual orgánico que pueda degradarse y generar biogás.

Sin embargo, se colocarán dispositivos para la captación de biogás (Figura 18), si es que los lodos conservan alguna concentración residual de materia orgánica sin estabilizar; a base de ductos captadores inclinados, compuestos por "colchonetas permeables", empacados con grava triturada de 3/4 de pulgada de tamaño promedio, dentro de las cuales se introducirá una tubería corrugada de polietileno alta densidad de 4" de diámetro, perforada al tres-bolillo en toda su longitud, que se colocará a todo lo largo de la colchoneta.

Las "colchonetas permeables" se apoyarán verticalmente en los taludes o paredes laterales de las celdas de lodos, a todo lo largo de dichas paredes, desde el nivel de desplante del monorelleno, hasta la cota que determine su nivel de piso terminado, en donde se impermeabilizará su tramo terminal, para después conectar la tubería de su interior, con una tubería perimetral ciega y lisa de polietileno alta densidad, la cual fungirá como tubería de conducción, para entregar el biogás al dispositivo donde se combustionará. Las estructuras semiverticales de captación, serán interconectadas entre capa y capa de lodos, para conducir el biogás al exterior hasta un sistema centralizado a nivel superficial, donde será quemado. La Figura 19 describe los detalles del sistema propuesto para el control del biogás.

Es importante mencionar que los criterios de trabajo para el manejo tanto de los líquidos percolados como del biogás, se llevarán a cabo de manera individual, para cada una de las plataformas del monorelleno.



Figura 18. Vista isométrica de la estructura para control del biogás.

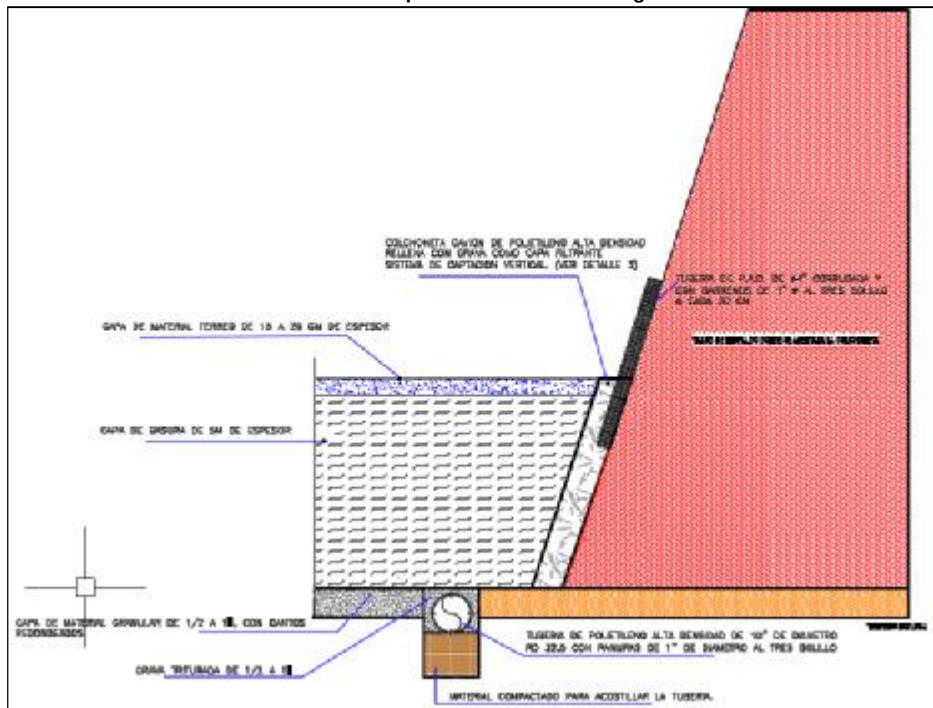


Figura 19. Vista transversal de la estructura para control del biogás.

Obras complementarias.

Alcantarillas.

Inicialmente se obstruirá el paso del pequeño tirante que transita por el arroyo "La Trinidad" para realizar la limpieza de la zona donde quedará localizada la alcantarilla.

Se realizará la extracción en la base del arroyo, teniendo una base de 5.50 m con un espesor mínimo de 50 cm, dependiendo de la calidad de material encontrada.

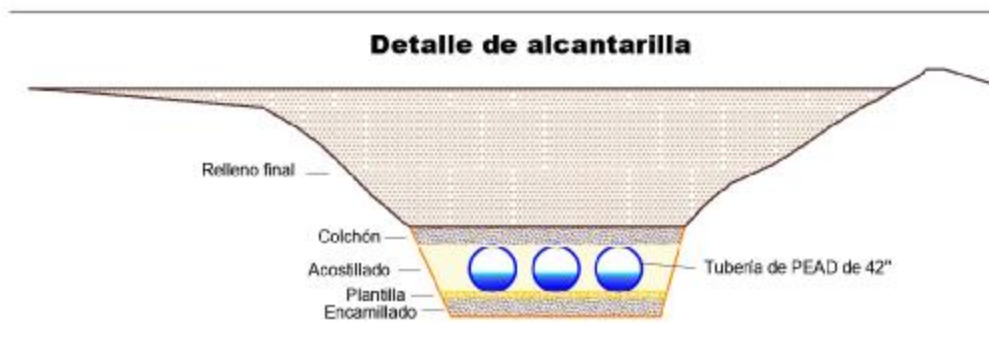
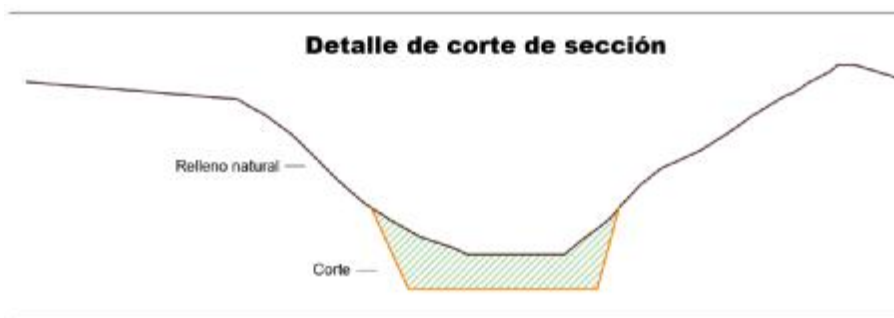
El encamillado tendrá un espesor mínimo de 50 cm con material sano de banco para realizar la sustitución del material en la base con una compactación al 85 % de la prueba Proctor.

Se construirá una plantilla de arena con espesor de 15 cm.

La tubería de PEAD de 42" de diámetro interno, se desplantará en la plantilla de arena dejando un acostillado de 45 cm de ancho, dicha tubería tendrá un largo de 6 m.

El colchón mínimo requerido para la especificación de la tubería será de 50 cm, realizado con material sano de banco de material al 85% de compactación de la prueba Proctor.

El relleno final se realizará con material producto de la excavación del sitio hasta alcanzar la cota de camino terminado.



Referente a las superficies de la *zona federal* que ocupará cada alcantarilla (puentes), se presenta la siguiente tabla:

Alcantarilla	Área de paso de alcantarilla para obras (m ²)	Área de afectación al momento de su construcción (m ²)
1	5.160	258.10
2	5.160	138.08
3	5.160	170.97

Tabla 14. Superficie de la Zona Federal que ocupara cada alcantarilla (Puente).

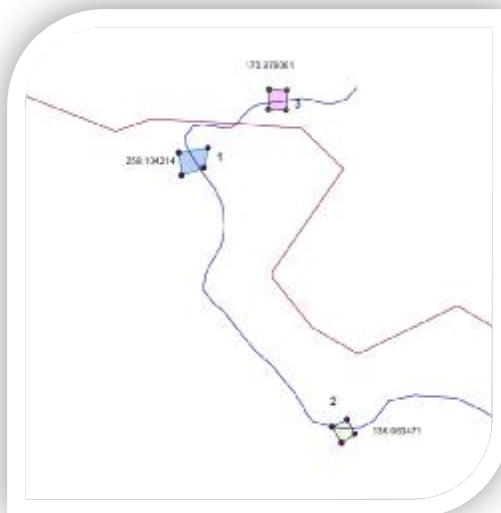




Ilustración 2. Desplante de áreas de cada alcantarilla.

El monorelleno se construirá en un predio que ocupa una superficie de aproximadamente 34.9 has. Las obras e instalaciones complementarias que facilitarán el confinamiento de los lodos en el monorelleno y que permitirán dar cumplimiento cabal a la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, se enlistan a continuación:

- Cambio de uso de suelo forestal en 15.0258 has.
- Caminos de acceso y de penetración.
- Cerca perimetral y franja de amortiguamiento.
- Portón de acceso al sitio.
- Caseta de vigilancia.
- Caseta de control y báscula de pesaje.
- Oficina y recepción.
- Baños, vestidores, sanitarios y servicio médico.
- Cobertizo para maquinaria.

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

- Puente en la zona federal, no hay vegetación en la sección (fuera de la zona con vegetación forestal como se manifiesta en el presente estudio).
- Oficina y recepción.
- Módulos de energía renovable sobre la infraestructura de caseta, oficina, almacenes, etc.
- Baños, vestidores, sanitarios y servicio médico.
- Cobertizo para maquinaria.
- Permeabilización sintética.
- Sistema de control de biogás.
- Sistema de control de lixiviados.

II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

En caso de obras y actividades provisionales, no se considera su construcción para el desarrollo de proyecto; todas las obras auxiliares al proyecto serán temporales y se realizarán dentro de la zona considerada para CUSTF.

En cuanto a las obras permanentes asociadas a las plataformas, algunas están consideradas dentro el área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, y las que no, no implican remoción de vegetación, dado que se realizarán en áreas libres de elementos forestales.

Se presentan mapas de SEMBRADO DE INFRAESTRUCTURA: alcantarillas, caminos y edificios auxiliares tanto en el Ingreso del DTU-BP y su complementaria como apercibimiento de manera subsanada en tiempo y forma.

Por lo que, adicionalmente se presenta el siguiente mapa, donde se colocan las obras adicionales a las plataformas en la cual no habrá afectación de zonas forestales



Ilustración 3. Infraestructura sobrepuesta a imagen aérea de Dron.


Las obras provisionales que requerirá el proyecto consisten en las siguientes:

Bodega de Obra.

Esta estructura provisional se instalará en un punto estratégico del predio, de preferencia cerca del acceso principal del relleno sanitario; se edificará con madera, techumbre de lámina de cartón petrolizada, o bien con el empleo de elementos prefabricados como block y techumbre de láminas de zinc o asbesto de cartón o una combinación de ellas. La bodega será una construcción rústica, en donde se establecerán anaqueles y repisas, para el manejo y disponibilidad de materiales, que se requieran para la obra.

Cocina y Comedor de Empleados (Opcional).

Aunque no es seguro que se establezca dicha obra provisional durante la construcción se considera debido a la lejanía del lugar de la zona urbana. En el caso que se establezca una cocina y comedor, se llevará a cabo en áreas que carezcan de vegetación, se edificarán con madera y techumbres de

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

cartón; es posible contar con una fosa séptica con capacidad adecuada para la operación de una semana sin que se sature su capacidad. Así mismo, contará con tinacos y tubería de PVC o Tuboplus. Contará con energía eléctrica, suministrada por una planta provisional, que facilite el empleo de electro domésticos para la preparación de alimentos. La superficie que se destinará a estas estructuras va del rango de los 200 a los 400 m².

Baños de obra.

Se instalarán baños provisionales tipo letrina portátil, que serán arrendados a una empresa autorizada para prestar este servicio. Recibirán por lo menos una limpieza cada tercer día.

Dormitorio para trabajadores.

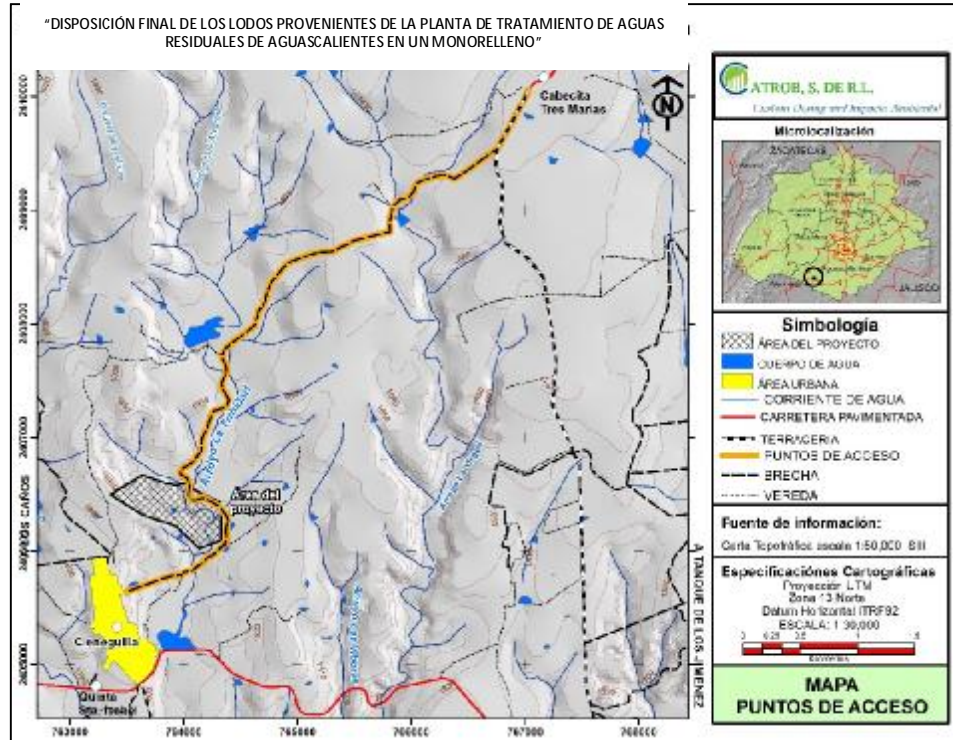
Al igual que el comedor de obra, es una instalación opcional; la estructura sería de madera con techo de lámina o bien con elementos prefabricados y losas de concreto aligerado, contarán con energía eléctrica y seguridad. La superficie estimada para esta estructura va de los 250 a los 500 m².

II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto.

Caminos.

Para lograr una adecuada operación del relleno, es indispensable contar con caminos de accesos y red vial interior que permita a las unidades de carga y transporte de los lodos transitar en forma segura en cualquier época del año hasta los frentes de trabajo. Los caminos se definen como principal e internos. El principal es aquel que permanece durante toda la vida útil del relleno; por su parte los internos son de tipo temporal y se van desarrollando conforme a las áreas de trabajo del sitio. El camino principal permitirá el ingreso de los vehículos de carga de manera permanente hacia la báscula como se muestra en los planos anexos, mientras que los caminos internos son los que dan acceso al frente de trabajo conforme avanza la operación.

La superficie de rodamiento estará sobre el nivel de despalme, consideración que definirá la subrasante, habilitando primeramente una sub-base con espesor mínimo de 12 cm y una base con espesor de 12 cm de grava controlada y arena compactada al 90 % de la prueba próctor estándar, con un ancho que variará de 8.0 a 7.0 m. Los caminos internos que también serán temporales, se habilitarán con un ancho mínimo de 6.00 m, construidos a base de material de revestimiento con una carpeta de 20 cm de espesor, que se compactará con un rodillo vibro compactador. Para acceder a los niveles superiores del relleno, se habilitarán rampas de acceso, empleando también, material de revestimiento compactado. Los caminos internos para operación, se programarán para construirse por fases, de acuerdo con los avances programados del relleno por desarrollar. A continuación, se presenta la figura correspondiente:



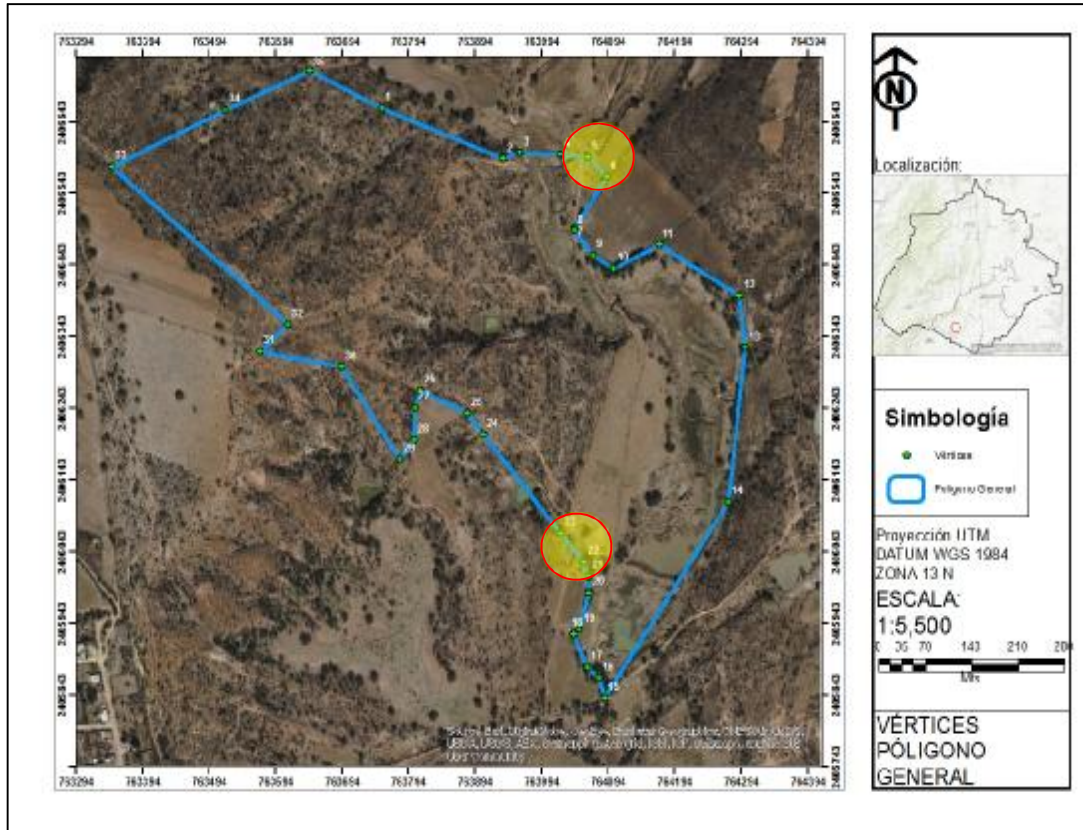
Donde los caminos existentes, no serán modificados desde el acceso de la carretera de la Comunidad de Cabecitas de Tres Marías hasta el punto de interconexión norte del polígono del proyecto del proyecto en su vértice 4 y 5 coordenadas (UTM WGS 84 Q13).


4	764022.29	2406596.83
5	764063.67	2406593.60

Tampoco será modificado en su ruta alterna de acceso por la comunidad o localidad denominada Lumbreras al sur del predio, con punto de interconexión del polígono del proyecto que nos ocupa en su vértice 22 y 23 con coordenadas (UTM WG 84 Q13):

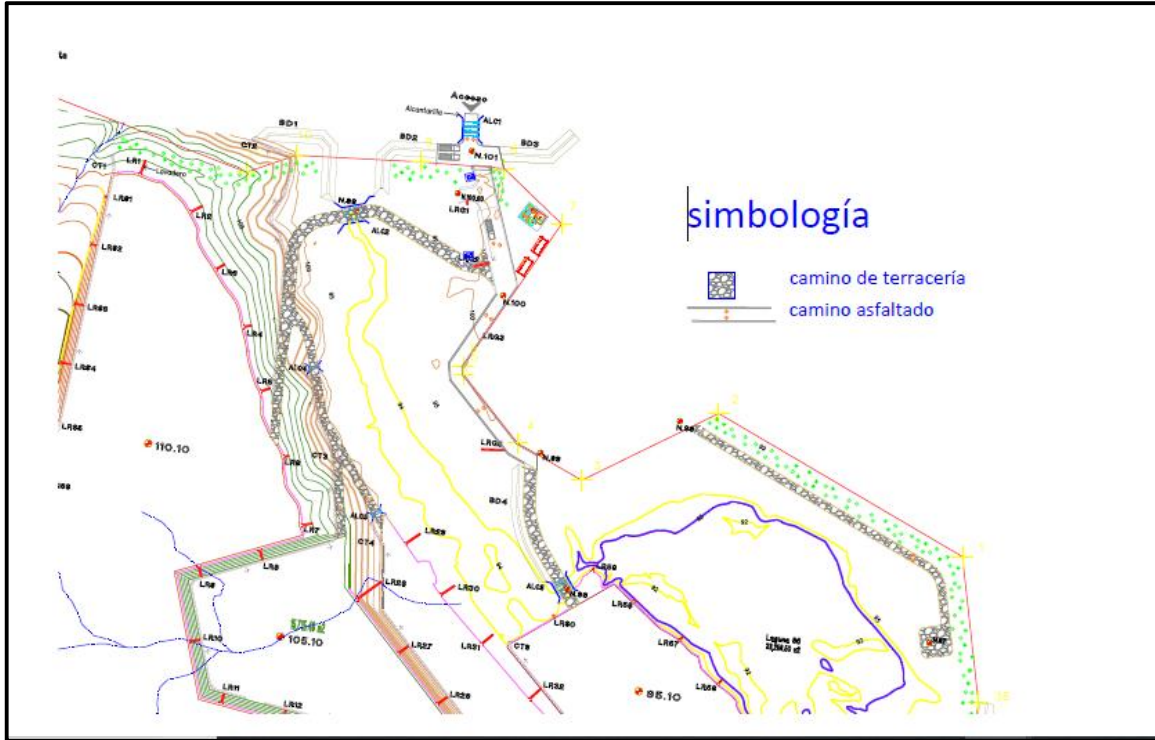
22	764056.42	2406028.54
23	764023.51	2406068.05

Para mayor referencia de los vértices señalados se muestra la siguiente imagen.



 Puntos de acceso.

Bajo este contexto, se habilitarán los tres pasos-puente tipo alcantarilla y se amplían sus características técnicas en puntos posteriores en la presente información complementaria), así como los caminos de acceso y caminos internos del proyecto que se desplantan en las siguientes imágenes:



4.- Caminos internos.

En este sentido la descripción de los caminos internos estará conformada por las características constructivas de estos que formaran parte del proyecto:

Tabla 15.- Camino de acceso asfaltado.

Características	Especificaciones
Longitud (km)	0.511
Tipo de camino (conforme a las especificaciones establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT)	"D"
Espesor de base (cm)	15
Ancho de calzada (m)	8
Ancho de corona (m)	9
Número y ancho de carriles	2
Ancho de acotamiento	-
Velocidad (km/hr)	40
Banquetas laterales	1
Pendiente máxima	10

Tabla 16.- Camino de terracería.

Características	Especificaciones
Longitud (km)	0.905
Tipo de camino (conforme a las especificaciones establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT)	"E"
Espesor de base (cm)	30
Ancho de calzada (m)	4.6
Ancho de corona (m)	4.6
Número y ancho de carriles	2
Ancho de acotamiento	-
Velocidad (km/hr)	40
Banquetas laterales	-
Pendiente máxima	10

Acceso al sitio.

Para controlar el acceso al relleno, se colocará un portón de acceso corredizo con llantas para su desplazamiento. Tendrá una longitud de 10.00 m y una altura de 2.50 m. El acceso estará siempre resguardado por personal de vigilancia que será el encargado de autorizar o no, el acceso y la salida al monorelleno.

Caseta de Vigilancia.

La caseta de vigilancia y control, donde se contará con personal a su cargo, se construirá con el objetivo de definir con claridad la asignación de los vehículos a las áreas por disponer los residuos. Asimismo, esta área estará comunicada con el resto de las instalaciones a través de un sistema de radio comunicación y/o servicio telefónico. Contará con dimensiones mínimas de 1.40 x 2.20 m de un solo nivel. En la siguiente figura se presenta el esquema y distribución general de dicha caseta:

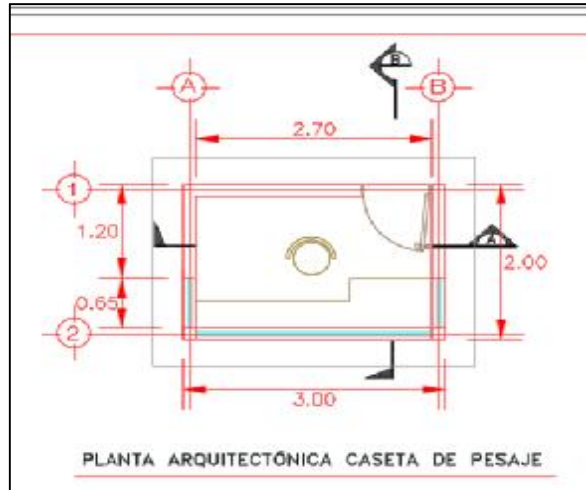


Figura 20. Caseta de Vigilancia (Planta Arquitectónica).

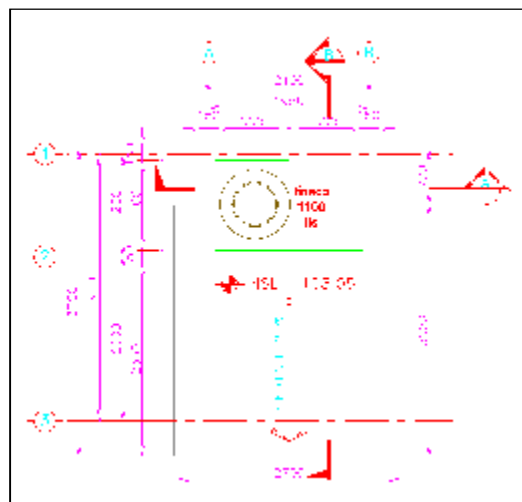



Figura 21. Caseta de Vigilancia (Azotea).

La construcción será convencional con altura interior de 2.40 m, estructurada a base de una losa de cubierta y de una de cimentación o desplante, ambas de concreto armado $f'c = 250 \text{ Kg / cm}^2$, con pendientes de relleno en el techo, mínimas del 10 % (para desagüe de agua pluvial), muros de panel W o de tabique de barro rojo común, con aplanado fino, zoclo vinílico de 10 cm. y plafón repellado.

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

Báscula y Caseta de Control de Pesaje.

Se habilitará una caseta de control con una báscula camionera portátil de 30 ton (Figura 20 y Figura 21), Marca TOR — REY de 3 m de ancho por 9 m de largo y 18 cm de grosor, que incluirá el siguiente equipo:

- Equipo de cómputo e impresora de boletas.
- Caja hermética protectora para indicador, para su instalación en exteriores.
- Módulo de extensión a 12 m, sin celdas de carga.

Esta báscula que se colocará sobre el piso y sin fosa, ocupará una superficie de 34.00 m². Las características generales de la báscula son:

- Capacidad: 30,000 kg.
- Dimensiones de la plataforma: 4 x 13 m, con un espesor de 12 cm (incluye un puente de 2 m x 3.05 m, espesor de 21 cm).
- Dimensiones de las plaquetas de la báscula: 3.05 m. x 3.05 m. y 20 cm. De espesor. La estructuración de la báscula, incluye 2 plaquetas y 2 rampas metálicas.

Oficinas y Servicios.

Constarán de una oficina para el personal directivo, vestidores, regaderas, sanitarios y servicio médico. Los vestidores al igual que los sanitarios, se ubicarán dentro de esta edificación, con el fin de que sean accesibles para cualquier empleado.

Los baños contarán con los respectivos muebles sanitarios (inodoros, lavamanos, gabinetes, toalleros, etc.), pisos de cerámica anti-derrapantes con zoclo al rematar en los muros, equipados con rejillas en las duchas, revestimiento interior en todas las paredes a base de azulejo de cerámica hasta alcanzar una altura de 1.80 m en general, excepto en las duchas, donde la altura será al menos de 1.60 m., con mosaico de uso rudo y antiderrapante. Por otra parte, y por lo que se refiere al sistema hidro-sanitario de esta área, el agua que se dirigirá a los muebles será conducida a través de tubería de cobre; las aguas residuales correspondientes a aguas negras se dirigirán a un sistema de biodigestión anaerobia de tipo Rotoplast a la cual se le dará mantenimiento con base en las especificaciones del proveedor.

Los vestuarios contarán con casilleros metálicos y con el mobiliario adecuado para la comodidad del personal que laborará en el monorelleno; además dentro del edificio de oficinas también se ubicará el servicio médico.

Se contará con un cobertizo a manera de techumbre para la protección de la maquinaria; esta edificación servirá para resguardar el equipo y la maquinaria pesada que se utilizará para la carga, descarga y confinamiento de los lodos. En principio, el equipo que se utilizará para tal actividad incluirá un tractor de cadena tipo D-6 con orugas anchas para suelos húmedos, una retroexcavadora de doble tracción y brazo extensible, con vibro compactador, un vehículo tipo volteo de 12 m³ de capacidad y un carro-tanque de 10 m³.

La descripción de áreas de oficinas, así como la infraestructura que se requiere se desarrollará conforme a los requerimientos establecidos en la NOM-083-SEMARNAT-2003; una descripción esquemática de las mismas se presenta en la siguiente figura:

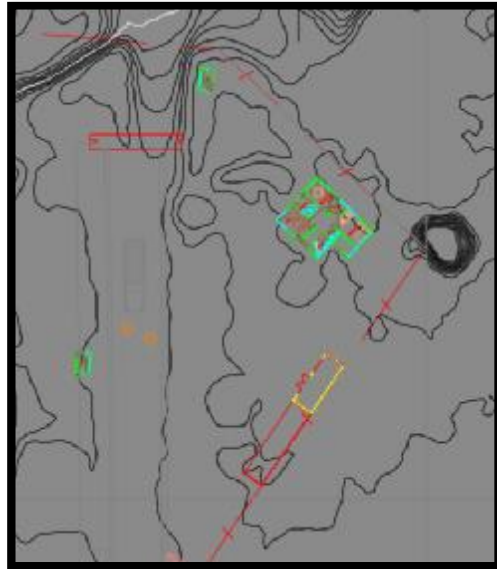


Figura 22. Obras Complementarias.

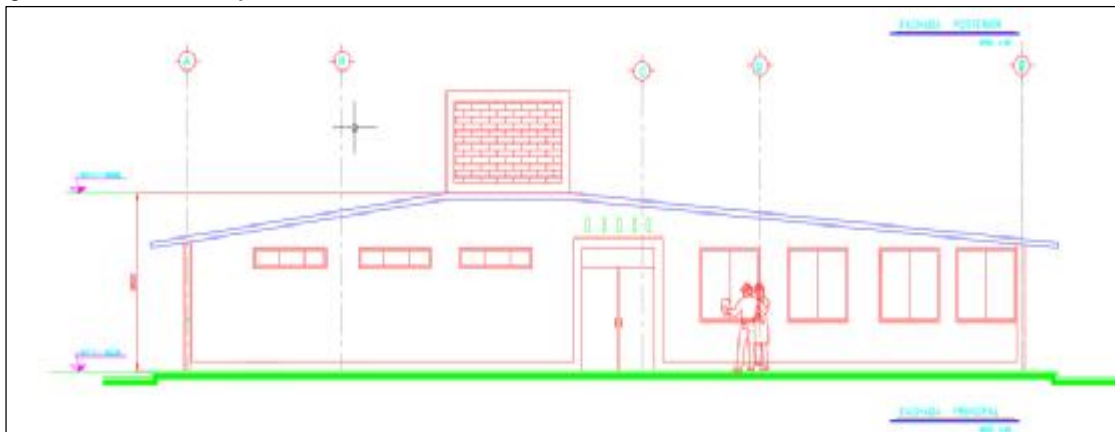


Figura 23. Fachada Principal de las Oficinas y Área de Servicios.

Tabla 17. Obras complementarias.

Obras complementarias	
Concepto	Dimensiones (m ²)
Portal de acceso	25


Caseta de vigilancia	10
Cuarto de control	6
Báscula	25
Comedor	30
Usos múltiples y servicio médico	30
Oficinas	120
Laboratorio	30
Taller mecánico	30
Cuarto eléctrico	25
Plaza abierta	240
Bodega general	15
Baños y vestidores	28
Estacionamiento de empleados y visita	100
Estacionamiento de espera	300
TOTAL	1,014

Cerca Perimetral y Franja de Amortiguamiento.

Con el propósito de delimitar el área del sitio destinada a monorelleno, se colocará un cercado perimetral mixto de malla ciclón de 2.5 m de altura, con aberturas 63/63, calibre 10.5, con tres hilos de púas en la parte superior y postes galvanizados. La cerca llevará bandas de PVC color verde, intercaladas entre las aberturas de la malla. La función de esta cerca, además de delimitar el área del relleno, permitirá controlar el área de trabajo y evitar el ingreso de personas no autorizadas.

Además del cercado perimetral de malla ciclónica, se habilitará una cortina arbórea en todo el perímetro del relleno, integrada por especies propias de la región, colocados al tresbolillo. La cortina arbórea funcionará como una franja de protección y amortiguamiento.

Para la malla, su proceso constructivo inicia con el trazo de los linderos, procediendo a la excavación de las cepas para el colado de mojoneras e hincado de postes utilizados para el soporte y colocación de la malla. En su parte superior contará con tres hilos de alambre de púas. Para controlar el acceso se suministrarán y colocarán dos portones con las mismas especificaciones, uno de 10.00 m de ancho corredizo y con llantas para su desplazamiento para los vehículos y el otro de tipo peatonal de 1.50 m de ancho de una sola hoja.

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

Instalación sanitaria

Debido a que no es costeable construir una red sanitaria dentro del monorelleno, se propone colocar un reactor anaerobio de flujo ascendente para el tratamiento de las aguas residuales que se generarán en el sitio.

El material a considerar para la descarga al reactor será polivinilo de cloruro de pared gruesa tipo sanitaria, las uniones serán de tipo ANGER. En su caso se fabricarán registros de tabique de 60 x 60 cm para su descarga hacia el reactor. En todos los registros deberá diseñarse una caída mínima de tres centímetros (3 cm), entre la plantilla del tubo de entrada y la plantilla del tubo de salida. El drenaje sanitario o de aguas negras, conectará las aguas de las instalaciones sanitarias, lavabos, regaderas y coladeras de piso del edificio del Centro de Operación.


El cálculo y diseño de la instalación sanitaria antes mencionada, deberá hacerse de tal forma que garantice un desalojo rápido y eficiente de las aguas negras provenientes de WC y de las aguas jabonosas que provengan de lavabos, regaderas y coladeras de piso. Los gastos de diseño estarán dados por la suma de las descargas de aguas negras y jabonosas que se generen en las oficinas y servicios. La tubería colectora de las descargas de las de desecho, tendrá aguas pendientes mínimas del 2 % y se canalizarán a la fosa séptica ya señalada.

El problema del tratamiento de las aguas negras que generará el personal que operará el monorelleno, se resolverá vía un sistema que requiere poco espacio y mínimo mantenimiento, como lo es un reactor anaerobio que recibirá el caudal generado por 10 personas. El reactor anaerobio será prefabricado y tomará las aguas residuales sanitarias que aportarán los muebles de los baños, para que, mediante un proceso biológico, sean tratadas para después ser re-infiltradas al subsuelo natural. Tendrá forma cilíndrica para un volumen de 3.00 m³, con el fin de alcanzar un tiempo de retención de 24 hrs y un caudal promedio de 0.030 lps. Previo a la descarga en el reactor, se colocará un registro de admisión de 60 x 60 cm, con el fin de evitar que se depositen en demasía, sólidos sedimentables que colmatarían rápidamente el reactor.

El efluente del reactor anaerobio, se infiltrará al subsuelo, a través de una tubería perforada de concreto de 150 mm de diámetro, para propiciar una buena dispersión de las aguas procesadas al momento de ser descargadas en el subsuelo natural.

Instalación Hidráulica

El suministro de agua potable hacia cada una de las instalaciones que lo requieren que incluyen sanitarios, lavabos, regaderas y áreas de cocina y limpieza se calcula en función a los requerimientos de cada una de ellas. Para el almacenamiento del agua se utilizarán depósitos de almacenamiento con una capacidad de al menos 3 m³ para suministrar a la red principal que en caso de no tener suministro de la red pública como se tiene previsto, se abastecerá con pipa según un programa establecido. La tubería que conducirá el agua potable hacia las diversas áreas será de cobre rígido tipo industrial M con conexiones de cobre soldables. Para fomentar el ahorro del agua instalarán

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

muebles sanitarios con tanques ahorradores máximo de 6 litros y operación manual para evitar el desperdicio del líquido. También se instalarán llaves ahorradoras automáticas para los lavabos.

Para el suministro de agua caliente se contará con un calentador solar con una capacidad de 10 galones que se instalará en la techumbre del centro de operación del Monorelleno,

La instalación hidráulica para contar con agua potable que dé servicio a las diferentes áreas del edificio dispondrá de 3 tinacos de polietileno con una capacidad de 1,110 litros que se ubicarán al igual que el calentador en el techo del centro de operación del Monorelleno para ser abastecidos por medio de depósito de 3 m³ indicado con anterioridad.

Para la instalación de la red hidráulica se considerarán los siguientes parámetros:

- La presión del agua deberá ser como mínimo de 2.0 Kg/cm².
- Las descargas de muebles sanitarios serán de 6 litros.
- En mingitorios, el flujo máximo de agua será de 10 litros por minuto.
- Los lavabos contarán con llaves con flujo máximo de 10 litros por minuto.



Drenaje Pluvial.

Respecto a los cuerpos de agua en el sitio, hidrológicamente el terreno es atravesado por una fracción del cauce principal del arroyo "La Trinidad", cuenca que abarca un área aproximada de 18 km² y tomar medidas considerables de prevención son útiles para la seguridad del proyecto; en dicha escorrentía que se acumula el arroyo se tiene proyectado el uso de lavaderos pluviales en vialidades del sitio, canaletas de tipo triangular a un lado de los caminos, alcantarillas de tubería de PAD, y canales trapeciales y posteriormente continuar su ruta al cauce natural.

En cuanto al drenaje pluvial en las instalaciones del monorelleno, tanto el centro de operación como las casetas contarán con canaletas colectoras con una pendiente mínima del 2 % para conectarse a tuberías de PVC cédula 80 que funcionarán como bajantes del agua a la red pluvial de la instalación a través de un registro de admisión de 60 x 60 centímetros y cunetas de concreto hidráulico que se habilitarán a los lados de los caminos y áreas libres con la pendiente suficiente para su descarga hacia terreno natural.

Las estructuras a habilitar para el control de escurrimientos pluviales serán las descritas a continuación:

- a) Lavaderos: Los puntos de desfogue de las plataformas se harán mediante estructuras denominadas lavaderos para canalizar los escurrimientos captados a lo largo de los taludes de cada plataforma hacia los drenes naturales. Los desfogues o lavaderos serán abocinados (con aleros de concreto o mampostería). Tendrán en su salida una losa de enrocamiento de 15 centímetros de espesor en 2 capas para disipar la energía. En caso de que se presenten velocidades mayores a 5 m/s se habilitarán estructuras disipadoras de energía (dientes). Sus dimensiones serán aproximadamente de 60 cms de plantilla y 12 cms de altura.

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

- b) **Canaletas:** Dentro de las estructuras propuestas para el manejo del drenaje pluvial en la zona se incluirá la habilitación de canaletas en cada una de las plataformas y en las bermas, así como en los caminos de penetración que se habilitarán en los frentes de trabajo en el entendido que servirán para conducir y concentrar los escurrimientos pluviales hacia las alcantarillas o hacia los lavaderos.

El revestimiento de la canaleta será de tipo rígido de material de concreto con coeficiente de rugosidad (n) de 0.012 para concreto acabado liso con llana de madera. La velocidad mínima será de 5 m/s para evitar erosiones. La canaleta trapezoidal con 30 cms de plantilla y 30 cms de tirante talud 1:1.

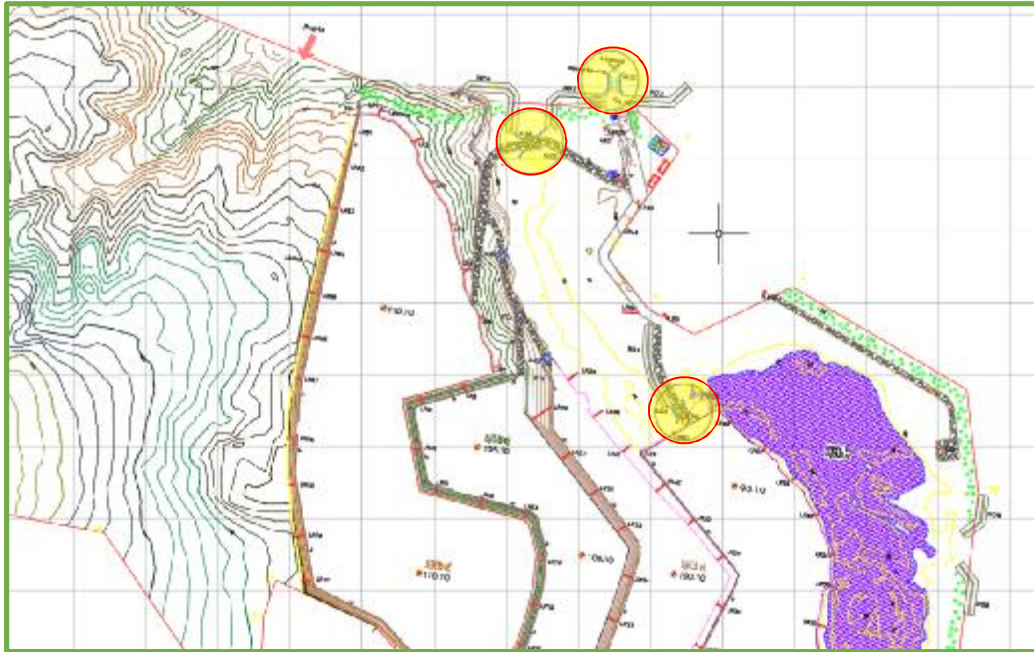
- c) **Alcantarillas:** Las alcantarillas son estructuras para llevar un canal o dren bajo una vía de comunicación, cuando la rasante de la vía sea lo suficientemente alta evitándose la construcción de otra estructura. Con las características del dren o canal se procede a determinar la sección geométrica de la alcantarilla determinándose que la más adecuada será la de sección circular.

Se tiene contemplada la construcción de tres cruces sobre el cauce siguiendo el trazo de los caminos que forman parte del proyecto. Las alcantarillas estarán conformadas por un paso superior, con un sistema de drenaje para no interrumpir el flujo hídrico del arroyo "La Trinidad".

Serán construidas utilizando tubería de concreto reforzado con muros cabeceros en los extremos considerándose para el presente proyecto los presentes tipos:

- Tubo de concreto reforzado con un diámetro de 105 cms.
- Cajón de concreto reforzado 250 cms plantilla y 150 cms de plantilla.

Diseño de alcantarillas.-



De acuerdo con el estudio hidrológico, los parámetros solicitados de la alcantarilla, son los siguientes:

CALCULO HIDRAULICO									
ESTRUCT.	Z arrastre	LONGITUD metros	S	Area m2	Perimetro m	n	Radio Hid ^(2/3) m	Vel m/s	Gasto m3/s
ALCANTARILLAS (AL)									
AL1	99.20								
1.50Ø (3) CON	99.14	7.60	0.008	1.720	3.930	0.014	0.691	4.412	22.768
AL2	94.20								
1.50Ø (3) CON	94.13	8.00	0.009	1.720	3.930	0.014	0.691	4.680	24.150
AL3	94.20								
1.50Ø (3) CON	94.12	8.00	0.010	1.720	3.930	0.014	0.691	4.933	25.456

Tomando como base la ecuación de continuidad y despejando, se obtiene el área necesaria para abastecer el gasto.

$$Q=V \cdot A$$

En donde:

Q=Gasto (m³/s)

A=Área (m²)

V=Velocidad (m/s)

Despejando se obtiene:

$$A=Q/V$$

Realizando operaciones para las alcantarillas señaladas:

Alcantarilla	Gasto (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Área (m ³)
1	22.770	4.410	5.160
2	24.150	4.680	5.160
3	25.460	4.930	5.160

Utilizando la fórmula básica del círculo, se despeja el diámetro de la tubería necesaria.

$$A_0 = \pi D^2 / 4$$

En donde:

A_0 = Área del círculo (m²)

π = Pi (constante)

D = Diámetro (m)

Despejando:

$$D = \sqrt{(A_0 * 4) / \pi}$$

Realizando el cálculo y tomando en cuenta que el área de la alcantarilla se obtiene:

Alcantarilla 1

$$D = \sqrt{(5.160 * 4) / \pi} = 2.563 \text{ m}$$

Alcantarilla 2

$$D = \sqrt{(5.160 * 4) / \pi} = 2.563 \text{ m}$$

Alcantarilla 3

$$D = \sqrt{(5.160 * 4) / \pi} = 2.563 \text{ m}$$


Convirtiendo el diámetro de todas las alcantarillas de metros a pulgadas:

1 pulgada = 0.0254 metros

$$\therefore 2.563 \text{ m} = 100.906 \text{ " } = 101 \text{ "}$$

Consultando los diámetros comerciales que el mercado ofrece, se tiene que las tuberías corrugadas de polietileno alta densidad, de mayor diámetro, son de 42", por lo que se propone el uso de 3 tubos prefabricados de 42" de diámetro para satisfacer las solicitudes derivadas de los cálculos.

Vertedor de demasías: Esta estructura se encargará de dar salida al escurrimiento excedente que no se puede almacenar por motivos de seguridad conforme al cálculo de gasto máximo estimado

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

en base al estudio hidrológico realizado en el que se especifican las dimensiones del mismo, así como el gasto de desfogue que se estima podría tenerse en dicha estructura vertedora.

- d) Canal Rectificador de Cauce: Esta estructura de sección trapezoidal se encargará de conducir y dar salida a un escurrimiento estimado de 56.41 m³/s para un periodo de retorno de 50 años para la cuenca del Arroyo San Jerónimo, la geometría y cálculos se incluyen en el estudio hidrológico anexo, con 570 cms de plantilla y 150 cms de tirante con talud 1:1.

Diseño eléctrico

Para la elaboración del sistema eléctrico en el monorelleno se dará cumplimiento a las siguientes normas:

- NOM-001-SEDE-2005, Norma Oficial Mexicana para instalaciones eléctricas.
- NPFA-70: Código Nacional Eléctrico (USA)
- NPFA-780: Código de Protección de Pararrayos.

La energía eléctrica requerida para los servicios de alumbrado y electrificación será abastecida desde la línea de la CFE de 23.9 KV más cercana de la cual se derivará un ramal en canalización subterránea para alimentar una subestación compacta de poste, para lo cual se implementará una estructura de transición aérea-subterránea en el punto de derivación; esta estructura tendrá un juego de apartarrayos de óxido de zinc clase ADA-12 y un juego de corta-circuitos tipo SMD-20 para 15 KV y fusibles de capacidad adecuada y se aterrizará por medio de un sistema simple de aterrizado con varilla tipo Copperweld.



Los voltajes de operación para el monorelleno serán los siguientes:

- Suministro de Energía: 1,000 V.
- Voltajes de utilización: 220/127 V.

Señalización.

Los señalamientos viales cuya función será la de orientar tanto a los usuarios del monorelleno como a los propios trabajadores en las instalaciones como las restricciones que se deberán cumplir estrictamente. Para ello se habilitarán de acuerdo a los siguientes criterios:

- Informativos: Son aquellos que proporcionan información sobre algún punto en particular como distancia al frente, límite de velocidad y otros.
- Directivos: Estos van guiando al conductor del vehículo, a través de las vialidades de acceso hacia una zona determinada.
- Preventivos: Estos advierten al conductor y al personal del monorelleno sobre las posibles situaciones peligrosas a fin de que se tomen las medidas preventivas convenientes.
- De seguridad: Estos corresponden a la operación propia del sitio cuyo objetivo es reducir al mínimo la posibilidad de un percance tanto para el personal del monorelleno que acomoda

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

los vehículos en los accesos, frentes de trabajo o sitios en espera como para los operadores de maquinaria y equipo.

- De higiene: Estos están dirigidos al personal que labora dentro del sitio, teniendo como principal objetivo es prevenir los riesgos a la salud y garantizar las mayores condiciones higiénicas en las instalaciones.

Esta actividad es independiente a todas las consideraciones para la construcción del Monorelleno y no interfiere con las otras actividades. Se colocarán los señalamientos viales que sean necesarios, de acuerdo a los criterios antes indicados.

Consideraciones complementarias.

Con el propósito de permitir y facilitar los trabajos de construcción de todas las instalaciones requeridas para este proyecto, es necesario realizar un desmonte y despalme de las áreas a utilizar con el fin de establecer desplantes de la infraestructura necesaria.

Posteriormente se realizará la limpieza del predio, el trazo del camino interior y la habilitación de los diferentes materiales, necesarios para la obra.



Así mismo, las losas de cimentación tanto para las casetas como para la báscula de pesaje, considera como requisito obligatorio la preparación de un mejoramiento a base de tezontle con arcilla en proporción 2:1 de 25 cms de espesor para después construir las losas, empleando concreto armado de $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$. La caseta de vigilancia será dotada con el equipo necesario para el registro del personal y la de control, con el equipo para realizar el pesaje de los camiones. En su construcción se emplearán materiales de la región, así como todo el personal necesario para llevar a cabo este concepto de trabajo.

La construcción e instalación del cercado perimetral y de los portones de acceso, será realizada en el último mes de construcción de la infraestructura y será simultánea a la habilitación y construcción de los señalamientos viales, drenaje pluvial, montaje de la báscula e instalación de servicios de energía eléctrica mientras que los señalamientos se instalarán en el último mes de construcción.

Anexo al presente, se incluyen los planos del proyecto ejecutivo de construcción del monorelleno.

A continuación, se manifiestan las obras ya construidas a partir del allanamiento ejecutado ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y la Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente para el estado de Aguascalientes (PROESPA), para regularizar las obras y actividades del proyecto en cuestión, mismas que se realizaron sin tener las autorizaciones ambientales correspondientes.

Derivado de lo anterior, y de acuerdo con el procedimiento administrativo de la PROFEPA, se realizó una visita de inspección por parte de la misma con acta de inspección No. FO-000033-17 de fecha 20 de junio de 2017, donde determinaron y dieron fe de los hechos relacionados con las obras y actividades ejecutadas, resaltando que de las 34.9 hectáreas solamente se afectaron 1.94 hectáreas,

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

teniendo como resultado que solamente se ha afectado un 5.56 % del terreno que tenía vegetación forestal; para mayor referencia se transcribe parte del acta de inspección.

“ ...

Para atender el objeto de la orden de inspección citado en el inciso a) citado en los párrafos anteriores se le solicita al visitado dar un recorrido en su compañía y de los testigos de asistencia por el área ubicada dentro de coordenadas UTM de referencia citadas en la Orden de inspección, a lo cual accede voluntariamente, durante el recorrido se constata la ubicación de las referidas Coordenadas UTM con apoyo del geoposicionador satelital marca Garmin GPS map 76CSx, encontrando que se trata de un terreno forestal de aproximadamente 33.2 hectáreas de superficie, el cual está cubierto de vegetación forestal en un terreno aproximado a 29 hectáreas y 4.2 hectáreas corresponden a terreno agrícola y un cuerpo de agua. El Terreno forestal está cubierto por vegetación de tipo "Matorral Xerofilo", en el cual se encuentran presentes las especies forestales de Garruño (Mimosa sp), Mezquite (Prosopis sp), Huizache (Acacia sp), Nopales (Opuntia sp), Palo blanco (Forestiera sp), Palo Bobo (Ipomoea sp) y diversidad de Herbáceas y Pastos Nativos, Toda la vegetación forestal, incluyendo el arbolado y arbustos se encuentra verde, vivo y en pie; y en el estrato bajo solo se observa escasa cobertura de pasto nativos verdes y herbáceas, así mismo el terreno presenta una pendiente que varía entre aproximadamente del 5% y el 15%, y el suelo presenta pedregosidad. El predio tiene forma de un polígono irregular que limita al Norte, al Poniente y al Oriente con Terrenos forestales cubiertos con vegetación de las mismas características ya señaladas, al sur limita con una Parcela Agrícola que actualmente tiene un cultivo de maíz. En el recorrido, al interior del predio, se observaron las actividades correspondientes a la remoción de vegetación forestal y suelo, para realizar excavaciones, cortes y nivelaciones del terreno, que se llevaron a cabo en fecha reciente en una área que forma un polígono irregular ubicado al interior del predio inspeccionado, toda vez que no se observa presencia de vegetación en el área afectada, además de encontrarse huellas de maquinaria en el suelo. Obteniendo una superficie afectada de Aproximadamente de 1.94 (uno punto noventa y cuatro) hectáreas. En esta superficie en la que se removió la vegetación forestal, se tuvieron a la vista varios montículos de tierra con material pétreo conocido como tepetate, el cual es el producto de las excavaciones y de los cortes, se observa que rellenaron otras secciones del terreno con este material producto de las excavaciones además de efectuar nivelaciones y movimiento de material de una área a otra, todo esto se llevó a cabo con maquinaria pesada según dicho del visitado, ya que únicamente se observan huellas de la maquinaria, además se observa que en la parte poniente y sur de esta área hay cortes del terreno natural, efectuados con apoyo de maquinaria, que van desde un metro hasta nueve metros de altura aproximadamente, en esta área que fue intervenida se observa que en parte de ella donde se encuentra localizado un arroyo que la atraviesa de norte a sur, y existen indicios de que hubo aprovechamiento

de material petreo, arena y grava y tambien es importante señalar que en este sitio limita con una parcelas agricolas al norte y al sur, y al poniente y oriente con terreno forestal.

Por otro lado no se tuvo a la vista daños a la fauna silvestre, en el predio no se observó el uso de fuego para eliminar residuos de materia prima forestal, actualmente en esta visita de inspeccion no se observó la presencia de algún campamento, maquinaria ni personal laborando en el predio. Se observó en el recorrido que se realizó retiro o remoción de arbolado, arbustibas, herbaceas y suelo forestal. En esta área solo se tuvieron a la vista en apilamientos, ramas y raices producto de la vegetación removida, mezcladas con el material de tierra y tepetate removido.

...”

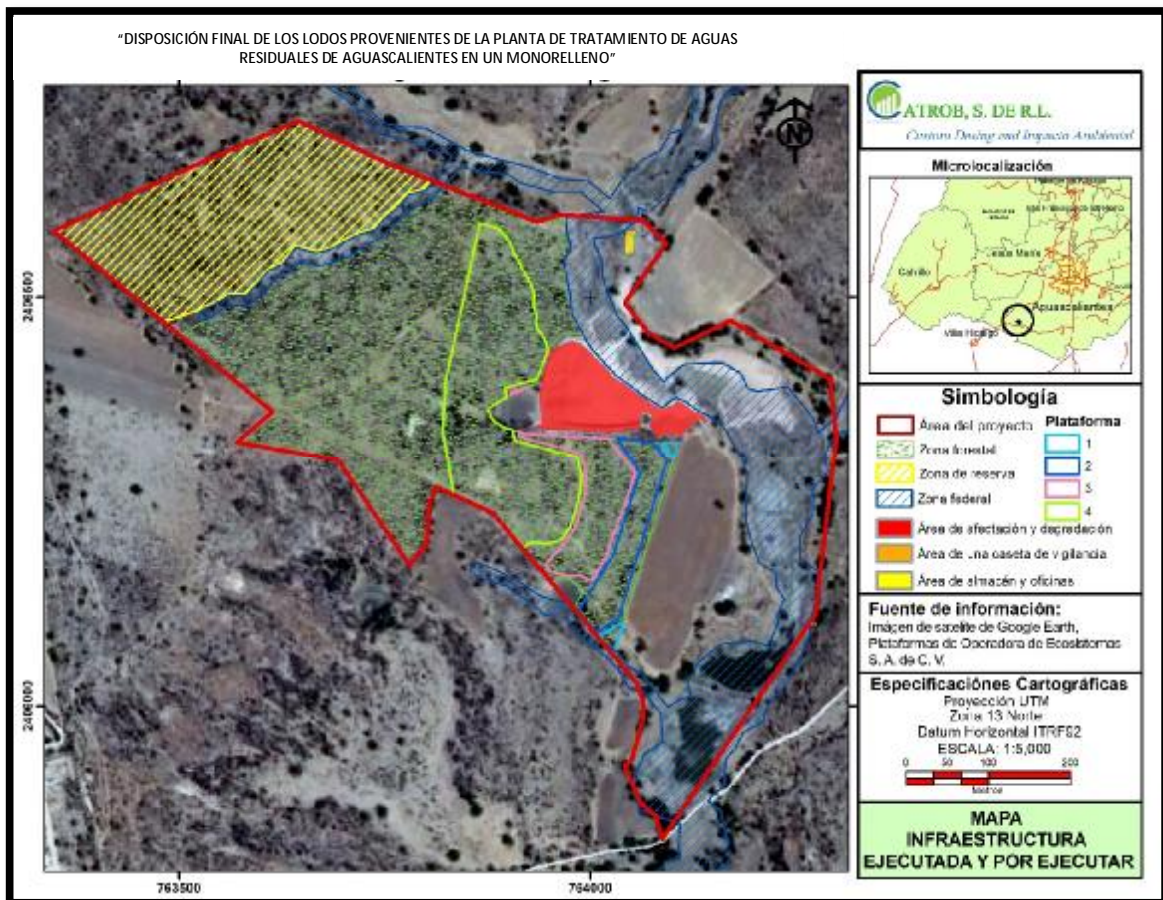
Se ha manifestado también el procedimiento administrativo que se abrió con la PROESPA, ya que hay obras y actividades de competencia estatal, que ya fueron regularizadas al cerrar el procedimiento administrativo (se anexa cierre de procedimiento), ya que el terreno como bien se desprende del acta de inspección mencionada en párrafos anteriores, comprende áreas desprovistas de vegetación forestal que son agrícolas y no son de competencia federal, siendo estas áreas donde se realizaron algunas obras tales como:

- ✓ Se inició la construcción de una caseta de vigilancia en un área de 20 m².
- ✓ Se inició la construcción de un almacén y oficinas en un área de 16 m².
- ✓ Se realizaron movimientos de tierra vegetal, observándose que además colinda con el cauce de arroyo La Trinidad, en un área de 9,433 m².

- Se observó afectación y degradación del área por la extracción de tepetate ya que dicho aprovechamiento fue realizado hace mucho tiempo en una zona de 17,392 m².

En este sentido, se despende que el área afectada de competencia ambiental Estatal y Federal sería de 2.68 hectáreas, de conformidad con los levantamientos de la PROFEPA y PROESPA, teniendo un avance de obra del 7.44 % del total de 100% en las 34.9 hectáreas.

Para mayor referencia se anexa la siguiente ilustración con las áreas afectadas como bien se solicita en la información complementaria:



II.2.7. Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.

La estimación del volumen aprovechable de un rodal es con base en el conocimiento del volumen de sus árboles individuales. En materia forestal se han generado modelos de volumen maderables, que son ecuaciones matemáticas capaces de representar el volumen comercial de la madera a nivel árbol, a partir de las variables independientes como son el diámetro y la altura.

Un parámetro muy utilizado para estimar la cantidad de biomasa es el volumen de los árboles, que ofrece una referencia del crecimiento, etapa de desarrollo y condiciones ambientales del sitio donde habitan los individuos forestales.

Para su cálculo, se utilizan medidas dasométricas como área basal y altura. El área basal es el área calculada en una sección transversal del fuste a la altura del pecho (1.30 m). En este estudio para su medición, se utilizó una cinta métrica con la que se obtuvo la circunferencia y con la relación de la circunferencia y su diámetro, se obtuvo el área basal de cada individuo de las parcelas muestreadas.

Para cuestiones de estimación de volúmenes cabe aclarar que, en vegetación de matorral que contiene individuos muy ramificados desde la base del fuste, se toman las medidas individuales de cada ramificación encontrada a la altura del pecho, por lo tanto, el número de individuos es diferente al número de elementos o árboles contabilizados para el cálculo del volumen de materias primas forestales.

De acuerdo a Romahn, *et al.*, 2010, una vez que se conoce el coeficiente mórfico (CM) de un fuste, su volumen se determina fácilmente multiplicando el volumen del cilindro de la misma longitud que el fuste y de base igual a la sección del fuste a 1.30 m, por el coeficiente mórfico. Para estimar el volumen del árbol, se construye una tabla de CM para árboles de diferentes diámetros, agrupados por clases diamétricas, se multiplica el volumen del cilindro (calculado con el área basal del árbol y la altura del mismo), por el CM de la categoría diamétrica correspondiente.

A la fecha no se han generado tablas de volumen o de coeficientes mórficos para especies de matorral. Genéricamente para la región donde se ubica el estado de Aguascalientes, se utiliza un CM de 0.7 y adicionalmente se utiliza un Factor de Corrección (FC) en la altura del cilindro calculado con el área basal (g).

Para esto se utiliza la formula (1): $V = g^2 * FC * h * CM$

Donde:

V: Volumen del árbol (m³)

CM: Coeficiente mórfico (0.7)

FC: Factor de corrección (0.7854)

g: Área basal (m)

h: Altura del árbol (m).

Muestreo.

En el inventario se utiliza el Método de Muestreo por Conglomerados, tomando como base la parcela, como unidad mínima de muestreo en el polígono sujeto a CUSTF. Se muestrean un total de 13 sitios, que son de dimensiones fijas circulares, con radio de 17.84 m, con un área de 1000 m² (1/10 de ha), registrando en cada sitio los datos dasométricos de todos los árboles presentes en el sitio (Tabla 18).

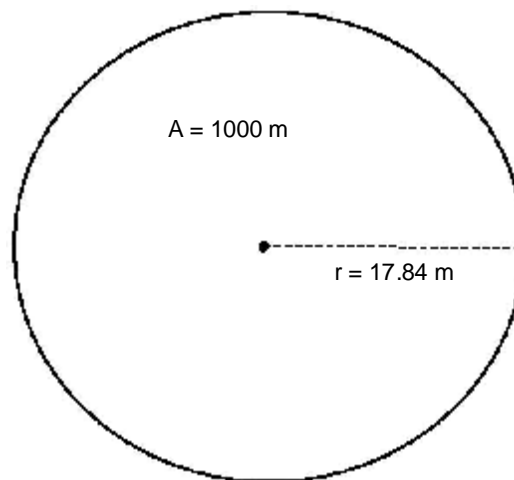
Tabla 18. Intensidad de Muestreo.

Parcela	Superficie (Ha)	Número de sitios	Intensidad de muestreos
CUSTF	15.0258	13	8.6%

Confiabilidad del muestreo: 95%

Error del muestreo: 21.48%

Parcela de muestreo de la vegetación



$$A = (17.84 \text{ m})^2 \times 3.1416 = 1000 \text{ m}^2$$

Una vez registrados los datos de inventario, se procede a ordenar los parámetros base para el cálculo de: HECTÁREA TIPO (m³/ha) y VOLUMEN ROLLO TOTAL POR ÁRBOL (m³ R. T. A.) y para lo cual se efectuarán las siguientes operaciones:

No. DE ARBOLES POR HECTAREA: Una vez cuantificados se pondera el número de árboles por hectárea para cada categoría diamétrica utilizando la siguiente fórmula (2):

$$\text{No. de arboles/ha} = \left(\frac{\text{No. de arboles muestra/Cat. diam.}}{\text{No. de sitios levantados}} \right) * 10$$

HECTÁREA TIPO (m³/ha): Es el volumen que se tiene por hectárea de las especies que conforman el bosque y dicho volumen se calcula por unidad de superficie para cada especie con la siguiente fórmula (3):

$$\text{Vol. (m}^3\text{/ha)} = \text{Sum (No. de arb/cat.diam. * Vol. unit/cat.diam.)}$$

Donde:

R.T.A. (m³/ha) = volumen de árboles en metros cúbicos por hectárea.

No. arb/cat.diam. = Número de árboles de cada categoría diamétrica muestreada.

Vol. Unit/cat.diam. = Volumen unitario de cada categoría diamétrica, tomado en función de la altura promedio de la parcela y las Tablas de Volúmenes (m³/ha) elaboradas para esta región.

Sum = Sumatoria de los volúmenes calculados por categoría diamétrica.

En la sección de anexos se incluye la memoria de cálculo correspondiente a esta sección.

Secuencia del cálculo por unidad de muestreo y especie.

Una vez tomados los datos del inventario, se procede a calcular los parámetros que permitirán los posteriores cálculos:

- Se enlistan los árboles por sitio, por consecutivo (dentro de cada consecutivo puede haber varias mediciones debido a las ramificaciones encontradas a la altura de pecho), DAP, altura, sección normal y por volumen en cada columna respectivamente.
- Se identifican, clasifican y enlistan las categorías diamétricas existentes por especie.
- Se calcula el número de árboles por hectárea de cada especie por categoría diamétrica.
- Se anotan las alturas de cada especie por categoría diamétrica.
- Se anotan los volúmenes unitarios de cada especie por categoría diamétrica en base a las alturas y estimada con la fórmula 1.
- Finalmente se obtienen las existencias reales por hectárea del sitio muestreado multiplicando el número de árboles por el volumen unitario de cada especie por categoría diamétrica, y se hace la sumatoria de todas las especies y categorías diamétricas.

Secuencia de cálculos para la estimación de la confiabilidad y error de muestreo

Dentro de las consideraciones estadísticas para el Muestreo Sistemático de acuerdo a lo señalado por Romahn de la Vega et al, 2010; se aplican estimadores, los cuales estiman a los parámetros, para determinar el error de muestreo a un nivel de confiabilidad al 95% se aplicó la siguiente metodología:

Resultado:

DATOS:

Polígono: CUSTF

Parcela: 1

N = Superficie: 15.0258 ha.

n = 13 Número de parcelas de muestreo del polígono CUSTF (1.3 ha).

$\sum v = 35.99 \text{ m}^3$ Sumatoria del volumen total de los sitios del rodal

$\sum v^2 = 140.83$ Sumatoria de cuadrados del volumen de los sitios.

Media:

$$\tilde{v} = \frac{\sum v}{N} = \frac{35.99}{13} = 2.76 \text{ m}^3$$

Varianza:

$$s^2 = \frac{\left[\left(\sum v^2 - \frac{(\sum v)^2}{n} \right) \right] * \left(1 - \frac{13}{150.02} \right)}{n - 1} = \frac{(140.83 - 99.65) * (0.91)}{12} = 3.12$$

Desviación estándar:

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{3.12} = 1.7663$$

Error estándar:

$$S_{\tilde{v}} = \sqrt{\frac{s^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{3.12}{12}} = 0.5099$$

Error de muestreo:

$$E = \frac{S_{\tilde{v}} * t_{(\alpha, gl)}}{\tilde{v}} * 100 = \frac{0.5099 * 1.3406}{2.76} * 100 = 24.63\%$$

Una vez calculadas las medidas de tendencia central, de dispersión y el error de muestreo en el polígono CUSTF, se procede a la estimación del número de individuos por hectárea. Para estimar el número de árboles por hectárea en este polígono, se deben segregar las categorías diamétricas obtenidas en la base de datos del levantamiento forestal en campo. La siguiente fórmula establece que el número de elementos por cada categoría diamétrica es dividido entre el número de sitios inventariados y multiplicado por 10, que es la cantidad que completa una hectárea, ya que el muestreo se hizo en 1/10 de hectárea (1000 m²).

Ejemplo:

Para *Prosopis laevigata* de categoría diamétrica 0.10 m, en la parcela CUSTF se inventariaron 27 individuos con estas características, por lo que se aplicará la siguiente ecuación:

$$\text{No. de } \frac{\text{árboles}}{\text{ha}} (0.10 \text{ m}) = \left(\frac{\text{No. de árboles muestra de X Cat. diam.}}{\text{No. de sitios levantados}} \right) * 10 = \frac{27}{13} * 10$$

$$= 20.76 \text{ arb/ha de 0.1 m de DAP}$$

*Las observaciones son consideradas por cada medición de árbol o rama por encima del DAP, pueden existir más de una observación por árbol.

Resultados.

A continuación, se realiza la revisión y la presentación de los resultados obtenidos únicamente para el área forestal sujeta a CUSTF. De las 13 parcelas establecidas para muestreo, se obtuvieron suficientes observaciones para tener un error de muestreo (en cantidad de individuos) del 24.63%; en cuanto a número de individuos contabilizados en cada parcela, se tiene un promedio de 18.23 árboles por parcela, con una desviación estándar de 10.26, indicando que existe mucha variabilidad de cantidad de árboles entre parcelas; esto es que la población forestal del sitio presenta una característica moderadamente heterogénea, la cantidad y distribución de especies no es relativamente uniforme, ya que la cantidad de árboles que puede llegar a encontrarse en las parcelas oscila de 2 a 37 árboles entre una parcela u otra. Sin embargo, a partir de estos parámetros, se obtuvo una cantidad de 140.2 árboles por hectárea de diferentes especies, que estiman un total de 2106 ± 154.23 árboles.

En cuanto al volumen Rollo Total por Árbol, se encontró un promedio de 2.7 m^3 por parcela con una desviación estándar de 1.7; es decir, que igual que la variabilidad de número de individuos, el volumen estimado es muy alto. Sin embargo, se conoce una aproximación al valor real de la cantidad de metros cúbicos de materia prima forestal. En este contexto, se calcularon $401.28 \pm 20.56 \text{ m}^3$ de materia prima forestal en el área de CUSTF del proyecto. La Tabla 19 muestra las cantidades por número de individuos y por volúmenes estimadas por parcela. Como se aclaró en la metodología en párrafos anteriores, el número de elementos es la cantidad de ramificaciones existentes al momento de realizar mediciones de fuste a la altura del pecho, y se contabilizan individualmente, denominándoseles elementos por cuestiones de semántica.

Tabla 19. Tabla resumen de los muestreos.

*Volumen total de muestreo (1.3 has).

CONDENSADO			
Parcela	No. Individuos	No. Elementos	Vol. R.T.A.
1	9	23	2.5063

2	16	46	3.2085
3	37	133	5.2271
4	2	3	0.0464
5	19	53	4.6720
6	14	24	1.4810
7	10	24	1.4397
8	37	74	5.0030
9	15	55	1.7371
10	9	18	0.3859
11	29	88	3.9553
12	18	82	4.3985
13	22	97	1.3430
Total	237	720	55.3806*
PROMEDIO	18.23	PROMEDIO	2.7686
arb/ha	140.24	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.7798
Número estimado de árboles en 15.0258 has	2106.36		

*Volumen de muestreo de todas las especies (1.3 has).

La Tabla 19 muestra la distribución de los volúmenes calculados por cada parcela de muestreo. Existe una oscilación de volúmenes entre parcelas de 0.04 a 5.2 m³, aunque la mayor parte de la distribución se ve concentrada entre los 1.5 y 4.7 m³. Con esta gráfica (Figura 24), se puede visualizar el comportamiento de la variación de distribución de vegetación forestal encontrada en la parte forestal del predio; esto es, que la mayoría de los sitios contienen vegetación que oscila entre los 1.4 y 4.7 m³ de material forestal, promediando 3.13 m³; pero existen sitios extremos que contienen hasta 5.2 m³ o sitios muy ralos o pobres de vegetación que registran solo 0.04 m³ de material.

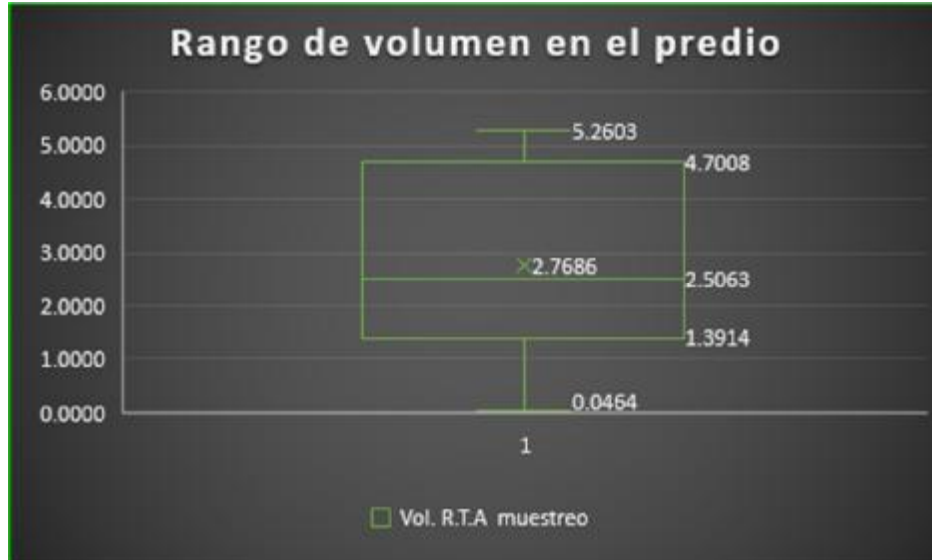


Figura 24. Representación del promedio de volúmenes estimados. X = promedio.

Para tener una referencia gráfica del comportamiento del volumen por sitio de muestreo, se presenta la Figura 25, que ubica los volúmenes en cada uno de los 13 sitios. Se observa que no existe tendencia clara alguna y que hay sitios con mayores cantidades de materia forestal; de la misma manera, hay sitios de población forestal muy escasa como el sitio 4 y 10 que no superan el metro cúbico de volumen.

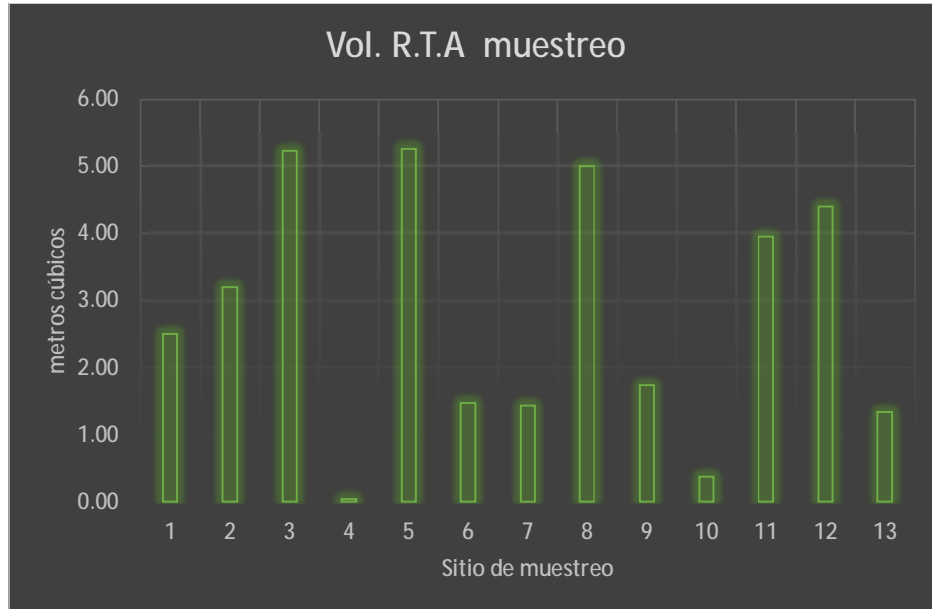


Figura 25. Distribución de los volúmenes muestreados por sitio.

Una vez obtenidas las bases de datos del inventario de especies con sus medidas, se realizó una reclasificación del inventario para extraer las categorías diamétricas y obtener una matriz que pudiera analizarse para la estimación de volúmenes de materias primas forestales por categoría diamétrica y por especie (Tabla 20), de acuerdo con la metodología arriba establecida.

Las categorías diamétricas son útiles en este método ya que clasifican en bloques a diferentes tamaños de árboles de acuerdo con su diámetro a la altura del pecho (DAP), obteniéndose a partir de esto un inventario agrupado de elementos que estiman la cantidad de volumen por cada categoría establecida. Las categorías se establecen contando todos los elementos que estén dentro de un rango de 5 centímetros de DAP, cada categoría consiste de ese rango, hasta obtener la última categoría que contenga a los de mayor talla. Se comienza de una categoría 0 que incluye a los árboles menores a 2.5 cm de DAP (0.025 m), enseguida los de 5 cm \pm 2.5 y así sucesivamente.

Se realizó el cálculo de volumen de materia prima por especie, donde encontramos que las especies de nopales (*Opuntia spp.*) ocupan el mayor volumen, 200.18 m³, aunque este tipo de flora es material de baja densidad, que representa un peso bajo en cuanto a cantidad de carbono comparado con el resto de especies arbóreas que no son cactáceas. Otras especies que presentaron cantidades superiores de m³ fueron el mezquite (*Prosopis laevigata*) y huizache (*Acacia sp.*), con 51.31 m³ y 60.05 m³ respectivamente. El mezquite tiene un alto valor forestal, económico, social, agrícola, etc.; su madera tiene alta densidad y representa un porcentaje significativo de carbono en relación a la cantidad total de volumen forestal estimado.

Tabla 20. Matriz de categorías diamétricas y sus volúmenes totales.

Especie	Categorías Diamétricas									Vol. R.T.A.	Num. Elementos
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40		
<i>Acacia sp.</i>	0.0526	31.7959	9.8177	11.5239	6.8627	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	60.0529	110
<i>Bursera fagaroides</i>	0.0379	4.6360	17.0227	11.4459	5.3578	0.0000	0.0000	0.0000	2.6479	41.1482	78
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.5019	7.0798	0.9500	0.0000	1.6422	3.3798	0.0000	0.0000	0.0000	13.5537	144
<i>Forestiera tomentosa</i>	0.0797	17.8544	12.9429	4.1456	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	35.0225	177
<i>Opuntia spp.</i>	0.0000	0.2872	13.1462	44.1569	45.9722	35.7235	2.8932	24.7313	33.2751	200.1856	118
<i>Prosopis laevigata</i>	0.0297	5.4419	12.4281	11.8344	11.4649	4.0013	0.0000	6.1173	0.0000	51.3177	93
TOTAL, VOL	0.7019	67.0953	66.3075	83.1067	71.2997	43.1046	2.8932	30.8485	35.9231	401.2805	720

En la siguiente matriz (Tabla 21), se dispone un desglose de las categorías diamétricas por especie, del cual se obtuvo el concentrado de la tabla anterior. Se observa que *Opuntia spp.* y *Prosopis laevigata* son las especies con mayor representación en las categorías diamétricas, explicando que estas especies tienen una población más estable y cuentan con individuos que cubren la mayor parte del espectro de tamaños encontrados en la comunidad forestal. Caso contrario de *Forestiera tomentosa* y *Acacia spp.* que presentan las especies con menor número de categorías y concentradas en las de menor tamaño, indicando su temprano establecimiento dentro de la comunidad forestal.

Tabla 21. Volúmenes totales por especie.

Especie	Vol. R. T. A (m ³)	No. Individuos
<i>Acacia spp.</i>	60.0529	44
<i>Bursera fagaroides</i>	41.1482	24
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	13.5537	43
<i>Forestiera tomentosa</i>	35.0225	22
<i>Opuntia sp</i>	200.1856	61
<i>Prosopis laevigata</i>	51.3177	43
TOTAL VOL	401.2805	237

En la Figura 26 se observa la relación directamente proporcional que existe entre la cantidad de individuos y el volumen, con la única excepción del varaduz (*Eysenhardtia polystachya*), que, a pesar de la gran cantidad de individuos en relación a la población forestal, presenta el menor volumen de materia. En campo fue observado con bastante frecuencia en los sitios; sin embargo, con individuos de tallas bajas que están en una fase de transición vegetal, donde esta especie encuentra mayor oportunidad de establecerse que el resto de las especies forestales del predio.

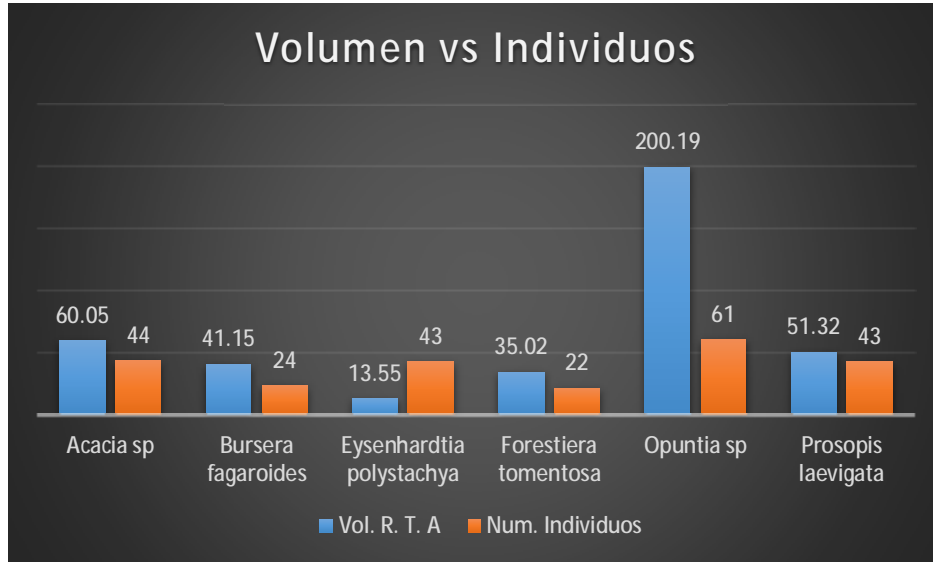


Figura 26. Volúmenes y número de individuos por especie.

La Tabla 20 muestra las categorías formadas en este inventario, hasta la de 40 cms para el elemento de mayor tamaño encontrado. En la Figura 27, se puede observar que la categoría con mayor número de elementos fue la de 5 cms con 387 observaciones, y su distribución se concentra entre los 0 y los 20 cms. En cuanto a volúmenes, las cantidades se encuentran más distribuidas, concentrándose más cantidad entre los 5 y los 15 centímetros, aunque las categorías con mayor DAP, a pesar de sus escasos elementos, por sus dimensiones abarcan mayor volumen, igualando la media de la población (Figura 28).

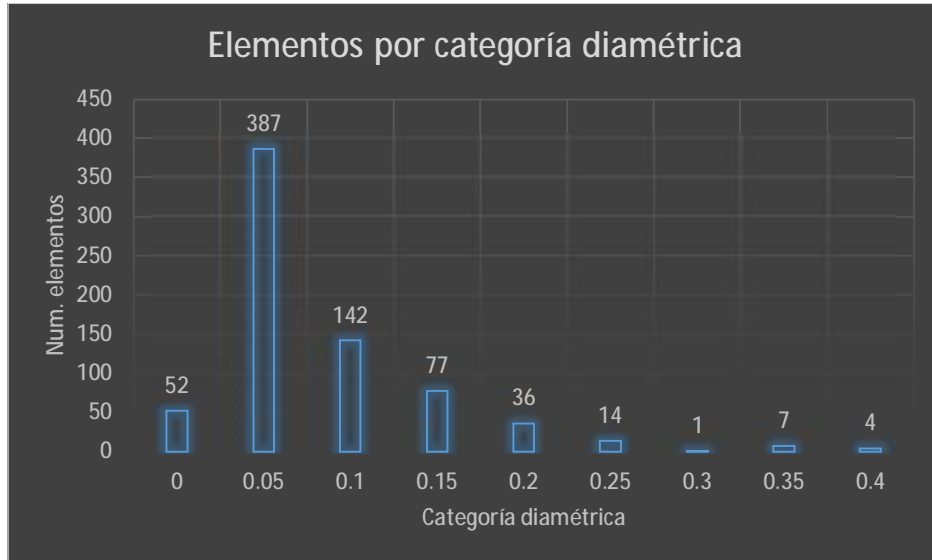


Figura 27. Número de elementos por categoría diamétrica.

La distribución gráfica de los volúmenes que representan cada categoría se consigna en la Figura 28, se observa una distribución con tendencia a normal concentrando la mayor cantidad de volumen en los valores dentro del rango de 5 hasta 25 cms; esto es, que en la población dominan los árboles que se están contenidos en esas categorías de tamaño. Sin embargo, se observa también, otro pequeño grupo de pocos árboles, pero volumétricamente substancial entre las categorías 35 a 40 cms, que son árboles ya maduros que aún subsisten en el predio.

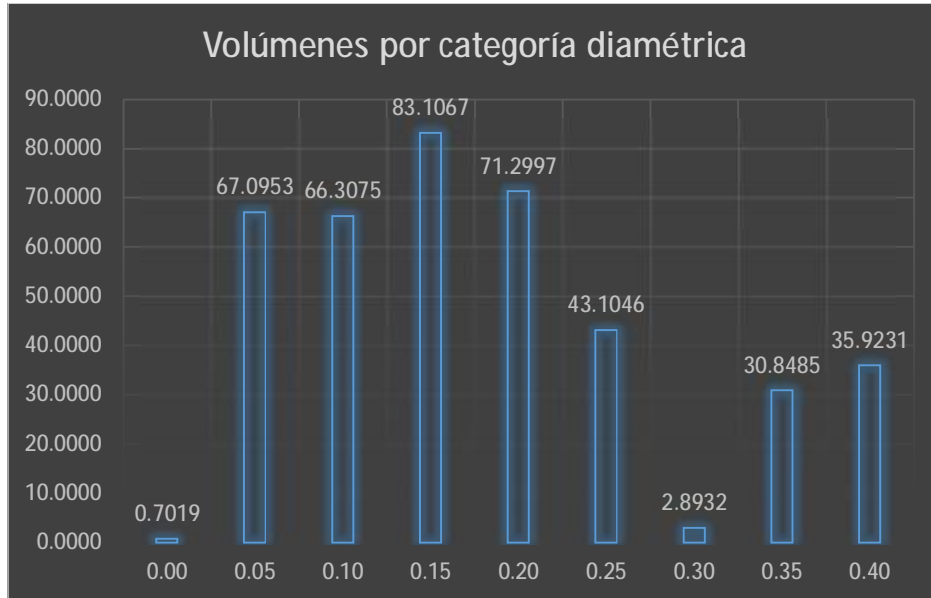


Figura 28. Volumen forestal por categoría diamétrica.

La memoria de cálculo completa para la estimación de los volúmenes está contenida en la Tabla 22, donde se disponen los valores por categorías diamétricas de cada especie inventariada. Se estimaron el número de elementos que existen por categoría diamétrica en el muestreo y su estimación por hectárea. Se observa que existe una gran variabilidad de número de elementos por categoría y también por hectárea, lo que indica que hay mucha variedad de tipos de conformación y desarrollo de las especies forestales en el predio, que es una característica típica del matorral crasicaule.

Tabla 22. Memoria de cálculo con estimadores de volumen de materia prima forestal.

No. de elem.	ESPECIE	CAT. DIAM. (m)	ALTURA (m)	SECCIÓN NORMAL g (m ²)	VOL/Elem (m ³)	S _{vol}	Vol. R.T.A (m ³) por Categoría	# Elem/HA	m3/ha	Total no. Elem. en CUSTF	Vol. R.T.A (m ³) en CUSTF
5	<i>Acacia sp.</i>	0.00	1.8200	0.0005	0.0009	0.0005	0.0046	3.8462	0.0035	57.7692	0.0526
62	<i>Acacia sp.</i>	0.05	2.0371	0.0033	0.0444	0.1321	2.7520	47.6923	2.1169	716.3385	31.7959
27	<i>Acacia sp.</i>	0.10	2.1000	0.0152	0.0315	0.0088	0.8497	20.7692	0.6536	311.9538	9.8177
13	<i>Acacia sp.</i>	0.15	2.2846	0.0331	0.0767	0.0269	0.9974	10.0000	0.7672	150.2000	11.5239
3	<i>Acacia sp.</i>	0.20	2.9333	0.0662	0.1980	0.0543	0.5940	2.3077	0.4569	34.6615	6.8627
4	<i>Bursera fagaroides</i>	0.00	1.55	0.0005	0.0008	0.0002	0.0033	3.0769	0.0025	46.2154	0.0379
31	<i>Bursera fagaroides</i>	0.05	2.41	0.0048	0.0129	0.0096	0.4013	23.8462	0.3087	358.1692	4.6360
32	<i>Bursera fagaroides</i>	0.10	3.01	0.0157	0.0460	0.0181	1.4733	24.6154	1.1333	369.7231	17.0227
8	<i>Bursera fagaroides</i>	0.15	3.48	0.0360	0.1238	0.0364	0.9907	6.1538	0.7620	92.4308	11.4459
2	<i>Bursera fagaroides</i>	0.20	3.70	0.0624	0.2319	0.0320	0.4637	1.5385	0.3567	23.1077	5.3578



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

1	<i>Bursera fagaroides</i>	0.40	3.50	0.2292	0.2292	0.0000	0.2292	0.7692	0.1763	11.5538	2.6479
0	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.00	1.96	0.0006	0.0012	0.0004	0.0434	27.6923	0.0334	415.9385	0.5019
103	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.05	2.09	0.0029	0.0059	0.0046	0.6128	79.2308	0.4714	1190.0462	7.0798
3	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.10	2.23	0.0124	0.0274	0.0061	0.0822	2.3077	0.0632	34.6615	0.9500
1	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.20	2.40	0.0592	0.1421	0.0000	0.1421	0.7692	0.1093	11.5538	1.6422
1	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.25	3.10	0.0944	0.2925	0.0000	0.2925	0.7692	0.2250	11.5538	3.3798
5	<i>Forestiera tomentosa</i>	0.00	2.3400	0.0006	0.0014	0.0005	0.0069	3.8462	0.0053	57.7692	0.0797
141	<i>Forestiera tomentosa</i>	0.05	2.8652	0.0037	0.0110	0.0079	1.5453	108.4615	1.1887	1629.0923	17.8544
28	<i>Forestiera tomentosa</i>	0.10	3.3500	0.0118	0.0400	0.0149	1.1202	21.5385	0.8617	323.5077	12.9429
3	<i>Forestiera tomentosa</i>	0.15	3.2667	0.0350	0.1196	0.0552	0.3588	2.3077	0.2760	34.6615	4.1456

2	<i>Opuntia sp.</i>	0.05	2.55	0.0049	0.0124	0.0086	0.0249	1.5385	0.0191	23.1077	0.2872
25	<i>Opuntia sp.</i>	0.10	2.48	0.0184	0.0455	0.0177	1.1378	19.2308	0.8752	288.8462	13.1462
44	<i>Opuntia sp.</i>	0.15	2.49	0.0347	0.0869	0.0293	3.8218	33.8462	2.9399	508.3692	44.1569
25	<i>Opuntia sp.</i>	0.20	2.65	0.0602	0.1592	0.0413	3.9789	19.2308	3.0607	288.8462	45.9722
12	<i>Opuntia sp.</i>	0.25	2.70	0.0959	0.2577	0.0852	3.0919	9.2308	2.3784	138.6462	35.7235
1	<i>Opuntia sp..</i>	0.30	1.90	0.1318	0.2504	0.0000	0.2504	0.7692	0.1926	11.5538	2.8932
6	<i>Opuntia sp</i>	0.35	1.88	0.1893	0.3568	0.0317	2.1405	4.6154	1.6466	69.3231	24.7313
3	<i>Opuntia sp.</i>	0.40	3.87	0.2476	0.9600	0.1209	2.8800	2.3077	2.2154	34.6615	33.2751
2	<i>Prosopis laevigata</i>	0.00	1.90	0.0007	0.0013	0.0002	0.0026	1.5385	0.0020	23.1077	0.0297
48	<i>Prosopis laevigata</i>	0.05	2.35	0.0042	0.0098	0.0071	0.4710	36.9231	0.3623	554.5846	5.4419
27	<i>Prosopis laevigata</i>	0.10	2.63	0.0149	0.0398	0.0173	1.0757	20.7692	0.8274	311.9538	12.4281
9	<i>Prosopis laevigata</i>	0.15	3.09	0.0372	0.1138	0.0304	1.0243	6.9231	0.7879	103.9846	11.8344
5	<i>Prosopis laevigata</i>	0.20	3.06	0.0652	0.1985	0.0497	0.9923	3.8462	0.7633	57.7692	11.4649

1	<i>Prosopis laevigata</i>	0.25	3.40	0.1019	0.3463	0.0000	0.3463	0.7692	0.2664	11.5538	4.0013
1	<i>Prosopis laevigata</i>	0.35	5.70	0.1961	0.5295	0.0000	0.5295	0.7692	0.4073	11.5538	6.1173
5	<i>Prosopis laevigata</i>	0.00	1.90	0.0007	0.0013	0.0002	0.0026	1.5385	0.0020	23.1077	0.0297

S_{VOL}= Desviación estándar del volumen acumulado.

R.T.A. = Rollo total árbol.

Estimación del peso total de las especies no maderables:

El peso total de las especies no maderables fue determinado como resultado de la sumatoria de los valores obtenidos de la multiplicación del peso unitario estimado por especie (A), por el número de individuos correspondiente (B).

De esta manera, la estimación del peso de cada una de las especies no maderables registradas en los puntos de muestreo ubicados dentro del área que estará sujeta al CUSTF, permitió calcular el peso total de la masa vegetal.

Para la cuantificación de materia prima forestal no maderable, se re-muestrearon algunos sitios y se obtuvieron los parámetros estadísticos y de peso para extrapolarlos a la superficie sujeta a CUSTF, que equivale a 15.02 has. En la siguiente table se consigna el peso total de cada una de las especies no maderables registradas en el área sujeta a CUSTF cuyo resultado se deriva de la multiplicación del peso unitario (A) por el número de elementos (B). Algunos pesos fueron obtenidos de estudios previos realizados en este mismo tipo de vegetación (pastizal y matorral espinoso crasicaule).

Tabla 23. Valores del peso de las especies no maderables reportadas en el área sujeta a CUSTF.

Estrato	Especie	No. Ind.	Frec.	Abund.	No. Ind/ha	No. Ind/CUSTF	Peso* unitario	Peso total /especie*
A	<i>Mimosa monancistra</i>	75	14	75	500.00	7510.00	5	37550.00
H	<i>Anoda cristata</i>	1	1	1	6.67	100.13	0.3	30.04
H	<i>Aristida adscensionis</i>	15	6	15	100.00	1502.00	0.15	225.30
H	<i>Bidens odorata</i>	2	2	2	13.33	200.27	0.2	40.05
H	<i>Borreria densiflora</i>	27	11	27	180.00	2703.60	0.2	540.72
H	<i>Bouchea prismatica</i>	3	3	3	20.00	300.40	0.1	30.04
H	<i>Bouteloua chondrosioides</i>	67	15	67	446.67	6708.93	0.15	1006.34
H	<i>Bouteloua curtispindula</i>	7	4	7	46.67	700.93	0.15	105.14
H	<i>Bouteloua simplex</i>	1	1	1	6.67	100.13	0.15	15.02
H	<i>Bouvardia sp.</i>	1	1	1	6.67	100.13	0.2	20.03
H	<i>Chloris virgata</i>	99	12	99	660.00	9913.20	0.15	1486.98
H	<i>Dalea bicolor</i>	4	3	4	26.67	400.53	0.5	200.27
H	<i>Digitaria sp.</i>	3	3	3	20.00	300.40	0.15	45.06
H	<i>Dyssodia papposa</i>	44	14	44	293.33	4405.87	0.3	1321.76
H	<i>Dyssodia tagetiflora</i>	2	2	2	13.33	200.27	0.3	60.08

H	<i>Eragrostis sp.</i>	9	7	9	60.00	901.20	0.12	108.14
H	<i>Eragrostis plumbea</i>	2	2	2	13.33	200.27	0.12	24.03
H	<i>Euphorbia sp.</i>	2	2	2	13.33	200.27	3.5	700.93
H	<i>Evolvulus alsinoides</i>	5	5	5	33.33	500.67	0.2	100.13
H	<i>Galphimia glauca</i>	3	3	3	20.00	300.40	0.2	60.08
H	<i>Gaudichaudia sp.</i>	3	3	3	20.00	300.40	3.5	1051.40
H	<i>Gomphrena serrata</i>	13	6	13	86.67	1301.73	0.2	260.35
H	<i>Herissantia crispa</i>	4	1	4	26.67	400.53	0.3	120.16
H	<i>Heterosperma pinnatum</i>	4	3	4	26.67	400.53	0.3	120.16
H	<i>Ipomoea painteri</i>	1	1	1	6.67	100.13	0.4	40.05
H	<i>Ipomoea sp</i>	4	4	4	26.67	400.53	0.4	160.21
H	<i>Ipomoea stans</i>	2	1	2	13.33	200.27	0.4	80.11
H	<i>Lantana hirta.</i>	2	1	2	13.33	200.27	0.4	80.11
H	<i>Loeselia coerulea</i>	4	4	4	26.67	400.53	0.1	40.05
H	<i>Lycurus sp.</i>	4	4	4	26.67	400.53	0.15	60.08
H	<i>Passiflora sp.</i>	1	1	1	6.67	100.13	0.5	50.07
H	<i>Physalis nicandroides</i>	2	2	2	13.33	200.27	0.3	60.08
H	<i>Rhynchelytrum repens</i>	55	13	55	366.67	5507.33	0.1	550.73
H	<i>Setaria sp.</i>	13	7	13	86.67	1301.73	0.15	195.26
H	<i>Sida abutilifolia</i>	4	3	4	26.67	400.53	0.25	100.13
H	<i>Viguiera palmeri</i>	1	1	1	6.67	100.13	0.3	30.04
H	<i>Zinnia peruviana</i>	1	1	1	6.67	100.13	0.4	40.05
H	<i>Ferocactus latispinus</i>	1	1	1	6.67	100.13	0.5	50.07
A	<i>Opuntia jaliscana</i>	6	2	6	40.00	600.80	12	7209.60
A	<i>Opuntia jaliscana</i>	2	1	2	13.33	200.27	40	8010.67
H	<i>Mammillaria sp.</i>	1	1	1	6.67	100.13	0.3	30.04
	TOTAL	500						62009.57

Estrato: A = arbóreo, a = arbustivo, h = herbáceo.

*Kg

Conforme a los resultados mostrados en la tabla anterior, se obtiene que el peso estimado para las especies no maderables pertenecientes al estrato arbóreo fue de 8,010 kg, mientras que para los estratos arbustivos y herbáceos fue de 44,759 y 9,239 kg, respectivamente.

De esta manera, el peso total de las 41 especies no maderables corresponde a 62.00 toneladas.

II.2.8. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.

De acuerdo con el artículo 7, fracción XXIV de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los recursos forestales se definen como: *La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales (sic.).*

Para efecto de la estimación del valor económico del volumen de la madera que será afectado por el cambio de uso del suelo, fueron consideradas únicamente aquellas especies que realmente tienen potencial para ser aprovechadas con fines maderables y aquellas no maderables que pudiesen utilizarse como relleno o mejoradores de suelo, lo cual no es de todo factible, pues existen limitantes principalmente relacionadas con su comercialización.

Una de las políticas del país contempla la importancia de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales, incluyendo la referida a los recursos biológicos y su biodiversidad, reconociendo como un aspecto fundamental el Sistema de Cuentas Nacionales en donde se registra el valor económico de los recursos biológicos y su biodiversidad y el valor de su uso, agotamiento o degradación, incorporándolos en los costos y beneficios, en términos de la capacidad futura de la economía y de la sociedad.

Son los servicios regulatorios los que generalmente generan valores de uso indirecto para el ser humano, en apoyo y protección a diversas actividades económicas que se desarrollan dentro o fuera del ecosistema, pero dependientes del funcionamiento del mismo. En este sentido es fundamental preservar las variables ambientales y ecológicas del bosque, para conservar su integridad como ecosistema, sin que ello impida que pueda lograrse un equilibrio entre la preservación y el uso directo sostenible de sus recursos.

El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo o uso del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras), o de su recepción por los individuos (ecoturismo, paisaje, actividades recreativas, etc.).

La estimación económica del presente proyecto, se realizó basado en los precios que se pagan en la región, por concepto del aprovechamiento forestal maderable en rollo total árbol en pie, sin que el

propietario del terreno forestal tenga que pagar todas las actividades que involucran el aprovechamiento forestal maderable tales como: derribo, troceo, arrime, carga, transporte, etc.

Los productos forestales derivados del cambio de uso de suelo tendrán el destino que la SEMARNAT determine, gestionando en su caso, las remisiones forestales correspondientes. Se consigna una estimación económica que se realizó relativa a la vegetación forestal que será removida en el sitio del proyecto para el establecimiento del desarrollo urbano.

Este cálculo fue elaborado basándose en valores actuales de mercado local de los productos forestales maderables; se realizó con un criterio de valuación como especie vegetal y de un punto de vista personal del técnico responsable de la elaboración de este Estudio.

Valor estimado de la masa forestal a remover del sitio del proyecto.

Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales son necesarios parámetros económicos de referencia, de los cuales no se cuenta con información debidamente estudiada y fundamentada, ambiental y económicamente en la zona. En este sentido, el proyecto producirá distintas materias primas forestales, que, para efecto de cuantificar un valor económico, se clasificará en sus usos potenciales.

El retiro de la cobertura vegetal de primera instancia generará madera en rollo para su uso como elaboración de mobiliario, postes y/o carbón. Estos son los usos más extendidos y de mayor valor económico en el mercado para estas materias, por lo tanto, se cuenta con más información sobre su comercialización.

El volumen forestal estimado anteriormente indica que se afectarán 119.71 m³ de mezquite, 58.06 m³ de huizache, 60.53 m³ de mimbre, 47.67 m³ de venadilla, y 17.64 m³ de varaduz de maderables y leñosas. El mayor volumen lo constituye el mezquite el cual es la especie forestal que mayores usos y valor económico tiene en el mercado.

Un uso local muy recurrente es el combustible con biomasa (leña), que, en la zona, particularmente en los alrededores de la ciudad de Aguascalientes, existen hogares que utilizan este recurso como fuente de combustible por su accesibilidad y precio. Adicionalmente la industria del tabique rojo, lo utiliza como insumo de gran importancia para su proceso, ya que existe un fuerte control sobre el uso de combustibles para la cocción del ladrillo para construcción.

Primeramente, se calculó el volumen total en rollo de la materia forestal, que se presenta un desglose por especie en la Tabla 24. La comercialización de la madera es diferenciada, dando un valor más alto a la madera de mezquite que al resto de árboles inventariados. Existen escasos datos validados sobre el valor comercial de especies del matorral, especialmente en mezquite. Un estudio de FAO de 2003. Este estudio considera al algarrobo (nombre común del mezquite en Sudamérica) como un tipo de madera muy valiosa, a la cual se le otorga un valor en el mercado de 86.36 USD por metro cúbico precio del año 2000 (\$9.46 pesos M.N. por dólar, enero 2000, Devia, 2003).

Otro producto de valor económico importante localmente es la leña, que puede obtenerse del troceo de los fustes derribados. Este producto tiene un valor que oscila entre \$831.81 y \$3,000 M.N. por tonelada, dependiendo del grosor y segregación de la materia (SEMARNAT, 2015). Cuando se trata de combustible para ladrilleras se utiliza leña “*en bruto*” con mezcla de especies, ramas, y otros residuos vegetales que no se discriminan para el objetivo de cocción de tabique rojo. Sin embargo, para combustible en hogares, se demanda un producto más “*refinado*” con pedacería uniforme y de una especie que no produzca mucho humo en la combustión.

No se encontraron referencias sobre producción formal de carbón en Aguascalientes, en la región existen estados como Jalisco y San Luis Potosí (Arias, 2015) que reportan producción de carbón, el cual tiene un costo de producción promedio de \$3.0 pesos M.N por kilogramo.

Tabla 24. Valores de materias primas forestales para *Prosopis laevigata*.

Uso	Precio local (\$/m ³)	Consideraciones
Madera en rollo, escuadría	\$1,800	La madera tiene una densidad de 900 kg/m ³ y un kg tiene un costo de \$2 pesos.
Leña para ladrillo	\$ 597.6	El costo por kg es de \$ 0.83, el peso aproximado de un m ³ es de 720 kg.
Leña para cocina	\$ 2,160	Se paga \$3 pesos por kg de leña para combustible en hogares. El peso aproximado en un m ³ son 720 kg.
Poste para cerca	\$ 50	Poste de 10 – 15 cm de diámetro, 2.20 m de altura.
Elaboración de carbón	\$ 2,160	Se pagan \$3 pesos por kg de leña como insumo para elaboración de carbón.

Si se consideran los volúmenes estimados en el capítulo II.2.7, diferenciándolos por especie para cada uso descrito arriba, se obtienen los siguientes valores aproximados:

Tabla 25. Valores de productos forestales del predio.

Especie	Cantidad	Uso	Vol. Total	Costo
<i>Acacia sp.</i>	54	Leña	58.0637	\$125,417.49
<i>Bursera fagaroides</i>	30	Leña	47.6738	\$102,975.46
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	64	Leña	17.6487	\$38,121.22
<i>Forestiera tomentosa</i>	40	Leña	60.5305	\$130,745.98
<i>Prosopis laevigata</i>	69	Leña	119.7163	\$258,587.27
			TOTAL	\$655,847.42

Se estimó un valor económico de la materia prima forestal en \$ 655,847.42 pesos. Considerando únicamente los conceptos arriba señalados. Puede considerarse el costo si se hiciera una plantación forestal en el sitio. Existen otros productos de valor agregado de estas especies, pero por ser un recurso en reciente investigación, se tienen pocas referencias en cuanto al catálogo de productos adicionales que se pueden aprovechar de estas especies principalmente.

Estimación económica de los recursos biológicos, ya sean maderables o no

A continuación, se presenta la estimación económica de los recursos biológicos forestales maderables y no maderables existentes en las 15.02 haa que estarán sujetas al cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), así como la valoración de los servicios ambientales que se brindan en dicha superficie.

Para determinar el valor económico total de los recursos biológicos forestales presentes en el área que estará sujeta a CUSTF, fueron considerados los valores de uso y existencia que se percibirían por el desarrollo de actividades de agostadero y por la utilización de leña en dicha superficie, para ello fue empleada la siguiente fórmula:

$$\text{Valor económico total} = \text{valor de uso} + \text{valor de existencia}$$

Donde:

Valor de uso = Representa el valor que los habitantes de una región natural dan o pueden dar a un predio.

Valor de existencia = Valor asignado a un bien ambiental existente, a pesar de que el mismo no sea utilizado en el futuro.

Valor de uso

Para determinar este valor se consideró que el uso dado al área sujeta a CUSTF es de agostadero (uso ganadero); para ello se tomó en cuenta su capacidad productiva y capacidad de carga, empleando los coeficientes de agostadero establecidos para el estado de Aguascalientes, así como el tipo de vegetación.

Coefficiente de agostadero: Es la superficie necesaria para sostener a una Unidad Animal (UA), al año, en forma permanente y sin deteriorar los recursos naturales. Se expresa en hectáreas por Unidad Animal al año (ha/UA al año); se determinaron por sitio de productividad forrajera (SAGARPA, 2014).

Desde el punto de vista de manejo de pastizales, cada sitio de productividad forrajera de acuerdo con su estado actual de salud y producción forrajera y con respecto a su potencial, se clasifica en las siguientes condiciones: "Pobre", "Regular", "Buena" y "Excelente". Debido a lo anterior, cada una de las clases de condición presenta un coeficiente de agostadero distinto, el menor corresponde a la condición "Excelente" y el mayor a la condición "Pobre" (SAGARPA, 2014).

El coeficiente de agostadero ponderado es el coeficiente representativo para la entidad. Se calcula dividiendo la superficie total de los diferentes sitios de productividad forrajera que en ella existen, entre el total de su capacidad de carga animal. De esta manera, la superficie requerida por unidad animal¹ (UA), por año queda expresada en ha/UA/año; esto conforme con lo establecido en la Determinación de los Coeficientes de Agostadero, documento elaborado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), correspondiente al período 2011-2012 (SAGARPA, 2012). En el caso de Aguascalientes, el coeficiente de agostadero ponderado presenta un valor de 11.56 ha requeridas para alimentar una unidad animal (UA) por año, por lo que, a partir de este coeficiente, es posible alimentar 0.0865 unidades animales por cada hectárea al año (UA/ha/año).

Así, al considerar la superficie que estará sujeta al CUSTF (15.02 ha), se determinó que se mantendrían 1.3 cabezas de ganado bovino/año. El peso aproximado de cada UA es de 450 kg² (teniendo en cuenta que se trata de una ganadería extensiva de baja productividad), estimando el precio en \$30.00 M.N.² Por consiguiente, el valor económico de uso fue determinado de la siguiente manera:

$$\text{Valor de uso (Agostadero)} = 1.3 \text{ UA} * 450 \text{ kg} = 585 \text{ kg} * \$30.00 = \$17,550.00$$

Como resultado de la aplicación de esta fórmula³ pudo determinarse que el monto económico que obtendrían los propietarios por la explotación racional de los agostaderos sin que dicha actividad implique la degradación del ecosistema, correspondería a \$17,550.00 M.N.

En el caso de la madera, fue determinado el monto económico que podría obtenerse de su venta como leña, poste o carbón, ya que esta no cuenta con características maderables que permitieran su procesamiento en un aserradero. Conforme a lo señalado en el DTU del presente estudio, en el área de 15.02 has que estará sujeta a CUSTF, fue estimado un volumen total de madera correspondiente a 201.094 m³ (sin *Opuntia sp.*, calculado en el capítulo II):

Tabla 26. Valores de materias primas forestales maderables.

Uso	Precio local (\$/m ³)	Consideraciones
Madera en rollo, escuadría	\$1,800.00	La madera tiene una densidad de 900 kg/m ³ y un kg tiene un costo de \$2 pesos.
Leña para ladrillo	\$ 725.61 ⁴	El costo por kg es de \$ 1.01, el peso aproximado de un m ³ es de 720 kg.
Leña para cocina	\$ 2,160.00	Se paga \$3 pesos por kg de leña para combustible en hogares. El peso aproximado en un m ³ son 720 kg.
Poste para cerca	\$ 50.00	Poste de 10 – 15 cm de diámetro, 2.20 m de altura.
Elaboración de carbón	\$ 2,160.00	Se pagan \$3 pesos por kg de leña como insumo para elaboración de carbón.

¹ Término que hace referencia a una vaca gestante y lactante con un peso aproximado entre 400 y 450 kg. Se considera como el animal básico para establecer equivalencias con otros animales en relación al consumo de materia seca por día o por año (SAGARPA, 2006).

² Comunicación personal con introductores que venden ganado en Aguascalientes.

Tabla 27. Valores de productos forestales del predio.

Especie	Cantidad	Uso	Vol. Total	Costo
<i>Acacia sp.</i>	44	Leña para cocinar/carbón	60.0529	\$129,714.26
<i>Bursera fagaroides</i>	24	Leña para ladrillo	41.1482	\$29,857.54
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	43	Leña para ladrillo	13.5537	\$9,834.70
<i>Forestiera tomentosa</i>	22	Leña para ladrillo	35.0225	\$25,412.68
<i>Prosopis laevigata</i>	43	Elaboración de carbón	51.3177	\$110,846.23
			TOTAL	\$305,665.41

Valor de uso (Leña/ Carbón) = \$305,665.41

Valor de existencia

Este término corresponde al valor económico que se le asigna a un bien ambiental por el hecho de saber que existe, sin que ello implique su utilización en el futuro. Con la desaparición de este bien se afectaría el bienestar de los individuos; cuya recuperabilidad quedaría ligada a la presencia de éste. Dado que no existe información que permitiera establecer un valor objetivo de este recurso, se determinó el monto económico que conllevaría la recuperación de la vegetación natural existente en el área sujeta al CUSTF (15.02 ha); para ello, se tomaron en cuenta los costos de referencia publicados en el DOF el 31 de julio de 2014⁵ correspondientes a un ecosistema árido y semiárido (\$14,002.49 por hectárea).

Valor de Existencia = 15.02 ha*\$14,002.49 /ha=\$210,317.40

Tomando en cuenta el monto estimado para el valor de uso y el valor de existencia pudo determinarse que el valor económico total de los recursos biológicos forestales corresponde a \$192,509.86 (ciento noventa y dos mil quinientos nueve pesos 86/100 M.N.), tal como se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28. Costo total de los recursos biológicos forestales maderables o no maderables.

Tipo de valor	Valor en pesos
Valor de uso	\$323,215.41
Valor de existencia	\$210,317.40
TOTAL	\$533,532.81

Valoración económica de los servicios ambientales

De acuerdo con el Artículo 7, fracción LXI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), los servicios ambientales son definidos de la siguiente manera:

“Servicios ambientales: Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano.”

Si bien, la valoración económica de los servicios ambientales es subjetiva, esta puede estar influenciada por diversos intereses (morales, altruistas o por aquellos que produzcan algún beneficio derivado de su explotación), del grupo que pretenda conservarlos.

³Comunicación personal con Dr. Abram Díaz Romo Profesor Investigador especialista en Forrajes UAA, Centro Agropecuario.

⁴ http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/forestal/anuarios/anuario_2013.pdf

⁵ Disponibles en http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5354722&fecha=31/07/2014

En el presente documento se propone implementar un método de valoración económica de los recursos biológicos debido a que en la región donde se emplazará el Proyecto no existen estudios, documentos o fuentes de información de una valoración económica de los recursos forestales por especie, aunado al hecho de que las especies distribuidas en esta superficie no son comercializables.



En la actualidad, el medio ambiente y los servicios obtenidos a través de este no han sido objeto de una valoración económica eficiente, prueba de ello es que los grandes sectores económicos de la sociedad al momento de tomar decisiones en torno a la producción de bienes y servicios, no consideren todos los beneficios que se pueden obtener de los procesos ecológicos llevados a cabo en los ecosistemas. De esta manera puede mencionarse que el principal problema de la valoración ambiental es la falta de mercados especializados en aquellos bienes que no pueden ser objeto de una contraprestación (compra-venta).

A dicho problema se le conoce comúnmente como falla de mercado. Otro de los factores que contribuyen a la subvaloración de los bienes y servicios ambientales son los derechos de propiedad mal definidos o que se encuentran en disputa, las políticas públicas, así como el acceso libre o restringido a los acervos naturales, etc. Cabe destacar que, al momento de asignar un valor económico a algún atributo del medio ambiente, lo más importante es apegarse a las preferencias de las personas ya sea a favor o en contra de un cambio en los ecosistemas.

Conforme a esto, a continuación, se describe la metodología que fue empleada en la valoración económica de los servicios ambientales que se prestan en el área que estará sujeta a CUSTF.

2.1 Provisión del agua en cantidad y calidad

Para determinar el valor económico por el servicio de provisión de agua en cantidad y calidad conforme al volumen de escurrimiento en la trayectoria del Proyecto, se tomaron como referencia los costos del agua proveniente de fuentes superficiales o extraída del subsuelo establecidos en el

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

artículo 223, fracción A de la Ley Federal de Derechos (LFD)⁶ los cuales corresponden a la zona de disponibilidad 1⁷, misma en la que se encuentra comprendida el área que estará sujeta al CUSTF y cuyo valor es de \$16.20 (dieciséis pesos 20/100 M.N.).

Así mismo, fue considerado el volumen de escurrimiento superficial del área que estará sujeta al CUSTF (15.02 ha), el cual es de 48,613.87 m³, de ahí que, al llevar a cabo la multiplicación de este valor por el costo del agua superficial, se haya determinado un valor económico anual correspondiente a \$ 787,544.69 M.N., mientras que el valor en un escenario de 25 años es de \$19'688,617.25 M.N.

⁶ Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/107_221217.pdf

⁷ Disponible en http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387688&fecha=02/04/2015

A continuación, se describen una serie de antecedentes que sirvieron de base al momento de llevar a cabo la valoración económica de la provisión del agua a nivel de subcuenca respecto a la trayectoria del Proyecto:

- La principal preocupación de los habitantes de ciudades cuyo clima es árido y semiárido radica en la frecuencia con la que es suministrado el servicio del agua, así como el manejo y administración de las principales fuentes de abastecimiento de dicho compuesto vital. Si bien, esta preocupación va creciendo conforme transcurre el tiempo no existen muchos trabajos al respecto, por lo que el manejo del agua y la valoración de los servicios ambientales obtenidos a través de ella siguen siendo limitados.
- Como resultado de la Cumbre de Río de Janeiro llevada a cabo del 3 al 14 de junio de 1992, se comenzó la elaboración de diversos estudios enfocados al desarrollo sustentable. Dentro de los principios establecidos en dicha declaración se señala el impulso de un sistema que promueva el crecimiento económico y el desarrollo sostenible de los países, el cual podrá ser alcanzado conforme se vayan generando mercados para los servicios ambientales. En este sentido puede apreciarse como el mercado de servicios ambientales ofrecidos por el bosque está creciendo continuamente gracias al establecimiento de políticas nacionales y regionales, cuyos esfuerzos se ven reforzados a través de la firma de convenios y tratados internacionales suscritos en la materia (FAO, 2005). Nuestro país presenta las condiciones necesarias para llevar a cabo el desarrollo de iniciativas enfocadas en la valoración de los servicios ambientales, cuyos temas principales se centran en la captura de carbono, la diversidad genética, los atractivos naturales y el manejo de cuencas hidrológicas, mismas que favorecerían a las comunidades rurales (Rosa, Dos Santos, Matvienko, Dos Santos, & Sikar, 2004).
- El gobierno de México en el 2003 promovió el pago de servicios ambientales hidrológicos (SAH), en diversas áreas que fueron determinadas con importancia hídrica estratégica. De esta manera, con la entrega de incentivos económicos se emprendió la lucha contra la deforestación

ocurrida en zonas con desabasto de agua, fenómeno causado por el cambio de uso del suelo (Muñoz-Piña, Guevara, Torres, & Braña, 2008). La principal ventaja de este tipo de programas radica en el hecho de que los propietarios de terrenos con vegetación forestal reciben un apoyo económico por mantener en buenas condiciones sus propiedades, actividad que ha dado buenos resultados a nivel nacional. Dentro de las limitantes que presenta dicha actividad, se encuentra el papel que ejerce el gobierno, ya que éste no solo actúa como intermediario entre los proveedores o propietarios del bosque (productores) y el público en general (consumidores), sino también como el único comprador y/o gestor de los servicios ambientales, centralizando de esa manera su manejo. En este orden de ideas podemos apreciar como el gobierno es el único responsable de establecer los precios sobre los productos, mismos a los que tendrán que ajustarse los proveedores del servicio. Una manera de corregir esta falla es fomentar que los involucrados en el desabasto del agua reconozcan dicho problema, valoren este recurso y, en su caso, compensen a los proveedores. Finalmente debe de crearse una cultura de respeto hacia los recursos naturales, donde la conservación del agua y el uso racional de la misma sean los principales objetivos de la sociedad.

En la siguiente sección se presenta el cálculo de la disponibilidad de aceptar el pago por parte de los proveedores del servicio ambiental hidrológico en la zona del Proyecto.

Valoración económica y cuantitativa de la oferta de agua de la subcuenca

Para determinar la oferta de agua en la subcuenca es necesario considerar dos rubros:

- a) El valor de captación (VC), correspondiente al valor de almacenar el agua en una presa en función de otros usos en la cuenca; y
- b) El valor de recuperación (VR), referente a los montos que se generarán para desarrollar actividades como la reforestación.

Para determinar el valor de captación es empleada la siguiente fórmula (ecuación 1):

$$VC = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i B_i A b_i}{O c_i} (1 + \beta_i)$$

Donde:

VC = valor de captación hídrica del bosque (\$/m³),

α_i = importancia relativa del bosque en la cuenca i en función del recurso hídrico (%),

B_i = costo de oportunidad de la ganadería versus bosque en la cuenca i (\$/ha/año),

Ab_i = área con bosque aprovechable en la cuenca i,

O_{c_i} = volumen de agua captada por bosques de la cuenca (m³/ha/año), y

β_i = valoración de la calidad del agua de escorrentía captada por el bosque (%).

En el caso del valor de recuperación, éste queda definido a través de la siguiente expresión (ecuación 2):

$$VR = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i C_{ij} Ar_i}{Oc_i}$$

Donde:

VR = valor de recuperación de las cuencas hidrográficas (\$/m³),

α_i = importancia relativa del bosque en la cuenca *i* en función del recurso hídrico (%),

C_{ij} = costos para la actividad *j* destinada a la recuperación de la cuenca *i* (\$/ha/año),

Ar_i = área a recuperar en la cuenca *i* (ha), y

Oc_i = volumen de agua captada por bosques de la cuenca (m³/ha/año).

Conforme a lo propuesto por Barrantes y Castro (1999), el tiempo para llevar a cabo el establecimiento y manejo inicial de las plantaciones forestales es de 5 años, por lo que en el presente estudio fue considerado un periodo de 10 años (incluyendo su establecimiento).

De acuerdo con los costos de referencia para reforestación o restauración establecidos por la Comisión Nacional Forestal (DOF, 2014)⁵, el monto total de esta actividad es de \$14,002.49/ha, cuyo valor en el primer año será del 70% equivalente a \$9,801.74/ha; en los años subsecuentes dicho valor se reduce a un monto fijo de \$1,011.25/ha, asociado al mantenimiento y protección de la plantación.

De esta manera, el costo de oportunidad por la producción de agua deberá compararse con las tres principales actividades productivas: silvicultura, ganadería y agricultura. Con relación al primer caso, es conveniente reiterar que el volumen de madera estimado en el presente estudio fue medio (201.094 m³; calculado en el capítulo II), por lo que este punto ya fue considerado. En el caso de la ganadería fueron considerados el coeficiente de agostadero, así como las 15.02 ha que estarán sujetas al CUSTF, superficie que soportará 1.3 cabezas de ganado vacuno, cuyo valor promedio será de \$450.00 por UA. Finalmente, la agricultura no fue considerada ya que dicha actividad no se realiza en esta superficie.

Aunado a los costos de captación y recuperación, fueron incluidos el valor de protección y el costo de abastecimiento. Dentro del costo de protección estuvieron considerados el cercado de áreas por medio de reforestaciones, la sujeción de materiales muertos, la construcción de presas filtrantes, el control de cárcavas, el mantenimiento de caminos de acceso, la construcción de brechas cortafuego, así como la contratación de un encargado de realizar recorridos de vigilancia (Barzev, 2002; 2003; 2004; Barrantes y Castro, 1999). La determinación de los costos unitarios de las actividades previamente señaladas fue obtenida del Manual de obras y prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales (CONAFOR, 2013).

Por último, el valor de abastecimiento abarca los costos derivados por el almacenamiento, potabilización, conducción, entrega y las pérdidas detectadas al momento de la distribución del líquido.

Disposición a pagar (DAP) y disposición a aceptar (DAA)

Si bien en la actualidad los medios que permiten evaluar la demanda de bienes y servicios ambientales son escasos, existen medidas que pueden contribuir con dicha tarea: la disposición a pagar (DAP) y la disposición a aceptar (DAA). Estas medidas reflejan las preferencias de los usuarios y/o consumidores mismos que a través de una serie de cuestionamientos establecen un valor cuantitativo del bien o servicio. Dentro de las encuestas realizadas a los participantes se recaba información respecto a su situación económica y/o social.

El método frecuentemente empleado en la estimación de la DAP o DAA es la valoración contingente. A través de este método se identifican los factores que llevan al usuario a aceptar el incremento del pago por un servicio brindado de mejor calidad. La principal diferencia entre ambas medidas radica en la manera de actuar de los individuos ante las pérdidas y ganancias, condición que queda sujeta a la manera en la que están elaboradas las preguntas. En el presente trabajo fueron empleados los datos de diversos estudios para conocer la cantidad teórica de usuarios que destinarían parte de sus ingresos económicos en el mejoramiento de la calidad y/o cantidad de agua que le es suministrada.

Para determinar el DAP y DAA es necesario calcular el promedio o valor esperado de la distribución de probabilidad observada $E(X)$, cuya fórmula es la siguiente (ecuación 3):

$$E(X) = \bar{X} = \sum_{i=1}^k P_{x_i} \cdot x_i$$

Donde:

x_i = es la cantidad a pagar o aceptar,

P_{x_i} = la proporción de personas que estarían dispuestas a pagar/aceptar x_i ,

k = es el número de categorías para la variable x .

Ecuación 4:

$$V(X) = \sum_{i=1}^k [(x_i - E(X))]^2 \cdot P(x_i) = \sum_{i=1}^k x_i^2 P(x_i) - [E(X)]^2$$

Donde:

V = varianza,

x_i = es la cantidad a pagar o aceptar,

E = valor esperado de la distribución de probabilidad observada,

P_{x_i} = la proporción de personas que estarían dispuestas a pagar/aceptar x_i ,

k = es el número de categorías para la variable x .

Conforme a lo señalado previamente, la infiltración teórica del área sujeta a CUSTF es de 30,964.03 m³/año. (15.02 ha de lámina de precipitación - 15.02 ha de superficie de escurrimiento)

Valoración económica de la oferta de agua

- *Valor de captación*

En primera instancia fue calculado el costo de oportunidad de las actividades productivas en el Proyecto. De esta manera, al considerar que el volumen de las especies maderables presentes en las 15.02 ha que estarán sujetas al CUSTF es medio, fue posible determinar que el monto económico que se dejaría de percibir por el aprovechamiento de la madera resultaría medianamente significativo. Sin embargo, se tomó en cuenta la importancia que los usuarios brindan al bosque debido a la presencia del agua y la valoración que éstos emiten acerca de la calidad del agua del predio.

Esta fórmula fue aplicada para las microcuencas, para ello fue adecuado el volumen de agua captado por la vegetación, ya que en la fórmula original el volumen es determinado en m³/ha/año, lo que representa una posible incongruencia en el valor numérico reportado por Barrantes y Castro (1999). De esta manera se modificó el valor de Oci a un valor que incluyera el volumen de escorrentía promedio anual de la microcuenca (5.1 Mm³/año) ajustado por un factor que se obtiene al dividir la superficie forestal entre la superficie de la microcuenca (1747.70/1960.64= 0.891) que resulta en el denominador de la ecuación. En el caso del cálculo del valor de captación no sólo se incluyó la ganadería, sino también la silvicultura y la agricultura. Una vez con los datos y variantes previamente mencionados, se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\text{Silvicultura } VCs = \frac{0.63 * 3,203.60 * 1,747.70}{4,550,139} (1 + 0.78) = \$ 1.37 / m^3 \text{ agua}$$

$$\text{Ganadería } VCs = \frac{0.63 * 431.50 * 1,747.70}{4,550,139} (1 + 0.78) = \$ 0.19 / m^3 \text{ agua}$$

$$\text{Agricultura } VCs = \frac{0.63 * 10,500 * 213}{4,550,139} (1 + 0.78) = \$ 0.55 / m^3 \text{ agua}$$

En el caso de la agricultura, se calculó en base al área agrícola en la cuenca, que son 213 ha.

Al realizar la sumatoria de las tres actividades pudo determinarse que el valor de captación del agua en la microcuenca corresponde a \$2.11 por metro cúbico de agua producida. Dicho valor permite ver la productividad del bosque respecto a las actividades económicas primarias desarrolladas en la microcuenca, mismas que deberán dejarse de realizar para optimizar la producción de agua.

- *Valor de recuperación*

El cálculo del valor de recuperación estuvo basado en la aplicación de las mismas modificaciones realizadas a la variable Oci . Dentro de este cálculo fue considerado el volumen de agua de

escorrentía anual ajustado por la superficie arbolada entre la superficie total de la subcuenca; el valor ponderado que los usuarios del SAH asignan a la importancia del bosque debido a la existencia del agua (63%) y el número de hectáreas a reforestar en la microcuenca (9.2 ha). Como resultado de esta operación se obtuvo un valor de recuperación de \$0.311 por metro cúbico de agua para el primer año (VR1), mientras que para los años siguientes se determinó un valor de \$0.033 por metro cúbico (VR2-10), tal como se aprecia a continuación:

$$VR_1 = \frac{0.63 * 9,345 * 9.2}{4,550,139} = 0.011 / m^3 \text{ agua}$$

$$VR_{2-10} = \frac{0.63 * 1,011.40 * 9.2}{4,550,139} = 0.0012 / m^3 \text{ agua}$$

Finalmente, el VR representa el costo que deberá pagarse para llevar a cabo el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales en la subcuenca. Dicho valor variará en los años posteriores (a partir del dos al 10) debido a la reducción de los costos por el mantenimiento de la plantación. Por lo tanto, el monto total correspondiente a la suma de los valores de captación y de recuperación es de \$0.011/m³ de agua para el primer año, mientras que para los años subsecuentes será de \$0.0012/m³.

- *Costo de protección*

Estos costos fueron determinados con base en el programa de manejo forestal "tipo", en el cual se describirían las actividades y metas establecidas a fin de promover la regeneración y la protección del suelo cuyo costo total para el año inicial obtuvo un valor estimado de \$505,400.00, mientras que para los años subsecuentes (2 al 10) será de \$269,865.00.

- *Costo de abastecimiento*

Comprende los costos generados por el servicio de bombeo, almacenamiento, cloración, distribución, control de fugas y administración cuyo monto total es de \$350,270.00/año, es decir, \$29,189.00/mes. En el municipio de Aguascalientes, en la delegación Salto de los Salado, el volumen mensual de extracción de agua corresponde a 108.500 m³, de ahí que el costo unitario sea de \$0.27/m³. Cabe señalar que la administración, mantenimiento del suministro y las nuevas inversiones en el establecimiento de redes de agua potable y alcantarillado no están incluidos en los costos previamente determinados.

Por último, el costo total que fue estimado para el periodo es de \$35.58 millones, cuyo 13% será aplicado durante el transcurso del primer año. El costo unitario de producción de agua fue estimado en \$2.49/m³ en el caso del primer año, mientras que para los años subsecuentes de \$2.09/m³.

Escenario hipotético de la DAP

Conforme a los resultados de una encuesta hipotética referente a la DAP, pudo determinarse que el 90% de los entrevistados estarían dispuestos a pagar por el servicio ambiental hidrológico,

mientras que el 10% restante señalaría que el suministro de agua es obligación del gobierno, cuyo aprovechamiento no puede ser negado a nadie.

Como resultado de la utilización de las ecuaciones 3 y 4, pudo concluirse que los usuarios del SAH pagarían en promedio \$17.18 al mes.

Escenario hipotético de la DAA

La totalidad de los entrevistados mostraron gran aceptación a recibir un pago compensatorio por la prestación del SAH para el abastecimiento de agua. El monto promedio estimado que aceptarían es de \$7.14/ha/año, el cual al ser multiplicado por el área forestal del Proyecto (15.02 ha) representa un valor total de \$ 111.14.

Si bien, el costo total de producción de agua para el año inicial fue de \$ 2.49/m³ y de \$ 2.09/m³ para los años subsecuentes, estos valores no incluyen los gastos correspondientes a la administración, mantenimiento, apertura, operación y tratamiento de aguas residuales, por lo que al final ambos podrán incrementarse considerablemente.

Bajo este contexto puede apreciarse como el beneficio unitario de la DAP (\$ 0.003/L/día/persona) es inferior al de la DAA (\$0.054/L/día/persona). Este comportamiento tiene mucha importancia durante la planeación y manejo de los SAH ya que los usuarios tienden a subvalorar el servicio, caso contrario a lo ocurrido con los proveedores quienes lo sobrevaloran.

Es conveniente mencionar que las diferencias entre ambas medidas han repercutido en dejar de lado al DAA, constituyendo en el pilar fundamental de la valoración de servicios ambientales a la DAP. Conforme a los resultados de la DAP se pudo prever que los beneficios que se obtendrían serían inferiores a los costos de producción, por lo que se tendrían que buscar otras fuentes de financiamiento a fin de suministrar un servicio del agua de calidad, donde destaca la participación de organismos gubernamentales, no gubernamentales, así como de la sociedad en general.

Costo total provisión del agua:

$$VC = \$2.11 /m^3 * 30,964 m^3 \text{ infiltración} = \$65,334.10$$

$$VR = \$0.011 /m^3 * 30,964 m^3 \text{ infiltración} = \$340.60$$

$$\text{Costo protección} = \$ 505,400.00$$

$$\text{Costo de abastecimiento} = \$ 2.49 * 30,964 m^3 \text{ infiltración} = \$77,100.36$$

$$\text{TOTAL (1er año)} = \$647,869.06$$

2.2 Captura de carbono

Para determinar la cantidad de CO₂ que sería capturada por la vegetación que se encuentra distribuida en el área que estará sujeta al CUSTF, se procedió a la consulta de bibliografía especializada⁸, cuyos resultados se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29. Cantidad de CO₂ que sería capturado de acuerdo con el tipo de vegetación presente en el área sujeta al CUSTF.

Tipo de vegetación	Captura de carbono (tCO ₂ /ha)
Matorral espinoso crasicaule	24.3

Una vez definida la cantidad de CO₂ que sería capturada por el tipo de vegetación que se encuentra presente en el área sujeta al CUSTF, se consultó el Sistema Europeo de Negociación de Dióxido de Carbono (SENDECO₂)⁹, empresa dedicada a la valoración económica en torno a la compra-venta de derechos de emisión de CO₂, misma que estableció hasta el 4 de diciembre de 2015 un monto de 8.54€ por tonelada de este gas al año, correspondiente a \$197.35 conforme al tipo de cambio del Banco de México¹⁰.

Tomando en cuenta que el tipo de vegetación presente en el área sujeta al CUSTF es Matorral Espinoso Crasicaule, así como su respectiva superficie de ocupación, pudo determinarse que la cantidad de CO₂ capturado sería de 364.98 ton/ha anual, tal como se muestra en la 9.

Tabla 30. Superficie de los tipos de vegetación presentes en el área sujeta al CUSTF y sus valores de fijación de CO₂.

Tipo de vegetación	Superficie forestal (ha)	Captura de carbono (tCO ₂ /ha año)
Matorral espinoso crasicaule	15.02	364.98

Ahora bien, en la tabla 10 se muestra el valor económico estimado de la captura del CO₂ producido en el área sujeta al CUSTF durante un año, así como el correspondiente a un periodo de 25 años.

Tabla 31. Valores económicos de la fijación de CO₂.

Tipo de vegetación	Valor anual (M.N.)/15.02 ha	Valor en 25 años (M.N.)/15.02 ha
Matorral espinoso crasicaule	\$72,028.80	1,800,720.07

De esta manera, el valor económico de la fijación de carbono anual es de \$72,028.80 M.N.

2.3 Protección de biodiversidad.

Para la determinación del costo económico correspondiente a la protección de la biodiversidad fue considerado el valor máximo establecido para un bosque con vegetación de tipo secundaria de Matorral Espinoso, ya que este es el más parecido a los tipos de vegetación distribuidos en el área que estará sujeta al CUSTF, el cual es de \$187.60 ha/año (Carranza *et al.*, 1996), de ahí que el valor anual y en un escenario de 25 años sea el que se muestra en la Tabla 32.

Tabla 32. Costo del servicio de protección de biodiversidad.

Servicios Ambientales	Valor anual (15.02 ha)	Valor en 25 años (15.02 ha)
Biodiversidad	\$2,817.75	\$70,443.80

Por lo tanto, el costo anual de este servicio ambiental será de \$2,817.75.

2.4 Regulación climática.

Si bien los ecosistemas constituyen un complejo sistema de interacciones entre los seres vivos y el medio ambiente, dicho balance puede ser alterado debido a la realización de actividades antropogénicas como es la remoción de vegetación, afectación que puede repercutir no solo en la modificación de los patrones de temperatura y evapotranspiración, sino también en la absorción de la radiación solar inclusive en el desarrollo de los ciclos biogeoquímicos.

⁸De acuerdo con lo reportado por Jurado-Guerra, Saucedo-Terán, Morales-Nieto & Martínez-Salvador (2013).

⁹ Disponible en <http://www.sendeco2.com/es/>

¹⁰ <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-cambiario/index.html> al 9 de nov. de 2018.

Conforme a la descripción realizada en el capítulo III del presente estudio, el conjunto de microcuencas donde se encuentra inmerso el proyecto se caracteriza por presentar un clima de tipo BS1kw, mismo que es definido como semiárido templado de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (2004).

En este punto es importante reiterar que la remoción de vegetación se hará únicamente en una superficie de 15.02 ha, que representa el 0.0085% de la superficie forestal del SA delimitado para este estudio, mientras que la vegetación circundante a dicha área será respetada íntegramente lo que permitirá mantener las condiciones climáticas actuales en el conjunto de microcuencas. Esta condición resultará favorecida debido a la revegetación natural que se llevará a cabo en el área sujeta al CUSTF una vez que concluya la fase constructiva del Proyecto, por lo que no se prevé una afectación significativa a la regulación del clima.

Acorde a esto, en la Tabla 33 se muestra el costo económico estimado por la regulación del clima cuyo monto anual y en un escenario a 25 años fue calculado considerando el valor máximo para un bosque con vegetación de tipo secundaria, el cual corresponde a \$3.75 dólares ha/año (equivalente a \$76.31 pesos mexicanos)¹⁰.

Tabla 33. Costo del servicio ambiental correspondiente a la regulación del clima.

Servicio Ambiental	Valor anual (15.02 ha)	Valor en 25 años (15.02 ha)
Regulación climática (protección de los ecosistemas)	\$1,146.17	\$28,654.40

De esta manera, la regulación del clima tendrá un valor anual de \$1,146.17.

2.5 Paisaje y recreación

El servicio ambiental correspondiente al paisaje y recreación tiene un costo de \$17.5 dólares/ha/año, mismo que equivale a \$356.12¹⁰; de modo que en la Tabla 34 se muestra el valor anual estimado para el área sujeta al CUSTF, así como el calculado para un escenario a 25 años.

Tabla 34. Costo del servicio de ecoturismo.

Servicio Ambiental	Valor anual (15.02 ha)	Valor en 25 años (15.02 ha)
Paisaje y recreación (ecoturismo)	\$5,348.99	\$133,724.93

Por consiguiente, el valor total del servicio de paisaje y recreación por año es de \$5,348.99
Costo total de los servicios ambientales

El costo anual de los servicios ambientales calculados es de \$792,342.73 como se muestra en la siguiente tabla:

Costo total de los servicios ambientales.

Servicio ambiental	Valor anual (M.N.) / 15.02 ha	Valor en 25 años (M.N.) /15.02 ha
Provisión del agua	\$647,869.06	\$3,264,846.36
Captura de carbono	\$72,028.80	\$1,800,720.00
Biodiversidad	\$2,817.75	\$70,443.75
Regulación climática (protección a los ecosistemas)	\$1,146.17	\$28,654.25
Paisaje y recreación	\$5,348.99	\$133,724.75
Total	\$792,342.73	\$5,298,389.11

2.6 Valor de la flora y fauna

Los valores se calcularon considerando que la tasa de recambio de la flora es de 30 años, para la tierra de monte es de 500 años, por lo que únicamente se consideraron los valores anuales ya que la vida útil del Proyecto es de 25 años.

La tasa de recambio de fauna se consideró como anual, por lo que se calculó de forma anual y en un escenario de 25 años.

Flora

Recursos biológicos forestales maderables

Los cálculos de este recurso consideran únicamente el estrato arbóreo, estos volúmenes se calcularon en el capítulo II. Los costos que se consideraron para calcular los valores fueron tomados de la tabla 26. De acuerdo con esta tabla, se calcularon los valores de leña y madera de los recursos forestales en el área sujeta a CUST (15.02 ha).

El valor económico estimado de los recursos forestales maderables en el área sujeta a CUST (15.02 ha) es de \$305,665.41 considerando que el volumen total se vendiera como leña y madera (postería). Cabe mencionar que, por su naturaleza, el Proyecto no tiene intenciones de aprovechar económicamente este recurso.

Valoración económica de la tierra de monte

Considerando que se realizará el despalme, se calculó el costo que tendría la tierra de monte que se obtendría, para eso se tomó como indicador la superficie del área sujeta a CUSTF (15.02 ha) y la profundidad del suelo, estimándose en 5 cm, así como el valor promedio de la tierra de monte para el periodo 2009-2013 reportado en el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2013 el cual corresponde a \$429.05. La Tabla 35 muestra los resultados de la valoración económica.

Tabla 35. Cuantificación del recurso forestal no maderable "tierra de monte".

Superficie (m ²)	Profundidad (m)	Toneladas de tierra de monte posible de obtener (m ³)	Costo unitario (\$/ton)	Costo total (M.N.)
150,200	0.05	7,510	\$429.05	\$3,222,165.5

El valor de la tierra de monte en un año es de \$3,222,165.5.

Costo total de flora

Los cálculos presentados para el valor de flora considerando los recursos biológicos forestales maderables y la tierra de monte dan un total de \$3,527,830.91.

2.7 Valor de la fauna silvestre

Si bien, la fauna silvestre tiene diversos usos (comercial, cinegético, estético, ético, científico o ecológico), es difícil establecer su valor económico, por lo que, en el presente capítulo, dicho valor fue determinado tomando como punto de referencia el valor asignado a especies domésticas, las cuales se asemejan a las especies silvestre tanto en forma, tamaño y grupo taxonómico.

De esta manera, en la t se presenta el costo promedio por especie, así como el total de individuos registrados dentro de los transectos de muestreo a nivel del conjunto de microcuencas, cuyo valor económico fue obtenido conforme a su comercialización en el estado de Aguascalientes e internet (2015)¹¹.

¹¹<http://listado.mercadolibre.com.mx/animales/raza-conejo;>
<http://jdreptiles.myshopify.com/collections/geckos?page=2> [http://listado.mercadolibre.com.mx/venta-de-palomas-aves;](http://listado.mercadolibre.com.mx/venta-de-palomas-aves) <http://listado.mercadolibre.com.ar/animales-y-mascotas/ratas-de-laboratorio> consultados el 07/12/2015.

Tabla 36. Costo de los servicios ambientales de fauna.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Costo unitario (M.N.)	Costo	Costo en 25 años
Reptiles	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija	2	\$650	\$1,300	\$32,500
	<i>Scleropus spinosus</i>	Lagartijo escamudo	1	\$650	\$650	\$16,250
Aves	<i>Bubulcus ibis</i>	Garceta ganadera	2	\$626	\$1,252	\$31,300
	<i>Caracara cheriway</i>	Quebrantahuesos	1	\$850	\$850	\$21,250
	<i>Columbina inca</i>	Torcacita	4	\$626	\$2,504	\$62,600
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	4	\$1,000	\$4,000	\$100,000
	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	1	\$626	\$626	\$15,650
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	5	\$150	\$750	\$18,750
	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	8	\$626	\$5,008	\$125,200
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito	2	\$350	\$700	\$17,500
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Tordo	4	\$626.00	\$2,504	\$62,600
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Pitacoche	5	\$626.00	\$3,130	\$78,250
	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	2	\$319	\$638	\$15,950
<i>Zenaida asiática</i>	Paloma de alas blancas	6	\$319	\$1,914	\$47,850	

Mamíferos	<i>Lyomis irroratus</i>	Ratón hispido	1	\$283	\$283	\$7,075
	<i>Peromyscus gratus</i>	Ratón venado	2	\$283	\$566	\$14,150
	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón venado	4	\$283	\$1,132	\$28,300
	<i>Peromyscus melanophrys</i>	Ratón del altiplano	1	\$283	\$283	\$7,075
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	4	\$180	\$720	\$18,000
TOTAL					\$28,810	\$720,250

Finalmente, el valor económico anual por la fauna silvestre es de \$28,810.00.

2.8 Conclusiones

Una vez realizada la valoración económica por cada uno de los servicios ambientales prestados en el área que estará sujeta al CUSTF, se pudo determinar que el costo anual de los mismos corresponde a \$5,040,423.64, tal como se aprecia en la Tabla 37.

Tabla 37. Costo total de los servicios ambientales prestados en el área sujeta al CUSTF.

Valor	Valor en pesos (M.N.)	Valor en pesos (M.N.) a 25 años
Valor de los servicios ambientales	\$792,342.73	\$5,298,389.11
Valor de la flora	\$305,665.41	\$305,665.41
Valor de tierras de monte	\$3,222,165.5	\$3,222,165.5
Valor de la fauna	\$720,250.00	\$720,250.00
Valor total	\$5,040,423.64	\$9,546,470.02

Por otra parte, el costo estimado por los servicios ambientales prestados por un periodo de 25 años es de \$9,546,470.02 (nueve millones quinientos cuarenta y seis mil cuatrocientos setenta pesos 02/100 M.N.).

II.2.9. Operación y mantenimiento.

La operación del monorelleno de Lodos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Aguascalientes es parte fundamental del desarrollo del proyecto. Esta etapa representará objetivo central para el manejo y disposición final de los desechos que establece la legislación y normatividad del país en la materia.

Es importante mencionar que el proyecto se realizará en forma progresiva en función de las necesidades del mismo efecto de optimizar la vida útil del sitio y confinar en forma ordenada y de manera eficiente los lodos digeridos y deshidratados provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Aguascalientes.

Para dicha etapa del proyecto se determina que la mejor opción de trabajo es aquella correspondiente a la de plataformas operacionales, método que ofrece ventajas importantes con respecto otra opción consistente en la creación de macroceldas tipo, cuya planeación operativa deja espacios viables que no se aprovecharían por el concepto modular que se tiene contemplado para este proyecto en particular.

Además de acuerdo con los volúmenes de excavación correspondientes a estas 2 opciones que se analizan a continuación, la opción de plataformas operacionales es más económica ya que conlleva a la extracción de un volumen de excavación de 288,022 m³, mientras que la correspondiente a macroceldas demanda un volumen de 559,152 m³, que equivale a casi el doble del volumen, tal como puede observarse en las siguientes tablas y figura:

Tabla 38. Volumen de Excavación de Plataformas Operacionales.

Celda	Volumen (m ³)
1	85,429
2	40,002
3	35,540
4	129,051
Total	288,022

Tabla 39. Volumen de Excavación para Macrocelas.

Celda	Volumen (m ³)
1	91,230
2	74,598
3	102,955
4	78,493
5	52,471
6	77,956
7	81,449
Total	559,152

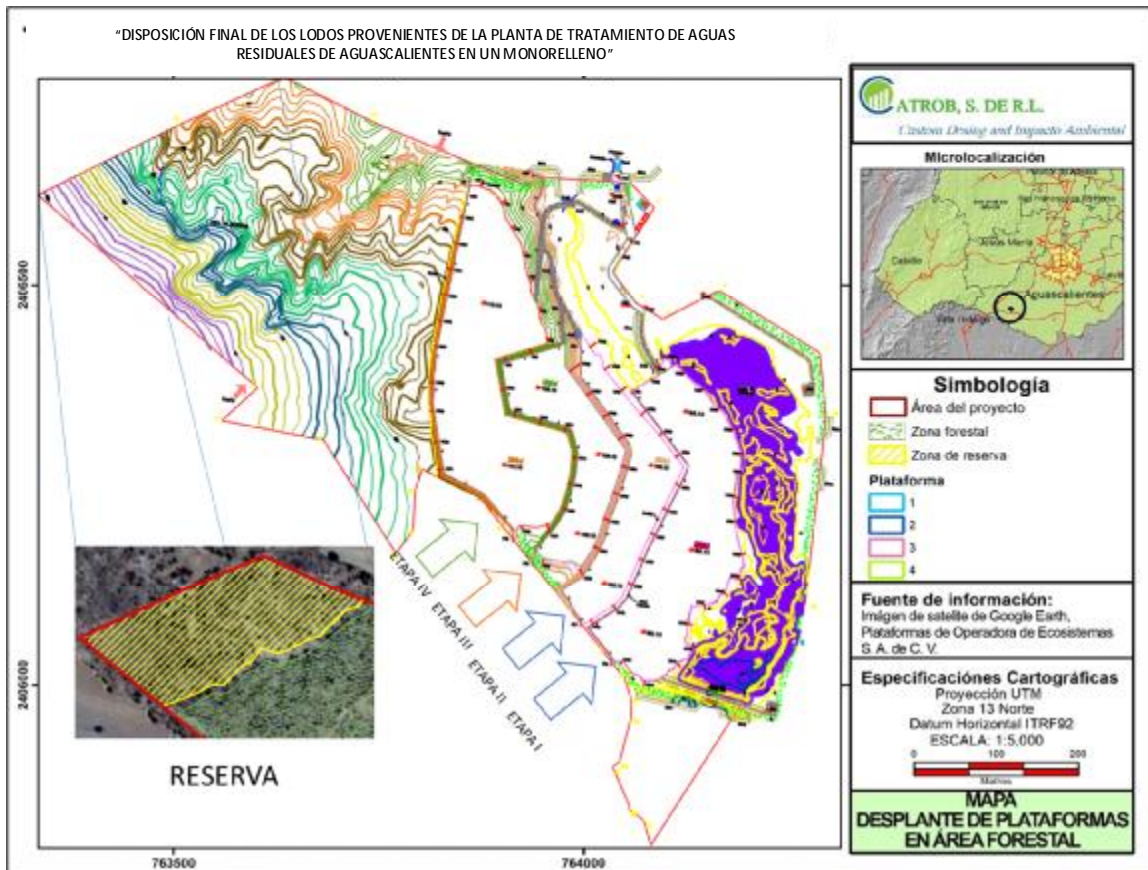


Figura 29. Etapas y área de reserva del monorelleno.

El monorelleno para la disposición final de los lodos resultantes de la Planta de Tratamiento de la Ciudad de Aguascalientes se construirá en un predio con una superficie aproximada de 34.9 has. Con el fin de aprovechar sustentablemente dicho predio, se desarrollarán una serie de plataformas operacionales que permitirán ir desarrollando cada una de ellas en forma paulatina hasta su culminación antes de iniciar la siguiente de tal forma que mientras se opera una plataforma módulo, se va preparando la siguiente así como equipando la anterior para diferentes fines; en el plano anexo se ilustra la distribución propuesta de las plataformas operacionales para el mejor aprovechamiento y rendimiento del predio seleccionado

Cada una de las celdas con las que se ocuparán las plataformas se desarrollarán en forma similar, siempre a partir de un talud inclinado como respaldo, el cual se preparará aprovechando las condiciones naturales del predio con el fin de reducir los movimientos de terracerías, particularmente en las excavaciones para evitar costos excesivos. Como se muestra en el plano anexo, la habilitación de las plataformas siempre estará definida por una pared de respaldo, aprovechando los taludes naturales del predio.

Bajo este contexto y estableciendo un talud de 1:1 para la pared de respaldo de todas las plataformas, se buscará que la vida útil para el sitio de confinamiento de los lodos que se generaran durante los próximos 20 años esté garantizada.

El nivel de desplante de las plataformas operacionales fue definido buscando minimizar las excavaciones, además de considerar como criterio dominante conformar las celdas en espesores de 5.0 m (incluyendo el material de cubierta para confinar lodos), con el fin de reducir el material pétreo necesario para cubrir los lodos que serán dispuestos en el monorelleno. Esta medida permitirá salvaguardar de cualquier deslizamiento la integridad física del sitio de confinamiento, ya que la conformación que se pretende lograr y con espesores de lodos compactados de 5.0 m en promedio, difícilmente promoverá una falla de talud.

Conforme al programa de operación, cada celda del monorelleno será ocupada verticalmente hasta alcanzar una altura de 5.0 m mediante la colocación de una o varias capas de lodos según lo permita la consistencia de estos, incluyendo el espesor de la capa cubierta hasta lograr alcanzar la cota de piso terminado, que a su vez será la cota de desplante de la siguiente plataforma de trabajo.

En este sentido, la primera plataforma se desplantará sobre la cota 95, la segunda sobre la cota 100, la tercera sobre la 105 y la cuarta sobre del a 110 (ver siguiente figura). La forma de construir el monorelleno en capas de 5.0 m permitirá el crecimiento vertical progresivo buscando que se vaya estructurando hacia arriba, hasta alcanzar el nivel de piso terminado que se haya establecido, que para el proyecto en particular será al menos la cota 115 en las secciones más bajas como puede observarse en la Figura 24.

Basado en la conformación de las plataformas operacionales garantizará entre otras cosas que los líquidos que se percolen en las celdas se manejarán adecuadamente al no mezclarse entre sí y que además se colectarán mediante la definición de pisos de desplante en contrapendiente para canalizar tales líquidos a una serie de cárcamos para su recolección.

Este concepto de construcción utilizando capas o plataformas operacionales en contraparte con la tradicional forma de operación a base de áreas, brinda una importante ventaja de confinar una misma cantidad de lodos en una menor superficie de terreno, minimizando su exposición a la lluvia y disminuyendo la tasa de producción de los líquidos percolados, aspecto clave para el control de uno de los factores más importantes impactos ambientales en un sistema de disposición de residuos.

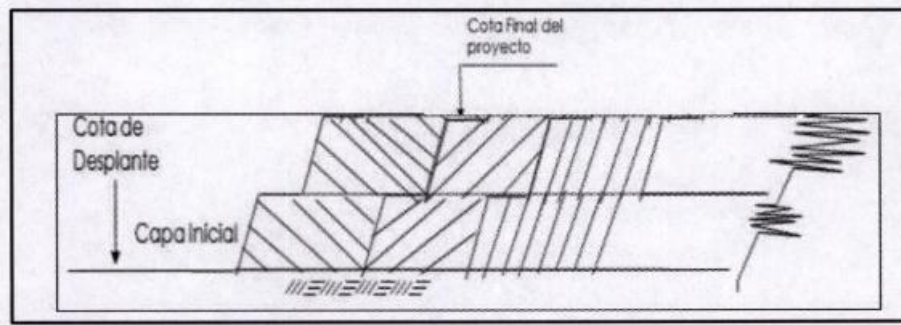


Figura 30. Crecimiento vertical del monorelleno.

Los movimientos de terracerías (volúmenes de excavación y relleno en metros cúbicos) correspondientes al acondicionamiento con las plataformas se presentan a en la Tabla 8.

Requerimientos volumétricos del monorelleno.

Considerando que cada 7 días se requerirá un volumen de 688 m³ para el confinamiento de los lodos que durante dicho periodo generará la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Aguascalientes, se estima que el volumen requerido para un año será a igual $((365/7) * 688 \text{ m}^3) = 34,831 \text{ m}^3/\text{año}$. Por tanto, para confinar los lodos durante la vida útil estimada para el proyecto de 20 años, serán de aproximadamente 697,000.00 m³.

Para asegurar la disposición de los lodos por la vida útil, se revisará la capacidad que ofrece cada una de las plataformas propuestas; en los planos anexos MORE-TOPO-11, 12, 13 y 14 se presenta la planta general del aprovechamiento acumulativo de las 4 plataformas operativas que se habilitarán para confinar los lodos digeridos y deshidratados, en el plano MORE-TOPO-11 se presenta la planta general de aprovechamiento de la plataforma 1; en el plano MORE-TOPO-12 el de las plataformas 1 y 2, en el plano MORE-TOPO-13 el de las plataformas 1,2, y 3 mientras que en el plano MORE-TOPO-14 se presenta la plana general de aprovechamiento de las 4 plataformas operacionales. En la siguiente figura se presenta una imagen que representa el aprovechamiento que se lograría en el predio con las 4 plataformas operacionales elaborada en forma animada y obtenida con el software "All-Plan", del aprovechamiento que se lograría en el predio, con las 4 plataformas operacionales. Asimismo, los planos anteriormente mencionados, se adjuntan en la documentación anexa.

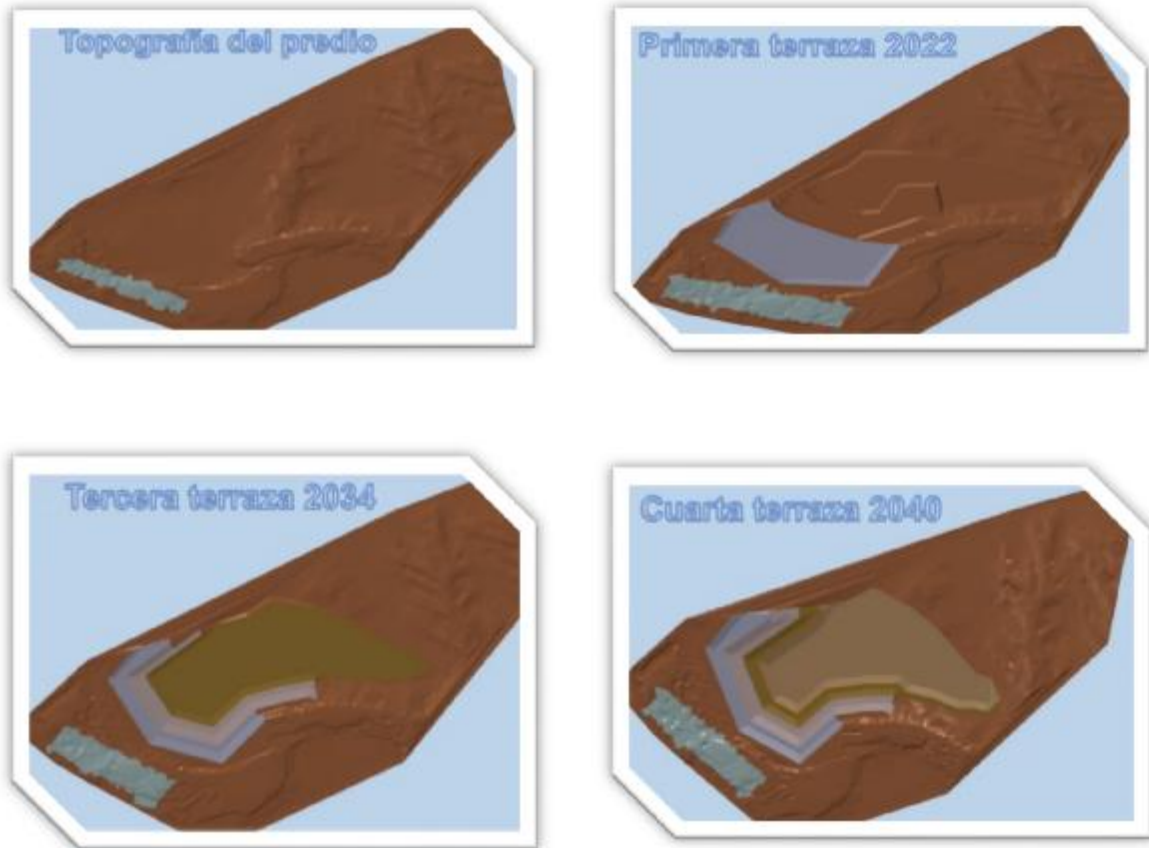


Figura 31. Aprovechamiento del sitio con las plataformas.

Por otro lado, en la Figura 32 se observa la misma planta general de aprovechamientos de todas las plataformas, con la ubicación de los 19 perfiles topográficos transversales que contienen 55 cadenamientos a cada 20 m, con los que se cubre toda la superficie del predio donde se construirá el monorelleno.

Es importante mencionar que los perfiles transversales mencionados, al igual que los perfiles topográficos corren cada 20 m de sureste a noroeste como se observa en la siguiente figura:

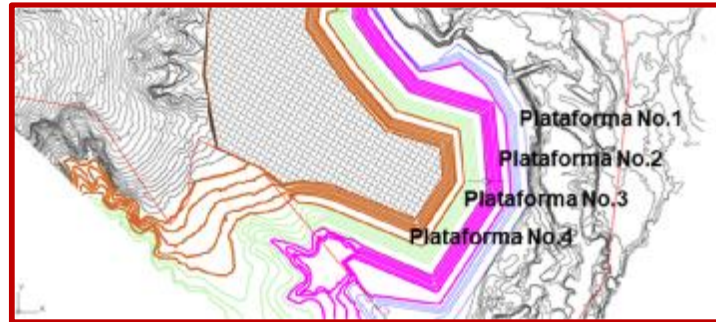


Figura 32. Planta de las 4 plataformas operacionales propuestas.

Tabla 40. Capacidad Volumétrica de cada Plataforma.

Etapa	Perfil	Área	Volumen
1	1	137.86	1,378.60
	2	265.09	4,029.50
	3	265.28	5,303.70
	4	280.79	5,460.70
	5	297.15	5,779.40
	6	310.72	6,078.70
	7	320.97	6,316.90
	8	330.68	6,516.50
	9	340.21	6,708.90
	10	322.63	6,628.40
	11	249.48	5,721.10
	12	434.11	6,835.90
	13	427.97	9,070.80
	14	92.52	5,654.90
	15		925.20
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
			82,409.20

Etapa	Perfil	Área	Volumen
2	1		
	2	43.54	435.40
	3	405.02	4,485.60
	4	436.73	8,417.50
	5	447.04	8,837.70
	6	475.03	9,220.70
	7	496.15	9,711.80
	8	520.41	10,165.60
	9	547.02	10,674.30
	10	511.91	10,589.30
	11	712.82	12,247.30
	12	791.75	12,045.30
	13	9.05	5,008.00
	14		90.50
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
			101,929.00

Etapa	Perfil	Área	Volumen
3	1		
	2		
	3	165.37	1,653.70
	4	568.04	7,334.10
	5	600.65	11,686.90
	6	625.91	12,265.60
	7	661.04	12,869.50
	8	864.76	15,258.00
	9	1299.46	21,642.20
	10	1231.72	25,311.80
	11	496.06	17,277.80
	12	40.45	5,365.10
	13		404.50
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
			131,069.20

Etapa	Perfil	Área	Volumen
4	1		
	2		
	3	568.58	5,685.80
	4	909.59	14,781.70
	5	1413.43	23,230.20
	6	1513.54	29,269.70
	7	1572.01	30,855.50
	8	1627.92	31,999.30
	9	1461.69	30,896.10
	10	844.71	23,064.10
	11	623.71	14,684.30
	12	598.12	12,218.30
	13	505.58	11,037.00
	14	453.69	9,592.70
	15	360.84	8,145.30
	16	180.67	5,415.10
	17		1,806.70
	18		
	19		
	20		
			252,681.80

En la Tabla 40 se presentan los 19 perfiles transversales en que se subdividirá el predio seleccionado en los cuales se muestra el aprovechamiento del sitio a partir de las 4 plataformas operacionales que se proponen; en la siguiente figura se observan los cortes indicados:

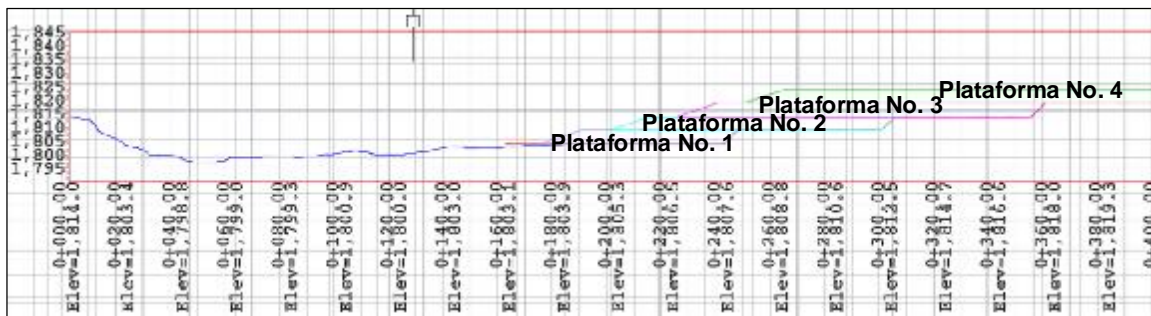


Figura 33. Corte de las 4 Plataformas Operacionales.

En total considerando las 4 plataformas operacionales la capacidad volumétrica disponible es de 450,129.40 m³, por lo que para completar la capacidad volumétrica requerida para la vida útil proyectada de 20 años que es de 697,000.00 m³ se requerirían 246,879.60 m³ adicionales.

A efecto de complementar el volumen faltante, se incluirá una quinta etapa operacional utilizando como plataforma de trabajo la superficie de trabajo obtenida con la conformación de la Plataforma 4. En esta quinta etapa la cota de desplante será la establecida para número 4 con una elevación de 115 m.

Esta plataforma no necesitará ser impermeabilizada ya que se aprovechará la impermeabilización de los pisos de desplanta de las 4 primeras plataformas cuya impermeabilización se llevará a cabo con membranas de polietileno de alta densidad.

La quinta plataforma tendrá también una altura de operación de 5 metros y se utilizará para su desarrollo y se utilizará para su desarrollo en respaldo que la propia topografía proporciona. Considerando una altura de 5 m, así como una superficie un 10% mayor a la que la plataforma No. 4, la capacidad volumétrica que ofrecerá esta plataforma adicional será de aproximadamente 227,950 m³. Este volumen disponible que ofrece la quinta etapa será la adecuada para satisfacer el volumen faltante con un excedente de 31,079.38 m³ que corresponden a 322 días más.

En la superficie restante del predio es posible desarrollar a futuro otras 4 etapas de trabajo de 5 metros de altura todas ellas con una capacidad similar a la etapa 5 con un total de 1,111,800.00 m³ equivalentes a 1,664.40 semanas de trabajo de operación para una tasa de confinamiento de lodos cada 7 días de 668 m³ aproximadamente para 11,650 días (casi 32 años). Dicha reserva podrá atender cualquier eventualidad o demanda extrema de infraestructura de cualquier índole con el fin de garantizar un mayor volumen de confinamiento de lodos por sí en algún momento futuro se llegase a incrementar la capacidad de tratamiento de la Planta de Aguas Residuales o su operación fuera mayor a los 20 años proyectados; lo anterior sin considerar que podría la altura de las plataformas siguientes para lograr una mayor capacidad de confinamiento de lodos.

Las dos celdas de lodos que cada 7 días se construirán en el monorelleno a una altura de 2.35 m o bien una sola de 4.70 m de altura serán en esencia, las unidades básicas constructiva de la obra. Los parámetros que permitirán definir la celda tipo son el frente de trabajo, la altura de la celda, el espesor del recubrimiento y el avance diario.

El ancho de la celda se debe adoptar con base en el espacio requerido para que, en el frente de trabajo, conjuntamente opere el equipo de compactación sin problemas, mientras descargan los lodos, un número determinado de las unidades de transporte de los lodos, un número determinado de las unidades de transporte de los lodos, tal que los encolamientos de estos en el frente de trabajo, puedan ser evitados o sean mínimos. Con base en este razonamiento, el ancho para el frente de trabajo será de 12 m con el fin de que se puedan descargar en dicho frente dos unidades de transporte, la maquinaria pesada responsable del esparcido y compactación de lodos.

La altura de la celda estará en función de la estabilidad física de la trinchera, por lo que una altura mínima de 5 m representará una medida adecuada tomando en cuenta que se reducirán considerablemente, los requerimientos de material de cobertura; por lo tanto, se construirá cada semana de 5 m de altura con una capacidad volumétrica 334 m³.

Con base en lo anterior para la citada capacidad volumétrica con un ancho de 12 m y una altura de 5 m la profundidad de las celdas se estima de 5.57 m compactadas con maquinaria pesada, para lograr reducir en un 10% el volumen de lodos desecados; con esto la densidad de los lodos será menor a la requerida por la NOM-083 que es de 700 Kg/m³. El espesor de cobertura quedará definido con un mínimo que evite la reproducción de la larva de la mosca que para el caso de un material compactado compuesto por limo, arcilla y arena será de 25 cm para incrementar la capacidad de campo del suelo y poder retener una mayor cantidad de líquidos percolados.

El talud del frente del monorelleno tendrá una proporción de 1 unidad de altura por 3 de base con lo que se logran taludes estables y se facilita el trabajo del equipo de compactación. El material de cobertura servirá para evitar la dispersión de residuos, prevenir la proliferación de insectos, roedores, y otros vectores sanitarios, además de aislar la masa de lodos y evitar malos olores. Con un esquema de operación donde las caras laterales queden expuestas se tendrá lo siguiente:

Talud de frente de trabajo de celda: (15.00 m x 12.00 m) = 180 m²

Talud de celda: (2.00 m x 12.00 m): = 24.00 m²

Taludes exteriores de la celda: (15.00 m x 2.00 m2) = 60.00 m²

Total celda: 180.00 + 24.00 + 60.00 m2= 264.00 m²

Considerando un espesor de material de cobertura de 0.25 m compactado, el volumen de material de cubierta requerido, proveniente de los trabajos de excavación del monorelleno, será:

Para Celda Típica = 264.00 m2 x 0.25 m = 66.00 m²

El volumen ocupado por la cantidad total diaria de residuos, más la cantidad de cubierta será de:

Para Celda Típica = 334.00 + 66.00 = 400.00 m³

De esta manera, además de lograr un adecuado aprovechamiento, se realizarán también algunas inversiones para su clausura y saneamiento al término de la vida útil de cada una de las etapas de trabajo.

Operación de Celdas.

La celda diaria constituye el elemento constructivo o unidad primaria del monorelleno, donde los lodos recibidos son esparcidos y compactados en capas dentro de un área delimitada y con un volumen definido. Al término de cada día de operación, el área ya ocupada con los lodos compactados, será cubierta completamente con una lona y/o capa de tierra que posteriormente es

compactada. De esta forma, los lodos compactados y cubiertos diariamente, constituyen una celda. Una serie de celdas adyacentes en forma lateral o transversal y con la misma altura, forman una franja. Una serie de franjas adyacentes y con una misma altura, forman una capa y una o más capas definirán una etapa del monorelleno.

El método de operación considerado a utilizar para el uso y desarrollo del monorelleno implica que los lodos que se compactarán sobre el terreno de un plano inclinado, empleando medios mecánicos hasta alcanzar el menor volumen práctico posible, para después cubrirlos con tierra al término de las operaciones del día. Para una mejor operación del monorelleno, el presente proyecto considera aplicar algunas modificaciones al método tradicional del relleno sanitario específicamente en cuanto a su dimensionamiento y a la operación del frente de trabajo.

Al inicio de la operación del monorelleno se pondrá especial atención para la construcción de un talud en una proporción 3:1 con los lodos que ingresarán al frene, de tal forma que si este no es posible desarrollarlo solamente con los lodos, estos se mezclarán con material pétreo para lograr una consistencia que permita alcanzar el objetivo mencionado.

Una vez instalado el sistema de impermeabilización del monorelleno, los lodos se depositarán en el frente de trabajo diario, para proceder posteriormente a su compactación como ya se indicó sobre el talud inclinado el cual fungirá como respaldo para conformar la celda, cuyos elementos básicos y de operación se muestran en las siguientes figuras:

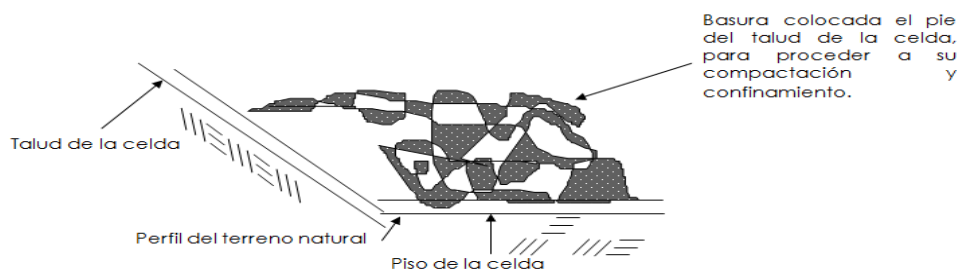


Figura 34. Elementos básicos de una Celda de Lodos.

Las celdas se construirán en forma paulatina mediante la compactación de los lodos sobre una pendiente inclinada en capas sucesivas del mismo espesor. Los lodos serán depositados al pie del frente de trabajo y empujados sobre el talud, La logística operativa que se aplicará para el desarrollo de las celdas diarias, se describe a continuación:

- 1) El vehículo de transporte de lodos mediante maniobras de avance y retroceso, se situará en el mismo nivel de piso que se está operando, descargará los lodos provenientes de la planta de tratamiento y se retirará del frente de trabajo.

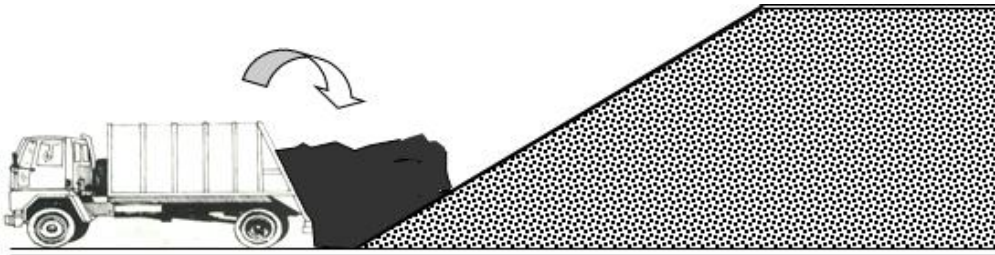


Figura 35. Paso 1 Descarga de lodos en el frente de trabajo y al pie del talud.

- 2) Con maquinaria pesada especializada, los lodos se acomodarán y esparcirán en el frente de trabajo y sobre el piso del nivel que se esté operando; para después ser cubiertos con material de banco de préstamo local, externo o producto de la excavación, según el siguiente procedimiento:

2.1.) Acomodo de los lodos: Consiste en el depósito y colocación de los lodos en el frente de trabajo designado, según la planeación del monorelleno, de tal manera que se haga de manera controlada.

2.2.) Distribución de lodos: Distribución de los lodos sobre el talud inclinado de una celda de trabajo correspondiente en capas no mayores de 30 cms de espesor.

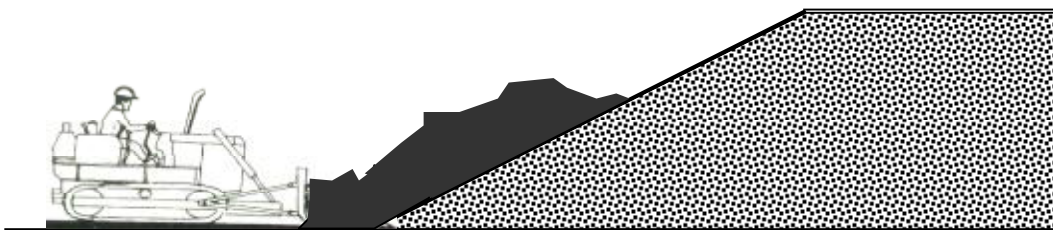


Figura 36. Paso 2 Acomodo y Esparcido sobre el talud inclinado.

- 3) Compactación de los lodos: Es la reducción de volumen de los lodos sólidos que se logra con el uso de la maquinaria pesada indicada, en cuyo caso el equipo transitará sobre ellos de 3 a 5 veces, según la humedad y características propias de los lodos, ejecutando la operación de abajo hacia arriba.

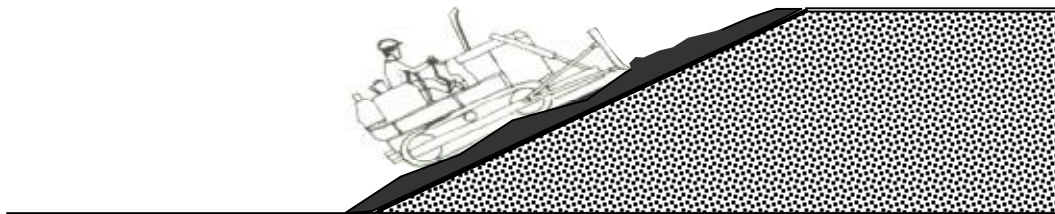


Figura 37. Paso 3 Compactación de los lodos contra el talud inclinado.

- 4) Cobertura de lodos: es la colocación de una capa de tierra compactada sobre ellos, cuyo espesor varía de 15 a 20 cms, cuidando que la superficie horizontal de la celda quede adecuadamente cubierta. Este material se extenderá y compactará de abajo hacia arriba sobre el talud inclinado.

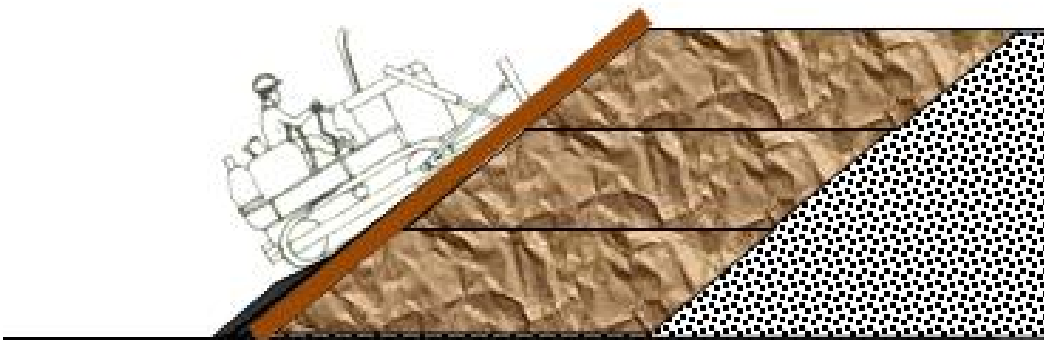


Figura 38. Paso 4 Colocación, esparcido y compactación de material de cubierta sobre los lodos.

Finalmente, será de suma importancia asegurar la disponibilidad diaria de cobertura para el sellado de los lodos. Dadas las características topográficas y geotécnicas de la zona donde se ubica el sitio del proyecto, las necesidades del material de cobertura se garantizarán con el producto de las excavaciones que se realizarán para el acondicionamiento del monorelleno, por lo que el material generado deberá ser acumulado en un lugar adecuado para su mejor aprovechamiento.

Será de vital importancia asegurar la disponibilidad de material de cobertura para el sellado de los lodos. Dadas las características topográficas y geotécnicas de la zona donde se ubica el sitio a utilizar, las necesidades de este material serán cubiertas con el producto de las excavaciones que se realizarán para acondicionar el área donde se habilitará el Monorelleno; por lo que deberá acamionarse dicho material, en sitios estratégicos.

En las siguientes fotografías, se ilustra solo a manera de ejemplo el proceso operativo en el frente de trabajo, que se realizará para el confinamiento de los lodos, que fue explicado con las imágenes anteriores.





Figura 39. Ejemplo de operación en la compactación y acomodo de lodos.

Frente de Trabajo y Actividades Complementarias:

Las actividades que diariamente deberán realizarse en el frente de trabajo del monorelleno serán las indicadas a continuación:

- Verificación del ancho del frente de trabajo: El ancho del frente de trabajo, dependerá del número de vehículos recolectores que en un momento dado se presentarán en la hora pico, por lo que continuamente deberá estar verificando, para ampliarlo temporalmente, cuando la demanda de servicio así lo amerite.
- Verificación de la zona de descarga: El depósito o descarga de los lodos, deberá efectuarse de tal forma que no se obstruyan las operaciones de la maquinaria pesada, por lo que el chofer debe acatar las órdenes del acomodador o responsable del frente de trabajo.
- Verificación de la cubierta de lodos: El espesor de las capas de cobertura diaria, podrán variar de 15 a 20 cms, dependiendo de las condiciones operacionales que se presenten, así como de la falta o no de material de cubierta. Así mismo, la pendiente para la cubierta diaria de los lodos, se dará exclusivamente en el sentido que se haya establecido hacia los canales colectores, cuidando que nunca sea mayor del 2%.

Las obras complementarias incluyen todos aquellos trabajos para remover, empujar, cargar y transportar el material que se utilizará para la cobertura de los lodos hasta los lugares donde se necesita, distinguiéndose así el lugar de acopio y el lugar de tiro.

La distancia entre dichos sitios tiene una influencia marcada en la selección del equipo para efectuar eficientemente el movimiento de terracerías. Entre las diferentes actividades complementarias se encuentran las siguientes:

- Movimiento de tierra a distancias cortas: para el movimiento de la tierra a cortas distancias, se emplean hojas topadoras, montadas sobre tractores de orugas. Al respecto, con el tractor de orugas, la distancia máxima de acarreo, será de aproximadamente 60 m, y con el tractor de ruedas hasta 120 m, debido principalmente a que el tractor de ruedas puede retroceder a una mayor velocidad.
- Operación en pendiente hacia abajo: cuando sea posible, siempre se moverá la tierra hacia abajo, ya que con menor gasto de energía se tiene una mayor productividad en el trabajo. Al respecto, se distinguen dos diferentes tipos de operaciones:

Si la pendiente requiere ser conformada mediante trabajos de excavación, el operador coloca la cuchilla de la hoja a cierta profundidad, para cortar material. Durante el transporte, la carga se irá volteando continuamente.

En el caso de que se deba mover tierra sin excavar, se junta una carga en el lugar de acopio, para después arrastrarla con la cuchilla al ras del suelo.

- Movimiento de tierra a grandes distancias: El movimiento de tierras sobre distancias mayores de 150 m, de efectuará mediante cargadores frontales sobre orugas o neumáticos y camiones de volteo, que realizarán las funciones de carga, transporte y descarga del material terreo

Procedimiento de control.

1) Recepción de los residuos:

La caseta de vigilancia constituye la principal herramienta para las tareas iniciales en el monorelleno en la etapa de operación:

- Registrar el ingreso de los lodos.
- Identificar irregularidades en los embarques de lodos.
- Establecer una comunicación directa con los transportistas de lodos.

El horario de recepción de lodos será determinado en función de las necesidades propias en cuanto a la generación de lodoso en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Aguascalientes; sin embargo, en forma estándar y razonable se considera que se podrían atender las máximas demandas de ingreso al monorelleno de las 06:00 a las 18:00 horas de lunes a sábado.

Una vez revisada la carga del vehículo de carga y transporte, se procederá a, en su caso a autorizar la entrada del vehículo y después de haber sido pesado y registrado, se le indicará al conductor el

sitio dentro del frente de operación donde deberá proceder a la descarga de los lodos, respetando los señalamientos y medidas de seguridad que sean indicados en el interior del Monorelleno.

El personal a cargo de la operación del monorelleno, no deberá permitir el ingreso de residuos de ninguna naturaleza diferente a los indicados en el presente estudio, solo exclusivamente lodos digeridos y deshidratados conforme a los estándares de confinamiento establecidos provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Aguascalientes.

2) Pesaje de los vehículos:

Como parte fundamental de las operaciones del monorelleno, el proyecto incluye un sistema de pesaje en función a las necesidades de registro de las cantidades y volúmenes de lodos que serán ingresadas y confinadas en el sitio con el fin de establecer parámetros de control de operación, además de que permitirá controlar en forma práctica, real, operativa y diaria, todas y cada una de las fases del sistema, así como generar indicadores de cobertura, eficiencia y costos.

El sistema de pesaje de los vehículos que transportarán los lodos al monorelleno está conformado por los siguientes elementos:

- Báscula con impresor y plataforma de pesaje.
- Obra civil de la cimentación.
- Caseta de control.



El operador de la báscula deberá registrar en la bitácora los datos de cada uno de los vehículos que acudan al monorelleno con lodos para depositar indicado su origen, peso del embarque y peso de la tara, además de generar un reporte diario de los lodos que hayan ingresado. Para ello el sistema que se instrumente deberá registrar la siguiente información:

- Fecha.
- Peso.
- Número de vehículos por día de trabajo.

3) Ingreso al monorelleno:

Los señalamientos en los caminos y vías de acceso interiores en el monorelleno indicarán la dirección y rutas a seguir, velocidad máxima permisible, entronques con caminos programados y la ubicación de las celdas de confinamiento del sitio. Se habilitará en el sitio una adecuada señalética en los caminos a efecto de agilizar la disposición de los lodos, evitar accidentes y congestionamientos elevando así la eficiencia de la operación global de monorelleno.

Los caminos tanto permanentes como temporales (que se abrirán de acuerdo a la planeación del monorelleno), en la señalética a desarrollar llevarán algún nombre o color que facilite su identificación y localización al chofer en el frente de trabajo donde se depositarán los lodos ese día en particular.

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

El operario del vehículo de carga de los lodos llegará al frente de trabajo asignado donde depositará los residuos para inmediatamente después salir de la zona de operaciones y regresar a la báscula para tarar nuevamente el vehículo.

En el monorelleno se colocará una cerca perimetral que abarque todo el terreno para su protección contra la invasión de fauna y a la vez como medida de control de acceso.

4) Control documental de la operación.

Como parte de los trabajos de control documental durante la etapa de operación se llevará un registro en bitácora de todas las actividades en dicha etapa que incluirá entre otros no solamente contabilizar las cantidades de lodos que ingresaran, sino también el registro de la eficiencia e irregularidades de los equipos empleados en los frentes de trabajo, el material que se emplea para la cobertura de los lodos, así como el control de la planeación operativa.

Entre los temas de mayor relevancia que serán incluidos en la información que se registrará en la bitácora de control operativo se considerarán los siguientes:

- Cantidad y tipo de lodos recibidos.
- Número de vehículos que ingresan al sitio.
- Horarios de operación.
- Maquinaria utilizada.
- Cantidad de material de cobertura utilizado.
- Horas de trabajo por tipo de maquinaria utilizada.
- Consumos de combustibles por maquinaria utilizada en cada jornada de trabajo.
- Registro de incidentes en el frente de trabajo y en otras áreas del monorelleno.
- Registro del tiro de lodos en los frentes de trabajo.

Estos controles se llevarán a cabo mediante formatos que serán diseñados ex profeso, en los cuales se registrará cotidianamente la operación del sitio lo que permitirá elaborar informes y reportes de operación con la periodicidad requerida, así como generar los parámetros de seguimiento en el desempeño operacional necesarios para medir la eficiencia de las actividades y trabajos en el monorelleno.

Los informes generados a partir de la bitácora de trabajo serán una herramienta fundamental para llevar el control y medir la eficiencia del desempeño para la operación del monorelleno. La información que contendrá de forma básica los citados informes de operación periódicos, se enlista a continuación:

- Periodo de reporte.
- Responsables de la operación y control del sitio.
- Cantidad de lodos que ingresan al Monorelleno (promedios semanales o mensuales).
- Cantidad de vehículos que ingresan al lugar.
- Persona, maquinaria y equipo en operación.
- Reportes de avances en el llenado de las celdas de confinamiento.

- Cantidad de material utilizado para la cobertura.
- Reporte del monitoreo ambiental efectuado.
- Incidentes extraordinarios en el periodo de reporte.
- Consumo de combustibles por vehículo, equipo y maquinaria.

A efecto de mantener el control de todas las operaciones que se llevarán a cabo en el monorelleno, será necesario registrar la información relevante generada durante el desarrollo de las actividades cotidianas y extraordinarias que se presenten en el sitio. Los registros se facilitarán utilizando formatos adecuados que permitan registrar de manera eficiente la información requerida, así como darle un orden que permita posteriormente su procesamiento conforme las necesidades del promovente del proyecto. Muchos de estos registros deben realizarse directamente en campo, por lo que deberán capturarse en hojas de cálculo para agilizar su proceso de análisis.

5) Vigilancia del sitio

La vigilancia será una actividad cotidiana de gran relevancia en el monorelleno, la cual abarcará a cada una de las instalaciones y equipos con los que contará el proyecto ya que todos en conjunto, permitirán realizar una operación del mismo de manera eficiente y segura; la vigilancia de manera primordial se centrará en los siguientes apartados:

- 1) Evitar la entrada clandestina de residuos diferentes a los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- 2) La vigilancia del acceso al sitio, tanto del personal involucrado en las diferentes actividades propias del monorelleno como de los visitantes que acudan al mismo.
- 3) El sistema de pesaje de residuos habilitado a la entrada al monorelleno.
- 4) La vigilancia de las celdas de operación, las cuales durante esta etapa de desarrollo del monorelleno serán identificadas por medio de estacas u otros señalamientos de control mediante los cuales se muestre con total claridad los límites, dimensiones, acceso y altura a la que se trabajará la celda correspondiente.
- 5) Los niveles de los lodos en la celda, así como el ancho de los frentes de trabajo y el dimensionamiento de la plataforma de maniobras.

De igual manera se vigilará el buen estado tanto de los caminos de acceso como de los caminos internos del monorelleno mediante inspecciones constantes.

Procedimiento de Mantenimiento y Conservación

Es posible que por los diversos eventos erosivos tales como la lluvia, el viento, así como las acciones realizadas para la construcción del monorelleno, se presenten una serie de daños en la cobertura de los lodos que pueden traducirse en depresiones, grietas o erosiones. Es necesario por tanto hacer las reparaciones correspondientes a fin de que la cubierta de lodos se encuentre siempre en buenas condiciones para evitar emisiones contaminantes, la proliferación de fauna nociva y el incremento en la generación de lixiviados.

A continuación, se enlistan cada uno de los problemas antes mencionados, así como la manera de realizar el mantenimiento correspondiente a la cubierta:

a) Depresiones.

Este caso es común en la operación de sitios destinados al confinamiento de residuos debido a que, con el tiempo, lo lodos van secándose y compactándose, generando asentamientos y depresiones en la cubierta. Para reparar las represiones, deberán seguirse los siguientes pasos:

- Se escarificará con pala, rastrillo o zapapico el área afectada hasta una profundidad de 10 centímetros; en caso de que sea un área extensa usar la escarificadora de la moto niveladora.
- Se deberá colocar el material de cubierta previamente humedecido en capas de 20 centímetros como máximo y compactar cada capa hasta lograr cota de la superficie original.

b) Grietas.

Por cambios de temperatura o debido a que el material no sea el óptimo para la cobertura, pueden llegarse a formar grietas. El procedimiento de mantenimiento será el siguiente:

- Se deberá descubrir el terreno a cada lado de la grieta aproximadamente en 20 cms hasta la profundidad de la misma para humedecerla inmediatamente después.
- Se colocará material de cubierta mezclado con yeso en proporción 4:1, agregándole agua hasta tener una consistencia fluida, para después proceder a compactar la mezcla con pisón de mano hasta alcanzar la superficie original.

c) Reparación de Zonas Erosionadas en Taludes y Terraplenes.

La lluvia y el aire también pueden erosionar los taludes y terraplenes de las zonas terminadas del monorelleno. Estos efectos erosivos se reparan de la siguiente forma:

- Se escarificará en 10 cms la zona erosionada, ya se a mano o con máquina.
- Se humedecerá la zona erosionada.
- Con material de cubierta se preparará la zona erosionada, hasta darle la conformación original que tenía antes de la erosión causada principalmente por el aire y la lluvia.

d) Mantenimiento de Áreas Terminadas.

En las zonas terminadas, será necesario corregir, en caso de presentarse, los asentamientos diferenciales en taludes y terraplenes sin dejar a un lado lo referente al drenaje pluvial, la emisión de gases y el posible afloramiento de líquidos percolados.

Un elemento considerado para la conformación de las áreas terminadas es la siembra de pasto en la superficie del sitio; la selección de las especies a utilizar depende de la climatología, latitud y tipo de suelo existente. Por tanto, es en ocasiones complicado determinar con precisión la especie o especies adecuadas para cada caso en específico. Conforme a los datos con los que se cuenta del tipo de suelo existente en el sitio del proyecto en estudio a continuación se presentan las posibles especies que serán utilizadas para tal efecto:

- Pastos nativos (*Bouteloua gracilis*, *B. chondrosioides*, *B. curtipendula*); se tratará de rescatar el estrato vegetativo que tenga suficiente consistencia para replantar el pasto. Se resguardará con las medidas requeridas para su supervivencia y repoblación de la superficie.

II.2.10. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Se estima conforme a las proyecciones realizadas que el monorelleno cuente con una vida útil de 20 a 25 años con una capacidad de recepción diaria de 106 m³ de lodos estabilizados.

Para la restitución el sitio afectado por la construcción y operación del monorelleno se establecerá un Plan de Clausura, el cual direccionará en forma precisa las acciones a desarrollar para realizar el cierre del sitio conforme a la normatividad aplicable en la materia; dichas acciones en forma general implicarán la colocación de señalamientos restrictivos, compactación, sellado, el establecimiento de controles tendientes a minimizar aspectos tales como la posible infiltración del agua pluvial a través de la cubierta final y proteger contra la acción eólica en el sitio.

Como ya se indicó se deberá sellar la cubierta final para evitar la generación de malos olores, fauna nociva y manejar un adecuado paisaje de la zona. Dicha cubierta final deberá conformarse con una capa mínima de 20 cms de material arcilloso compactado y sobre esta una capa del mismo material de 40 cms de espesor y finalmente una capa de suelo orgánico obtenido de los trabajos de construcción del Monorelleno con un espesor mínimo de 30 cms.

La función de este sello, además de evitar la posible emisión de malos olores, completará el confinamiento de los residuos y establecerá las condiciones para la plantación de especies vegetales prioritariamente nativas de la zona, con lo cual el terreno, una vez estabilizado, podrá ser utilizado a mediano o largo plazo como un área de recreo o para la siembra y cultivo de especies forrajeras nativas.

La capa de suelo para inducir el crecimiento de la vegetación sobre las celdas de confinamiento ayudará a reducir la infiltración de agua pluvial permitiendo la evapotranspiración y contribuyendo a la reducción de los procesos erosivos eólicos e hídricos que pueden suscitarse. La capa de suelo a colocar no deberá ser compactada para permitir el desarrollo y crecimiento normal de las raíces de las plantas que sean sembradas y deberá ser colocada inmediatamente después de que se termine la compactación de las capas superiores. Debe determinarse el tipo de vegetación que sea resistente a las condiciones climáticas de la región y que se desarrolle sin necesidad de riego artificial y que proporcione la mayor cobertura posible para el óptimo uso de la precipitación pluvial. Además

se llevará a cabo en forma permanente conforme a los lineamientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003 un monitoreo constante de los pozos de venteo del biogás y un adecuado sistema de drenaje para lixiviados.

Como ya se indicó con anterioridad, se propone que el predio sea adecuadamente rehabilitado para la plantación de especies nativas de la región con un uso futuro contemplado como recreativo y conservación en el mediano o largo plazo.



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

II.2.11. Programa de trabajo.

Las obras requeridas para la preparación del sitio y construcción del proyecto contemplan un periodo estimado de 24 meses desde la habilitación de caminos hasta la habilitación del sistema de control de biogás y lixiviados de la celda. A continuación, se presenta el programa calendarizado.

INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES																									
OBRA : "NORONELLERO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE Lodos DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES																		AGUASCALIENTES, MÉXICO							
PROGRAMA DE OBRAS																		TIEMPO : 24 MESES							
CONCEPTO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	
Proceso de regularización ante la PROCEPA, por inicio de actividades	█	█	█																						
Proceso de Regularización frente a la PROTEPA, por inicio de actividades.	█	█	█	█																					
Delimitación del IANM y IANM de arroyo Intermédica La Trinidad		█	█	█																					
Elaboración y presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Federal para el Cambio de uso de Suelo Forestal		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Elaboración y presentación del Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de uso de Suelo Forestal			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Obtención de los permisos municipales				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Inicio de obras y actividades							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Desplante, Corte, Paralización, Movilización, Conformación de celdas							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Intermediación con comunidades										█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Instalación del sistema de biogás y lixiviados										█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Infraestructura complementaria. Obra civil.										█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Operación																									

II.2.12. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera.

Control Ambiental de Líquidos Percolados y Biogás

Durante la operación del monorelleno, es de esperarse que en la temporada de lluvias se registren precipitaciones pluviales de distintas intensidades y duraciones, que promuevan la producción de líquidos percolados, al infiltrarse el agua de lluvia al interior de los lodos, cuando se hallen en proceso de ser confinados en el frente de trabajo y en menor escala, cuando la celda diaria haya sido cubierta con material terreo al término de las operaciones del día.

Al respecto, es fundamental realizar el cálculo de la producción de líquidos percolados, para dimensionar los dispositivos que permitan su control eficiente, mediante su captación y posterior reinfiltración al interior de los lodos confinados; buscando con ello acelerar la estabilización de la fracción orgánica residual presente en ellos; todo ello sin el riesgo de que se incremente la fase líquida dentro de los lodos, lo cual permitirá alcanzar un sistema cerrado de recirculación de los líquidos percolados, reduciendo el impacto ambiental que pudieran generar.

Para ello, es necesario hacer la evaluación del fenómeno que regula la producción de líquidos percolados, aplicando un Balance Hídrico que incluya entre otros factores a la precipitación pluvial, a la evapotranspiración y al escurrimiento. En el informe 3 que se anexa al presente documento, se muestra el desarrollo del procedimiento para la evaluación de lixiviados.

De acuerdo con los resultados del balance hídrico de la tabla antes reportada, se concluye que la percolación del agua de lluvia a través de los lodos depositada, una vez que atravesó la capa de material de cubierta, provocará la formación de un volumen de líquidos percolados de 46.20 m³ por año y por hectárea.

Ahora bien, considerando que por una deficiente operación del monorelleno, no se cubran los lodos cotidianamente; la lámina de agua resultante del balance, sin considerar la humedad que puede tomar la capa de suelo con la que se cubrirán los lodos, será de 325.70 m³ por año y por hectárea; sin embargo considerando que según el balance mencionado, el caudal indicado corresponde en realidad a dos meses de balance positivo, el caudal por hectárea para ese periodo, será igual a: $(325.70 \text{ m}^3)/(60 \text{ días} \times 24 \text{ horas})$: 0.226 m³/hr.=0.0628 lps.

Los líquidos percolados, se captarán y conducirán para su extracción, hasta una serie de cárcamos de bombeo, como se muestra en el plano MORA-DI-CLP-01; para su posterior recirculación al interior de los lodos confinados en el monorelleno, empleando estructuras especialmente concebidas y conceptualizadas para tal fin, con un diseño específico propio que asegure la impregnación del líquido percolado, así como el contacto con todas las celdas de lodos.

De ninguna manera, se utilizarán los pozos de extracción de biogás, para la recirculación de líquidos percolados, ni tampoco la descarga indiscriminada de estos líquidos en los frentes de trabajo y mucho menos su concentración en lagunas de evaporación.

Tomando en cuenta la tasa de infiltración calculada anteriormente, el volumen potencial anual por hectárea de la precipitación pluvial, que se presume, se podrá infiltrar como percolado en el biorrelleno, será igual:

$$Q = 0.03257 \text{ m}^3/60 \text{ días} \times 10,000 \text{ m}^2 = 5.428 \text{ m}^3/\text{día-Ha}$$

Este volumen, implica un gasto por hectárea de:

$$Q = (5.428 \text{ m}^3/\text{día}) / (86,400 \text{ seg}) = 6.28 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.0628 \text{ l/s}$$

Entonces, para evitar que este aporte de agua, convertido en percolado se infiltre hacia el subsuelo, el monorelleno debe equiparse con los sistemas de control que permitan evitar dicha infiltración.

Para reducir el ingreso del agua pluvial al interior de los lodos confinados, es posible incrementar el espesor de la capa de tierra que se colocará para cubrirlos, o bien utilizar lonas impermeables de material plástico para cubrir el frente de trabajo, una vez que haya culminado la jornada diaria, en el entendido que dichas lonas, se retirarán al iniciar la jornada del siguiente día de trabajo y se colocarán nuevamente al finalizar dicha jornada y así sucesivamente. Asumiendo una situación extrema del doble del caudal establecido, así como una velocidad de 0.50 m/seg, el área hidráulica necesaria, será:

$$A = (0.0001256 \text{ m}^3/\text{s}) / (0.50 \text{ m/s}) = 0.0002512 \text{ m}^2$$

Lo anterior pudiera permitir utilizar una tubería con un diámetro mínimo; sin embargo, se utilizarán tuberías de 25 cms de diámetro, para captar flujos máximos que pudieran presentarse por condiciones de precipitación pluvial extremas.

En el plano MORA-DI-CLP-01; se presenta el sistema de control antes descrito para la captación y conducción de los líquidos percolados que serán generados en el monorelleno.

Para poder desarrollar el análisis estequiométrico de los lodos, es necesario conocer la composición química del sustrato que se trate, misma que puede ser utilizada como una especie de fórmula mínima para realizar el balance; sin embargo, los lodos que se confinarán en el monorelleno, ingresarán deshidratados y digeridos, por lo que es poco probable que puedan generar biogás. Para esclarecer esta situación, cuando lleguen los primeros embarques de lodos al monorelleno, se tomarán varias muestras de los mismos, para determinar su composición química y estar en posibilidades de aplicar el balance estequiométrico señalado, para precisar si queda algún residual orgánico que pueda ser degradado y generar biogás.

Sin embargo, se colocarán dispositivos para la captación de biogás, si es que los lodos conservan alguna concentración residual de materia orgánica sin estabilizar; a base de ductos captadores inclinados, compuestos por "colchonetas permeables", empacados con grava triturada de 3/4 de pulgada de tamaño promedio, dentro de las cuales se introducirá una tubería corrugada de

polietileno alta densidad de 4" de diámetro, perforada al tres bolillo en toda su longitud, que se colocará a todo lo largo de la colchoneta.

Las "colchonetas permeables" se apoyarán verticalmente en los taludes o paredes laterales de las celdas de lodos, a todo lo largo de dichas paredes, desde el nivel de desplante del monorelleno, hasta la cota que determine su nivel de piso terminado; en donde se impermeabilizará su tramo terminal, para después conectar la tubería de su interior, con una tubería perimetral ciega y lisa de polietileno alta densidad, la cual fungirá como tubería de conducción, para entregar el biogás al dispositivo donde se combustiónará. Las estructuras semiverticales de captación, serán interconectadas entre capa y capa de lodos, para conducir el biogás al exterior hasta un sistema centralizado a nivel superficial, donde será quemado. El plano MORA-DI-CBO1, describe los detalles del sistema propuesto para el control del biogás.

Es importante mencionar que los criterios de trabajo para el manejo tanto de los líquidos percolados como del biogás, se llevarán a cabo de manera individual, para cada una de las plataformas del monorelleno.

Los sistemas para el control del biogás y de los líquidos percolados proveen de información valiosa acerca del desempeño del monorelleno, aunque es de esperarse que no haya generación de biogás por estar los lodos ya estabilizados y que los líquidos no tengan una carga orgánica muy alta por la misma razón.

Particularmente, sirven para detectar algún problema funcional o de diseño lo más pronto posible e inmediatamente implantar acciones correctivas; así como para controlar su migración fuera del sitio. En este sentido, el daño para el ambiente puede ser regulado y los costos asociados serán menores.

Es importante mencionar que los dispositivos para el control de los líquidos percolados, requieren una atención continua para garantizar que operen correctamente. Regularmente recibirán un mantenimiento efectivo para asegurar su adecuado funcionamiento, además se deberá realizar la limpieza continua de ellos, la verificación del cumplimiento de los caudales y flujos de diseño, la caracterización fisicoquímica y biológica de su composición para estar al tanto de su evolución.

Para tal efecto se llevará en bitácora los registros de la producción de líquidos percolados, así como el flujo, explosividad y composición del biogás en caso de que se genere. La información estará disponible en todo momento en el sitio, con el fin de establecer los controles necesarios para evitar su impacto al ambiente, que es uno de los objetivos fundamentales de su monitoreo.

Además de todo lo antes mencionado, se cumplirá cabalmente con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, con respecto a estos impactantes.

Para mayor detalle técnico sobre esta sección de la generación y manejo de residuos líquidos, se describe en la sección *II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto* en el subtema.

La descripción a detalle de la membrana es la siguiente: Atarfil HDPE 0.75 mm Presentación 6.0 m ancho x 280 m; ATARFIL HD es una geomembrana fabricada con resinas de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), de máxima calidad y prestaciones, que han sido debidamente contrastadas y que cumplen con las exigencias más estrictas para la aplicación a la que van destinadas. Tiene una durabilidad y resistencia en la impermeabilización de todo tipo de almacenamiento o encapsulado de líquidos o residuos. ATARFIL HD contiene aproximadamente un 97.5% de Polímero y un 2.5% de Negro de Carbono, antioxidantes y estabilizadores térmicos. No contiene aditivos que puedan migrar o producir fragilidad con el paso del tiempo.

RESISTENCIA UV

10/10

RESISTENCIA AL ATAQUE QUÍMICO

10/10

RESISTENCIA MECÁNICA

9/10

FLEXIBILIDAD / SOLDABILIDAD

6/10



TIT



Ilustración 1 Método de Anclaje.

Sistemas para el control de los líquidos percolados y del biogás.

II.2.13. Residuos.

Etapa de Preparación y Construcción.

Residuos sólidos urbanos

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos de manera principal por los trabajadores que laboren en el sitio que incluirán restos de comida, envolturas, plásticos, papel y otros de naturaleza similar.

En la siguiente tabla se presenta una estimación de la cantidad de residuos sólidos urbanos que serán generados la etapa de construcción del Monorelleno con base en la cantidad de trabajadores requerida para dicha etapa y considerando una generación de 150 gr/día de residuos.

Tabla 41. Residuos sólidos urbanos generados en la etapa de construcción.

Días de construcción	Trabajadores empelados	Factor de generación	Total de generación
180	15 obreros	150 gr/día por trabajador	2.25 Kg/día
TOTAL			405

Con base en los resultados obtenidos se observa que en promedio se generarán diariamente 2.25 Kg de RSU y en total aproximadamente 405 durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción, los cuales serán depositados en tambos o contenedores metálicos o plásticos de 200 l y serán recogidos 2 veces por semana por una empresa debidamente autorizada por el Estado para la recolección y transporte de residuos y por el Municipio para el uso del Relleno Sanitario Municipal.

Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que se generarán durante esta etapa serán principalmente remanentes de solventes sucios y restos de pinturas; para estimar su volumen se realizará mediante factores de generación; en la siguiente tabla se muestra parte de residuos peligrosos generados en la etapa de construcción:

Tabla 42. Residuos peligrosos generados en la etapa de construcción.

Tipo de Residuo	Factor de Generación	Total.
Solventes sucios y restos de pinturas.	0.009 lt/ m ²	0.3375 lt

Nota: Se determinaron 37.5 m² (área de oficinas) de acuerdo con las dimensiones del proyecto.

Además, se generarán residuos sólidos (estopas, brochas, periódico, envases, etc.) impregnados con solventes y restos de pintura que son considerados como peligrosos.

Todos los residuos peligrosos serán depositados en un almacén temporal que se implementará durante el desarrollo de la obra, el cual cumplirá con las especificaciones mínimas necesaria para este tipo de instalaciones, y de ahí serán retirados cada dos meses por un prestador de servicios debidamente autorizado por la SEMARNAT para la recolección y transporte de este tipo de residuos.

Durante esta etapa se generarán residuos de la construcción consistentes principalmente en papel de sacos de cemento y chatarra ferrosa.

Residuos de manejo especial

En la siguiente tabla se muestran los residuos de manejo especial que se estima se generaran en la construcción de la nave industrial.

Tabla 43. Residuos de manejo especial generados en la etapa de construcción.

Residuos de Manejo Especial	Factor de Generación	Total.
Papel de sacos de cemento, cal y cartón	0.0023 kg/m ²	0.77 kg
Chatarra ferrosa.	0.066 kg/m ²	22.14 kg
Escombros (pedacera de tabique, block, concreto, restos de materiales de construcción)	0.013 m ³ /m ²	4.36 m ³

Nota: Se determinaron 335.5 m² de acuerdo con las dimensiones del proyecto.

Estos residuos serán debidamente separados y almacenados para su posterior comercialización.

En la siguiente tabla se observan los residuos de escombros como pedacera de tabique, block y concreto que se espera generar en la etapa de construcción. Estos residuos serán enviados a un tiradero de escombros debidamente autorizado.

Residuos de tierra producto de despalme y nivelación

Durante la etapa de preparación del sitio, que es donde se dará el cambio de uso de suelo, se generarán residuos vegetales producto del despalme y desmonte que se realizará al interior del predio. Estos residuos orgánicos serán acoplados temporalmente en un sitio específico donde no afecte a la vegetación en pie, de preferencia en un lugar que vaya a ser aprovechado en el futuro, para posteriormente ser triturados y utilizados en áreas verdes para enriquecimiento del suelo.

Se estima que se reutilizará el 30% en la misma obra, para fines de acondicionar las áreas ajardinadas. El resto será depositado en los sitios debidamente autorizados por la autoridad municipal.

En la siguiente tabla se presenta la generación estimada de residuos vegetales.

Tabla 44. Generación Estimada de Residuos vegetales.

Residuos vegetales	Factor de generación	Total
Material vegetal producto de la remoción	0.11 m ³ /m ²	36,596.96 m ³
<i>Nota: Se determinaron 332,699.67 m² de acuerdo con las dimensiones del proyecto.</i>		

Estos residuos se revolverán con el material de despalme y se almacenarán en la misma obra para después, en la parte final de la misma, ser usados para acondicionar las áreas que serán destinadas a áreas verdes.

Residuos sanitarios

Se instalará una caseta sanitaria por cada 20 personas, con limpiezas y desazolve cada tercer día. Los residuos serán manejados por una empresa debidamente autorizada.

Etapa de Operación y Mantenimiento.

Residuos sólidos urbanos

Tomando en cuenta una generación estimada de residuos sólidos urbanos (RSU) de alrededor de 250 gr/día por cada persona en el Monorelleno se contará con una plantilla laboral de alrededor de 10 personas (trabajadores), se proyecta una generación de 2.5 Kg diarios de RSU.

Los RSU serán depositados en contenedores metálicos para su almacenamiento temporal y posteriormente serán transportados al Relleno Sanitario Municipal de Aguascalientes para su disposición final por parte del INAGUA.

Residuos peligrosos

Los residuos Peligrosos (RP's) que se esperan sean generados principalmente por actividades de mantenimiento de maquinaria, equipos y esporádicamente de vehículos automotores que sean utilizados directamente por el INAGUA para los trabajos de transporte, carga y en el frente de confinamiento, los cuales incluyen aceites gastados, recipientes o envases que entran en contacto con ellos y materiales impregnados con grasas y aceites (trapos, estopas y otros).

Dichos residuos serán almacenados temporalmente en un sitio específico dentro de las áreas de mantenimiento de las instalaciones del monorelleno y posteriormente serán recolectados por una empresa prestadora de servicios, debidamente autorizada por la SEMARNAT para el manejo de residuos peligrosos a efecto de que sean dispuestos conforme a la legislación federal vigente en la materia.

Otros

Durante la operación del monorelleno es de esperarse que en la temporada de lluvias se registren precipitaciones pluviales de distintas intensidades y duraciones, que promuevan la producción de líquidos percolados, al infiltrarse el agua de lluvia al interior de los lodos, cuando se hallen en proceso de ser confinados en el frente de trabajo y en menor escala, cuando la celda diaria haya sido cubierta con material terreo al término de las operaciones del día.

Al respecto, es fundamental realizar el cálculo de la producción de líquidos percolados para dimensionar los dispositivos que permitan su control eficiente, mediante su captación y posterior reinfiltración al interior de los lodos confinados; buscando con ello acelerar la estabilización de la fracción orgánica residual presente en ellos; todo ello sin el riesgo de que se incremente la fase líquida dentro de los lodos, lo cual permitirá alcanzar un sistema cerrado de recirculación de los líquidos percolados, reduciendo el impacto ambiental que pudieran generar.

Para ello, es necesario hacer la evaluación del fenómeno que regula la producción de líquidos percolados, aplicando un Balance Hídrico que incluya entre otros factores a la precipitación pluvial, a la evapotranspiración y al escurrimiento. En el informe 3 que se anexa al presente documento, se muestra el desarrollo del procedimiento para la evaluación de lixiviados.

De acuerdo con los resultados del balance hídrico de la tabla antes reportada, se concluye que la percolación del agua de lluvia a través de los lodos depositada, una vez que atravesó la capa de material de cubierta, provocará la formación de un volumen de líquidos percolados de 46.20 m³ por año y por hectárea.

Ahora bien, considerando que por una deficiente operación del Monorelleno, no se cubran los lodos cotidianamente; la lámina de agua resultante del balance, sin considerar la humedad que puede tomar la capa de suelo con la que se cubrirán los lodos, será de 325.70 m³ por año y por hectárea; sin embargo considerando que según el balance mencionado, el caudal indicado corresponde en realidad a dos meses de balance positivo, el caudal por hectárea para ese periodo, será igual a: $(325.70 \text{ m}^3) / (60 \text{ días} * 24 \text{ horas}) = 0.226 \text{ m}^3/\text{hr.} = 0.0628 \text{ Ips}$.

Los líquidos percolados, se captarán y conducirán para su extracción, hasta una serie de cárcamos de bombeo; para su posterior recirculación al interior de los lodos confinados en el monorelleno, empleando estructuras especialmente concebidas y conceptualizadas para tal fin, con un diseño específico propio que asegure la impregnación del líquido percolado, así como el contacto con todas las celdas de lodos.

De ninguna manera, se utilizarán los pozos de extracción de biogás, para la recirculación de líquidos percolados, ni tampoco la descarga indiscriminada de estos líquidos en los frentes de trabajo y mucho menos su concentración en lagunas de evaporación.

Tomando en cuenta la tasa de infiltración calculada anteriormente, el volumen potencial anual por hectárea de la precipitación pluvial, que se presume, se podrá infiltrar como percolado en el Monorelleno, será igual:

$$Q = 0.03257 \text{ m}^3/60 \text{ días} \times 10,000 \text{ m}^2 = 5.428 \text{ m}^3/\text{día-Ha}$$

Este volumen, implica un gasto por hectárea de:

$$Q = (5.428 \text{ m}^3/\text{día}) / (86,400 \text{ s}) = 6.28 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$Q = 0.0628 \text{ l/s}$$

Entonces, para evitar que este aporte de agua, convertido en percolado se infiltre hacia el subsuelo, el monorelleno debe equiparse con los sistemas de control que permitan evitar dicha infiltración.

Para reducir el ingreso del agua pluvial al interior de los lodos confinados, es posible incrementar el espesor de la capa de tierra que se colocará para cubrirlos, o bien utilizar lonas impermeables de material plástico para cubrir el frente de trabajo, una vez que haya culminado la jornada diaria, en el entendido que dichas lonas, se retirarán al iniciar la jornada del siguiente día de trabajo y se colocarán nuevamente al finalizar dicha jornada y así sucesivamente. Asumiendo una situación extrema del doble del caudal establecido, así como una velocidad de 0.50 m/seg, el área hidráulica necesaria, será:

$$A = (0.0001256 \text{ m}^3/\text{s}) / (0.50 \text{ m/s}) = 0.0002512 \text{ m}^2$$

Lo anterior pudiera permitir utilizar una tubería con un diámetro mínimo; sin embargo, se utilizarán tuberías de 25 cms de diámetro, para captar flujos máximos que pudieran presentarse por condiciones de precipitación pluvial extremas.

Se presenta el sistema de control antes descrito para la captación y conducción de los líquidos percolados que serán generados en el monorelleno.

Para poder desarrollar el análisis estequiométrico de los lodos, es necesario conocer la composición química del sustrato que se trate, misma que puede ser utilizada como una especie de fórmula mínima para realizar el balance; sin embargo, los lodos que se confinarán en el monorelleno, ingresarán deshidratados y digeridos. Para esclarecer esta situación, cuando lleguen los primeros embarques de lodos al monorelleno, se tomarán varias muestras de los mismos, para determinar su composición química y estar en posibilidades de aplicar el balance estequiométrico señalado, para precisar si queda algún residual orgánico que pueda ser degradado y generar biogás.

Sin embargo, se colocarán dispositivos para la captación de biogás, si es que los lodos conservan alguna concentración residual de materia orgánica sin estabilizar; a base de ductos captadores inclinados, compuestos por "colchonetas permeables", empacados con grava triturada de 3/4 de pulgada de tamaño promedio, dentro de las cuales se introducirá una tubería corrugada de polietileno alta densidad de 4" de diámetro, perforada al tres bolillo en toda su longitud, que se colocará a todo lo largo de la colchoneta.

Las "colchonetas permeables" se apoyarán verticalmente en los taludes o paredes laterales de las celdas de lodos, a todo lo largo de dichas paredes, desde el nivel de desplante del Monorelleno,

hasta la cota que determine su nivel de piso terminado; en donde se impermeabilizará su tramo terminal, para después conectar la tubería de su interior, con una tubería perimetral ciega y lisa de polietileno alta densidad, la cual fungirá como tubería de conducción, para entregar el biogás al dispositivo donde se combustionará. Las estructuras semiverticales de captación, serán interconectadas entre capa y capa de lodos, para conducir el biogás al exterior hasta un sistema centralizado a nivel superficial, donde será quemado. El plano MORA-DI-CBO1, describe los detalles del sistema propuesto para el control del biogás.

Es importante mencionar que los criterios de trabajo para el manejo tanto de los líquidos percolados como del biogás, se llevarán a cabo de manera individual, para cada una de las plataformas del monorelleno.

Los sistemas para el control del biogás y de los líquidos percolados proveen de información valiosa acerca del desempeño del monorelleno, aunque es de esperarse que no haya generación de biogás por estar los lodos ya estabilizados y que los líquidos no tengan una carga orgánica muy alta por la misma razón. Particularmente, sirven para detectar algún problema funcional o de diseño lo más pronto posible e inmediatamente implantar acciones correctivas; así como para controlar su migración fuera del sitio. En este sentido, el daño para el ambiente puede ser regulado y los costos asociados serán menores.

Es importante mencionar que los dispositivos para el control de los líquidos percolados, requieren una atención continua para garantizar que operen correctamente. Regularmente recibirán un mantenimiento efectivo para asegurar su adecuado funcionamiento, además se deberá realizar la limpieza continua de ellos, la verificación del cumplimiento de los caudales y flujos de diseño, la caracterización fisicoquímica y biológica de su composición para estar al tanto de su evolución.

Se deberán llevar en bitácora, los registros de la producción de líquidos percolados, así como el flujo, explosividad y composición del biogás en caso de que se genere. La información deberá estar disponible en todo momento en el sitio, con el fin de establecer los controles necesarios para evitar su impacto al ambiente, que es uno de los objetivos fundamentales de su monitoreo.

Además de todo lo antes mencionado, se deberá cumplir cabalmente con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, con respecto a estos impactantes.

III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO.

La razón por la que se somete a evaluación el presente proyecto, es porque las obras y actividades que constituyen al proyecto incluyen el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, por lo que de acuerdo con el Artículo 28 fracción VII de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como el Art. 5 inciso O) del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto

Ambiental de la mencionada Ley, es necesario presentar una Manifestación de Impacto Ambiental para evaluar los impactos que se derivarán de la ejecución del cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Debido a ello, un objetivo fundamental del promovente es obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto considerando las características actuales de la zona donde se pretende ejecutarlo.

Para establecer una vinculación normativa de la manifestación de impacto ambiental, es necesario revisar minuciosamente los instrumentos y ordenamientos en materia ambiental y de uso del suelo que son aplicables y que marcan las acotaciones a las que deben ajustarse los proyectos.

III.1. Ordenamientos jurídicos federales.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es el ordenamiento que establece y regula el procedimiento para la Evaluación del Impacto Ambiental, documento publicado en 1988, con su última reforma en febrero de 2014.

La LGEEPA en su artículo 28 establece las obras y actividades que requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental previo a su inicio, en los términos y condiciones que establece el Reglamento en la materia. El artículo 28 de la LGEEPA en su fracción VII menciona que en los casos 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; (...).



Vinculación con la LGEEPA.

El proyecto, por tratarse de obras que requieren el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se vincula con la fracción VII del artículo 28 de la LGEEPA. Y se ha presentado para su evaluación y autorización.

Reglamento de la LGEEPA en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, establece en su artículo 5 inciso O), que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, (...);

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, (...).

De esta manera queda establecida la obligación de presentar la manifestación de impacto ambiental para las obras que comprende el proyecto.

Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Para obtener previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental para el proyecto, el promovente cumple con la obligación estipulada en el artículo 5 inciso O) del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, por tratarse de una obra que requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, y remite a evaluación y autorización la manifestación de impacto ambiental correspondiente ante la SEMARNAT.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Por las definiciones contenidas en esta Ley, el Terreno forestal es aquel que está cubierto por vegetación forestal; misma Ley la define 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 conformidad con la LGDFS, la autorización de cambio de uso de suelo sólo puede otorgarse por excepción cuando se demuestre que el uso que se le dé al suelo no comprometerá la biodiversidad, ni provocará la erosión del suelo, deterioro de la calidad del agua ni disminución de su captación en cantidad, y que el uso de suelo propuesto sea más productivo a largo plazo. Por lo tanto, el proyecto se desarrolla sobre una superficie que, de acuerdo a las definiciones de la ley, está sujeta a este trámite, de acuerdo al artículo 117 de esta ley, y en los artículos 120 y 127 de su reglamento.

Vinculación del proyecto con la LGDFS

El proyecto se pretende desarrollar en un predio que cuenta con una vegetación de tipo matorral espinoso/crasicaule, en fase secundaria, y requiere de la remoción de esta vegetación, por lo que es necesario tramitar la autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, para ello deberá cumplir con los preceptos que establece la LGDFS para obtener dicha autorización y así poder llevarse a cabo. Para ello, se presenta a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular, al mismo tiempo que se ingresa a evaluación el Estudio Técnico Justificativo, para solicitar las autorizaciones en materias de impacto ambiental y forestal, respectivamente.

Ley de Aguas Nacionales (LAN).

ARTÍCULO 7. Se declara de utilidad pública:

II. La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras;

ARTÍCULO 113. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión":

I. Las playas y zonas federales, en la parte correspondiente a los cauces de corrientes en los términos de la presente Ley;

III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales;

IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;

V. Los terrenos de los cauces y los de los vasos de lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, descubiertos por causas naturales o por obras artificiales;

ARTÍCULO 118. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. Para el caso de materiales pétreos se estará a lo dispuesto en el Artículo 113 BIS de esta Ley.

ARTÍCULO 118 BIS. Los concesionarios a que se refiere el presente Capítulo estarán obligados a:

I. Ejecutar la explotación, uso o aprovechamiento consignado en la concesión con apego a las especificaciones que hubiere dictado "la Autoridad del Agua";

II. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión o autorizadas por "la Autoridad del Agua".

Vinculación con la LAN.

La promovente, en la realización del proyecto, cumplirá con obtener la autorización que señala el Artículo 118 de la LAN para construir obras en una zona federal, que en este caso solo serán los canales de descarga de las obras de drenaje pluvial del monorelleno, para conducir el agua hasta el arroyo "La Trinidad", respetando así el flujo natural de los escurrimientos pluviales.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

Esta Ley establece la obligación de proteger y conservar la vida silvestre que se encuentra en el país, así como las directrices bajo las que se puede llevar a cabo su aprovechamiento sustentable:

ARTÍCULO 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

ARTÍCULO 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.

Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre.

Para dar cumplimiento al artículo 4 de la Ley General de Vida Silvestre, en el desarrollo del presente proyecto se respetará a la vida silvestre que vive en el predio y en la zona, evitando causarles daños o perturbaciones antes y durante la ejecución de las obras, así como al finalizar éstas y cuando se dé inicio a la etapa de operación. Para ello, se capacitará y se informará al personal para que respete a la fauna presente en el lugar durante las actividades del proyecto.

Respecto al artículo 56 de la LGVS, se hizo un listado de las especies de fauna identificadas en el predio y en sistema ambiental bajo estudio, así como de las que posiblemente se encuentran en el sitio de acuerdo lo publicado en la bibliografía, y se procedió a una revisión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para determinar si estas especies se encuentran enlistadas en ella, a fin de tener especial cuidado en caso de encontrarlas en la zona durante el desarrollo del proyecto.

Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

ARTÍCULO 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

ARTÍCULO 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

ARTÍCULO 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales.

Vinculación con la LGPGIR.

Para dar cumplimiento a los artículos 16, 18 y 19 de la LGPGIR, en el desarrollo del presente proyecto se separarán los residuos sólidos urbanos y los de manejo especial que se van a generar y se les dará la disposición final adecuada según corresponda, mediante prestadores de servicio o por el mismo promovente. No se prevé la generación de residuos peligrosos durante las obras, en caso de que se llegaran a generar, se gestionarán conforme a la normatividad aplicable.

III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).


Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Al Gobierno Federal, a través de la SEMARNAT, le corresponde 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, tiene que ser analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

Con base en el Modelo de Ordenamiento Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio se identificó que el predio propuesto para el desarrollo del proyecto denominado "*DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO*", promovido por el Instituto del Agua del Estado de Aguascalientes se ubica en la Región Ecológica 18.6 en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) No. 48 denominado Altos de Jalisco, la cual se caracteriza por no presentar superficie ocupada por Áreas Naturales Protegidas de competencia federal así como por una alta degradación de los suelos y una muy alta degradación de la vegetación. Dicha UAB abarca una superficie de 16,017.83 Km² y se le ha definido una Política Ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable teniendo como rectores de desarrollo los sectores de Agricultura y Ganadería y como coadyuvantes a los sectores Forestales, a la Industria y a la Minería. En la siguiente figura se incluye la Ficha Técnica de

la UAB en mención la cual desglosa los datos, políticas, estrategias sectoriales definidas conforme al POEGT:

	<p>REGION ECOLOGICA: 18.5</p> <p>Unidad Ambiental Biofísica que la compone:</p> <p>43. Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes 48. Altos de Jalisco 88. Llanuras de la Costa Golfo Norte</p> <p>Localización:</p> <p>43. Norte de Jalisco y suroeste de Zacatecas 48. Noreste de Jalisco 88. Porción norte del estado de Veracruz y parte del suroeste de Tamaulipas</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"> Superficie en Km²: 43. 10,888.43 48. 16,017.83 88. 19,868.92 Superficie Total: 46,775.18 Km² </td> <td style="width: 33%;"> Población por UAB: 43. 1,363,069 48. 991,515 88. 1,458,333 Población Total: 3,812,917 hab. </td> <td style="width: 33%;"> Población Indígena: 43. Sin presencia 48. Sin presencia 88. Huasteca </td> </tr> </table>	Superficie en Km²: 43. 10,888.43 48. 16,017.83 88. 19,868.92 Superficie Total: 46,775.18 Km ²	Población por UAB: 43. 1,363,069 48. 991,515 88. 1,458,333 Población Total: 3,812,917 hab.	Población Indígena: 43. Sin presencia 48. Sin presencia 88. Huasteca
Superficie en Km²: 43. 10,888.43 48. 16,017.83 88. 19,868.92 Superficie Total: 46,775.18 Km ²	Población por UAB: 43. 1,363,069 48. 991,515 88. 1,458,333 Población Total: 3,812,917 hab.	Población Indígena: 43. Sin presencia 48. Sin presencia 88. Huasteca		
<p>Estado Actual del Medio Ambiente 2008:</p>	<p>43. Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Muy alta degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Media. El uso de suelo es Agrícola y Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 78.7. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</p> <p>48. Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Baja. El uso de suelo es Agrícola, Otro tipo de vegetación y Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 32.1. Baja marginación social. Bajo índice medio de educación. Muy bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</p> <p>88. Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Alto. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de alta a media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Alta. Densidad de población (hab/km²): Media. El uso de suelo es Pecuario y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.02. Media marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</p>			

Escenario al 2033:		43 y 48. Inestable a Crítico 88. Crítico			
Política Ambiental:		43, 48 y 88. - Restauración y aprovechamiento sustentable			
Prioridad de Atención:		43 y 48. - Media 88. - Muy alta			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
43	Agricultura - Ganadería	Industria - Preservación de Flora y Fauna	Desarrollo Social - Forestal - Minería	PEMEX	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
48	Agricultura - Ganadería	Forestal	Industria	Minería	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 36, 37, 38, 42, 43, 44
88	Agricultura - Ganadería	PEMEX	Industria - Minería	Forestal - Turismo	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 31, 33, 36, 37, 42, 43, 44
Estrategias. UAB 43					
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio					
A) Preservación		1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.			
B) Aprovechamiento sustentable		4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.			
C) Protección de los recursos naturales		12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.			
D) Restauración		14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.			
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios		15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.			
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana					
C) Agua y Saneamiento		28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.			
E) Desarrollo social		36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.			
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional					
A) Marco jurídico		42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.			

B) Planeación del ordenamiento territorial	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>
Estrategias. UAB 48	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>
C) Protección de los recursos naturales	<p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>
D) Restauración	<p>14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 Bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p>16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.</p> <p>17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
E) Desarrollo Social	<p>36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p>37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p>
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico	<p>42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p>
B) Planeación del ordenamiento territorial	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>
Estrategias. UAB 88	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>
C) Protección de los Recursos Naturales	<p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>
D) Restauración	<p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p>16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.</p> <p>17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).</p> <p>18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.</p> <p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p>

	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Figura 40. Ficha Técnica de la Región Ecológica 18.5.



Vinculación del POEGT.

Con base en los lineamientos establecidos en materia de Ordenamiento Ecológico General del Territorio e identificado el sitio del proyecto en la UAB No. 48 Altos de Jalisco, podemos apreciar que la naturaleza del mismo no se contrapone a la Política Ambiental asignada a esta Unidad correspondiente a Restauración y Aprovechamiento Sustentable, entendiéndose estas como:

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. (LGEEPA, Artículos 3, fracción XXXIII).

Aprovechamiento Sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. (LGEEPA, Artículo 3, fracción III).

Con base en las citadas Políticas Ambientales, se considera que el proyecto denominado *“DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO”*, promovido por el Instituto del Agua del Estado de Aguascalientes no se contrapone a las Políticas Ambientales anteriormente descritas toda vez que como proyecto enfocado en un 100% a prevenir y reducir la contaminación ambiental que pudiera generar el inadecuado manejo y disposición de los residuos de manejo especial (lodos) generados en la Planta de Tratamiento de la Ciudad de Aguascalientes sin afectar la integridad de los recursos natural de la zona donde se pretende llevar a cabo ni tampoco agotar las capacidades de los ecosistemas.

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial Aguascalientes 2013-2035 (“PEOEyT Aguascalientes 2013-2035”).

Los centros de población, en el último siglo, se han caracterizado por crecer en forma acelerada y desordenada siendo uno de los factores que intensifican el cambio climático y comprometen severamente la estabilidad ambiental, social y económica a nivel mundial. El crecimiento demográfico sumado a los fenómenos de migración campo-ciudad propician la ocupación de espacios no aptos para asentamientos humanos, generando un entorno basado en modelos de desarrollo que se fundamentan en la apropiación de la naturaleza con una mentalidad económica y tecnológica a corto plazo, sin visualizar el futuro de los recursos naturales.

El PEOEyT Aguascalientes 2013-2035 es el instrumento rector de los sistemas estatales de planeación del desarrollo urbano, el ordenamiento territorial y ambiental para el Estado de Aguascalientes. Fue elaborado con base al análisis, caracterización y aptitud del suelo, bajo criterios de sustentabilidad y considerando los aspectos económicos, ambientales, sociales y urbanos como líneas generales de estrategia.

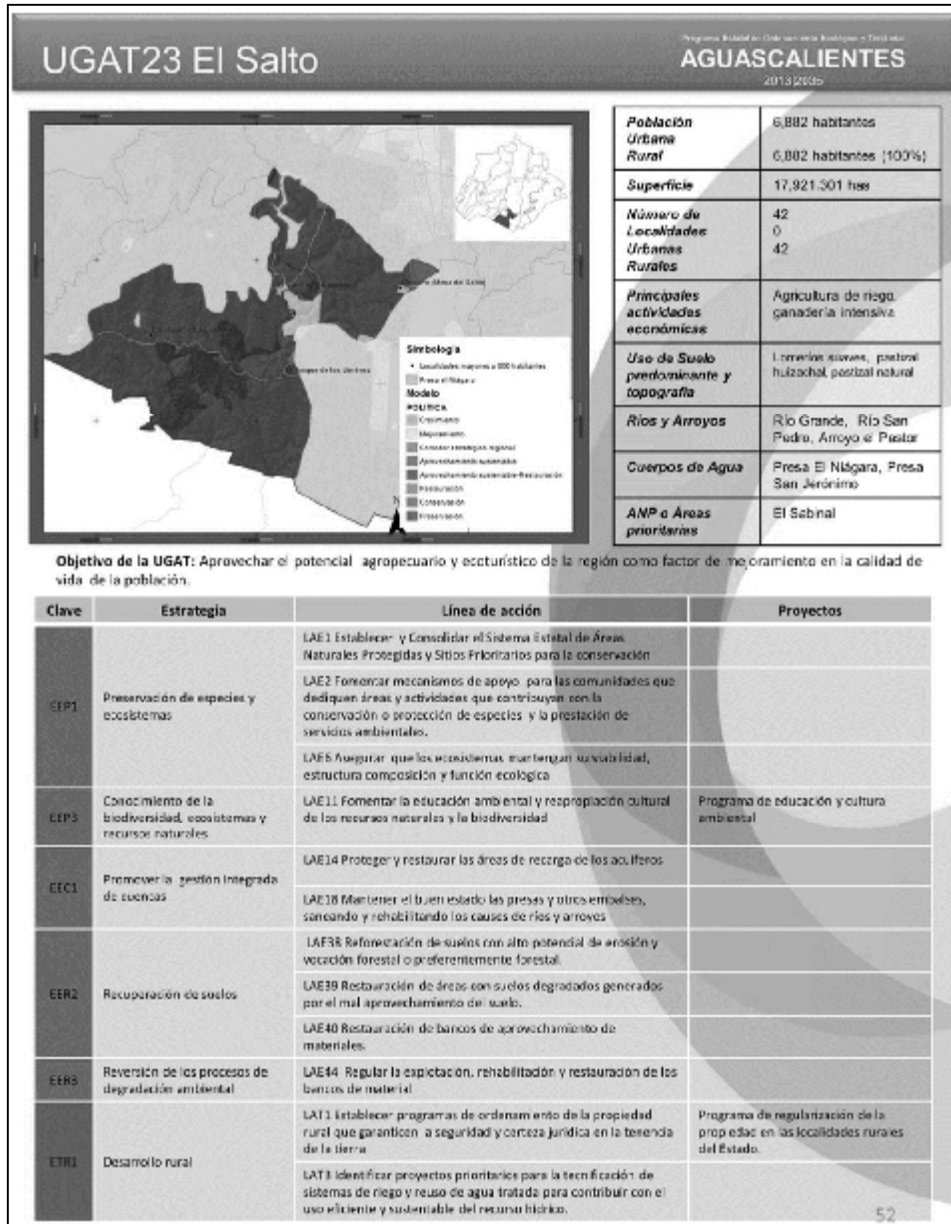
Establece zonas con fragilidad natural alta, así como las 26 Unidades de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT) en que se regionaliza al Estado y así orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de actividades productivas, asentamientos humanos y medidas de conservación y manejo de recursos naturales. Asimismo, establece 11 lineamientos ambientales y 13 lineamientos territoriales. El Programa propone las Políticas Ambientales, Territoriales y de Desarrollo Regional para el Estado, estableciendo una Política de Ordenamiento Ecológico y Territorial que consta de 8 acciones generales para propiciar el desarrollo territorial sustentable, las cuales son:

- 1.- Corredores estratégicos regionales: acciones tendientes al aprovechamiento sustentable y óptimo de la red carretera regional para incorporar elementos del desarrollo económico. Los corredores establecerán una longitud mínima de 500 m de restricción a la vivienda a cada lado de los principales ejes carreteros estatales.
- 2.- Crecimiento: El conjunto de acciones tendientes a ordenar y regular la expansión física de los centros de población, mediante la determinación de las áreas y reservas territoriales. Suponen la determinación de áreas aptas para incluirse al desarrollo urbano, su utilización dependerá de lo dispuesto en los programas de desarrollo urbano aplicables, tomándose las medidas que correspondan, tratándose de áreas naturales protegidas, áreas prioritarias para la conservación, entre otras conforme a lo dispuesto en el artículo 281 del Código de Ordenamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Vivienda para el Estado de Aguascalientes y los demás aplicables.
- 3.- Mejoramiento: la acción tendiente a reordenar o renovar las zonas de un centro de población de incipiente desarrollo deterioradas física o funcionalmente, incluye la consolidación de centros de población previamente constituidos. Los espacios podrán ser reordenados, renovados o regenerados a fin de integrarlos al desarrollo urbano en beneficio de los habitantes.

- 4.- Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales y el territorio respetando la integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. Son áreas susceptibles a actividades forestales, mineras, acuícolas o asentamientos rurales.
- 5.- Aprovechamiento sustentable - restauración: la utilización de recursos naturales y el territorio que requiere de medidas de recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales antes, durante o posterior a la realización de actividades económicas.
- 6.- Restauración: las acciones tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad en los procesos naturales. Se considera que una vez restaurados estos sitios se integrarán como áreas de conservación o preservación.
- 7.- Conservación: Acciones para mejorar el medio ambiente y controlar su deterioro. El uso del suelo es limitado a actividades de bajo impacto que no condicionen el equilibrio y la permanencia de los recursos naturales y sus procesos evolutivos.
- 8.- Preservación: acciones para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de ecosistemas y hábitats naturales. Son áreas con buen estado de conservación o con condiciones de fragilidad ecológica donde se recomienda no realizar actividades económicas.

Vinculación al PEOET 2013-2035.

La ejecución del proyecto se llevará a cabo fuera de zonas con fragilidad natural alta o de calidad ecológica buena que fueron establecidas en el PEOET 2013-2035. Del análisis del Modelo Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial propuesto en el programa, y las coordenadas del predio del proyecto, se desprende que éste se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental y Territorial No. 23 El Salto (UGAT 23), la cual abarca una superficie de 17,921.301 hectáreas cuyo objetivo principal se centra en aprovechar el potencial agropecuario y eco turístico de la región como un factor de mejoramiento de la calidad de vida de la población. Asimismo, el proyecto se ubicará en una zona a la que le corresponde la política de Conservación, de acuerdo a las Políticas de Ordenamiento Ecológico y Territorial. En la siguiente figura se presenta la Ficha Técnica correspondiente a la citada UGAT:



UGAT23 El Salto		Programa Estatal de Ordenación Ecológica y Territorial AGUASCALIENTES 2013 2035	
Clave	Estrategia	Línea de acción	Proyectos
ETR1	Desarrollo rural	LAT4 Rehabilitar y modernizar los distritos del riego en el Estado	Crear el distrito de riego Presa El Niágara
		LAT5 Emplear aguas residuales con el tratamiento adecuado para el riego agrícola	
ETR2	Agricultura ambientalmente responsable	LAT6 Establecimiento de plantaciones mixtas que promuevan sistemas agroforestales	
		LAT8 Fomentar las buenas prácticas agrícolas realizando prácticas de conservación de fertilidad en suelos y reconversión productiva	
ETC1	Desarrollo urbano y territorial armónico y ordenado	LAT14 Implementar un modelo de desarrollo urbano y ordenamiento del territorio ubicando al interés público por encima de los intereses de los particulares	Generar y/o actualizar los instrumentos de planeación urbana
ETC2	Reservas territoriales y regularización de la tenencia de la tierra	LAT19 Supervisar las áreas susceptibles a invasión para prevenir el establecimiento de asentamientos humanos irregulares	Establecer un comité estatal permanente de asentamientos humanos irregulares
		LAT20 Identificar los asentamientos humanos irregulares y regularizarlos mediante mecanismos técnico-jurídicos correspondientes siempre y cuando su ubicación no suponga peligros o riesgos para la población.	Elaborar SIG con la identificación de los asentamientos humanos irregulares
ETM1	Hacer más eficiente la movilidad inter e intraurbana	LAT26 Planear y promover el establecimiento y modernización de la infraestructura carretera.	
ETM3	Consolidar las localidades dotándolas de los servicios de infraestructura y equipamiento básicos	LAT38 Consolidar los centros de apoyo	
ESE1	Combatir la marginación y pobreza	LASE1 Mejorar las condiciones de vida de la población en localidades marginadas	
ESE2	Mejorar las condiciones de acceso y calidad de la vivienda	LASE4 Vincular las necesidades de vivienda de la población con el ordenamiento territorial	
ESE7	Reconversión productiva y tecnificación de las actividades primarias	LASE15 Promover la diversificación de productos agrícolas y la generación de clústeres productivos y agroempresariales que integren actividades agrícolas y pecuarias en un espacio común	
		LASE16 Capacitación a productores en desarrollo tecnológico, innovación productiva, promoción cultural y manejo de suelos y agua	
ESE8	Organización de productores y desarrollo comunitario	LASE19 Promover la creación de redes y cadenas productivas entre productores y empresas locales y regionales bajo el esquema de pago justo para ampliar el mercado de los productos agropecuarios	
ESE9	Desarrollo y fomento al turismo	LASE23 Mejorar las condiciones de infraestructura y servicios en sitios con monumentos históricos-culturales y de interés para el turismo	

Figura 41. Ficha Técnica de la UGAT23 El Salto del PEOET 2013-2035.

En relación a lo anterior, con el desarrollo del proyecto, no se pretende contraponerse a la política establecida de Conservación en el sitio en estudio conforme PEOET 2013-2035 sino establecer un proyecto armónico con el medio ambiente y de carácter preventivo para evitar impactos ambientales con el manejo adecuado, cumplimiento con la legislación ambiental aplicable, aplicando una alternativa sustentable y necesaria para el Estado Aguascalientes a efecto de brindar una adecuada y legal disposición final a los biosólidos (lodos) generados por la planta de tratamiento

de aguas residuales de la Ciudad conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003, para proporcionar un servicio necesario para la población, la conservación de los recursos y en generar para la sanidad ambiental, de conformidad con la normatividad aplicable, para evitar la contaminación del suelo y el agua, que a su vez puede tener repercusiones sobre otros recursos como la flora, la fauna, y sobre la misma población humana por la generación de fauna nociva (ratas, moscas, mosquitos) que se constituyen en vectores de enfermedades peligrosas. En la siguiente imagen puede observarse la Política aplicable a la zona de desarrollo del proyecto en estudio:

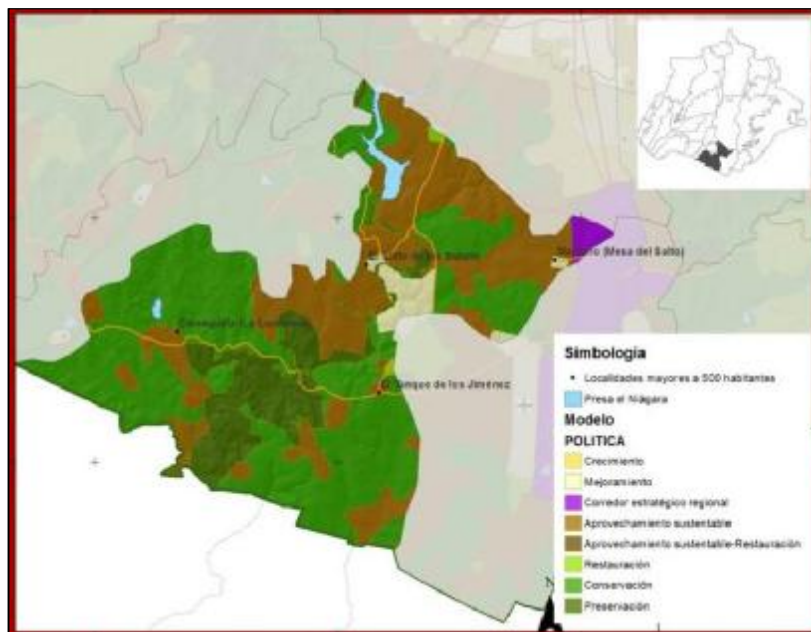


Figura 42. Unidad de Gestión Ambiental No. 23 El Salto y las Políticas Asignadas.



Figura 43. Localización del predio del proyecto (poligonal roja) en un área con política de Conservación, de acuerdo a lo establecido en el PEOEyT Aguascalientes 2013 – 2035.

Se considera que el proyecto no se contrapone al objetivo y política existente en materia de ordenamiento ecológico territorial en la zona de estudio al evitar, a través de un manejo adecuado de los residuos generados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Aguascalientes, propiciar el deterioro y contaminación del entorno y aún más, fomentar su conservación sin atentar contra los recursos naturales presentes en la UGAT correspondiente. Asimismo, su desarrollo no interferirá ni se contrapone con las Estrategias definidas para los distintos ámbitos de atención que incluye la protección de especies y ecosistemas, aprovechamiento sustentable de recursos naturales, suelos, desarrollo rural, agricultura, movilidad, entorno social, desarrollo comunitario y turismo.

Asimismo, en las políticas plasmadas en el Programa y Modelo Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial se representan las acciones generales para propiciar el desarrollo territorial sustentable; sin embargo, no constituyen una regla absoluta de usos del suelo, los cuales de acuerdo al artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos serán determinados por los H. Ayuntamientos en los programas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial municipales respectivos, por lo que de acuerdo a la Constancia de Compatibilidad Urbanístico por el municipio de Aguascalientes, el uso de suelo es compatible con la actividad que se realiza, por lo que se autorizó para la realización del proyecto.

Aunado a lo anterior las acciones a implementar con base en los criterios son los siguientes.

Tabla 45. Criterios ambientales para aplicar al proyecto.

Lineamiento ambiental	Actividad/acción en el proyecto
<p>1. Contar con subcuencas hidrológicas en equilibrio que garanticen el aprovechamiento adecuado del recurso hídrico en el Estado, protegiendo las áreas de recarga e infiltración de agua y optimizando el uso consuntivo del agua.</p>	<p>Como se ha mencionado en el presente estudio, el recurso hídrico no se verá comprometido en la microcuenca de influencia, y tampoco en la UGAT donde se encuentra el proyecto.</p> <p>El proyecto integral de restauración forestal, prevé un incremento de captura y retención de agua pluvial debido a las obras de conservación de suelos.</p> <p>De la misma manera, se contempla en las medidas de mitigación, al término de la vida útil del proyecto se realizará un programa de restauración sobre el área de celdas ya clausuradas.</p>
<p>2. Abatir la contaminación y aprovechamiento inadecuado de ríos, arroyos, humedales y otros cuerpos de agua, así como su vegetación.</p>	<p>Se implementarán medidas para evitar la erosión laminar hídrica, ya que inmediatamente después del retiro de vegetación, se procederá a los cortes de terreno, acumulando el material en el área de reserva, almacenándolo con sus medidas preventivas para evitar el arrastre de partículas.</p> <p>Los desechos domésticos o fisiológicos producidos en todas las etapas del proyecto, serán controladas y sujetas a una disposición adecuada, evitando su liberación al medio.</p>
<p>3. Reducir las tendencias de degradación ambiental y erosión de suelos propiciando un manejo responsable y restauración de sitios perturbados</p>	<p>El programa de restauración forestal, implica obras que detienen y mitigan la erosión hídrica, además de conservación de mayor humedad por tiempos más prolongados, lo cual ayuda al establecimiento de la vegetación reforestada o natural.</p>
<p>5. Preservar a las especies y sus hábitats a través de acciones coordinadas entre las dependencias, instituciones y la sociedad civil.</p>	<p>Las medidas de mitigación contemplan acciones para evitar en la medida de lo posible, causar daños a las especies o sus sitios de resguardo.</p> <p>Se contará con evidencia documental para que la autoridad federal pueda tener certeza de las acciones para la preservación de las especies y sus hábitats.</p>
<p>10. Conocer y controlar las emisiones atmosféricas, brindando la información indispensable para la</p>	<p>Se tendrá control estricto sobre los vehículos y maquinaria pesada que se utilice para todas las etapas del proyecto, evitando así la emisión de</p>

Lineamiento ambiental	Actividad/acción en el proyecto
toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento territorial y desarrollo urbano.	contaminantes atmosféricos que rebasen en cantidad o calidad las normas oficiales en la materia.
Contar con medidas que prevengan, mitiguen o se adapten a los efectos del cambio climático, la sequía y desertificación.	No se podrá evitar el desmonte y retiro de la capa edáfica fértil, donde se encuentra almacenada una buena cantidad de carbono. Sin embargo, se proyecta que, al mediano plazo, con el desarrollo del proyecto de restauración forestal, se tengan mejores niveles de captura y almacenamiento de CO2 entre el suelo y la vegetación del sitio.

A continuación, se presenta la vinculación proyecto con las Estrategias Ambientales y líneas de acción de la UGAT23 El Salto UGAT23 El Salto:

Estrategia	Línea de acción	Vinculación con proyecto
Preservación de especies y ecosistemas	Establecer y consolidar el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas y Áreas Prioritarias para la Conservación.	El proyecto se ubica fuera de algún ANP o APC, aunque dentro del SA hay una fracción del ANP "Cerro del Muerto" y pasan algunas APC, por la ubicación geográfica (parte baja de la cuenca) del proyecto, no se afecta a ninguna de estas áreas.
	Fomentar mecanismos de apoyo para las comunidades que dediquen áreas y actividades que contribuyan con la conservación o protección de especies y la prestación de servicios ambientales.	En el SA no se encontraron plantaciones forestales o predios con fines de conservación; por lo tanto, no se proyectó alguna estrategia o recurso destinado para apoyar actividades de conservación de ecosistemas forestales. Sin embargo, el proyecto contempla establecer un área de reserva para la restauración y mejora de 6.09 hectáreas de matorral.
	Fomentar y fortalecer los esquemas de conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de las especies enlistadas en alguna categoría de vulnerabilidad o riesgo.	De acuerdo con los registros del estudio de la biodiversidad del área del Proyecto, sólo se observó una especie de ave que se encuentra enlistada, para la cual se establecieron medidas de prevención a fin de evitar posible daño a su población, a pesar de ser un sitio de paso, más no de

		nicho para esta especie. No obstante, existen en el predio especies de flora, endémicas de México, a las que se prestará especial atención para su reubicación y rescate en el área de reserva.
Conocimiento de la biodiversidad, ecosistemas y recursos naturales	Fomentar la educación ambiental y reapropiación cultural de los recursos naturales y la biodiversidad.	Se buscarán los conductos para tener un acercamiento y comunicación con los pobladores de la comunidad de Lumbreras, a quienes se les informará los alcances del proyecto, así como también se les ofrecerá participar en las labores de reforestación y restauración del área de reserva.
Gestión y manejo integrado de subcuencas hidrológicas	Proteger y restaurar las áreas de recarga de los acuíferos.	Se implementarán medidas que impidan que lixiviados y escurrimientos superficiales lleguen al subsuelo y contaminen el agua a nivel freático.
	Mantener el buen estado las presas y otros embalses, saneando y rehabilitando los cauces de ríos y arroyos.	En la sección de cauce donde se ubica el proyecto, se instalarán puentes que atraviesan el mismo, y se realizaron los cálculos de gasto, para permitir el paso de avenidas máximas sin causar una obstrucción en el cauce. Adicionalmente, se implementarán medidas para reducir la erosión en el predio y alrededores de área del relleno.
Recuperación de suelos	Reforestación de suelos con alto potencial de erosión y vocación forestal o preferentemente forestal.	El programa integral de restauración forestal, involucra una serie de técnicas para proteger los suelos, detener el arrastre de partículas por acción de intemperismo y retención de mayor humedad para acelerar el recubrimiento de suelo con especies forestales.
	Restauración de áreas con suelos degradados generados por el mal aprovechamiento.	La presencia del proyecto, detendrá el proceso de degradación que se tiene actualmente por la actividad pecuaria. Adicionalmente, con el programa de restauración, se

		mejorarán las condiciones de los suelos degradados en el sitio.
	Restauración de bancos de aprovechamiento de materiales.	No es vinculante al proyecto.
Reversión de los procesos de degradación ambiental	Incrementar el caudal y calidad de las aguas tratadas en Estado	No es vinculante al proyecto.

En este contexto, con base en las características y valores de los componentes ambientales del sistema ambiental, se indica que en términos del territorio, el proyecto se integrará en un sistema con una fragilidad moderada, capaz de responder a las alteraciones que se introduzcan, con un componente faunístico y florístico perturbado por las actividades antropogénicas, en específico pecuarias, capaz de modificar levemente su estructura para adaptarse a la demanda sistémica, por lo que el ecosistema presenta una resiliencia baja, debido a que la capacidad de carga se encuentra asociada a los bienes y servicios ecológicos que brinda el territorio, ya que los efectos que pueda ocasionar el proyecto sobre los componentes ambientales son prevenibles, mitigables y/o compensables, por lo que la capacidad de carga del sistema no se verá comprometida.

En el mismo sentido y motivado en que la utilización de los recursos naturales respete la integridad funcional de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, según lo dispone la fracción II del artículo 44 del REIA, la frase "integridad funcional" en su acepción ambiental fue considerada en el procedimiento de evaluación como la optimización de las relaciones entre las actividades del proyecto como un objetivo añadido indispensable para el funcionamiento del sistema ambiental. Así, el procedimiento de evaluación seguido por la autoridad consideró los posibles efectos del proyecto y la utilización de los recursos naturales del medio, tanto los que son su objetivo inmediato como aquellos otros que conforman a sus ecosistemas y que pudieran resultar afectados con su desarrollo de forma tal que se respeta la integridad funcional de dichos ecosistemas.

Y por último, al identificar que el proyecto es una actividad en pro del medio ambiente manejando todos considerado como residuos de manejo especial estabilizados, mismos que se dispondrán en un sitio con infraestructura adecuada, sin que genere actividades que afecten al medio ambiente y sea considerada una actividad de bajo impacto, se manifiesta que cumple con lo indicado en la Unidad de Gestión Ambiental Territorial (UGAT) 23 "El Salto" del Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Aguascalientes 2013-2035 (PEOETA).

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Aguascalientes 2017 – 2040 (POEL 2017-2040).

El Ordenamiento Ecológico (OE) es uno de los instrumentos de política ambiental más importantes, cuyo objetivo es regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El sustento jurídico del OE esta dado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Planeación, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de ordenamiento ecológico, así como por las leyes locales correspondientes. Así mismo la LGEEPA establece las diferentes modalidades de ordenamiento ecológico que existen en el territorio nacional, entre las cuales se encuentra el ordenamiento ecológico local (OEL) y señala en su artículo 20 bis 4 que este tipo de OE son procesos de aplicación local, expedidos por las autoridades municipales de conformidad con lo que se establezca en las leyes locales en materia ambiental.

El área a ordenar por el POEL 2017-2040 cuenta con una superficie de 120,424.35 ha (IMPLAN, 2014), y se encuentra en la parte sur del Estado de Aguascalientes. Propone un Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) que establece 73 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) delimitadas o definidas para el municipio de Aguascalientes, y las Estrategias Ecológicas que aplicables a dichas UGAs, que contemplan políticas de Aprovechamiento, Conservación, Protección y Restauración, así como lineamientos y usos compatibles del suelo.

Vinculación con el POEL 2017-2040.

El proyecto, de acuerdo con lo establecido en el programa, está localizado en el límite entre la UGA 48 denominada "Los Alvarado", que abarca 1866.16 Ha y la UGA 61 denominada "Santa Fe", que abarca 2816 Ha. La mayor parte del área que ocupa el proyecto está dentro de la UGA 48, aproximadamente el 85% del mismo.

De acuerdo a las políticas ambientales establecidas en el POEL 2017-2040, a las UGAs 48 y 61 les aplica la política de Conservación. A la UGA 48 le corresponde el lineamiento de favorecer la conservación de matorral Crasicaule, en especial el que se encuentra en condición primaria, así como la conservación de los cauces de los arroyos Los Alvarado, El Salitre, y la presa La Trinidad. Tiene como usos permitidos del suelo el de conservación y turismo de naturaleza. La UGA 61 tiene el lineamiento Conservar las áreas de importancia identificadas en esta UGA, para la recarga del acuífero y la biodiversidad. Tiene como usos permitidos del suelo el de conservación, agrícola, pecuario, desarrollos campestres y turismo de naturaleza.

Con el desarrollo del proyecto, se pretende llevar a cabo la disposición final de los biosólidos (lodos) generados por la planta de tratamiento de aguas residuales de la Ciudad de Aguascalientes, para proporcionar un servicio necesario para la población y la conservación de los recursos, de conformidad con la normatividad aplicable, para evitar la contaminación del suelo y el agua, que a su vez puede tener repercusiones sobre otros recursos como la flora, la fauna, y sobre la misma población humana por la generación de fauna nociva (ratas, moscas, mosquitos) que se constituyen en vectores de enfermedades peligrosas.

De esta forma, aunque el proyecto implica un cambio de uso de suelo, con esta acción se busca conservar el resto de los recursos bióticos y abióticos existentes en la UGA 48 y la UGA 61, ya que

se les daría gestión adecuada a los lodos de la planta de tratamiento de la ciudad, además de que el proyecto afectaría sólo al 0.651% de la superficie que abarcan en conjunto estas dos UGAs.

48	Los Alvarado	Conservación	Favorecer la conservación de matorral Crasicaule, en especial el que se encuentra en condición primaria, así como la conservación de los cauces de los arroyos Los Alvarado, El Salitre, y la presa La Trinidad.	Conservación, turismo de naturaleza.
61	Santa Fe	Conservación	Conservar las áreas de importancia, identificadas en esta UGA, para la recarga del acuífero y la biodiversidad.	Conservación, agrícola, pecuario, desarrollos campestres y turismo de naturaleza.

Tabla 31. Criterios de Regulación Ecológica para el Sector Conservación

NÚMERO	CLAVE	CRITERIO
SECTOR CONSERVACIÓN		
1	CO	Se deberán establecer programas enfocados a la propagación y reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.
2	CO	Se prohíbe la introducción de flora y fauna exóticas.
3	CO	La realización de obras de construcción y actividades solo podrán realizarse si se garantiza la no transformación y/o alteración de los ecosistemas presentes y sus componentes.
4	CO	Las acciones de reforestación solo podrán hacerse utilizando especies nativas de la región.
5	CO	Los proyectos, obras y actividades que se desarrollen en áreas para la conservación deberán llevar a cabo acciones de manejo y monitoreo permanente de flora y fauna.
6	CO	Si en la unidad existen zonas que presenten vegetación secundaria o áreas deforestadas, se deberán contemplar programas de restauración que comprendan acciones para la conservación de suelos así como la reforestación con especies de flora nativas.
7	CO	Queda prohibido las construcciones sobre sitios paleontológicos o monumentos naturales, arqueológicos y/o elementos naturales relevantes.
8	CO	Se prohíbe la extracción y/o comercialización de flora silvestre, salvo que se demuestre que este aprovechamiento es sustentable y se cuente con autorización expresa emitida por la autoridad competente.
9	CO	Se prohíbe el aprovechamiento de fauna silvestre, excepto con fines de autoconsumo por parte de las comunidades locales y siempre y cuando se obtengan los permisos correspondientes por parte de las autoridades competentes.
10	CO	Está prohibida la realización de obras de construcción y/o actividades que transformen el medio en las zonas dedicadas a la conservación de flora y fauna o con características naturales, sobresalientes o frágiles, a menos que se trate de espacios para la cultura ambiental, para la conservación e investigación científica.
11	CO	Se prohíbe el aprovechamiento de materiales pétreos.

12	CO	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá realizarse con base en la NOM-SEMARNAT-012-1996.
13	CO	Se propiciará la conservación de los recursos naturales, a través del uso sustentable de sus recursos, rescatando el conocimiento tradicional que tienen los habitantes locales, y adecuando y diversificando las actividades productivas.
14	CO	Se llevará a cabo un diagnóstico completo que determine la factibilidad de manejo de las especies silvestres para desarrollar actividades de reproducción y semicautiverio.
15	CO	Se fomentará el pago por servicios ambientales.
16	CO	Se fomentarán y apoyarán técnica y financieramente los esfuerzos comunitarios de conservación y rescate de fauna y flora silvestre.
17	CO	Se inducirá a la población para que participe directamente en la conservación y administración de los recursos naturales proporcionándoles la asesoría adecuada.
18	CO	Se preservarán las especies endémicas, en riesgo o prioritarios para la conservación.
19	CO	En las vialidades actuales y nuevas que atraviesan UGA con política de protección y conservación, deberá determinarse mediante los estudios de IA correspondientes, la necesidad de implementar reductores de velocidad, pasos de fauna y otra infraestructura necesaria, así como señalamientos para la protección a la fauna.

Con base en las características y valores de los componentes ambientales del sistema ambiental, se indica que en términos del territorio el proyecto se integrará en un sistema con una fragilidad moderada, capaz de responder a las alteraciones que se introduzcan, con un componente faunístico y florístico perturbado por las actividades antropogénicas en específica pecuarias, capaz de modificar levemente su estructura para adaptarse a la demanda sistémica, por lo que el ecosistema presenta una resiliencia baja y debido a que la capacidad de carga se encuentra asociada a los bienes y servicios ecológicos que brinda el territorio, ya que los efectos que pueda ocasionar el proyecto sobre los componentes ambientales son prevenibles, mitigables y/o compensables, la capacidad de carga del sistema no se ve comprometida.

En el mismo sentido y motivado en que la utilización de los recursos naturales respete la integridad funcional de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, según lo dispone la fracción II del artículo 44 del REIA, la frase "*integridad funcional*" en su acepción ambiental fue considerada en el procedimiento de evaluación como la optimización de las relaciones entre las actividades del proyecto como un objetivo añadido indispensable para el funcionamiento del sistema ambiental. Así, el procedimiento de evaluación seguido por la autoridad consideró los posibles efectos del proyecto y la utilización de los recursos naturales del medio, tanto los que son su objetivo inmediato como aquellos otros que conforman a sus ecosistemas y que pudieran resultar afectados con su desarrollo de forma tal que se respeta la integridad funcional de dichos ecosistemas. Lo antes expresado se desarrolló bajo las siguientes consideraciones:

- ✓ La valoración de la dualidad ambiente – proyecto a través de los conceptos impacto y aptitud, dado que el primero representa la fragilidad y el segundo el potencial del ambiente.

- ✓** Con base en lo anterior, en la consideración de la integridad funcional del ecosistema existente en el área de influencia donde se pretende desarrollar el proyecto, la identificación de impactos ambientales reportada en el DTU-BP y en la información adicional del presente documento, muestra que las repercusiones de los impactos pueden reducirse a niveles que aseguren la integridad del sitio, por una parte la satisfacción de las exigencias del marco jurídico y vigente y por la otra, el equilibrio ambiental de la zona de influencia del proyecto, con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en lo relativo al suelo, biodiversidad, agua, hidrología superficial y aspectos socioeconómicos; de igual forma, esta consideración fue aplicada por la autoridad para determinar la compatibilidad de las actividades del proyecto con su ambiente, toda vez que en ningún caso se identifica una afectación a los ecosistemas que incida de manera irreversible en su destrucción y en su aislamiento o en su fragmentación; por lo que se refiere a la aptitud del ambiente, el estado de resiliencia y homeostasis actual del sistema ambiental, permite la no afectación de manera significativa del ecosistema por el proyecto.

En este contexto, el desarrollo del proyecto implica un Cambio de Uso de Suelo para la instalación de un relleno de lodos proveniente de la planta de tratamiento de agua de la ciudad de Aguascalientes. Esto implica la remoción de vegetación, excavación y movimiento de terracerías, instalación de geomembranas e infraestructura auxiliar. Se realizará en un terreno preferentemente forestal, donde actualmente se llevan a cabo actividades pecuarias principalmente y agricultura de temporal. Estos son usos que se vienen dando desde el asentamiento de actividades humanas en el SA. El sistema alberga únicamente estas dos actividades económicas primarias; sin embargo, el POELMA los cataloga como usos incompatibles, teniendo el antecedente que se realizaban actividades pecuarias principalmente y agricultura. Se consideró este predio apto para esta actividad por la lejanía a centros urbanos mayores, por el uso de suelo, por las condiciones de calidad ambiental y por la topografía del terreno y porque es un terreno que cumple con la NOM- 083-SEMARNAT-2003, ya que al acercarse más a las zonas urbanas no se podría cumplir con los supuestos de la norma en cuestión que rige desde la construcción hasta la operación de un relleno sanitario, siendo el caso que ocupa al presente proyecto.

A pesar de los posibles impactos descritos en el DTU-BP, se estableció que el predio y el SA en su mayoría se encuentran en un estado de degradación continuo debido a las prácticas tradicionales de producción agropecuaria. Por lo tanto, se considera que un proyecto de este tipo, con las adecuadas medidas de mitigación, tendrá un impacto igual o menor que el que actualmente ya presenta el sitio.

Este tipo de actividad no tiene un Uso de Suelo definido, dado que no se trata de explotación de material edáfico, establecimiento de comunidades urbanas o actividades primarias. Por lo expuesto anteriormente y dado el análisis en secciones subsecuentes y en el DTU-BP, no existe una restricción de uso para el desarrollo de este proyecto. A pesar de esto, se estará procurando cumplir con los

critérios de Regulación Ecológica para el Sector Conservación, establecidos por el POELMA, como se muestra a continuación:

Vinculación con Criterios de conservación			
Numero	Clave	Criterio	Vinculación
1	CO	Se deberán establecer programas enfocados a la propagación y reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	El proyecto, como se manifestó en el DTU-B, contempla un programa de propagación, y reintroducción o reforestación, enfatizando que el mismo contempla un mantenimiento que garantice la supervivencia de todas las especies en un 80%.
2	CO	Se prohíbe la introducción de flora y fauna exóticas.	De conformidad con lo manifestado en el DTU-B, se desprende que el germoplasma será obtenido de las mismas especies localizadas en el sitio del proyecto para llevar a cabo la propagación y reforestación en el área de reserva que contempla el proyecto.
3	CO	La realización de obras de construcción y actividades solo podrán realizarse si se garantiza la no transformación y/o alteración de los ecosistemas presentes y sus componentes.	Con base en las características y valores de los componentes ambientales del sistema ambiental, se determina que en términos del territorio, el proyecto se integrará en un sistema con una fragilidad moderada, capaz de responder a las alteraciones que se introduzcan, con un componente faunístico y florístico, perturbado por las actividades antropogénicas en específico, pecuarias, capaz de modificar levemente su estructura para adaptarse a la demanda sistémica, por lo que el ecosistema presenta una resiliencia baja y debido a que la capacidad de carga se encuentra asociada a los bienes y servicios ecológicos que brinda el territorio, ya que los efectos que pueda ocasionar el proyecto sobre los componentes ambientales son prevenibles, mitigables y/o compensables, la capacidad de carga del sistema no se ve comprometida.
4	CO	Las acciones de reforestación solo podrán hacerse utilizando especies nativas de la región.	De conformidad con lo manifestado en el DTU-B, se desprende que el germoplasma será obtenido de las mismas especies representativas del sitio del proyecto para llevar a cabo la propagación y reforestación en el área de reserva que contempla el proyecto.
5	CO	Los proyectos, obras y actividades que se desarrollen en áreas para la conservación deberán llevar a cabo acciones de manejo y monitoreo permanente de flora y fauna.	El proyecto, como se manifestó en el DTU-B, contempla un programa propagación, y reintroducción o reforestación, el cual contempla el monitoreo permanente de flora, sumado hay un programa de Recate y reubicación de fauna permanente en las diferentes etapas del proyecto.

Vinculación con Criterios de conservación			
Numero	Clave	Criterio	Vinculación
6	CO	Si en la unidad existen zonas que presenten vegetación secundaria o áreas deforestadas, se deberán contemplar programas de restauración que comprendan acciones para la conservación de suelos, así como la reforestación con especies de flora nativas.	El estado natural del sitio se ha visto deteriorado por la presión de la actividad agropecuaria extensiva que se practica actualmente sobre el sitio, sin un manejo sustentable del aprovechamiento de suelo y vegetación. Sin embargo, en el proyecto se plantean medidas de compensación y restauración durante y al término del programa de restauración propuesto en el proyecto.
7	CO	Queda prohibido las construcciones sobre sitios paleontológicos o monumentos naturales, arqueológicos y/o elementos naturales relevantes.	El sitio se encuentra fuera de las áreas de valor paleontológicos o monumentos naturales, arqueológicos y/o elementos naturales relevantes, conforme a los estudios anexos al DTU, como el Geofísico, hidrológico, topográfico y consultas al INHA, ya que nada más en Aguascalientes tiene 3 zonas definidas, las Negritas, el Ocote y Santiago.
8	CO	Se prohíbe la extracción y/o comercialización de flora silvestre, salvo que se demuestre que este aprovechamiento es sustentable y se cuente con autorización expresa emitida por la autoridad competente.	Se dejará intacta la vegetación en las áreas de reserva y se respetará la existente en los límites del predio. Se realizará un programa de reforestación integral con especies nativas de la región en el área de reserva para compensar el desmonte. Con el planteamiento de un programa de reforestación integral, se propicia un establecimiento y sucesión de vegetación con mayor velocidad que lo que sucedería de forma natural. Las técnicas forestales permiten un mayor aprovechamiento de agua y suelo para que la vegetación tenga mejores condiciones de sobrevivencia y desarrollo en menor tiempo. Se contempla la ubicación y trasplante de los individuos de <i>Ferocactus lastispinus</i> , que se trata de una cactácea, y por sus características fisiológicas es de fácil establecimiento en trasplantes. Asimismo, se tiene contemplado una vez autorizado el proyecto, realizar el trámite correspondiente de aprovechamiento maderable y demostrar expresamente que se tiene la autorización correspondiente siguiendo la cronología de trámites que marca la legislación ambiental.

Vinculación con Criterios de conservación			
Numero	Clave	Criterio	Vinculación
9	CO	Se prohíbe el aprovechamiento de fauna silvestre, excepto con fines de autoconsumo por parte de las comunidades locales y siempre y cuando se obtengan los permisos correspondientes por parte de las autoridades competentes.	No se afectarán ejemplares de fauna o sitios que la fauna ocupe para sus actividades de importancia (guardidas, sitios de anidación, etc.), en caso que existan dentro del área de construcción, se aplicarán las medidas de prevención y mitigación para reubicación de fauna.
10	CO	Está prohibida la realización de obras de construcción y/o actividades que transformen el medio en las zonas dedicadas a la conservación de flora y fauna o con características naturales, sobresalientes o frágiles, a menos que se trate de espacios para la cultura ambiental, para la conservación e investigación científica.	Como se ha manifestado en el DTU-BP, y considerando que el sitio del proyecto no presenta cualidades ambientales únicas o especiales, ya que es un sitio con calidad ecológica baja y fragilidad natural moderada o baja, y se ha visto perturbado por las actividades antropogénicas
11	CO	Se prohíbe el aprovechamiento de materiales pétreos	El giro del proyecto no es una actividad de aprovechamiento o comercialización e material pétreo.
12	CO	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá realizarse con base en la NOM-SEMARNAT - 012-1996	Una vez autorizado el proyecto, realizar el trámite correspondiente de aprovechamiento maderable y demostrar expresamente que se tiene la autorización correspondiente siguiendo la cronología de trámites que marca la legislación ambiental. Considerando al Normativa aplicable vigente.
13	CO	Se propiciará la conservación de los recursos naturales, a través del uso sustentable de sus recursos, rescatando el conocimiento tradicional que tienen los habitantes locales, y adecuando y diversificando las actividades productivas.	El proyecto contempla programa de supervisión ambiental, que vigilara el buen desempeño del programa de restauración y el cual asegure que se cumplan las medidas de mitigación propuestas en DTU-BP. Los alcances del Programa están dirigidos a evidenciar el seguimiento de la evolución de la aplicación de medidas para la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales. Para ello, se cuantificarán sistemáticamente los efectos del desarrollo del Proyecto sobre el ambiente, integrando así, un análisis del grado de conservación, recuperación y restauración del ambiente, por efecto de la aplicación de las medidas establecidas (prevención, mitigación y compensación). En su conjunto, lo anterior aportará los elementos que

Vinculación con Criterios de conservación			
Numero	Clave	Criterio	Vinculación
			permitan justificar técnica y ecológicamente la sustentabilidad del Proyecto. Y dar resultados la sociedad que colinda con el proyecto
14	CO	Se llevará a cabo un completo que determine la factibilidad de manejo de las especies silvestres para desarrollar actividades de reproducción y semicautiverio	El proyecto no contempla el Cautiverio de las especies de fauna, al contrario, pretende NO afectar ejemplares de fauna o sitios que la fauna ocupe para sus actividades de importancia (guaridas, sitios de anidación, etc.), en caso que existan dentro del área de construcción; se aplicarán las medidas de prevención y mitigación para reubicación de fauna.
15	CO	Se fomentará el pago por servicios ambientales.	El proyecto contempla pago al fondo forestal para contribuir a los pagos por servicio ambiental del proyecto y propiciara la integración de los programas de reforestación para mejorar los servicios ambientales del sitio.
16	CO	Se fomentarán y apoyarán, técnica y financieramente los esfuerzos comunitarios de conservación y rescate de fauna y flora silvestre	El proyecto contempla pago al fondo forestal para contribuir a los pagos por servicio ambiental del proyecto y propiciara la integración de los programas de reforestación para mejorar los servicios ambientales del sitio.
17	CO	Se inducirá a la población para que participe directamente en la conservación y administración de los recursos naturales proporcionándoles la asesoría adecuada	Se realizará un Manifiesto de Impacto Social para integrar una vez autorizado el proyecto a la sociedad de manera integral.
18	CO	Se preservarán las especies endémicas, en riesgo o prioritarios para la conservación.	Dentro de los programas de manejo de flora y fauna, reforestación, vigilancia ambiental se tiene contemplado las buenas prácticas para mitigar prevenir y compensar las especies en riesgo o prioritaria en caso de que hubiesen

Vinculación con Criterios de conservación			
Numero	Clave	Criterio	Vinculación
19	CO	En las vialidades actuales y nuevas que atraviesan UGA con política de protección y conservación deberán determinarse mediante los estudios de IA correspondientes, la necesidad de implementar reductores de velocidad, pasos de fauna y otra infraestructura necesaria, así como señalamientos para la protección a la fauna.	Como se ha manifestado en el DTU- BP del proyecto y la información complementaria del presente documento los caminos existentes serán respetados y solamente se habilitarán los internos al proyecto, contemplando pasos de fauna, señalética y reductores de velocidad.
20	CO	Las obras y actividades que pretendan desarrollarse en Áreas donde exista, según los estudios realizados para el presente POEL o según evidencias científicas documentadas, distribución potencial de las especies consideradas en este como prioritarias, deberán de realizar por medio de especialistas, como parte del estudio de impacto ambiental correspondiente, los estudios específicos para determinar la distribución real de dichas especies y las condiciones de la población biológica dentro del predio propuesto para dichas obras y/o actividades. En caso de que la especie o especies existan en el predio deberá de elaborar, con la participación de dichos especialistas, un análisis detallado para determinar las afectaciones que la obra o actividad pudieran generar sobre dicha población biológica y las alternativas que existen para evitar estas afectaciones. La obra o actividad solo podrá realizarse si se demuestra que la población biológica de la especie prioritaria no se verá afectada.	Como se ha manifestado en el estudio DTU-BP, la principal comunidad vegetal presente en la superficie donde se establecerá el proyecto corresponde al Matorral Crasicaule. Como se mencionó, durante los recorridos de campo y la medición de parámetros ecológicos dentro de los transectos distribuidos en la superficie de afectación que contempla la superficie del proyecto, se lograron identificar diversas especies de flora, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (<i>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</i>); por lo que no se requerirá la aplicación de algunas medidas de protección particular sobre alguna especie en particular, por lo que se demuestra que la población biológica de la especie prioritaria no se verá afectada ya que no existen el sitio.

Vinculación con Criterios de conservación			
Numero	Clave	Criterio	Vinculación
21	CO	La construcción de nuevos caminos municipales, estatales o federales en Áreas naturales protegidas, se realizará en función de las disposiciones de los decretos y programas de manejo correspondientes.	Conforme a la cartografía del Estado de Aguascalientes y como se ha señalado en el DTU-B el sitio del proyecto se encuentra fuera de áreas naturales protegidas municipales, estatales y federales.
22	CO	La construcción de caminos y carreteras deberán estar por lo menos a 500 m de zonas históricas o arqueológicas.	El proyecto, contempla usar los caminos ya existentes y solamente hacer los caminos internos del proyecto que están fuera de zonas históricas o arqueológicas.
23	CO	Deben de respetarse los corredores biológicos existentes, por lo que debe evitarse la construcción de vías de comunicación en dichas Áreas o bien, desarrollarse de tal forma que se garantice su continuidad.	Sumando a que el proyecto no se encuentra en un corredor biológico, este no contempla construcción de vías generales de comunicación
24	CO	Se permite el desarrollo de proyectos generadores de energías limpias y que estén en armonía con el medio ambiente.	El proyecto de manera integral y autónomo deriva de un proyecto de cogeneración de energía renovable con la digestión de los lodos de la planta donde proviene y a su vez el mismo monorelleno contempla la generación de energía renovable en el esquema de autoconsumo, con paneles solares y en una segunda etapa con la quema, destrucción de biogás para generar energía renovable.
25	CO	Los proyectos generadores de energía limpia deberán contar con las autorizaciones ambientales correspondientes de ámbito federal, estatal y municipal y exhibirlos cuando les sean requeridos.	El proyecto está en proceso de evaluación en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo mediante el DTU-BP con relación a la federación y el Estado Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua, ya emitió favorable su autorización ambiental, por lo que en el momento que la autoridad los solicite serán exhibidos para los efectos conducentes.
26	CO	Los proyectos de generación de energía limpia para el aprovechamiento de recursos renovables deberán contar con los estudios técnicos establecidos por las leyes y aquellos que las autoridades ambientales de los niveles de gobierno consideren necesarios para la realización del proyecto.	El proyecto cuenta con los estudios previos que fueron anexos al DTU-BP, para el proceso de evaluación ambiental, está en espera de la determinación en materia de impacto ambiental u usos de suelo forestal para posteriormente someterlos a las demás autoridades.

Vinculación con Criterios de conservación			
Numero	Clave	Criterio	Vinculación
27	CO	Los proyecto, obras y actividades que se desarrollen en materia de generaciones de energía limpia en las áreas para la conservación deberán llevar a cabo acciones de manejo y monitoreo permanente de flora y fauna a fin de mantener el equilibrio ecológico del sitio en los términos de la normativa aplicable.	El proyecto, como bien se manifestó en el DTU- BP, contempla un programa propagación, y reintroducción o reforestación, el cual contempla el monitoreo permanente de flora, sumado hay un programa de Recate y reubicación de fauna permanente en las diferentes etapas del proyecto, así como el programa de vigilancia ambiental en sus diferentes etapas.
28	CO	Los proyectos generadores de energía limpia deberán manejar sus residuos generados, líquidos, sólidos y gaseosos de acuerdo a las características propias de los mismos y de conformidad con la normativa aplicable, además de minimizarlos de manera progresiva.	Como se ha manifestado en el apartado de medidas de mitigación, prevención y compensación del DTU-BP, el proyecto contempla las buenas prácticas para el manejo adecuado de los Residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos.
29	CO	Previo al establecimiento de las instalaciones de energía limpia el responsable del proyecto deberá presentar los estudios para el debido rescate de las especies de flora y fauna nativas presentes, conforme al programa que previamente autorice la autoridad competente.	Como se ha manifestado el proyecto está en proceso de evolución en materia de impacto ambiental, integrando los programas de manejo de flora y fauna, restauración, reforestación para una vez autorizados poder ejecutar la obra correspondiente.
30	CO	Solo se autorizarán proyectos de generación energía limpia que no alteren la permeabilidad del suelo y subsuelo y/o no afecten la recarga del acuífero y los escurrimientos superficiales en los términos de las Ugas contenidas en el POEL.	Como se ha manifestado en el DTU-BP, y la delimitación de la Zona federal validad por la CONAGUA, el proyecto será construido fuera de la zona federal, solamente tres pasos de alcantarilla serán construidos en la zona federal y los cuales no son parte integral de la infraestructura que albergara los lodos y la generación de energía limpia solar disposición final de lodos
31	CO	Los responsables de los predios y/o responsables de los proyectos deberán realizar acciones preventivas contra incendios forestales, para proteger y resguardar la flora y fauna existente.	El proyecto contemplara el armado de brechas contra fuego, conforma lo autorice la CONAFOR, una vez sea autorizado el proyecto ambiental.

En este sentido al ser también un proyecto que contiene cogeneración de energías limpias y ser armónico con el medio ambiente al prevenir y mitigar impactos ambientales al conllevar buenas prácticas para el manejo de lodos y poder tener afluentes con aguas aptas para riego evitando con ello la contaminación de ríos y arroyos y generar energías limpias, se desprende que después de la revisión y análisis del instrumento de planeación citado, se considera que la ejecución del proyecto resulta compatible y viable con los lineamientos y estrategias que propone el Programa y también se observa la compatibilidad, donde los impactos generados pueden ser prevenidos, mitigados y/o compensados.

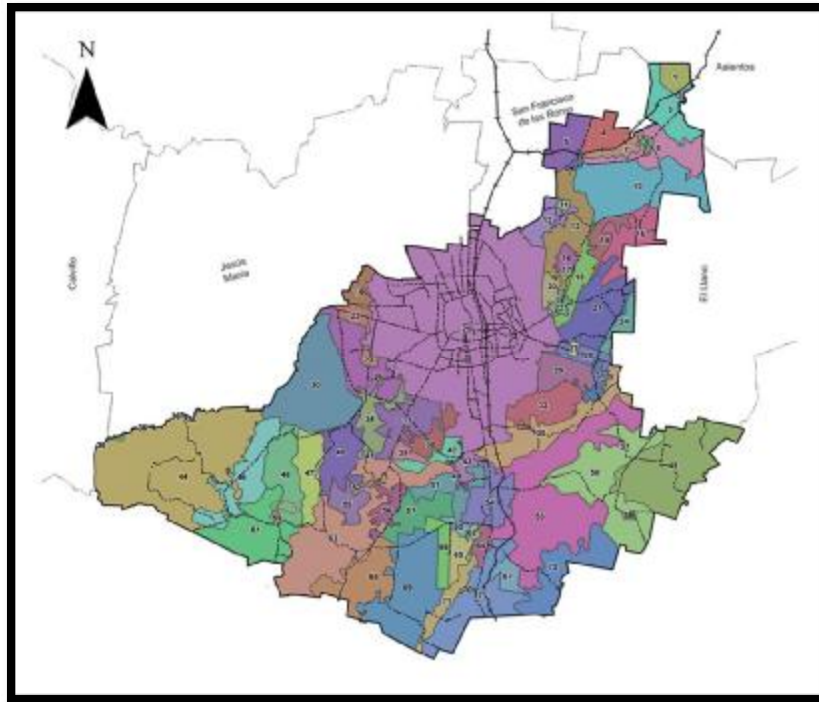


Figura 44. Ubicación del proyecto (polígono rojo), entre las UGAs 48 “Los Alvarado” y 61 “Santa Fe”, establecidas en el POEL 2017-2040.



Figura 45. Acercamiento a la ubicación del sitio del proyecto entre las UGAs 48 y 61.

Sumado a lo anterior el H. Ayuntamiento de Aguascalientes modificó los criterios de regulación ecológica para el sector de Conservación del Programa de ordenamiento Ecológico Local Municipal de Aguascalientes publicado en el periódico oficial del estado el 24 de octubre de 2016 quedando de la siguiente manera

No.	Clave	Criterio
SECTOR CONSERVACIÓN		
1 a 23 ...		
24	CO	Se permite el desarrollo de proyectos generadores de energías limpias y que estén en armonía con el medio ambiente.
25	CO	Los proyectos generadores de energía limpia deberán contar con las autorizaciones ambientales correspondientes del ámbito federal, estatal y municipal y exhibirlos cuando les sean requeridos.
26	CO	Todo proyecto de generación de energía limpia para el aprovechamiento de recursos renovables deberá contar con los estudios técnicos establecidos por las leyes y aquellos que las autoridades ambientales de los tres niveles de gobierno consideren necesarios para la realización del proyecto.
27	CO	Los proyectos, obras y actividades que se desarrollen en materia de generación de energía limpia en las áreas para la conservación deberán llevar a cabo acciones de manejo y monitoreo permanente de flora y fauna a fin de mantener el equilibrio ecológico del sitio en los términos de la normatividad aplicable.
28	CO	Los proyectos generadores de energía limpia deberán manejar sus residuos generados líquidos, sólidos y gaseosos de acuerdo a las características propias de los mismos y de conformidad con la normatividad aplicable, además de minimizarlos de manera progresiva.
29	CO	Previo al establecimiento de las instalaciones para la generación de energía limpia el responsable del proyecto deberá presentar los estudios para el debido rescate de las especies de flora y fauna nativas presentes, conforme al programa que previamente autorice la autoridad competente.
30	CO	Solo se autorizaran proyectos de generación de energía limpia que no alteren la permeabilidad del suelo y subsuelo y/o no afecten la recarga del acuífero y los escurrimientos superficiales en los términos de las Ugas contenidas en el POEL.
31	CO	Los responsables de los predios y/o responsables de los proyectos deberán realizar acciones preventivas contra incendios forestales, para proteger y resguardar la flora y fauna existente.
32	CO	Conservar los cuerpos y corrientes de agua en los términos de la Ley y los convenios establecidos.
33	CO	La superficie utilizada en la generación de energías limpias se deberá dejar en su estado original después de su aprovechamiento.

En este sentido al ser también un proyecto que contiene cogeneración de energías limpias y ser armónico con el medio ambiente al prevenir y mitigar impactos ambientales al conllevar buenas prácticas para el manejo de lodos y poder tener afluentes con aguas aptas para riego evitando con ello la contaminación de ríos y arroyos y generar energías limpias, se desprende que;

En conclusión, después de la revisión y análisis del instrumento de planeación citado, se considera que la ejecución del proyecto resulta compatible y viable con los lineamientos y estrategias que propone el Programa y también se observa la compatibilidad a nivel de la UGAT 23. La naturaleza del proyecto es tratamiento de residuos que no provocará emisiones, degradación de suelo, deforestación a gran escala, ni contaminación de cuerpos de agua, por lo tanto, se cumple con la normatividad implicada en el Programa.

Los impactos generados pueden ser prevenidos, mitigados y/o compensados que no se comprometerá la biodiversidad.

Al respecto me permito manifestar que si bien el sitio se encuentra en zonas catalogadas como zonas de Preservación y mejoramiento, también lo es que no son reglas absolutas, ya que la zonificación de las zonas son a escalas de 1:250,000; escalas que no permiten hacer un análisis puntual.

En este sentido el Instituto del Agua a través de la empresa contratada y expertos en la materia realizaron un análisis con escalas de 1:6000; lo anterior, permitiendo identificar que la zona del proyecto se encuentra en una zona fuera de fragilidad natural alta o de calidad ecológica buena por las actividades antropogénicas del sitio y la sobre explotación de pastoreo.

Tan es así, que en base a la zonificación del uso de suelo referente al proyecto y una vez hecho el análisis espacial con las capas proporcionadas por el INEGI y la CONABIO se despliega que es una zona que ha sido afectada por las actividades antropogénicas y que contempla diferentes unidades como lo es Desarrollo agrícola, agropecuario y pecuario.

Por lo que con base en las características y valores de los componentes ambientales enmarcados en los programas y los relacionados con la zona del proyecto, se determina que en términos del territorio el proyecto se integrará en un sistema con una fragilidad moderada o baja , capaz de responder a las alteraciones que se introduzcan, con un componente faunístico y florístico estable, capaz de modificar su estructura para adaptarse a la demanda sistémica, por lo que el ecosistema presenta una resiliencia moderada y debido a que la capacidad de carga se encuentra asociada a los bienes y servicios ecológicos que brinda el territorio, ya que los efectos que pueda ocasionar el proyecto sobre los componentes ambientales son prevenibles, mitigables y/o compensables, la capacidad de carga del sistema no se ve comprometida.

Con base en lo anterior, en la consideración de la integridad funcional del ecosistema existente en el área de influencia donde se pretende desarrollar el proyecto, la identificación de impactos ambientales reportada en el Manifiesto de Impacto Ambiental, se identificó que las repercusiones de los impactos significativos pueden reducirse a niveles que aseguren por una parte la satisfacción de las exigencias del marco jurídico y vigente y por la otra, el equilibrio ambiental de la zona de influencia del proyecto, con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en lo relativo al suelo, biodiversidad, agua, hidrología superficial y aspectos socioeconómicos; de igual forma esta consideración fue aplicada la empresa para determinar la

compatibilidad de las actividades del proyecto con su ambiente, toda vez que en ningún caso se identifica una afectación a los ecosistemas que incida de manera irreversible en su destrucción y en su aislamiento o en su fragmentación; por lo que se refiere a la aptitud del ambiente, el estado de resiliencia y homeostasis actual del sistema ambiental, permite la no afectación de manera significativa del ecosistema por el proyecto.

La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas y de las condicionantes impuestas en el presente estudio complementan los alcances de las consideraciones anteriores y satisfacen la necesidad de reducir los impactos.

Sumado a ello se ha trabajado con las autoridades para fortalecer las áreas de donación con reforestaciones e incrementar su estabilidad ambiental.

III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

El proyecto se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas de competencia federal. En este mismo sentido, el proyecto se encuentra fuera de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Regiones Terrestres Prioritarias y Sitios RAMSAR, como se muestra en la siguiente figura:

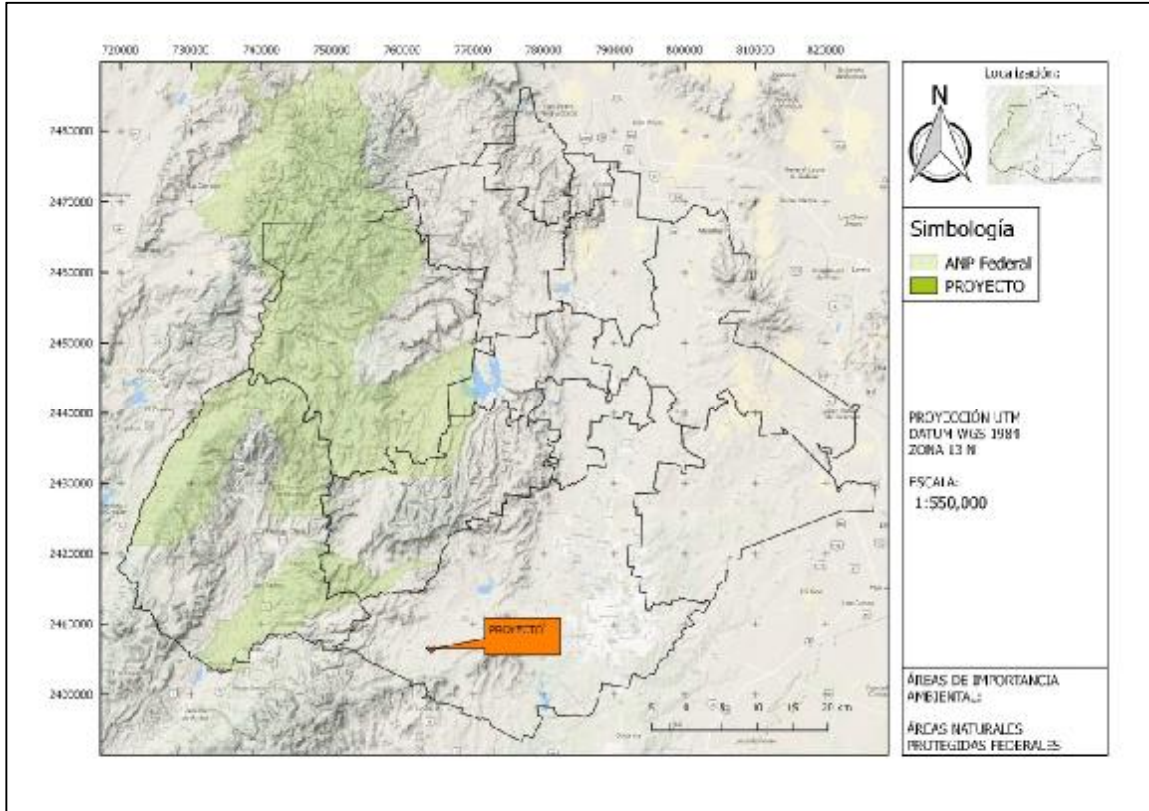


Figura 46. Áreas naturales protegidas de competencia federal.

Las Áreas Naturales Protegidas en el Estado de Aguascalientes son tres: la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego No. 01 Pabellón, la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego No. 043 Nayarit (Subcuenca Río Calvillo), y el Área de Protección de Águila Real Juan Grande en el municipio de El Llano.

El proyecto no se localiza dentro de la circunscripción territorial de alguna Área Natural Protegida, la más próxima es la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego No. 43 Nayarit, que se ubica a una distancia de 10.1 km en línea recta del proyecto.

El AICA más cercana al proyecto es la No. 34, como se puede ver en la siguiente figura:

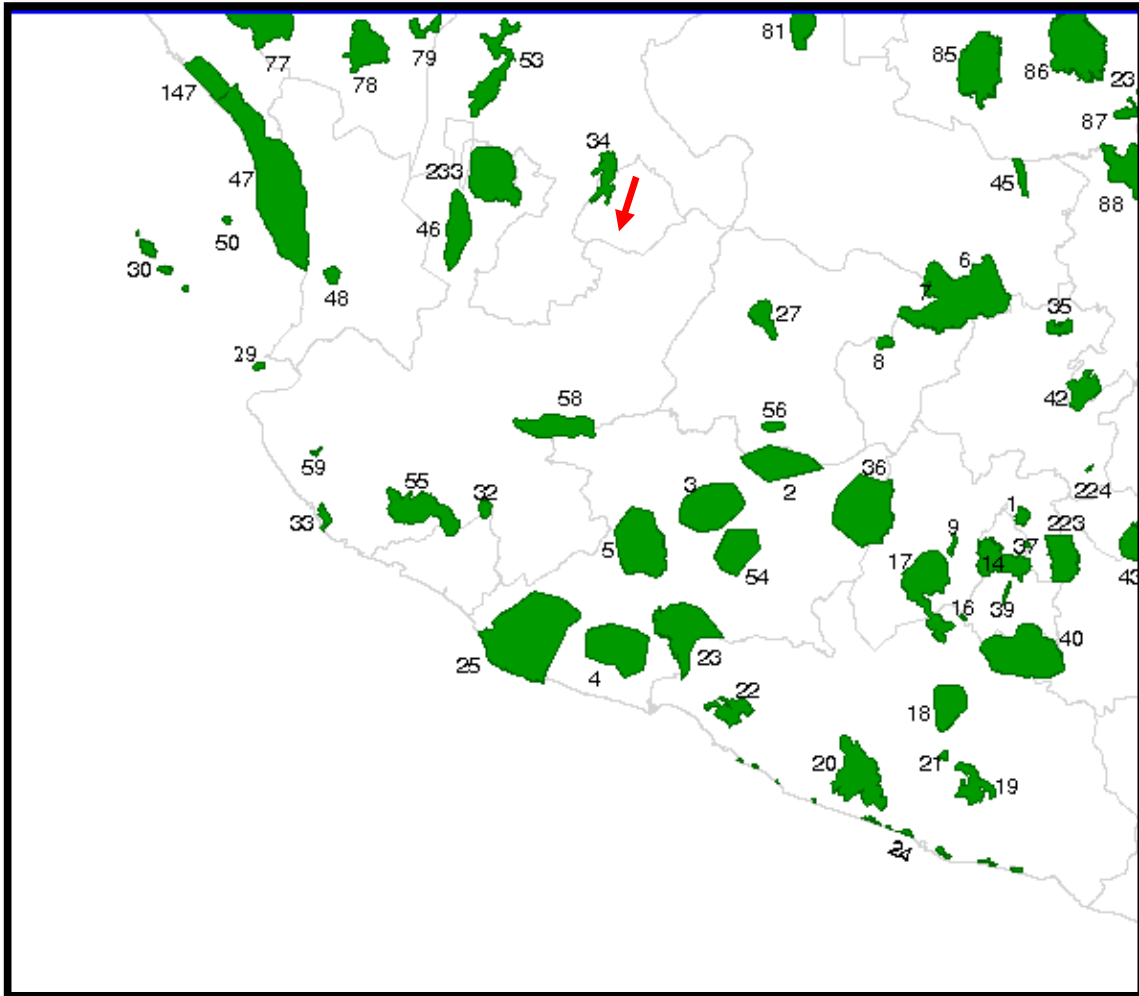


Figura 47. Ubicación del proyecto () con respecto a AICAS.

El proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica Prioritarias No. 56, Valle de Aguascalientes – Río Calvillo.

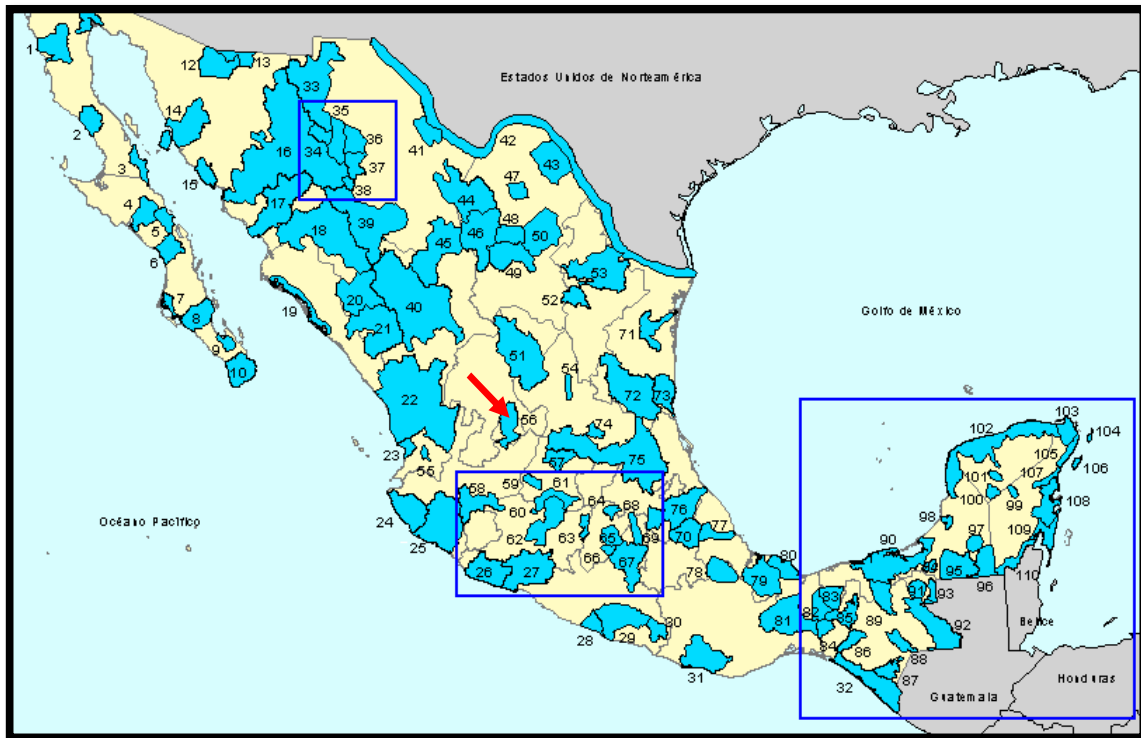


Figura 48. Región Hidrológica Prioritarias No. 56, Valle de Aguascalientes – Río Calvillo.

En este sentido, en relación a la vinculación con la Región Hidrológica y en aras de brindar todos los elementos a esa H. Autoridad, se manifiesta que no se realizarán descargas de aguas a la cuenca, ni se modificará el cauce solamente se tendrá puntos de pase del arroyo la trinidad tipo drenaje en zonas que no hay vegetación riparia (vegetación de galería) y que no interrumpirá el flujo hidrológico como se destaca en el Estudio hidrológico anexo al presente DTU, así mismo nos permitimos anexar de manera contigua la tabla VI. con la Vinculación y los argumentos donde se justifica que con el desarrollo del proyecto no se incrementará la problemática existente en dicha Región (Modificación del entorno, Contaminación y Uso de recursos).

La Región Terrestre Prioritaria más cercana al proyecto es la No. 66 Sierra Fria, como se puede ver en la siguiente figura:



Figura 49. Ubicación del proyecto () con respecto a Regiones Terrestres Prioritarias.

Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.

En el municipio de Aguascalientes existen tres áreas naturales protegidas (ANP's), de las cuales dos son de competencia estatal y solo una es de índole o competencia federal. Estas ANP's abarcan en total una superficie de 4,978.38 ha dentro de los límites del municipio:

Tabla 46. Áreas Naturales Protegidas de Competencia del Estado de Aguascalientes.

Nombre	Área (Ha)
Cerro del Muerto	4,356.37
La Ignominia	513.33
Sierra de Laurel	108.68
TOTAL	4,978.38

Del ANP federal (Sierra del Laurel) el municipio solo abarca una muy pequeña parte de ella (ubicada al suroeste). Esta ANP se denomina oficialmente como "Área de Protección de Recursos Naturales correspondiente a la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043-Estado de Nayarit", pero localmente se les conoce como ANP Sierra del Laurel.

Por otra parte, es importante señalar que existe otra área natural que se encuentra bajo un régimen federal especial de protección, el cual está basado en el Acuerdo Internacional sobre Humedales de Importancia Internacional y que es conocido comúnmente como Convención Ramsar; es decir, que se trata de un sitio que ha sido incluido en dicho Convenio Ramsar, del cual México es un País firmante. Este sitio Ramsar, denominado "El Jagüey" queda totalmente incluido dentro del Municipio de Aguascalientes.

En cuanto a las 2 ANP's de competencia estatal, estas corresponden a las denominadas "Monumento Natural Cerro del Muerto" y Área de Protección del Hábitat. La primera de ellas, la denominada Cerro del Muerto, fue decretada en el 2008 y abarca tanto territorio del municipio de Aguascalientes como del de Jesús María, así que dentro del municipio de Aguascalientes comprende una superficie de 4,356.37 has y se localiza en la zona oeste del área a ordenar. La otra ANP estatal es La Ignominia, la cual fue decretada en el año 2015 y tiene una superficie de 513.33 has. En la figura siguiente se puede observar la ubicación y extensión que estas ANP tienen dentro del municipio.

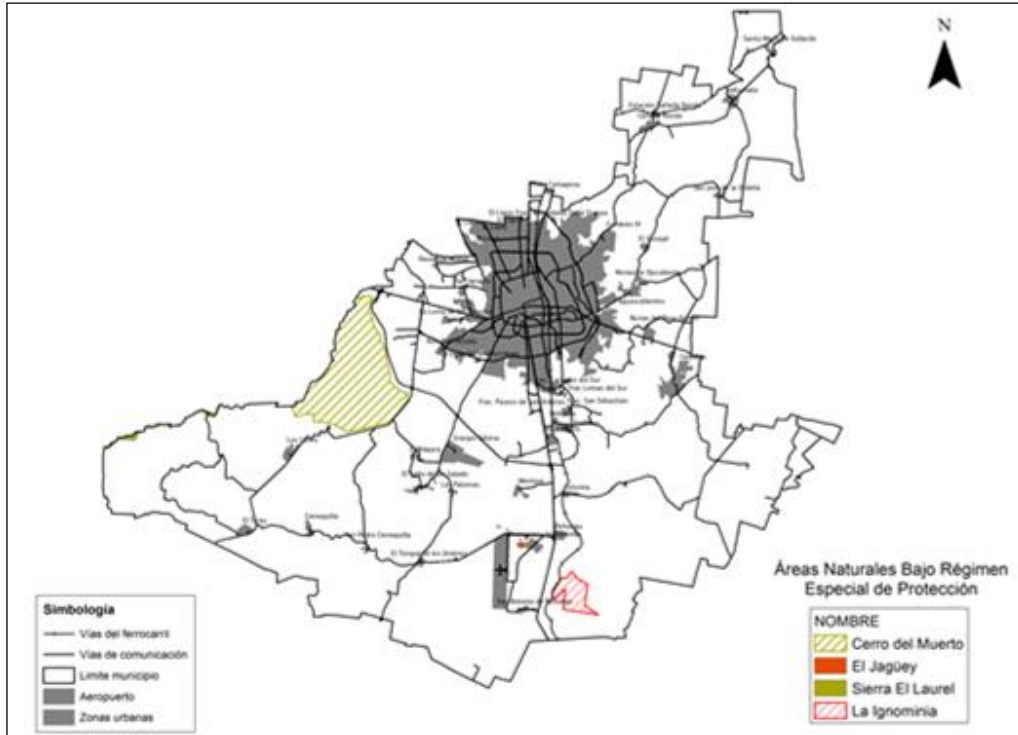


Figura 50. Áreas Naturales Protegidas y Sitios RAMSAR existentes dentro del Municipio de Aguascalientes.

Vinculación.

De acuerdo a la información anterior, la cual está basada en datos de la CONANP y el Gobierno del Estado de Aguascalientes, el terreno que ocupa el proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida de competencia estatal.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas.

Las Normas Oficiales Mexicanas establecen requisitos, procedimientos, metodologías, condiciones y limitantes que deben acatarse para realizar procesos, actividades, obras, emisiones y descargas de contaminantes, etc., dentro de los límites de México.

La preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Monorelleno en estudio estarán sujetas al cumplimiento de lo establecido en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Para las actividades de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del monorelleno serán requeridos vehículos automotores con motores a gasolina, a los cuales se les brindará el mantenimiento preventivo y correctivo requerido para su óptimo funcionamiento a efecto de mantener las emisiones generadas por su operación dentro de los límites estipulados por la citada norma; asimismo, dichos vehículos serán presentados para la realización de la medición de concentración de emisiones que establece en el ámbito local el Sistema de Verificación Anticontaminante de Vehículos Automotores en el Estado de Aguascalientes conforme al calendario correspondiente.

NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diesel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Para las actividades de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del monorelleno serán requeridos vehículos automotores con motores de diesel, a los cuales se les brindará el mantenimiento preventivo y correctivo requerido para su óptimo funcionamiento a efecto de mantener las emisiones generadas por su operación dentro de los límites estipulados por la citada norma; asimismo, dichos vehículos serán presentados para la realización de la medición de concentración de emisiones que establece en el ámbito local el Sistema de Verificación Anticontaminante de Vehículos Automotores en el Estado de Aguascalientes conforme al calendario correspondiente.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Debido a las actividades a realizar en el monorelleno que involucran la operación tanto de vehículos automotores como maquinaria de construcción durante todas etapas de desarrollo del mismo, se generarán residuos de naturaleza peligrosa derivados del uso de los citados equipos correspondientes a lubricantes gastados o insumos impregnados con los mismos

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.

Con base en los estudios realizados para la identificación de especies de flora y fauna existentes en el sitio y sus inmediaciones, se determinó que dichas áreas no se identificaron especies de flora que se encuentren listadas en alguna categoría de protección ambiental de las indicadas por la Norma 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.

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes móviles.

Los vehículos automotores que sean utilizados para la carga y transporte de los lodos desde su sitio de generación a las celdas de confinamiento del Monorelleno estarán sujetos a un permanente esquema de mantenimiento preventivo o correctivo que evite la generación de emisiones ostensibles de ruido que sobrepasen los límites de la *NOM-080-SEMARNAT-1994*

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Las emisiones de ruido serán generadas principalmente por la operación tanto de vehículos automotores como de la maquinaria de construcción que será utilizada en el sitio para el manejo y conformación de las celdas de confinamiento de los residuos. A efecto de no sobrepasar los límites de emisión de ruido establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994 con motivo de la operación de los vehículos y maquinaria descritos estos estarán permanentemente sujetos a mantenimiento preventivo y correctivo a efecto de mantener los niveles normales de emisión de este tipo de equipos. De igual manera las operaciones en el uso de la maquinaria y vehículos serán realizadas exclusivamente en horario diurno.

NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

A. Con relación al apartado No. 6.1 de la citada Norma, se presenta lo siguiente:

6. Especificaciones para la Selección del Sitio.

6.1. Restricciones para la ubicación del Sitio.

6.1.1 Cuando un sitio de disposición final se pretenda ubicar a una distancia menor de 13 kilómetros del centro de la(s) pista(s) de un aeródromo de servicio al público o aeropuerto, la distancia elegida se determinará mediante un estudio de riesgo aviario.

El monorelleno de lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales, se encuentra a 14 km de distancia del aeropuerto internacional Lic. Jesús Terán Peredo ubicado en Aguascalientes. Ags., por lo cual no se requiere realizar el estudio de riesgo aviario que señala la NOM-083, ya que esta fuera de los radios de influencia que marca la NOM-083.

6.1.2 No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas, a excepción de los sitios que estén contemplados en el plan de manejo de éstas.

De conformidad al apartado de vinculación del presente estudio y el análisis espacial con respecto a las coordenadas UTM, WGS84 Q13 y a la cartografía federal, estatal, y municipal el proyecto no se encuentra en localizado en algún sitio catalogado como área natural protegida, RAMSAR o alguna otra categoría de protección de esta índole, por lo cual se cumple esta restricción.

6.1.3 En localidades mayores de 2,500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 m (quinientos metros) contados a partir del límite de la traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano.

Un factor de importancia a considerar en la ubicación de un sitio para la disposición final de residuos, en este caso de lodos deshidratados y estabilizados, es la población que vive y que trabaja en los alrededores de la instalación, variable representada por la cantidad de personas expuestas, su edad y su salud.

En particular, se pone especial atención en los hospitales y escuelas, ya que este tipo de espacios son más difíciles de evacuar en caso de que se presentara alguna eventualidad por el manejo inadecuado de los lodos al interior del sitio de disposición final.

Por esta razón, se requiere que los sitios de disposición final estén ubicados a una distancia prudente de áreas densamente pobladas, hospitales, escuelas y centros de asistencia pública.

Algunos sectores de la población pueden ser más sensibles que el promedio de la población en general, a la exposición de eventualidades por el mal manejo cualquier tipo de desechos. Diversos estudios han demostrado que los niños y las gentes de edad avanzada, pueden ser más susceptibles al contacto con los impactantes generados en un vertedero de desechos, como son: partículas suspendidas, aerobiológicos y biogás entre otros. Asimismo, personas que tienen su salud deteriorada, pueden ser más vulnerables a tales exposiciones y sus dolencias pueden agravarse.

En la imagen que se presenta a continuación se muestra la ubicación del sitio del monorelleno con respecto a la localidad de Lumbreras-Cieneguilla, que es la población más cercana, la cual se ubica a una distancia de 500 metros, por lo que se cumple con esta restricción.

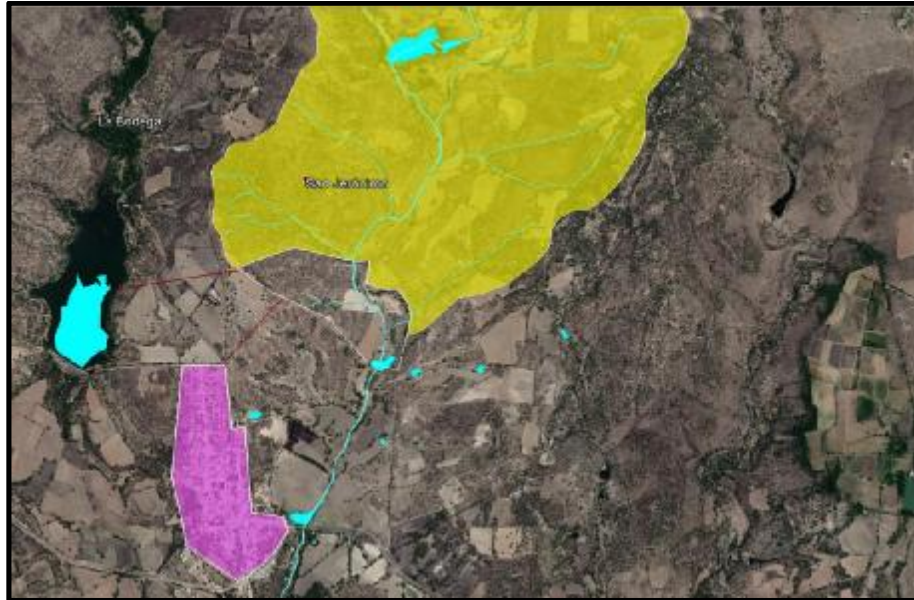


Imagen 1, Localización del sitio del monorelleno, respecto a la localidad de Lumbreras-Cieneguilla.

6.1.4 No debe ubicarse en zonas de: marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas; ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas.

Con respecto a los humedales, son todos aquellos espacios que sin tener la condición de lago o de río, tienen la extensión que les permite permanecer inundados durante el tiempo suficiente para permitir el desarrollo de comunidades biológicas propias y diferentes a las de su entorno. Son sitios que, por estar estado anegados por cierto tiempo, incluyen hábitats con distintas variedades de peces y vida silvestre; son áreas delicadas, consideradas como uno de los ecosistemas más productivos del mundo.



Imagen 2, Pantanos, humedales con predominio de árboles y arbustos (imagen muestra).

Los humedales de México son áreas de invernación para una gran cantidad de aves migratorias acuáticas, costeras y de otros tipos, además de servir como sitios de abasto para las aves neotropicales migratorias, y constituirse en centros de diversidad biológica, que proveen de recursos naturales renovables a las comunidades locales.

Las siguientes particularidades sirven para significar la importancia de los humedales:

- Un tercio de todas las especies de aves, se les encuentra en los humedales, que sirven de áreas vitales para su reposo durante las migraciones y como áreas de congregación o anidamiento para otras especies.
- El 96 % de las especies de peces que son comercializados en este planeta, dependen de los humedales para cumplir con su ciclo vital.
- Los humedales controlan la erosión de riberas, lo cual da protección a otros ecosistemas de los efectos que pueden provocar las tormentas torrenciales, además de mejorar la calidad del agua y regular el clima.

Por otro lado, los estuarios, considerados éstos como áreas donde las aguas dulces continentales se juntan con el mar, también se incluyen dentro de la definición de humedales; lo cual lleva a incluir dentro del concepto de humedales, a esteros y marismas, por ser sitios donde las aguas del mar inundan espacios cerca de sus orillas (por las mareas), pudiendo combinarse con aguas dulces continentales en las desembocaduras de los ríos.

Sin embargo, en la zona donde se desarrollará el proyecto, no existe este tipo de ecosistemas, ya que únicamente se presenta el arroyo La Trinidad en sus inmediaciones. Por lo tanto, la restricción establecida en la NOM-083-SEMARNAT-2003 no le aplica.

Respecto a las Planicies Aluviales y Fluviales, que son terrenos sometidos a inundaciones periódicas, por lo regular se trata de tierras bajas a lo largo de ríos, arroyos, lagos y océanos, aunque también se pueden generar por la desecación de lagos, lagunas y humedales, que prácticamente reportan escaso o nulo flujo anual de agua.

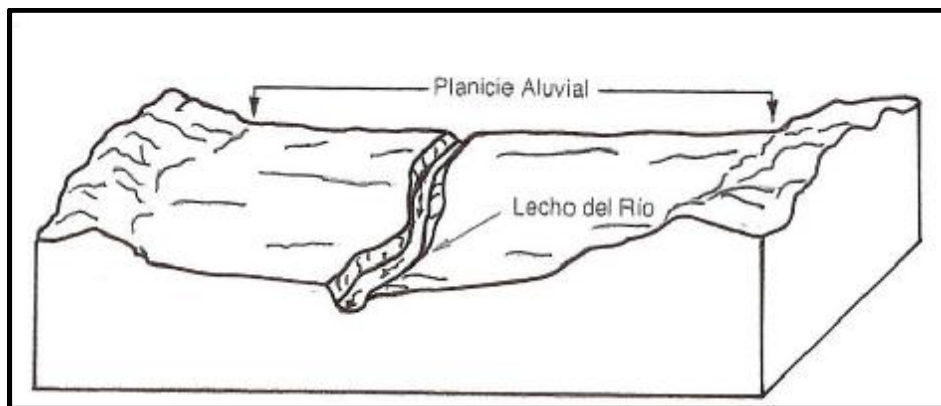


Imagen 3, Superficie de inundación asociada al lecho de un río (Imagen nuestra).

El sitio donde se ubicará el monorelleno no presenta este tipo de terrenos inundables, por lo que tampoco le aplica esta restricción de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

En relación con las Zonas de Recarga de Acuíferos, son espacios donde el agua de lluvia se infiltra a través del suelo o de rocas fracturadas, para dar origen a los acuíferos. En tales sitios, los contaminantes pueden pasar rápidamente al agua subterránea afectando la calidad del agua de los acuíferos, cuya limpieza es muy difícil y costosa, si no imposible. En ciertas áreas, el suelo y roca subterráneos hacen difícil determinar la dirección de la corriente del agua subterránea, lo que hace el proceso de limpieza aún más complicado. En la mayoría de los casos, la calidad del agua subterránea no se puede restaurar a costos razonables ni en espacios de tiempo cortos. Eliminar la contaminación del agua subterránea puede tomar cientos de años.



Imagen 4, Basaltos fracturados, ejemplo de zona de recarga de Acuíferos. Notar el valle al fondo de la imagen, abastecido por el acuífero explotable (Imagen Muestra).

El área donde se ubica el monorelleno, interés está constituida por conglomerados constituidos por fragmentos calcáreos, con alternancias de tobas arenosas y de tobas consolidadas, misma que es la que predomina en el sitio, tal y como se muestra en la figura siguiente:

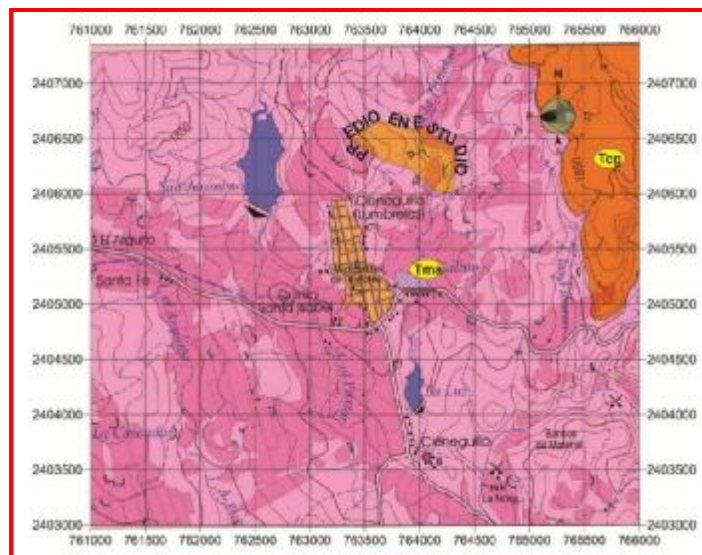


Imagen 5, Geología local del área donde se ubica el monorelleno. Fuente:

En su base se presentan lapillis riolíticos de aspecto masivo, localmente cubiertos por cenizas, aun cuando estas no se detectaron en el sitio. En ciertas zonas se pueden encontrar arenas y gravas intercaladas, que pueden estar relacionadas con paleocanales. En la parte superior se encuentra

una toba de aspecto masivo intercalada con aluviones. El total de esta formación varía entre 60 y 120 m. Estas unidades presentan permeabilidades variables, sin embargo, la presencia de un bordo en el extremo sur del predio, en donde se mantiene el agua durante muchas semanas, conjuntamente con la presencia de tobas limo- arcillosas implica baja permeabilidad, al menos en algunas zonas del predio.

Por la evidencia de la geofísica realizada, se concluye que existe una capa poco permeable entre los 25 y 30 m de profundidad, distribuida heterogéneamente, antes de arribar al acuífero, el cual debe estar entre los 80 y 90 m de profundidad.

Por lo aquí descrito, el sitio de interés no se halla en zonas de recarga de acuífero, ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas, por lo que, para este tipo de estructuras geológicas, no aplica la restricción correspondiente establecida en la NOM-083-SEMARNAT-2003.

En cuanto a las zonas arqueológicas, México es un país plagado de este tipo de vestigios, ya que en su territorio florecieron una gran cantidad de diferentes culturas. A la llegada de los conquistadores, había dos grandes áreas en el territorio de lo que sería Nueva España-México: una al norte, poblada principalmente por grupos nómadas, y otra en el centro y el sur, ocupada por pueblos sedentarios, poseedores de una civilización.

Por el escenario ya descrito, no hay lugar a dudas, sobre la incompatibilidad de instalar cualquier vertedero de residuos en aquellos sitios donde existan zonas arqueológicas sujetas o no, a programas de rescate, restauración o rehabilitación. Esto es particularmente importante, en un país como México, donde existen múltiples vestigios arqueológicos de distintas culturas prehispánicas.

En el sitio de interés no hay evidencias o reportes de zonas arqueológicas, por lo que se concluye que esta parte de la restricción establecida en la NOM-083-SEMARNAT-2003, no aplica.

6.1.5 El sitio de disposición final se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior, se debe demostrar que no existirá obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que afecten la estabilidad física de las obras que integren el sitio de disposición final.

Con base en levantamiento topográfico de la zona y sus colindancias y al estudio hidrológico que considera las tasas de retorno de 10, 100 y hasta 500 años, y los planos de delimitación de Zona Federal elaborados por la CONAGUA, con copias controladas No. 226/2017 y 231/2017 e identificados con No. 1900.E014/S034/P499 y No.1900.E014/S034/P500, quedando fuera las zonas de inundación el proyecto. Por lo que se desprende que queda fuera de zonas de restricción, cumpliendo con dicho apartado.

Se adjunta el Estudio Hidrológico y levantamiento topográfico de la zona de interés.

6.1.6 La distancia de ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, debe ser de 500 m (quinientos metros) como mínimo.

Es necesario evitar que los recursos hídricos superficiales se contaminen, ya que los cuerpos de agua natural o artificial (lagos, lagunas, presas, etc.), cualquiera que sea la forma y distribución de sus cuencas de captación, representan áreas que se deben proteger, pues el emplazamiento inadecuado de cualquier sitio de disposición final, afectará los cauces de ríos y arroyos.



Imagen 6, Corriente superficial, convertida en un drenaje de aguas servidas, por el vertido de descargas contaminantes. (Imagen nuestra).

Si bien este criterio, manifiesta la restricción de cuerpos de agua donde *“...la distancia de ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, debe ser de 500 m (quinientos metros) como mínimo...”*, también lo es que, el cuerpo de agua es temporal, como lo establece el Estudio Hidráulico e Hidrológico anexo al DTU-BP y avalado por la CONAGUA al determinar la zona federal, conforme a los planos anexos en el DTU-BP original.

No obstante, y para dar mayor certidumbre a la autoridad de que se cumple a cabalidad con la NOM-083-SEMARNAT-2003, se realiza la siguiente vinculación:

La NOM-083/SEMARNAT-2003, establece en su numeral 10.5.7 lo siguiente: *“En caso de no cumplir con algún punto contenido en esta Norma, se deberá demostrar ante la autoridad competente que con la aplicación de obras de ingeniería, tecnologías y sistemas, se obtengan efectos que resulten equivalentes a los que se obtendrían del cumplimiento de lo previsto en esta Norma”* (sic.).

De acuerdo con lo anterior y por exigencia de la Comisión Nacional del Agua, se procedió a realizar un estudio hidrológico para condiciones de flujo extremas, con el fin de determinar el nivel de desplante de las plataformas del monorelleno, de tal suerte que el tirante de agua que pudiera alcanzarse con un flujo hídrico extraordinario, quedara por debajo de dichas plataformas.

Los resultados del estudio hidrológico se presentan en forma adjunta a este reporte, del que se desprende que, con un bordo libre suficiente, definido por el nivel de desplante que se establezca para las plataformas operacionales del monorelleno, se atenderá lo señalado en el numeral antes mencionado, por lo que se da cumplimiento a la NOM-083-SEMARNAT-2003.

6.1.7 La ubicación entre el límite del sitio de disposición final y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero, tanto en operación como abandonados, será de 100 metros adicionales a la proyección horizontal de la mayor circunferencia del cono de abatimiento. Cuando no se pueda determinar el cono de abatimiento, la distancia al pozo no será menor de 500 metros.

Se cumple con esta restricción, ya que no existen pozos de ningún tipo, en un radio de 500 m a la redonda del sitio, en donde se construirá el mono relleno de lodos estabilizados, con forme a los registros del INEGI, conforme a la identificación de los pozos el más cercano se encuentra a más de 1000 m como se muestra en la figura 73 del presente estudio.

B. Con relación al apartado No. 6.2 de la citada Norma, se presenta lo siguiente:


6.2. Estudios y análisis previos requeridos para la selección del sitio.

6.2.1 Estudio geológico: Deberá determinar el marco geológico regional con el fin de obtener su descripción estratigráfica, así como su geometría y distribución, considerando también la identificación de discontinuidades, tales como fallas y fracturas. Asimismo, se debe incluir todo tipo de información existente que ayude a un mejor conocimiento de las condiciones del sitio; esta información puede ser de cortes litológicos de pozos perforados en la zona e informes realizados por alguna institución particular u oficial.

Este Estudio no aplica ya que de conformidad a la Tabla 2. Estudios y análisis previos requeridos para la construcción de sitios de disposición final, los de TIPO B no les aplica el Geológico y el Geo hidrológico Regionales. Por lo que se adjuntan los locales al presente Manifiesto de Impacto Ambiental; correspondiente al Estudio Geológico del sitio que fue usado para el razonamiento e integración del Estudio que nos ocupa desde la selección del sitio hasta su abandono.

6.2.2 Estudios hidrogeológicos

- a) Evidencias y uso del agua subterránea: Definir la ubicación de las evidencias de agua subterránea, tales como manantiales, pozos y norias, en la zona de influencia, para conocer el gradiente hidráulico. Asimismo, se debe determinar el volumen de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo en la zona de estudio.
- b) Identificación del tipo de acuífero: Identificar las unidades hidrogeológicas, tipo de acuífero (confinado o semiconfinado) y relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas que definen el sistema acuífero.
- c) Análisis del sistema de flujo: Determinar la dirección del flujo subterráneo regional.

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

Se adjunta los estudios hidrológicos, mismos que fueron presentados ante la CONAGUA para la determinación de la zona federal y que contempla los supuestos de los incisos a), b) y c) de este requerimiento

C. Con relación al apartado No. 6.3 de la citada Norma, se hacen los siguientes comentarios:

6.3. Estudios y análisis en el sitio previos a la construcción y operación del sitio de disposición final.

- a) Estudio Topográfico: Se debe realizar un estudio topográfico incluyendo planimetría y altimetría a detalle del sitio seleccionado para el sitio de disposición final.

Se adjunta el Levantamiento Topográfico.

- b) Estudio Geotécnico: Se deberá realizar para obtener los elementos de diseño necesarios y garantizar la protección del suelo, subsuelo, agua superficial y subterránea, la estabilidad de las obras civiles y del sitio de disposición final a construirse, incluyendo al menos las siguientes pruebas.

b.1. Exploración y Muestreo:

- Exploración para definir sitios de muestreo.
- Muestreo e identificación de muestras.
- Análisis de permeabilidad de campo.
- Peso volumétrico In-situ.

b.2. Estudios en laboratorio:

- Clasificación de muestras según el Sistema Unificado de Clasificación de suelos.
- Análisis granulométrico.
- Permeabilidad.
- Prueba Proctor.
- Límites de Consistencia (Límites de Atterberg).
- Consolidación unidimensional.
- Análisis de resistencia al esfuerzo cortante.
- Humedad.


Con las propiedades físicas y mecánicas definidas a partir de los resultados de laboratorio, se deben realizar los análisis de estabilidad de taludes de las obras de terracería correspondientes.

Se adjunta el Estudio Geotécnico o geofísico con los requisitos indicados en este punto.

- c) Evaluación Geológica y

c.1. Se deberá precisar la litología de los materiales, así como la geometría, distribución y presencia de fracturas y fallas geológicas en el sitio.

c.2. Se deberán determinar las características estratigráficas del sitio.

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

Se adjunta al presente Manifiesto de Impacto Ambiental la Evaluación Geológica del Sitio.

d) Evaluación Hidrogeológica:

d.1. Se deben determinar los parámetros hidráulicos, dirección del flujo subterráneo, características físicas, químicas y biológicas del agua.

d.2. Se deben determinar las unidades hidrogeológicas que componen el subsuelo, así como las características que las identifican (espesor y permeabilidad).

Se adjunta al presente Manifiesto de Impacto Ambiental la Evaluación Hidrogeológica del Sitio.

D. Con relación al apartado No. 6.4 de la citada Norma, se reporta los siguiente:

6.4. Estudios de Generación y Composición.

a) Generación y composición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Los lodos provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Aguascalientes, después del proceso de deshidratación, saldrán con una tasa diaria de 160 m³/día y con una concentración del 26%. Posteriormente y con el fin de reducir aún más el contenido de humedad en los lodos, éstos serán desecados naturalmente entre 7 y 14 días, antes de ser enviados al Monorelleno.

Después del proceso de secado, los lodos reducirán su contenido de humedad hasta alcanzar una concentración del 40%, por lo que se tendrá un volumen diario de lodos de 106 m³/día. Debido a que, para transportar los lodos al sistema de disposición final, deberá esperarse que los lodos sean desecados al menos 7 días, los embarques de lodos desecados se realizarán cada 7 días; por lo que el volumen de lodos desecados a transportar y confinar por semana será de 742 m³.

Los lodos serán transportados en góndolas de 30 m³, por lo que se realizará un total de 25 viajes, a razón de 12 o 13 viajes en dos días; es decir, cada 7 días se transportarán durante 2 días, los 25 viajes de lodos desecados en góndolas de 25 m³. Lo anterior implica que el sistema de disposición final, operará al menos 2 días a la semana y 8 días cada mes.

Se anexan estudios de lodos en cuanto a caracterización, composición, generación y CRETI de un sistema en igualdad de circunstancias, ya que en Aguascalientes aún no se generan lodo después de los tratamientos que se están por aplicarse, ya que es una actividad nueva.

E. Con relación al numeral 7 de la citada Norma, se reportan las siguientes consideraciones:

7. Cumplimiento de las características constructivas y operativas del sitio de disposición final.

7.1 Todos los sitios de disposición final deben contar con una barrera geológica natural o equivalente a un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica, de menos 1x10⁻⁷ cm/seg sobre la zona destinada al establecimiento de las celdas de disposición final; o bien, garantizarla con un sistema de impermeabilización equivalente.

7.1 Todos los sitios de disposición final deben contar con una barrera geológica natural o equivalente, a un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica, de al menos 1×10^{-7} cm/seg sobre la zona destinada al establecimiento de las celdas de disposición final; o bien, garantizarla con un sistema de impermeabilización equivalente.

La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, establece en el numeral 7.1 del Capítulo No. 7 relativo a las Características Constructivas y Operativas del Sitio de Disposición Final, la siguiente especificación:

Al respecto, como el sitio no cuenta con una barrera geológica natural ni equivalente, que cumpla con las especificaciones señaladas en cuanto al coeficiente de conductividad hidráulica y el espesor de dicha barrera; será necesario garantizarla con un sistema de impermeabilización equivalente.

Para el cumplimiento de tal mandato, se proponen una membrana artificial de polietileno de alta densidad., como bien se describe en el presente estudio.

7.2 Se debe garantizar la extracción, captación conducción y control del biogás generado en el sitio de disposición final. Una vez que los volúmenes y la edad de los residuos propicien la generación de biogás y de no disponerse de sistemas para su aprovechamiento conveniente, se procederá a su quema ya sea a través de pozos individuales o mediante el establecimiento de una red con quemadores centrales.

El proyecto cuenta con un sistema de extracción, captación, conducción y control de biogás bajo el esquema descrito en el presente estudio:

7.3 Debe construirse un sistema que garantice la captación y la extracción del lixiviado generado en el sitio de disposición final. El lixiviado debe ser recirculado en las celdas de residuos confinados en función de los requerimientos de humedad para la descomposición de los residuos, o bien ser tratado, o bien una combinación de ambas.

Generación de lixiviados.

Se cuenta con sistema de manejo de Lixiviados (Percolados) y su control como lo marca la NOM-083, como bien es descrito en el presente estudio.

7.4 Se debe diseñar un drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y el desalojo del agua de lluvia, minimizando de esta forma su infiltración a las celdas.

El drenaje pluvial será habilitado a efecto de evitar la infiltración de demasías de agua en las celdas de disposición de los lodos estabilizados. Se anexan planos estructurales.

7.5 El sitio de disposición final deberá contar con un área de emergencia para la recepción de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, cuando alguna eventualidad, desastre natural o emergencia de cualquier orden no permitan la operación en el frente de trabajo; dicha área debe proporcionar la misma seguridad ambiental y sanitaria que las celdas de operación ordinarias.

Como parte de las áreas contempladas a habilitar en el Monorelleno se contará con área de emergencia, como alternativa de alguna eventualidad que evite la disposición y confinamiento de los residuos en las celdas que estén operando.

7.6 Los sitios de disposición final, de acuerdo con la clasificación antes detallada, deberán alcanzar los siguientes niveles mínimos de compactación:

Requerimientos de Compactación

Sitio		Compactación de los residuos (Kg/m ³)	Recepción de residuos sólidos (Ton/día)
A	A1	Mayor de 700	Mayor de 750
	A2	Mayor de 600	100-750
B		Mayor de 500	50-100
C		Mayor de 400	10-50

Toda vez que se estima que la recepción de los residuos se estima en aproximadamente 742 m³ por semana con una operación cotidiana de 6 días laborales, la tasa promedio de disposición será de 123.67 m³/día o equivalentes a 120 toneladas por día, con base en la tabla anterior Requerimientos de Compactación, esta se llevará a cabo en cumplimiento de la norma aplicable en un rango mayor de 500 Kg/m³.

7.7 Se debe controlar la dispersión de materiales ligeros, la fauna nociva y la infiltración pluvial. Los residuos deben ser cubiertos en forma continua y dentro de un lapso menor a 24 horas posteriores a su depósito.

En relación a los materiales ligeros se considera poco probable su presencia en el Monorelleno en estudio toda vez que en forma exclusiva se confinarán lodos desecados y estabilizados que presentan una baja tasa de dispersión al contar con una forma geométrica compacta y de alta densidad y peso.

Asimismo, se tendrá un programa permanente de control de fauna nociva a través de fumigaciones y control de plagas que incluirá roedores e insectos. Se tendrá precaución de utilizar productos y procedimientos de control que eviten la afectación de fauna nativa y silvestre de la zona.

Se tendrá un programa de trabajo de disposición y confinamiento permanente de los residuos en las áreas de trabajo de tal forma que esta se lleve a cabo el mismo día en que son recibidos en el lugar. En el caso que por una situación imprevista se retengan residuos sin confinar dentro en días posteriores a su recepción, se contará con elementos de cobertura adecuados (lonas plásticas impermeables) que protegerán a los mismos evitando su humidificación.

7.8 El sitio de disposición final, adoptará medidas para que los siguientes residuos no sean admitidos:

- a) Residuos líquidos tales como aguas residuales y líquidos industriales de proceso, así como lodos hidratados de cualquier origen, con más de 85% de humedad con respecto al peso total de la muestra.
- b) Residuos conteniendo aceites minerales.
- c) Residuos peligrosos clasificados de acuerdo a la normatividad vigente.

Al acceso al Monorelleno se contará con una estricta supervisión de los residuos que serán ingresados al confinamiento, los cuales serán única y exclusivamente lodos remanentes de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Ciudad de Aguascalientes, los cuales serán ya recibidos estabilizados y desecados al 20% sin contener aceites minerales y conforme al Análisis CRETIB realizado, estos no poseen características que los clasifiquen como de naturaleza peligrosa.

7.8.1. Los lodos deben ser previamente tratados o acondicionados antes de su disposición final en el frente de trabajo, conforme a la normatividad vigente.

Como ya se describió con anterioridad, los lodos que serán confinados en el Monorelleno serán adecuadamente estabilizados y acondicionados previo a su confinamiento.

7.9 Los sitios de disposición final deberán contener las siguientes obras complementarias:

Obras complementarias requeridas de acuerdo al tipo de disposición final.

Obras complementarias	A	B	C
Caminos de acceso	X	X	X
Caminos interiores	X	X	
Cerca perimetral	X	X	X
Caseta de vigilancia y control de acceso	X	X	X
Báscula	X	X	
Agua potable, electricidad y drenaje	X	X	
Vestidores y servicios sanitarios	X	X	X
Franja de amortiguamiento (mínimo 10 metros)	X	X	X
Oficinas	X		
Servicio Médico y Seguridad Personal	X		

El monorelleno, conforme a lo descrito en el presente Manifiesto de Impacto Ambiental contra con todas las obras complementarias establecidos para un sitio de confinamiento de residuos tipo B, como puede observarse en el proyecto ejecutivo desarrollado para el mismo inserto al presente estudio y adjunto al mismo.

7.10 El sitio de disposición final deberá contar con:

- a) Un manual de operación que contenga:
 - Dispositivos de control de accesos de personal, vehículos y materiales, prohibiendo el ingreso de residuos peligrosos, radiactivos o inaceptables.
 - Método de registro de tipo y cantidad de residuos ingresados.
 - Cronogramas de operación.
 - Programas específicos de control de calidad, mantenimiento y monitoreo ambiental de biogás, lixiviados y acuíferos.
 - Dispositivos de seguridad y planes de contingencia para: incendios, explosiones, sismos, fenómenos meteorológicos y manejo de lixiviados, sustancias reactivas, explosivas e inflamables.
 - Procedimientos de operación.
 - Perfil de puestos.
 - Reglamento Interno.

- b) Un Control de Registro:
 - Ingreso de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, materiales, vehículos, personal y visitantes.
 - Secuencia de llenado del sitio de disposición final.
 - Generación y manejo de lixiviados y biogás.
 - Contingencias.

- c) Informe mensual de actividades.

Se adjunta el Manual de operación correspondiente al presente estudio.

7.11 Para asegurar la adecuada operación de los sitios de disposición final, se deberá instrumentar un programa que incluya la medición y control de los impactos ambientales, además del programa de monitoreo ambiental de dichos sitios y conservar y mantener los registros correspondientes:

Se adjunta en el Manual de operación correspondiente al presente estudio.

7.11.1 Monitoreo de biogás.

Se debe elaborar un programa de monitoreo de biogás que tenga como objetivo, conocer el grado de estabilización de los residuos para proteger la integridad del sitio de disposición final y detectar

migraciones fuera del predio. Dicho programa debe especificar los parámetros de composición, explosividad y flujo del biogás.

Se adjunta en el Manual de operación correspondiente al presente estudio.

7.11.2 Monitoreo de lixiviado

Se debe elaborar un programa de monitoreo del lixiviado, que tenga como objetivo conocer sus características de Potencial de Hidrógeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y metales pesados.

Se adjunta en el Manual de operación correspondiente al presente estudio.

7.11.3 Monitoreo de acuíferos.

Los programas de monitoreo deben contar con puntos de muestreo que respondan a las condiciones particulares del sistema de flujo hidráulico, mismo que define la zona de influencia del sitio de disposición final, y por lo menos, dos pozos de muestreo, uno aguas arriba y otro aguas abajo del sitio de disposición final. Los parámetros básicos que se considerarán en el diseño de los pozos son:

- Gradientes superior y descendente hidráulico.
- Variaciones naturales del flujo del acuífero.
- Variaciones estacionales del flujo del acuífero.
- Calidad del agua antes y después del establecimiento del sitio de disposición final. La calidad de referencia estará definida por las características del agua nativa.

Una vez que el proyecto haya sido autorizado en materia de impacto ambiental y se lleve a cabo a cabo la preparación del sitio y construcción del Monorelleno conforme a las especificaciones descritas en el presente Manifiesto de Impacto Ambiental, se implementarán los esquemas y actividades necesarias para llevar a cabo en forma puntual del acuífero tomando y analizado muestras periódicas de los pozos de agua más cercanos al sitio del proyecto de conformidad con los lineamientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Asimismo se pondrán puntos de muestreo aguas arriba y aguas abajo para verificar que no exista infiltración de lixiviados y prevenir la contaminación de mantos acuíferos.

7.12 Cualquier actividad de separación de residuos en el sitio de disposición final no deberá afectar el cumplimiento de las especificaciones de operación contenidas en la presente Norma, ni significar un riesgo para las personas que la realicen.

Conforme a lo descrito con anterioridad, sólo se hará disposición de un solo tipo de residuo correspondiente a lodos estabilizados de la Planta de Tratamiento de la Ciudad de Aguascalientes. Dado lo anterior, no se llevará a cabo ningún tipo de separación de residuos ya que el 100% de los remanentes canalizados hacia el Monorelleno serán confinados en las celdas que serán construidas para tal efecto.

8. Requisitos mínimos que deben cumplir los Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, tipo D (menos de 10 toneladas diarias)

8.1 Garantizar un coeficiente de conductividad hidráulica de 1×10^{-5} cm/seg, con un espesor mínimo de un metro, o su equivalente, por condiciones naturales del terreno, o bien, mediante la impermeabilización del sitio con barreras naturales o artificiales.

8.2 Una compactación mínima de la basura, de 300 kg/m^3 .

8.3 Cobertura de los residuos, por lo menos cada semana.

8.4 Evitar el ingreso de residuos peligrosos en general.

8.5 Control de fauna nociva y evitar el ingreso de animales.

8.6 Cercar en su totalidad el sitio de disposición final.

El Monorelleno para el confinamiento de lodos estabilizados provenientes de la Planta de Tratamiento de la Ciudad de Aguascalientes motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental de conformidad con la cantidad de residuos que manejará está clasificado como tipo B por lo que este apartado no es aplicable. No obstante lo anterior, La totalidad de los apartados de este punto 8 serán cubiertos como parte del diseño, construcción, operación y mantenimiento del proyecto en estudio.

9. Clausura del sitio.

9.1 Cobertura final de clausura.

La cobertura debe aislar los residuos, minimizar la infiltración de líquidos en las celdas, controlar el flujo del biogás generado, minimizar la erosión y brindar un drenaje adecuado.

Las áreas que alcancen su altura final y tengan una extensión de dos hectáreas deben ser cubiertas conforme al avance de los trabajos y el diseño específico del sitio.

Una vez concluida la vida útil del monorelleno estimada en 20 o 25 años las áreas utilizadas para el confinamiento de los lodos de la Planta de Tratamiento de la Ciudad de Aguascalientes serán adecuadamente cubiertas en forma final para evitar la generación de malos olores, fauna nociva y manejar un adecuado paisaje de la zona. Dicha cubierta final deberá conformarse con una capa mínima de 20 cms de material arcilloso compactado y sobre esta una capa del mismo material de 40 cms de espesor y finalmente una capa de suelo orgánico obtenido de los trabajos de construcción del monorelleno con un espesor mínimo de 30 cms.

9.2 Conformación final del sitio.

La conformación final que se debe dar al sitio de disposición final debe contemplar las restricciones relacionadas con el uso del sitio, estabilidad de taludes, límites del predio, características de la cobertura final de clausura, drenajes superficiales y la infraestructura para control del lixiviado y biogás.

Como se indicó en el apartado anterior, se dará una adecuada cobertura y conformación final del sitio del monorelleno garantizando una estabilidad permanente de los taludes respetando los límites del predio, así como garantizando que dicha conformación mantenga en operación la infraestructura habilitada para el control y manejo de los lixiviados y el biogás que se continúen generando posteriormente a la clausura del sitio, por un periodo mínimo de 20 años como marca la NOM-083

9.3 Mantenimiento.

Se debe elaborar y operar un programa de mantenimiento de posclausura para todas las instalaciones del sitio de disposición final, por un periodo de al menos 20 años. Este periodo puede ser reducido cuando se demuestre que ya no existe riesgo para la salud y el ambiente. El programa debe incluir el mantenimiento de la cobertura final de clausura, para reparar grietas y hundimientos provocados por la degradación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como los daños ocasionados por erosión (escurrimientos pluviales y viento).

Una vez que el proyecto haya sido autorizado en materia de impacto ambiental y se lleve a cabo a cabo la preparación del sitio y construcción del monorelleno conforme a las especificaciones descritas en el presente Manifiesto de Impacto Ambiental, se elaborará un programa de mantenimiento y posclausura de todas las instalaciones para los próximos 20 años a partir de la clausura del mismo. Dicho programa, en cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-203, incluirá el desarrollo de mantenimientos permanentes para la cobertura final que sea habilitada conforme a lo descrito con anterioridad, la reparación de grietas y posibles hundimientos así como la posible erosión en la cubierta desarrollada por factores como el agua y los vientos, llevando para tal efecto un registro detallado de las acciones desarrolladas en base al Programa de Mantenimiento.

9.4 Programa de monitoreo.

Se debe elaborar y operar un programa de monitoreo para detectar condiciones inaceptables de riesgo al ambiente por la emisión de biogás y generación de lixiviado, el cual debe mantenerse vigente por el mismo periodo que en el punto 9.3 de la presente Norma.

Dentro del manual de operación se contempla el programa de monitoreo para los siguientes 20 años a partir de la clausura del mismo que correspondiente al monitoreo en las emisiones de biogás y generación de lixiviados.

Sin embargo, este será diseñado en su totalidad en el tiempo que marca la norma, ya que se debe presentar ante la autoridad competente para su validación correspondiente previo a la clausura del sitio.

9.5 Uso final del sitio de disposición final.

Debe ser acorde con el uso de suelo aprobado por la autoridad competente con las restricciones inherentes a la baja capacidad de carga, posibilidad de hundimientos diferenciales y presencia de biogás.

Acorde con lo anterior, el predio del monorelleno, una vez concluida su vida útil, será adecuadamente rehabilitado para la plantación de especies nativas de la región con un uso futuro contemplado como recreativo en el mediano o largo plazo evitando la construcción de infraestructura de tipo habitacional, industrial u otra a efecto de evitar riesgos por la presencia de residuos como base de soporte.



10. Procedimiento para la evaluación de la conformidad

10.1 Objetivo

El procedimiento para la evaluación de la conformidad, en adelante PEC, establece, dentro del esquema de normalización, comprendido en el marco de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, la metodología para facilitar y orientar a las Unidades de Verificación (UV) y a las entidades públicas y privadas que operen sitios de disposición final el cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos en esta Norma Oficial Mexicana.

10.2 Referencias

Para la correcta aplicación de este procedimiento es necesario consultar los siguientes documentos vigentes:

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992 y sus reformas.
- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (RLFMN), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999.
- NMX-EC-17020-IMNC-2000, Criterios generales para la operación de varios tipos de Unidades (organismos) que desarrollan la verificación (inspección).

10.3 Disposiciones generales.

Para los efectos del presente PEC, se establecen las siguientes definiciones:

- **Acta circunstanciada:** Documento expedido en cada una de las visitas de verificación en el cual se hará constar de por lo menos: hora, día, mes y año del inicio y conclusión de la diligencia; calle, número, población o colonia, municipio o delegación, código postal y entidad federativa donde se encuentre ubicado el lugar en el cual se practique la visita; cuando proceda, número y fecha del oficio de comisión que la motivó; nombre y cargo de la persona con quien se entendió la diligencia; nombre y domicilio de las personas que fungieron como testigos; datos relativos a la actuación (relación pormenorizada de la visita); declaración del visitado, si quisiera hacerla y nombre y firma de quienes intervinieron en la diligencia, incluyendo los de quienes la llevaron a cabo.
- **Autoridad competente:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, a los gobiernos del Distrito Federal, de los estados y municipios en el ámbito de su jurisdicción y competencia.
- **Dictamen de Verificación:** Documento que emite y firma bajo su responsabilidad la UV por medio del cual hace constar que los sitios de disposición final cumplen con las disposiciones técnicas establecidas en la NOM, de acuerdo con lo determinado en el artículo 85 de LFMN.
- **Evaluación de la conformidad:** La determinación del grado de cumplimiento con esta Norma Oficial Mexicana.
- **Informe técnico:** Documento que incluye un listado de incumplimientos de la NOM y observaciones a los sitios de disposición final debidamente fundamentadas en la NOM.
- **Unidad de Verificación (UV):** La persona física o moral que realiza actos de verificación, debidamente acreditada y aprobada para verificar el cumplimiento con la presente Norma Oficial Mexicana.

10.4 Procedimientos.

La evaluación de la conformidad se llevará a cabo por las Unidades de Verificación a petición de parte:

10.4.1. Evaluación de la conformidad.

10.4.1.1 El responsable o su representante legal solicitará la evaluación de la conformidad de acuerdo con la NOM, a la UV de su preferencia quien determinará el grado de cumplimiento con la misma, durante la operación del sitio de disposición final y, en su caso, durante la construcción o clausura del mismo.

10.4.2 La UV que seleccione el responsable no debe tener relación comercial alguna ni ser empleado del propietario, ni del responsable, ni del constructor, ni del proyectista de los sitios de disposición final.

10.4.3 Recibida la solicitud de verificación, la UV de común acuerdo con el responsable del servicio, establecerá los términos y condiciones de los trabajos de verificación.

10.4.4 La verificación podrá realizarse por etapas de un proyecto de construcción, módulos, partes o ampliaciones de un sitio de disposición final. En las actas circunstanciadas debe indicarse esta situación, limitando el ámbito y las circunstancias de la verificación.

10.4.5 Se considera visita de verificación, el momento determinado en que se practica ésta, en la cual se constata ocularmente, el grado de cumplimiento con lo dispuesto en la NOM.



10.4.6 Cuando en una visita de verificación, se encuentre incumplimiento con la NOM, se asentará este hecho en el acta circunstanciada y en el informe técnico, y se notificará al responsable para que proceda en el plazo que se acuerde y se señale en el acta circunstanciada a efectuar las correcciones. Una vez que se hayan ejecutado las acciones correctivas, el responsable podrá solicitar una nueva visita de verificación.

10.4.7 El responsable podrá formular observaciones en las visitas de verificación y ofrecer pruebas a la UV al momento o por escrito dentro del término de 5 días siguientes a la fecha en que se haya levantado el acta circunstanciada correspondiente.

10.4.8 No debe emitirse el Dictamen de Verificación cuando existan incumplimientos a la NOM en el sitio de disposición final.

10.4.9 Los trabajos de verificación concluyen con la entrega del Dictamen de Verificación al responsable.

10.5 Aspectos técnicos específicos del proyecto a verificar.

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

Para llevar a cabo la verificación, el responsable debe presentar los estudios y el proyecto ejecutivo, que incluya los criterios que se utilizaron para la selección del sitio, los trabajos realizados para sustentar dicha elección y las especificaciones que se siguieron para el diseño del sitio de disposición final, esto firmado por el Responsable del Proyecto.

La verificación a las instalaciones, debe realizarse apoyándose en los documentos presentados por el responsable, con el fin de constatar que la instalación cumple con esta NOM. En los paréntesis se incluyen los numerales que se están cumpliendo:

10.5.1 Datos generales de la instalación (6).

- Localización cartográfica.
- Superficie por aprovechar.
- Comprobación del cumplimiento de los requerimientos de ubicación.
- Capacidad volumétrica.
- Tipo de residuos a manejar.
- Entidad responsable del sitio.
- Entidad que opera el relleno sanitario.

10.5.2 Estudio Geológico-Geohidrológico Regionales de la zona donde se ubica el sitio.

10.5.3 Estudios básicos realizados en el sitio (6.3)

- Evaluación Geológica y Geohidrológica.
- Topografía.
- Hidrología.
- Geotecnia.

10.5.4 Proyecto Ejecutivo del Relleno Sanitario (6.4, 7, 8 y 9).

- Generación y composición de residuos
- Generación de biogás
- Generación de lixiviados
- Propuesta de aprovechamiento del sitio.
- Calendarización del sitio.
- Diseños específicos.
- Manual de operación.

10.5.5 Documentos complementarios.

- Autorizaciones
- Certificaciones.
- Acreditaciones.
- Estudio de Impacto Ambiental.

10.5.6 Proyecto Ejecutivo de uso final del sitio (9)

10.5.7 En caso de no cumplir con algún punto contenido en esta Norma, se deberá demostrar ante la autoridad competente que con la aplicación de obras de ingeniería, tecnologías y sistemas, se obtengan efectos que resulten equivalentes a los que se obtendrían del cumplimiento de lo previsto en esta Norma.

10.6 Verificación.

10.6.1 Los dictámenes de las UV serán reconocidos en los términos que la autoridad competente determine.

10.6.2 Las UV aprobadas, podrán consultarse en los listados emitidos por la autoridad competente y en la página de la Web de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.



10.6.3 La violación a cualquiera de las disposiciones establecidas en este PEC, así como a lo establecido en los artículos 112, 112-A; 118 fracciones I, II y III y 119 fracciones I a IV de la LFMN, motivará multa, suspensión o revocación de la aprobación de la UV.

10.7. Documentación.

10.7.1 Con fundamento en los artículos 73, 84, 85, 86, 87 y 88 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 80 de su Reglamento, la UV deberá entregar o enviar a la autoridad competente dentro de los primeros veinte días siguientes al vencimiento de cada trimestre del año calendario, un informe de Dictámenes de Verificación emitidos en el periodo. En el caso de no haber emitido ningún dictamen durante el trimestre, deberá notificarlo por escrito por el conducto y en el plazo antes citado.

10.7.2 La UV debe llevar registros de las solicitudes de servicio recibidas y de los contratos de servicios de verificación celebrados.

10.7.3 La UV debe conservar durante cinco años para aclaraciones y auditorías, registros de los siguientes documentos que harán evidencia objetiva, para fines administrativos y legales. De los cinco años que se hace referencia, los archivos deben mantenerse en archivo activo en el domicilio de la UV, como mínimo dos años a partir de su fecha de emisión, al término de los cuales se pueden

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

enviar al archivo pasivo, manteniéndose en el mismo por tres años como mínimo, antes de proceder a su destrucción.

- a) Solicitud de servicios de verificación.
- b) Contratos de servicios de verificación.
- c) Actas circunstanciadas, informes técnicos.
- d) Dictámenes de verificación.

Los archivos deben mantenerse en el archivo activo disponible en el domicilio de la UV, como mínimo dos años a partir de su fecha de emisión, al término de los cuales se pueden enviar al archivo pasivo, pero, en cualquier caso, deben mantenerse en el mencionado archivo pasivo, tres años como mínimo, antes de poder proceder a su destrucción.

Conforme a los supuestos anteriormente señalados y teniendo en el entendido que no hay plazo pero si se exigen, se determina que una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes para la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del monorelleno motivo del presente Manifiesto de Impacto Ambiental, será realizada por parte del Instituto del Agua del Estado de Aguascalientes la verificación correspondiente a la NOM-083-SEMARNAT-2003 en relación al cumplimiento del proyecto con la misma a través de una Unidad de Verificación avalada por la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. El Dictamen de Verificación y el Informe Técnico derivado del procedimiento estipulado por la citada Norma Oficial Mexicana serán 2 elementos trascendentales para demostrar ante la autoridad competente el grado de cumplimiento del proyecto, así como, en su caso, para establecer programas de trabajo tendientes a subsanar las posibles oportunidades de mejora en la aplicación de la Norma.

Es importante señalar que en el mes de octubre del 2004, se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual establece las especificaciones de protección Ambiental para la Selección del Sitio, Diseño, Construcción, Operación, Monitoreo, Clausura y Obras Complementarias de un Sitio de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial; así mismo, se identificó el Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial; sin embargo, y a pesar de este anteproyecto, se ha verificado que sigue vigente la NOM-083-SEMARNAT-2003, publicada en el mes de octubre del 2004.

Por lo anterior, se ratifica la vinculación manifestada considerando la NOM-083-SEMARNAT-2003.

III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).

Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2013-2035 (*"PEDU 2013-2035"*).

El PEDU 2013-2035 tiene como propósito fundamental ordenar y regular los Asentamientos Humanos en la Entidad, define la regionalización del Estado, el sistema estatal de centros de población, las áreas geográficas y sectores prioritarios; y el patrón de distribución general de la población, así como de las actividades económicas en el territorio.

Establece las estrategias que servirán de base para la planeación del desarrollo urbano a nivel estatal, previendo mecanismos de congruencia con otros niveles de planeación en el contexto nacional y municipal a fin de favorecer la coherencia entre estos.

En este marco, el programa se basa en los principios de integralidad por concebir las estructuras territoriales bajo un enfoque holístico, considerando los aspectos biofísicos, económicos, socio demográficos, político administrativo y urbano regionales los cuales se encuentran en constante interacción.

Finalmente, el planteamiento y aplicación del Programa Estatal de Desarrollo Urbano en base al Ordenamiento Ecológico y Territorial de la entidad, busca además reducir los conflictos ambientales y territoriales originados por el acelerado crecimiento urbano, así como mejorar las condiciones de vida de la población, conforme a la equitativa distribución de actividades, servicios e infraestructura.

Este Programa tiene como objetivos generales ordenar y regular los asentamientos humanos, optimizar el funcionamiento y organización de los espacios urbanizados y urbanizables estableciendo las estrategias del desarrollo urbano en la Entidad.

Vinculación del proyecto con el PEDU 2013-2035

El proyecto se vincula con el objetivo estratégico 4.5 para la infraestructura y los servicios urbanos, que busca elevar los niveles de cobertura, dotación, operación y conservación de los sistemas de infraestructura y servicios urbanos, implementando acciones para la conservación, mejoramiento y ampliación de las redes de infraestructura básica, necesaria para la sistematización urbana, emprendiendo un aprovechamiento sustentable de los recursos y los residuos. Así mismo, se vincula con la Meta 5.3 para la infraestructura y los servicios urbanos, y con el Proyecto Estratégico 7.4 Modernización de la Planta de Tratamiento de la Ciudad de Aguascalientes.

III.6. Otros instrumentos.

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

El plan presenta cinco Metas Nacionales, entre las que se encuentra la meta México Próspero, que tiene entre sus objetivos el 4.4 "Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y

empleo de manera eficaz” y éste a su vez contiene la estrategia “Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad”. Por ello, se necesita hacer del cuidado del medio ambiente una fuente de beneficios palpable. Es decir, los incentivos económicos de las empresas y la sociedad deben contribuir a alcanzar un equilibrio entre la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el desarrollo de actividades productivas, así como retribuir a los propietarios o poseedores de los recursos naturales por los beneficios de los servicios ambientales que proporcionan. La sustentabilidad incluye el manejo responsable de los recursos hídricos, el aumento de la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como la infraestructura hidroagrícola y de control de inundaciones.

Vinculación.

El proyecto tiene como objeto el desarrollo de infraestructura de servicios (...), y se alinea a la estrategia “Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad”, ya que el diseño y desarrollo del proyecto, se hará cumpliendo con la normatividad ambiental y buscando conservar el medio ambiente, al darle un destino correcto a los lodos de la PTAR de la ciudad, coadyuvando a la sustentabilidad de la ciudad de Aguascalientes en favor de sus habitantes y de los de otras comunidades del municipio.

Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (PED 2016-2022) es el instrumento rector de Planeación Gubernamental Estatal el cual está concebido como la guía que servirá en el periodo de referencia las bases y los ejes de desarrollo de la entidad, así como los objetivos, programas y proyectos del sector gubernamental estatal así como las líneas de acción, indicadores y metas al año 2022.

El PED 2016-2022 en sus PROGRAMAS ESTRATÉGICOS del EJE 5 AGUASCALIENTES RESPONSABLE, SUSTENTABLE Y LIMPIO y con base en el PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS E IMPACTO AMBIENTAL, establece como objetivo el garantizar una gestión integral de residuos así como contar con procesos de evaluación transparente y eficiente que permitan prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales; dicho objetivo incluye líneas de acción enfocadas a regular y controlar los residuos de manejo especial así como evaluar de manera oportuna los estudios de impacto ambiental con metas que incluyen incrementar a 300 los permisos de recolección de residuos por año así como aumentar las autorizaciones de acopio y destino final de residuos por año (PED-2016-2022 página 192).

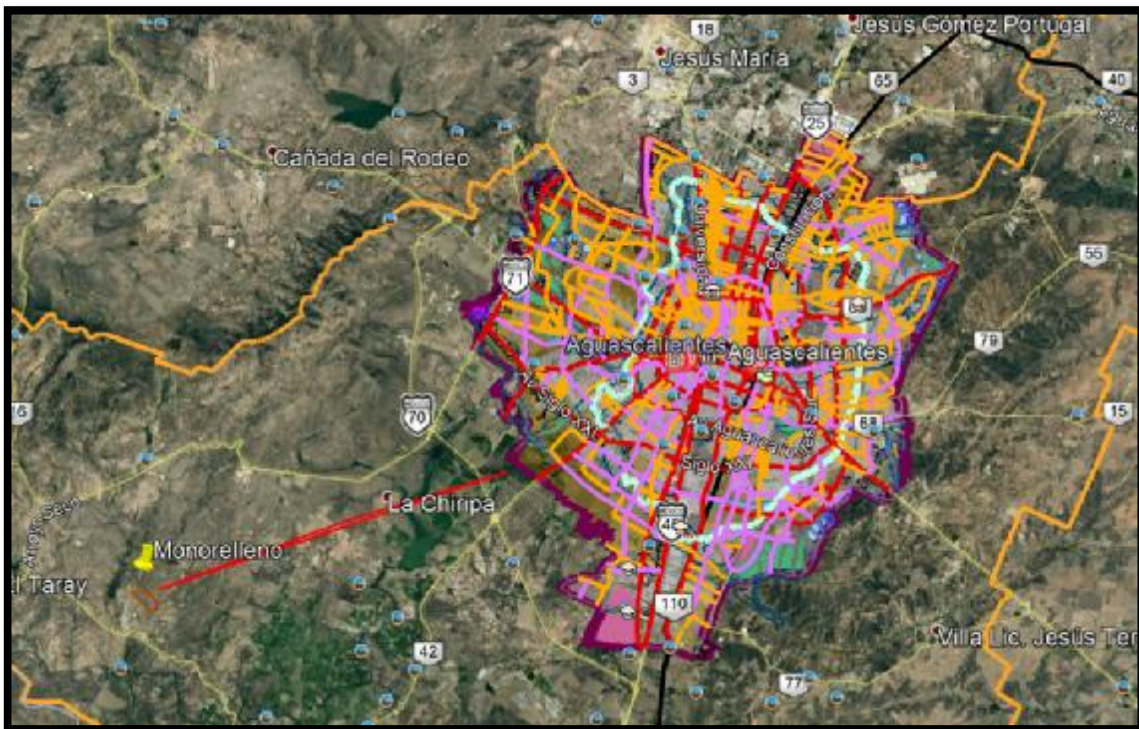
Vinculación con el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022

Es fácil observar en lo descrito con anterioridad que el proyecto promovido el Instituto del Agua del Estado de Aguascalientes da cumplimiento pleno al mismo toda vez que el motivo de la presentación a evaluación del presente Manifiesto de Impacto Ambiental es el generar un esquema sustentable y regulado normativamente que permita un adecuado manejo de los residuos de manejo especial

generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Aguascalientes que evite la contaminación tanto al suelo como al aire generada por el manejo actual de los mismos, disminuyendo de esta forma de manera significativa los impactos ambientales derivados de la práctica de saneamiento de las aguas residuales, la cual es tanto obligatoria como necesaria para mantener un ambiente adecuado para los aguascalentenses, contribuyendo así a disminuir los impactos ambientales si estos fueran manejados bajo esquemas de disposición final inadecuada que promoviera la contaminación de los recursos naturales del Estado.

Programa de desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes 2040 (PDUCA2040).

Se indica que derivado del análisis espacial del proyecto y a la georreferenciación de la poligonal con relación a la zona de jurisdicción del *programa de desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes 2040 (PDUCA2040)*, se ha identificado que dicho programa no abarca la superficie del área del proyecto en comento, por lo cual no es vinculante no existiendo restricción alguna para el desarrollo del proyecto. Al respecto se presenta la siguiente imagen.



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

IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.

El proyecto se desarrollará en el municipio de Aguascalientes, que se localiza en la parte sur del Estado con una extensión de 1,173.62 Km², su porcentaje territorial representa el 20.09 % de la superficie del Estado. Colinda al norte con los municipios de Jesús María, San Francisco de los Romo y Asientos, al este con los municipios de Asientos, El Llano y el Estado de Jalisco; al sur con el estado de Jalisco; al oeste con el Estado de Jalisco y los municipios de Calvillo y Jesús María.

El predio donde se ubicará el proyecto está alojado al sur del estado de Aguascalientes, 500 m al norte de la comunidad de Lumbreras misma que cuenta con 989 habitantes INEGI (2010). Las actividades que se desarrollan en esta parte del estado son principalmente pecuarias y agrícolas, no existen centros urbanos mayores a 5 mil habitantes dentro de un radio de 15 km a la redonda, esta lejanía a centros urbanos importantes. El predio tiene en su interior en su parte oriental y baja por el arroyo La Trinidad que es de los arroyos colectores de escurrimientos de la parte sur del cerro del Muerto y es efluente del Río Aguascalientes (San Pedro); en este sentido la microcuenca del que forma parte, inicia en el parteaguas del último tercio sur de la serranía del Muerto, 12 km al norte, termina 2.5 km al sur en el Río San Pedro. La mayor parte de la microcuenca está caracterizada por vegetación de matorral espinoso crasicaule, con algunos vestigios de bosque de encino al inicio de la cuenca y de mezquital en el último kilómetro del cauce al sur. El sitio y sus alrededores están sujetos a actividades agrícolas y pecuarias; dicha actividad humana ha provocado presión y deterioro en las condiciones naturales del predio y en general de la zona. Por lo tanto, se observa una vegetación secundaria con proceso de degradación, con impacto significativo por las tierras de cultivo en abandono y que fungen de agostadero para ganado vacuno principalmente.

El área de estudio se definió en dos niveles o escalas, el área de influencia y el área del predio. La escala del área de influencia del proyecto está delimitada por la microcuenca hidrológica donde se encuentra incluido el predio, éste únicamente influye en una sola microcuenca y se detalla en la Figura 52.

Delimitación del área de influencia.

Para el establecimiento del área referencial alrededor del proyecto para el levantamiento de información se tomaron en cuenta las actividades del proyecto (cronograma), identificación y evaluación de impactos potenciales, y acciones provisionales de control de impactos.

Se definió como el área donde potencialmente se manifiestan los impactos de las obras y actividades sobre el medio ambiente, y su extensión más allá del predio (área de influencia indirecta), depende de la magnitud y complejidad del proyecto a desarrollar o de la actividad a evaluar. Esta misma área

incluye la zona donde se ejecutan las acciones del proyecto y a la que se denomina Área del Proyecto (área de influencia directa).

Para determinar el área de influencia (AI) del proyecto se consideraron los siguientes límites generales, como punto de partida, con respecto a los cuales se establecieron y analizaron los criterios específicos para la definición del AI, tanto directa como indirecta.

1. Por ecosistemas homogéneos.
2. Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental en caso de que existan programas Estatales, Regionales y/o territoriales de ordenamiento ecológico.
3. Por los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica.
4. Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.

Área de influencia directa.

El área de influencia directa se considera al espacio físico en donde las actividades del proyecto afectan a los componentes ambientales del área, considerando los impactos directos incluyendo aquellos de mayor o menor magnitud e intensidad.

La delimitación tiene por objeto definir un espacio finito que sea concordante con la dimensión del proyecto que se valora, sobre el cual sea posible realizar una descripción clara y fiel de los elementos del Sistema Ambiental (SA) y las tendencias de deterioro en el Área de Influencia (AI). La delimitación tanto del SA como del AI, permite identificar y enunciar problemas ambientales asociados a su evolución, como medio que acoge un proyecto, así como determinar tendencias de deterioro regional que no necesariamente se ligan a las intervenciones que se plantean y estudian.

Área del proyecto.

Es el área física donde se llevan a cabo todas las actividades relativas al proyecto. En el capítulo V se describirán y revisarán a detalle cada una de las etapas y sus acciones particulares, así como su influencia directa sobre el área del proyecto, y posibles efectos indirectos sobre su área de influencia.

Área de influencia indirecta del proyecto.

Se define como el área donde potencialmente se manifiestan los impactos de las obras y actividades sobre el entorno donde se ubica el proyecto. Para delimitarlo físicamente se tomó el criterio del comportamiento del patrón hidrológico superficial, se consideraron las nanocuencas en donde tiene atribución directa y cercana. Visto que se encuentra en una corriente que tiene aportación al Río San Pedro, se consideró la superficie del proyecto mismo, sus alrededores delimitados por los

partaguas de las nanocuenas y el límite urbano de la comunidad Cieneguilla (Lumbreras), que es cercana al proyecto y el cauce del río hasta la cortina del bordo de la ExHacienda de Cieneguilla y su embalse.

Se consideró el embalse como parte y límite del área de influencia, dado que cualquier efecto desencadenado en el sitio del proyecto puede tener efecto hasta el cuerpo de agua, donde por la cantidad de agua, funcionaría como un estabilizador de algún agente que pudiera liberarse en el origen. Principalmente en impactos sobre suelo o agua.

Delimitación del Sistema Ambiental.

En el caso particular de este DTU-BP, y con base en el conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible de FAO, las cuencas hidrográficas constituyen la unidad de planificación más útil para llevar a cabo una gestión integrada del agua y de la tierra. Por lo tanto, el criterio primordial para definir la delimitación del Sistema Ambiental fue la microcuenca donde se ubica el Área de Influencia del proyecto.

El Sistema Ambiental fue determinado bajo el mismo criterio que el Área de Influencia, en orden de mantener consistencia en la organización del análisis sistémico a niveles superiores de cobertura superficial y paisajística. Del mismo modo, permite contar con unidades con una dimensión que permitiera extrapolar los datos del Área del Proyecto; con la finalidad de dar al Área determinada como SA un sentido de unidad regional y establecer esta figura como unidad óptima de planeación y gestión de los recursos naturales.

Los límites se definieron sobre el área que conforma una parte de la microcuenca donde está inmerso el proyecto. Adicionalmente se identificaron barreras geográficas naturales dadas por la forma accidentada del terreno que rodea el valle donde se ubica el proyecto, esto deja una delimitación física que permite establecer un área finita para el análisis retrospectivo del Sistema Ambiental.

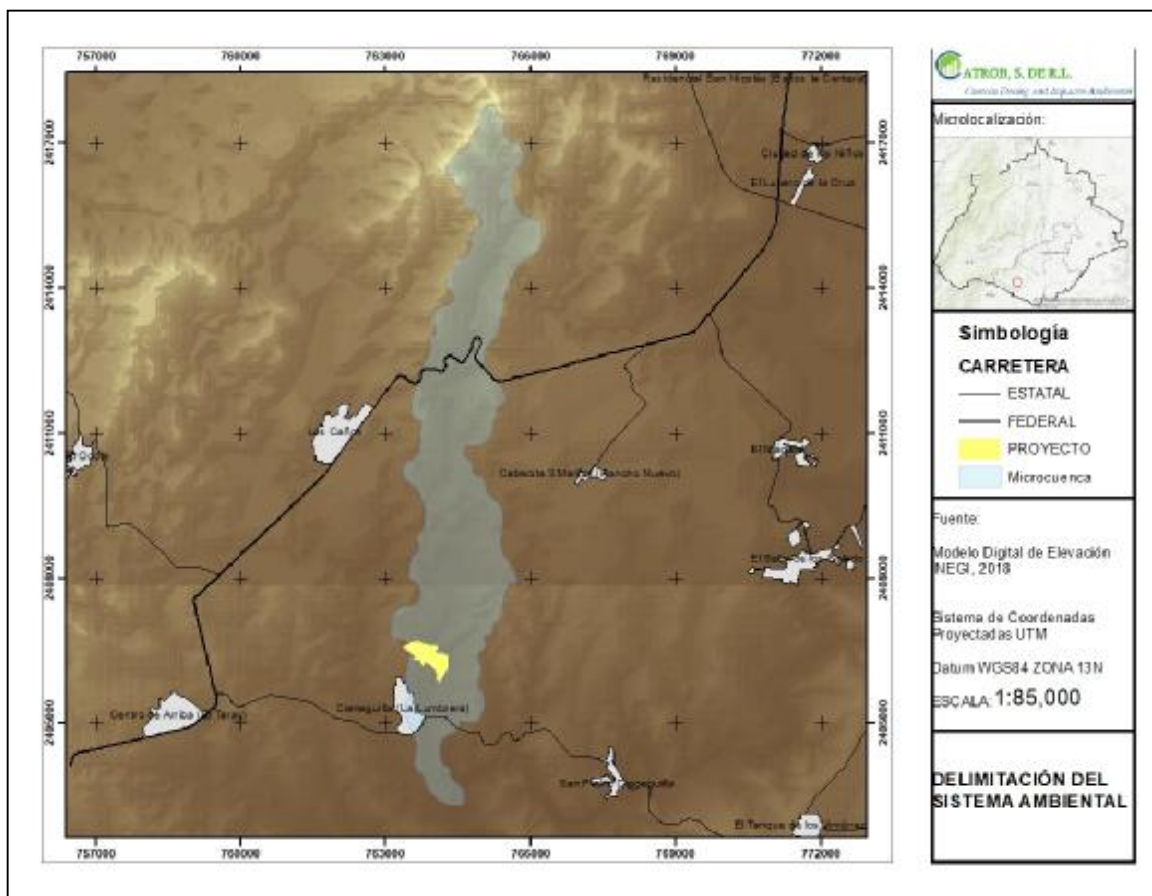
Para delimitar el Sistema Ambiental se trazó un polígono utilizando las cartas digitales del Modelo Digital de Elevación tipo terreno específicamente las de escala 1: 10 000 de INEGI a 5 metros, que corresponden al área pre asignada para el SA. Para el análisis espacial se utilizó el programa ArcGIS 10.3.

Una vez cargadas y activadas las capas ráster, se realiza un proceso hidrológico para determinar las cuencas. Este proceso lleva a cabo varios pasos hasta obtener una capa vectorial tipo polígono, la cual se tomará como base para editar y obtener los vértices definitivos del SA, tomando en cuenta los accidentes topográficos que funcionan como barreras geográficas que ayudarán a definir los límites del área del SA.

El polígono final del SA, se utiliza para realizar un corte (clip) de los rasters que conforman el SA. Dando como resultado un Modelo Digital de Elevación del SA.

Las capas de hidrología se obtuvieron del Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta Topográfica 1:250 000 Serie V del INEGI (2018).

Finalmente se activan las capas de referencia auxiliar (vialidades, infraestructura, localidades, zonas urbanas, etc.). Se obtuvo un mapa que ubica el proyecto en el contexto del SA.



La regionalización definida por la Comisión Nacional del Agua reconoce la cuenca hidrológica como la unidad básica para el manejo del agua. El estado de Aguascalientes queda comprendido en su mayor parte dentro de la Región Hidrológica Lerma–Santiago.

En el estado de Aguascalientes, la única recarga natural para las fuentes superficiales proviene de la precipitación pluvial. Actualmente, se estima un volumen de precipitación de 3 033.7 millones de metros cúbicos (Mm³) de agua de lluvia, de los cuales escurren superficialmente aproximadamente

248.8 Mm³; otros 200 Mm³ se infiltran al subsuelo y los 2 584.9 Mm³ restantes retornan a la atmosfera por evapotranspiración (CNA, 2000).

La realización del estudio hidrológico apoyara para cuantificar el gasto de escurrimiento en la zona en estudio, la cual se localiza en la Región Hidrológica 12Ib "RH12-Lerma-Santiago", Cuenca "I-Río Verde Grande", Subcuenca "b-Río Aguascalientes".

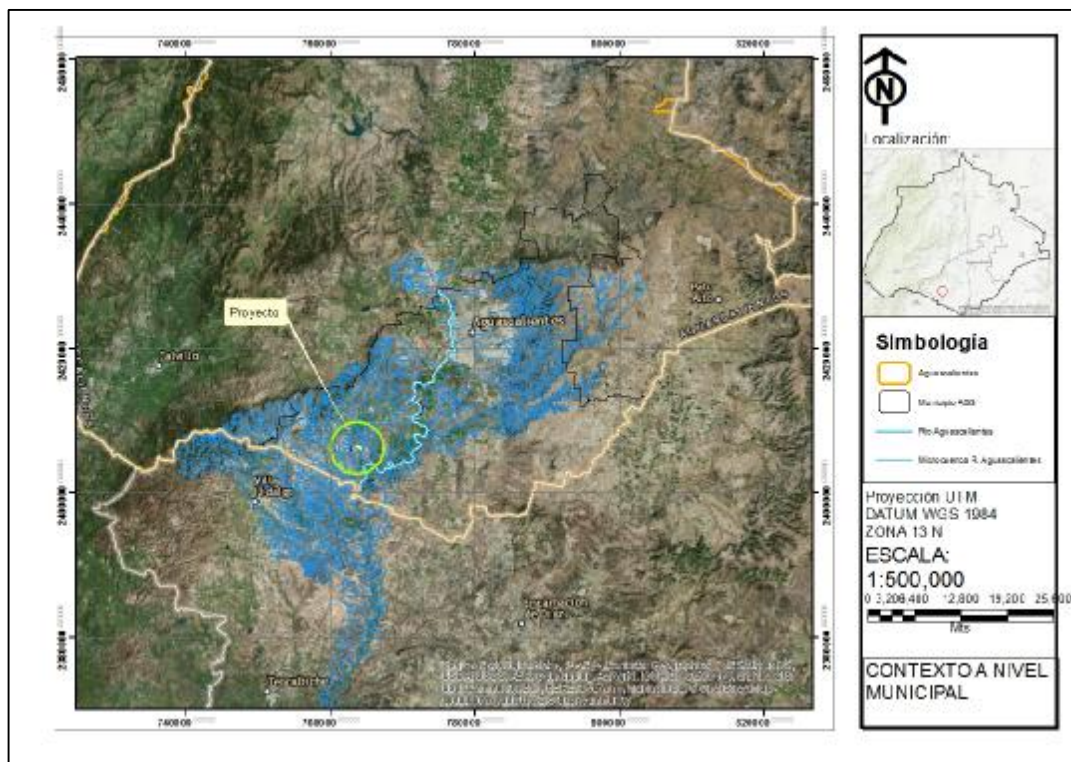


Figura 51. Mapa de cuerpos y corrientes de agua en la cuenca de influencia.

Para su mejor comprensión, es importante destacar que el proyecto se ubica dentro de la Cuenca Río Verde Grande. La cuenca del Río Verde Grande drena una superficie de 4,384.37 km² y cubre toda la porción norte, sur y centro del estado. En el Estado de Aguascalientes, esta cuenca está conformada por 5 subcuencas; la del Río San Pedro, la del Río Aguascalientes, la del Río Encarnación, la del Río Chicalote y la del Río Morcinique.

El arroyo "La Trinidad" (Figura 52), es el principal escurrimiento que atraviesa el Monorelleno por el lado Oeste de la Zona en Estudio, tiene una pendiente considerable además de que su área drenada es muy grande de aproximadamente 19.93 km³. La microcuenca descarga en el río Aguascalientes; principal escurrimiento del estado de Aguascalientes.

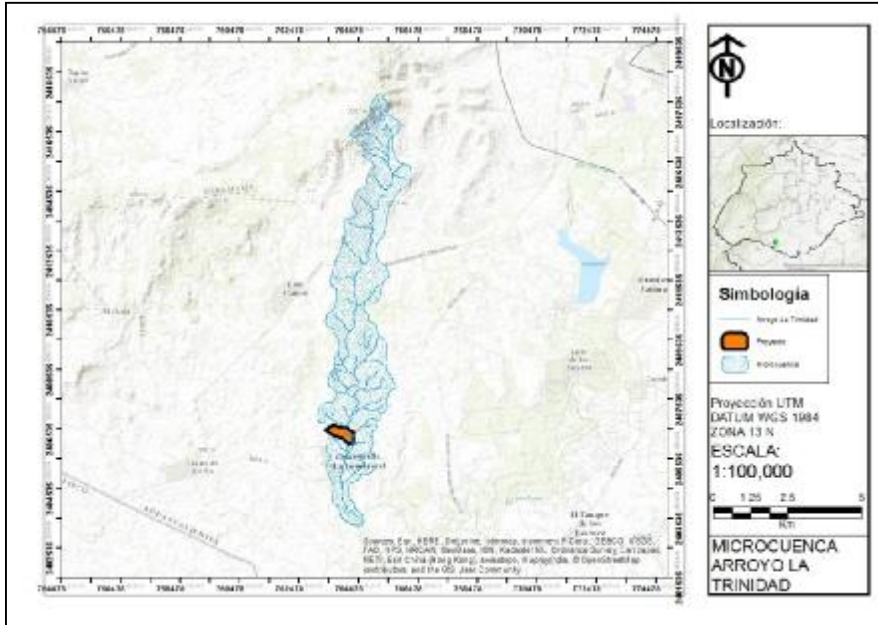


Figura 52. Microcuenca de ubicación del proyecto.

De acuerdo con el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas del INEGI (SIATL), la Subcuenca se encuentra catalogada como RH12lb (Rio Aguascalientes). Los indicadores del cauce principal de acuerdo con el SIATL son los que se presentan a continuación en la Tabla 47.

Tabla 47. Indicadores de cauce

Propiedad	Valor
Elevación Máxima	2288 m
Elevación Media	2030 m
Elevación Mínima	1773 m
Longitud	18114 m
Pendiente Media	2.8431%
Tiempo de Concentración	145.04 minutos
Red Drenada	19.93 km ²

Región ecológica.

La Comisión para la Cooperación Ambiental está constituida por Canadá, Estados Unidos y México, se creó en los términos del Acuerdo para la Cooperación Ambiental de América del Norte con el objeto de tratar las preocupaciones ambientales regionales, ayudar a prevenir los conflictos

comerciales y ambientales potenciales y promover una aplicación efectiva de la legislación ambiental en los tres países (Comisión para la Cooperación Ambiental, 1997). Como resultado de los trabajos realizados en el seno de dicha Comisión, se definieron los diferentes espacios geográficos que conforman la porción norte del continente americano, con base en la integración de factores geológicos, formas terrestres, suelos, vegetación, clima, fauna silvestre, agua, factores humanos e importancia ambiental. A esta caracterización se le llama "*regionalización ecológica*" y constituye un concepto útil para definir políticas y enfocar acciones para el mejoramiento ambiental (Comisión para la Cooperación Ambiental, 1997).

En un primer nivel de clasificación, el subcontinente se subdividió en 15 grandes y en donde el Estado de Aguascalientes se localiza dentro de la Región 12 "*Elevaciones Semiáridas Meridionales*", que se extiende desde Arizona y Nuevo México, hasta los Estados del norte y centro de la República Mexicana. Su paisaje se caracteriza por colinas, valles bajos y planicies. En general, la vegetación de esta región está dominada por pastizales y en las zonas de transición por matorrales y bosques. Se subdivide en tres subregiones: cañones con selva baja caducifolia de la Sierra Madre Occidental, Piedemontes y planicies con pastizal, matorral xerófilo y bosques de encino y coníferas y Sierra con bosques de coníferas y encinos mixtos.

El área de estudio está ubicada dentro de la subregión Piedemontes y planicies con pastizal, matorral xerófilo y bosques de encino y coníferas. Es la subregión que abarca la mayor parte del territorio estatal, con 67.2%. En ella se ubican amplias zonas de pastizales inducidos y de matorral xerófilo en las partes altas del municipio de El Llano, también se encuentra una amplia zona de agricultura de riego que abarca desde las inmediaciones de la ciudad de Aguascalientes, hasta los límites con el estado de Zacatecas.

Delimitación del área del proyecto.

La descripción de la delimitación y localización del área del proyecto se detallaron en el Capítulo II.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA).

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.

IV.2.1.1. Medio abiótico.

Caracterización en el Área de Influencia.

Clima

Para la Subcuenca se tienen los datos climatológicos proporcionados por 4 estaciones meteorológicas, las cuales se encuentran actualmente en operación, de esta forma de acuerdo a la información de las estaciones, los climas que predominan dentro de la Subcuenca corresponden al tipo semiseco templado BS1kw, de acuerdo a la clasificación de Köppen, con una temperatura media anual de 18 °C (Figura 53).

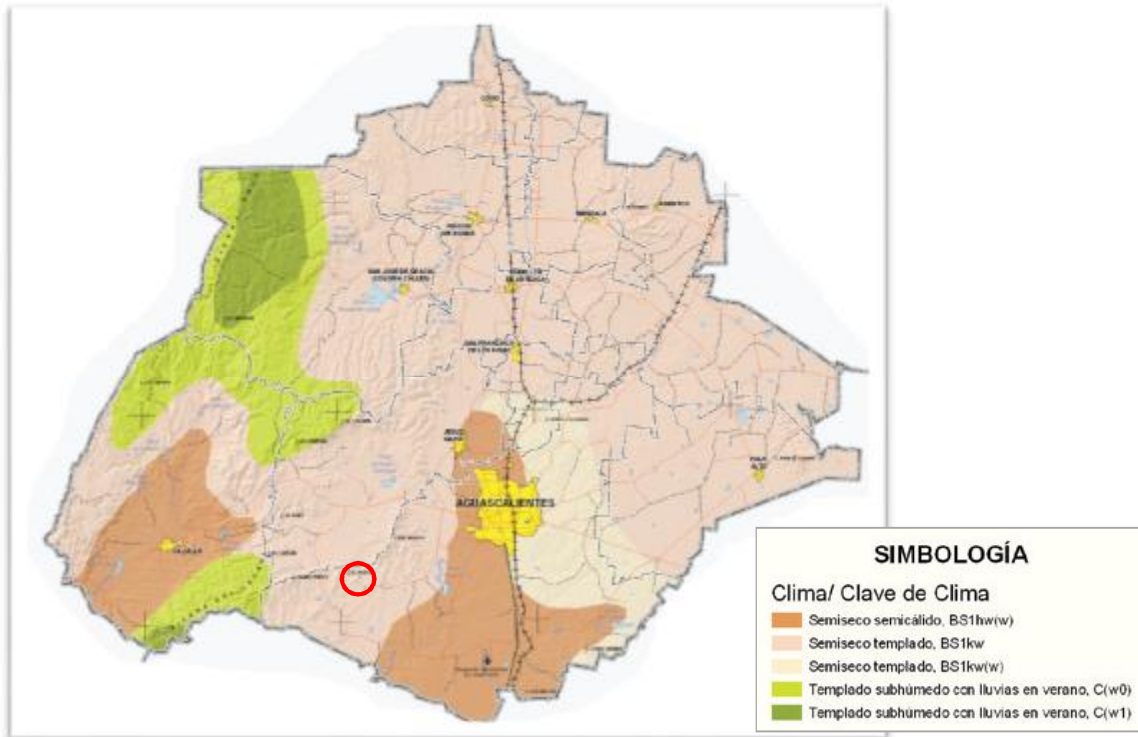


Figura 53. Tipos de clima en el Estado de Aguascalientes. Fuente: Biodiversidad en Aguascalientes, Estudio de Estado.

Precipitación

En la región de la subcuenca Río Aguascalientes, la precipitación media anual oscila entre los 600 y 700 mm (Figura 54), con una mayor incidencia de lluvia en los meses de julio, agosto y septiembre. A continuación, se presentan los datos de precipitación pluvial media mensual y anual registrada para el área de la Subcuenca:

Los meses con mayor índice de precipitación son julio y agosto, que presentan medias de 117.6 mm y 104.2 mm respectivamente. El mes con menor precipitación es marzo con una media de 2.4 mm. La evaporación potencial media anual es del orden de 2108.3 mm; el mes con mayor índice de evaporación media es mayo, y en el período de julio a diciembre se observa una disminución en la evaporación.

Precipitación Media Anual (período 1948-2007): 528.7 mm

Precipitación Año más húmedo (año 1958): 938.8 mm

Precipitación Año más seco (año 1969): 300.1 mm

Precipitación máxima en 24 horas (agosto de 2007): 103.3 mm

Promedio de días con lluvia: 65.1 días

La evaporación potencial media anual en el Estado es de 2108 mm, con una media mensual de 191 mm y una máxima mensual de 255 mm presentada durante mayo; superando los valores de precipitación durante casi todo el año.

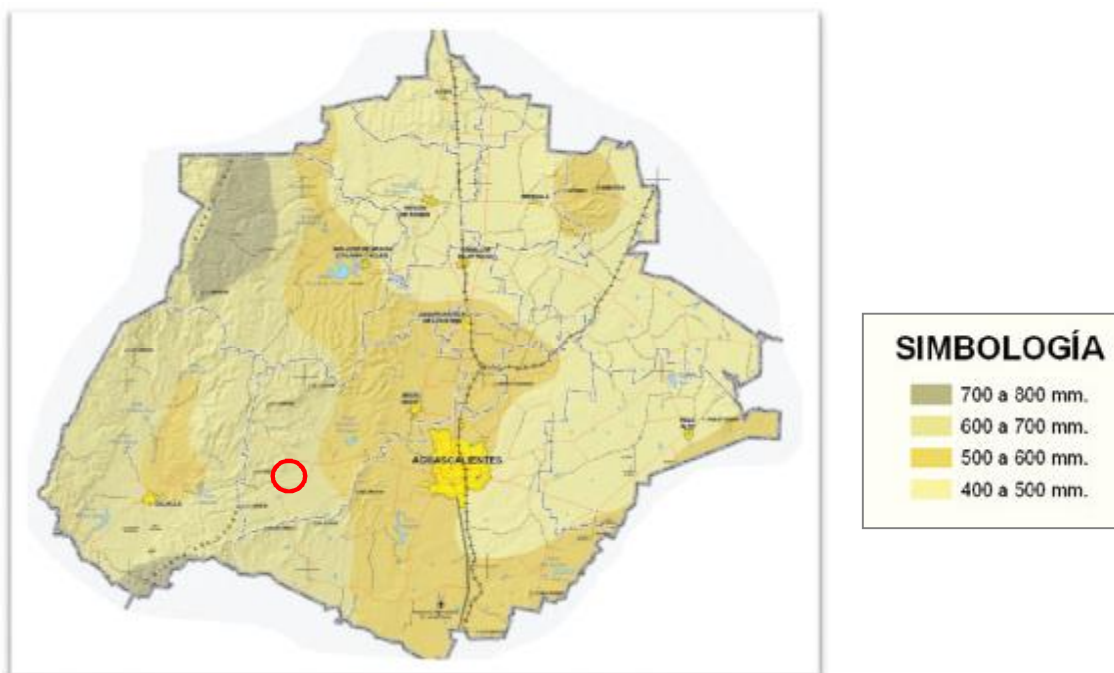


Figura 54. Precipitaciones pluviales medias en el Estado de Aguascalientes. Fuente: Biodiversidad en Aguascalientes, Estudio de Estado. Proyecto O

Temperatura promedio anual, mensual y extrema.

Las temperaturas máximas, medias y mínimas reportadas en la Subcuenca, de acuerdo con la información obtenida de las estaciones climáticas presentes en ella, la temperatura media anual oscila entre 17.5 y 18 °C (Figura 55), mientras que la época más cálida ocurre de mayo a junio con una temperatura máxima normal de 30.6 °C. La temperatura mínima normal varía de 3.1 °C durante la época invernal.

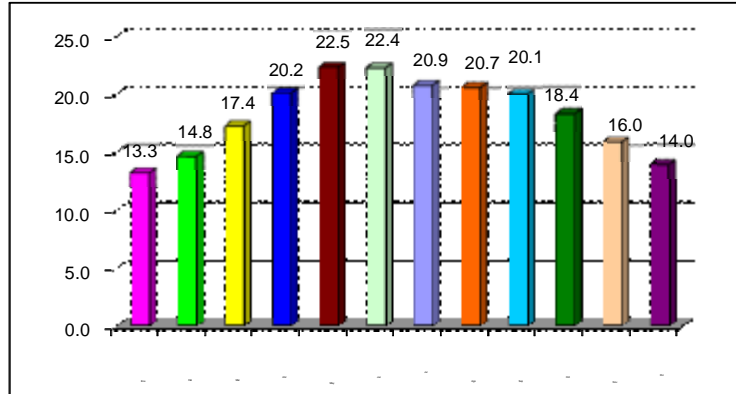


Figura 12. Temperaturas promedio mensuales.

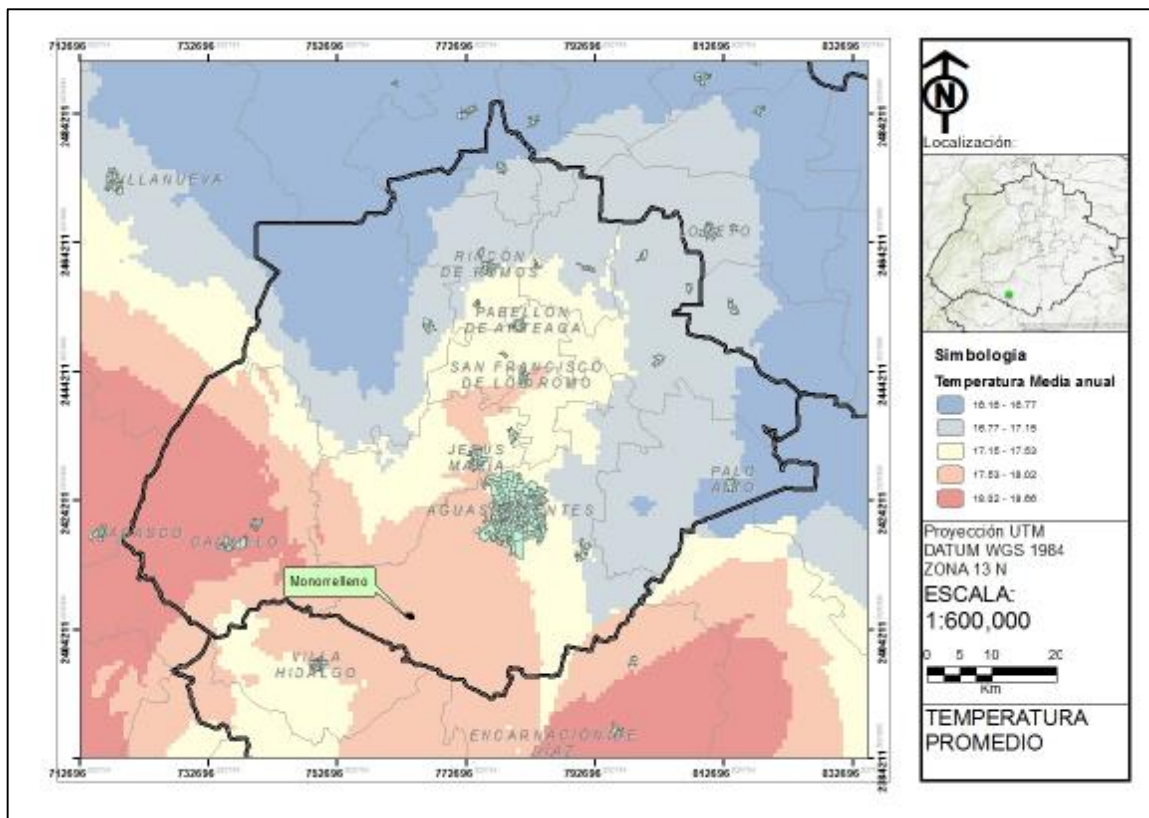




Figura 55. Temperaturas promedio en el Estado de Aguascalientes. Fuente: Biodiversidad en Aguascalientes, Estudio de Estado.

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

Fenómenos Climatológicos: nortes, tormentas tropicales y huracanes.

Las temperaturas inferiores a cero grados están directamente relacionadas con las invasiones de aire polar continental, generalmente seco proveniente del Norte, ocasionando un promedio de 20 heladas por año y máximo de 60, siendo este fenómeno la tercera causa más importante en la pérdida de vegetación en el Estado; además, las heladas tempranas comienzan en octubre y las tardías terminan en abril.

En cuanto a granizadas, el rango de frecuencia que predomina en la entidad es de 0-2 días, el cual aproximadamente cubre un 75 %, y se presenta principalmente en los climas secos, así como en algunas regiones los templados y en pequeñas porciones los semicálidos. La frecuencia de 4-6 días anuales, abarca aproximadamente un 2 % y se encuentra principalmente en el clima semicálido.

Las heladas suceden con temperaturas mínimas extremas hasta de -5.5 °C, en este renglón el relieve actúa como barrera ante el avance de la masa fría, obligándola a bajar por densidad hacia las partes más bajas.

Vientos dominantes

La ubicación geográfica determina que los vientos dominantes en la entidad sean alisos de dirección suroeste-noreste durante el verano y parte de otoño, con una velocidad promedio de 5 km/h, y con dirección de noreste-suroeste durante el invierno.

Geología y geomorfología

El Estado de Aguascalientes se ubica dentro de tres Provincias Fisiográficas:

Sierra Madre Occidental, está representada por la subprovincia Sierras y Valles Zacatecanos localizada al oeste de Aguascalientes; incluye los municipios de Calvillo, San José de Gracia y partes de los de Aguascalientes, Cosío, Jesús María, Pabellón de Arteaga y Rincón de Romos. La subprovincia abarca 47.1 % de la superficie estatal. Se constituye por serranías frecuentemente rematadas por mesetas que se alternan con algunos valles; en la zona sur se ubican terrazas y lomeríos con cañadas, valles intermontanos o con lomeríos y valles abiertos. Dentro de esta subprovincia se destacan el Cerro del Muerto (sierra baja), la Sierra del Laurel (sierra alta con mesetas) y un sistema de mesetas de origen volcánico que alimentan a las presas Plutarco Elías Calles y El Jocoqui con una altitud de 1,540 msnm.

Eje Neovolcánico, representado en el Estado por la subprovincia de los Altos de Jalisco, ocupa 4.3 % del territorio, comprende el extremo sur del Estado, en el Municipio de Aguascalientes. Se caracteriza por amplias mesetas, topofomas producto de la degradación hídrica, valles profundos y laderas escarpadas afines a los cañones de la Sierra Madre Occidental. El sistema de topofomas

se integra por elementos de aluvión antiguo; las lomas son alargadas angostas y presentan cárcavas laterales, las laderas son convexas y se extienden por elevaciones entre 1,850 y 1,960 msnm.

Mesa Central, o Mesa del Centro, localizada a una altitud promedio de 2,000 m está representada por la subprovincia Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes que abarca 48.6 % del territorio del Estado (porción oriente). Se caracteriza por presentar llanuras extensas desérticas de piso rocoso o cementado que se localiza a lo largo del Río San Pedro hasta poco antes de la Presa El Niágara; hacia el oriente forma un corredor que sigue el trazo del Río Chicalote y se extiende hacia el Municipio El Llano. Se aprecia un grupo de lomeríos con cañadas de origen sedimentario al oriente de la ciudad de Palo Alto. Al este, abarcando la Mesa de las Preñadas y de Juan el Grande se presenta una meseta típica, la Sierra de Tepezalá exhibe una sierra baja con mesetas formada por cerros que no sobrepasan los 500 m de altura. En este sitio se localiza el segundo pico más alto del Estado (Cerro de Altamira).

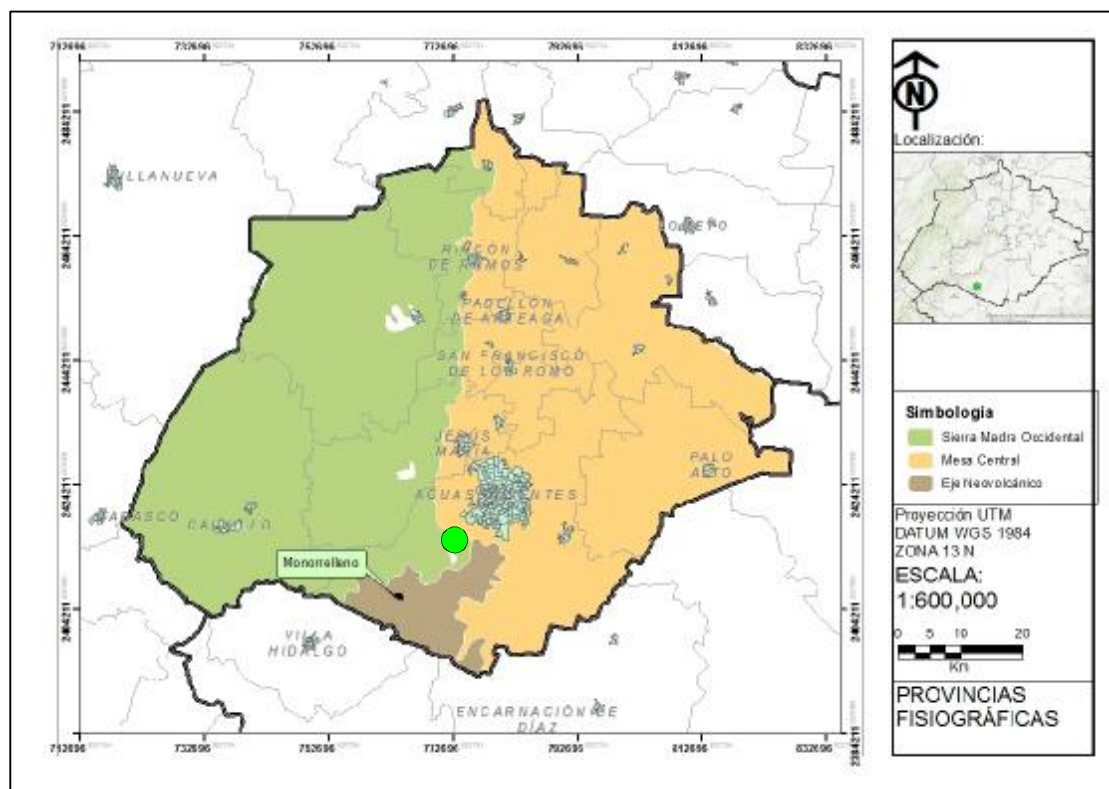


Figura 56. Localización del proyecto dentro de la Subprovincia Eje Neovolcánico.

La subcuenca abarca parte de dos Provincias Fisiográficas, Sierra Madre Occidental y Mesa del Centro, así como de las Subprovincias Sierras y Valles Zacatecanos, y Llanuras de Ojuelos-

Aguascalientes. El sitio del proyecto se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico (Figura 56).

Las rocas que predominan en la Entidad son las rocas ácidas. Les siguen en importancia las rocas sedimentarias de origen continental (areniscas y conglomerados) del terciario. Dentro del Estado existen afloramientos de rocas sedimentarias marinas del cretácico (caliza-lutita). Los depósitos aluviales del cuaternario aparecen rellenando los principales valles del Estado.

Las rocas más antiguas, son pequeños afloramientos de rocas metamórficas (esquistos) del jurásico, sin embargo, esta provincia, en la parte que comprende la Subcuenca, está constituida principalmente por rocas del terciario, de origen volcánico, predominando las de composición ácida (riolitas, tobas e ignimbritas), aunque también existen algunos derrames de rocas ígneas extrusivas básicas.

En la base se encuentran principalmente rocas batolíticas y volcánicas de composición intermedia de 100 a 45 millones de años de edad, en la parte superior, de 34 a 27 millones de años de edad, se encuentran ignimbritas formadas a partir de grandes calderas, a veces con algunos basaltos y lavas.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, la Subcuenca Rio Aguascalientes, se ubica en una zona en el cual los riesgos por deslizamientos o derrumbes, sismos y actividad volcánica no son significativos.

La Regionalización Sísmica de México cuenta con cuatro zonas (Figura 57). La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g). En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g. Las zonas B y C, intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g. De acuerdo a esta regionalización, el sitio del proyecto se encuentra en la "Zona B", donde no se registran sismos frecuentes.



Figura 57. Regionalización sísmica de México.

Fallas y Grietas.

No se localizaron fallas o grietas en el sitio del proyecto (Figura 58).

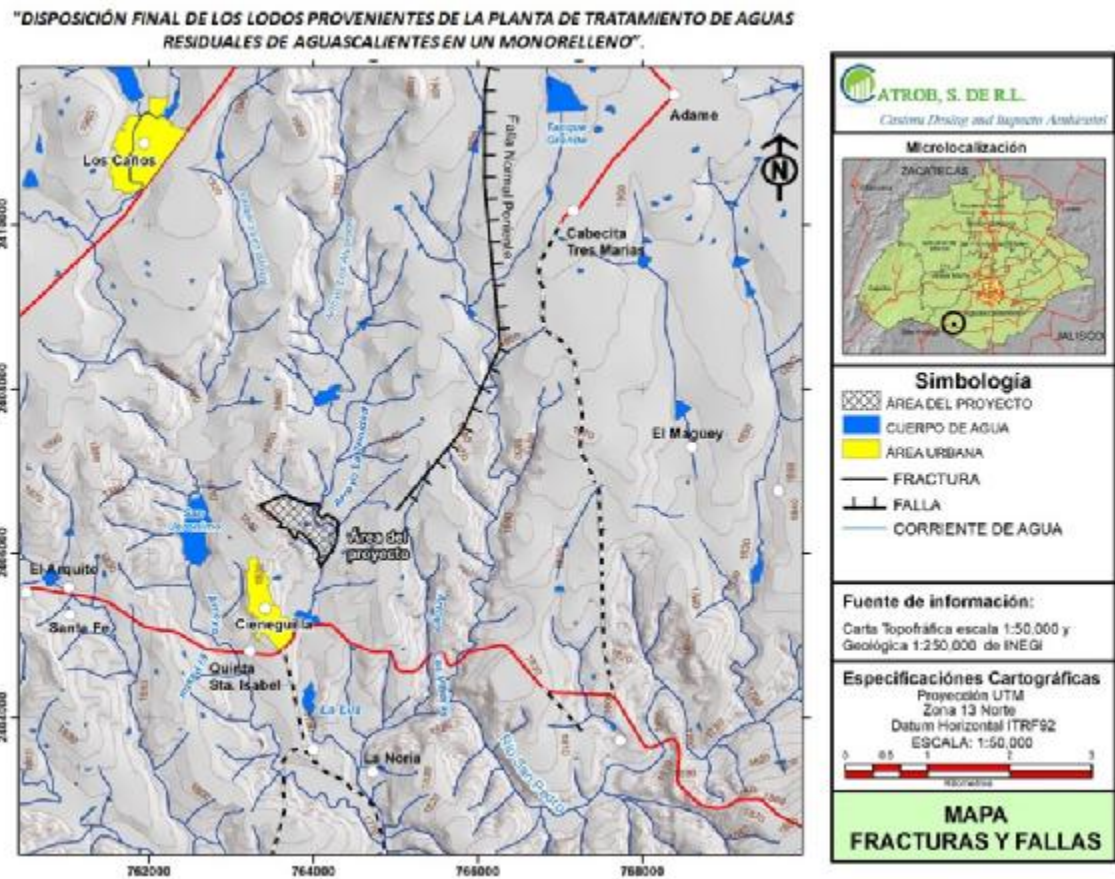


Figura 58. Mapa de fracturas y fallas cerca del sitio del proyecto.

Suelos

Los tipos de suelos encontrados en el Estado son de naturaleza variable. En las sierras altas con mesetas y sierras bajas se pueden encontrar litosoles asociados con bisoles y planosoles éutricos o feozem háplico asociado con litosol y planosol eútrico, sosteniendo bosque de encino, matorral desértico micrófilo o pastizal natural e inducido.

Los suelos en la Subcuenca muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los materiales y orgánicos que lo forman. El color es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La textura depende de las proporciones de partículas de distintos tamaños que lo constituyen. La región hidrológica, rodea a los valles de Aguascalientes y Calvillo, las sierras Fria, del Laurel, de Palomas y una zona de lomeríos y planicies de suaves pendientes. En la mitad norte predominan suelos de zonas áridas Xerosoles; en las montañas del oeste, suelos poco desarrollados Regosoles y Litosoles; en el valle de Aguascalientes, suelos ricos en

materia orgánica Vertisoles. Otros tipos de suelo presentes son Luvisol, Planosol, Castañozem, Feozem y Cambisol (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.Figura 59).

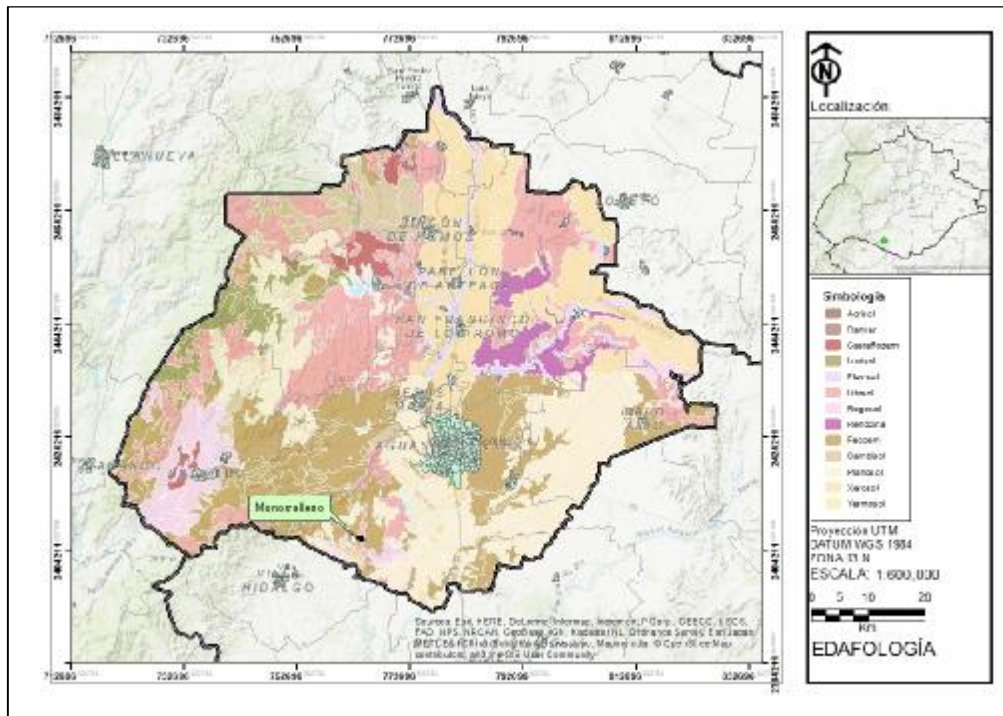


Figura 59. Tipos de suelos en el Estado de Aguascalientes.

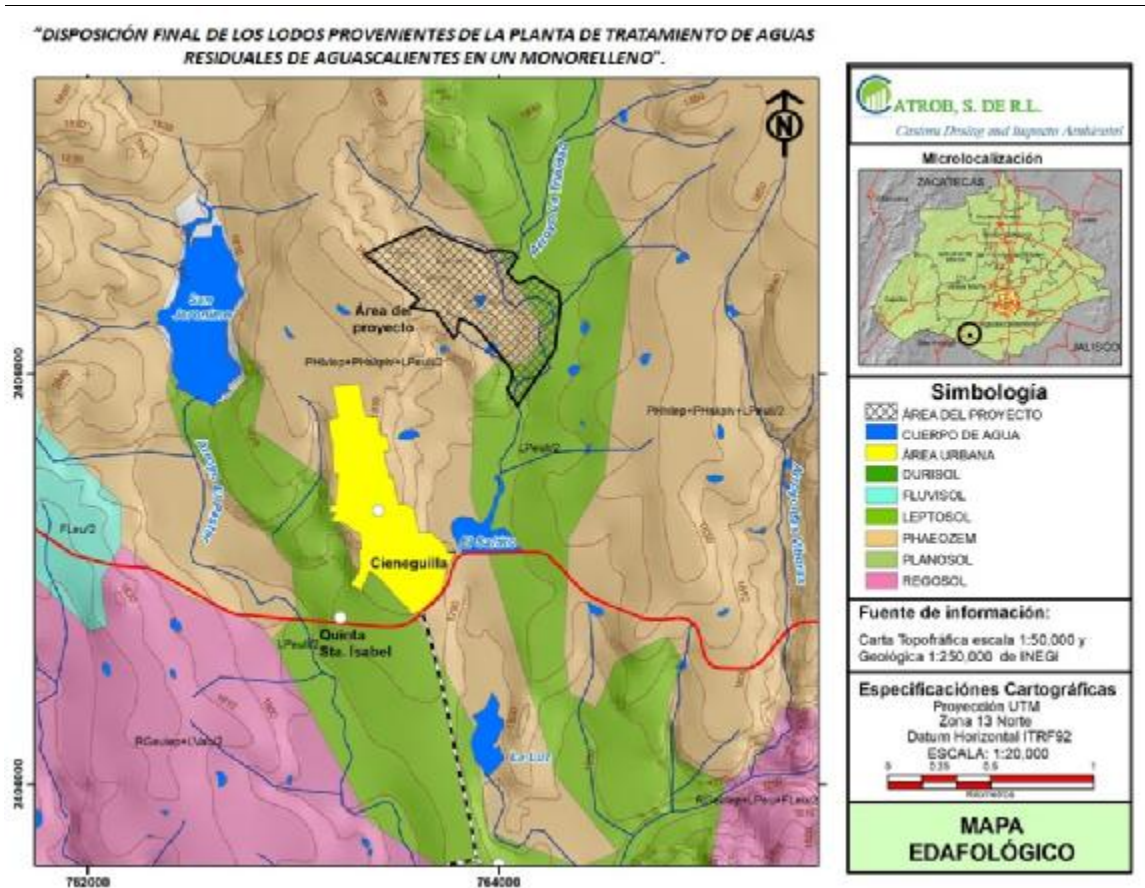


Figura 60. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental y sitio del proyecto.

Dentro del sistema ambiental se localizan varios tipos de suelo, el Feozem, el Litosol, el Fluvisol y el Cambisol (Figura 60), con clase textural media. El suelo de la Subcuenca de manera general está constituido por conglomerados dispuestos en estratos gruesos y masivos. Arenisca mal seleccionada constituida por fragmentos de roca, cuarzo, plagioclasas, arcillas y óxidos de hierro. Clastos subredondeados-subangulosos del tamaño de arena muy fina a arenas muy gruesas y algunas del tamaño de las gravas. El horizonte está constituido por lutitas arenosas que varían a arenisca conglomerada mal seleccionada. Los clastos varían del tamaño de arenas finas a guijarros, subangulosos a subredondeados. Se presenta también un delgado horizonte de arcillas arenosas con trazas de materia orgánica vegetal, mezclando con arcillas, otros clastos menos comunes, el tamaño de los clastos varía de arenas finas-arenas gruesas, de subangulosos a angulosos.

Erosión hídrica de suelos. - *"Implica todas las formas de erosión hídrica, incluyendo erosión laminar, surcos y cárcavas, así como las formas inducidas por el hombre como deslizamientos causados por corte de vegetación o por construcción de caminos, etc."*

Erosión eólica de suelos. - "Se refiere a la pérdida de suelo ocasionado por el viento, sucede principalmente en zonas secas".

Índice de Vulnerabilidad a la Erosión Hídrica. - Es la suma de variables que hacen más susceptible al territorio o unidad espacial de que se incremente el arrastre de las partículas de suelo por disolución en el agua de lluvia.

Hidrología

El Estado de Aguascalientes está comprendido en las Regiones Hidrológicas "Lerma-Chapala-Santiago" que comprende la mayor parte de su superficie con 5,558.70 Km², y "El Salado" de mínima porción en la parte noreste con 73.17 Km². La zona donde se desarrollará el proyecto se ubica en la Región Hidrológica 12 (RH12) "Lerma-Chapala-Santiago", y dentro de la Cuenca Río Verde Grande, se encuentra la Subcuenca del Río Aguascalientes (Figura 61).



Figura 61. Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago (RH12).

Hidrología subterránea

El acuífero interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación abarca una superficie de unos 4,700 km² y se localiza esencialmente en el Estado de Aguascalientes, con 63% de la superficie. Es el acuífero más importante del Estado y es uno de los más explotados del país.

El flujo subterráneo al que se hace mención anteriormente, genera una producción acuífera importante para el Valle de Aguascalientes, el flujo subterráneo corre principalmente de norte a sur, siendo la principal fuente de agua en la Entidad, ya que proporciona la mayor parte del agua necesaria para el desarrollo de la agricultura, y satisface casi la totalidad de la demanda de agua para uso urbano (Figura 62).

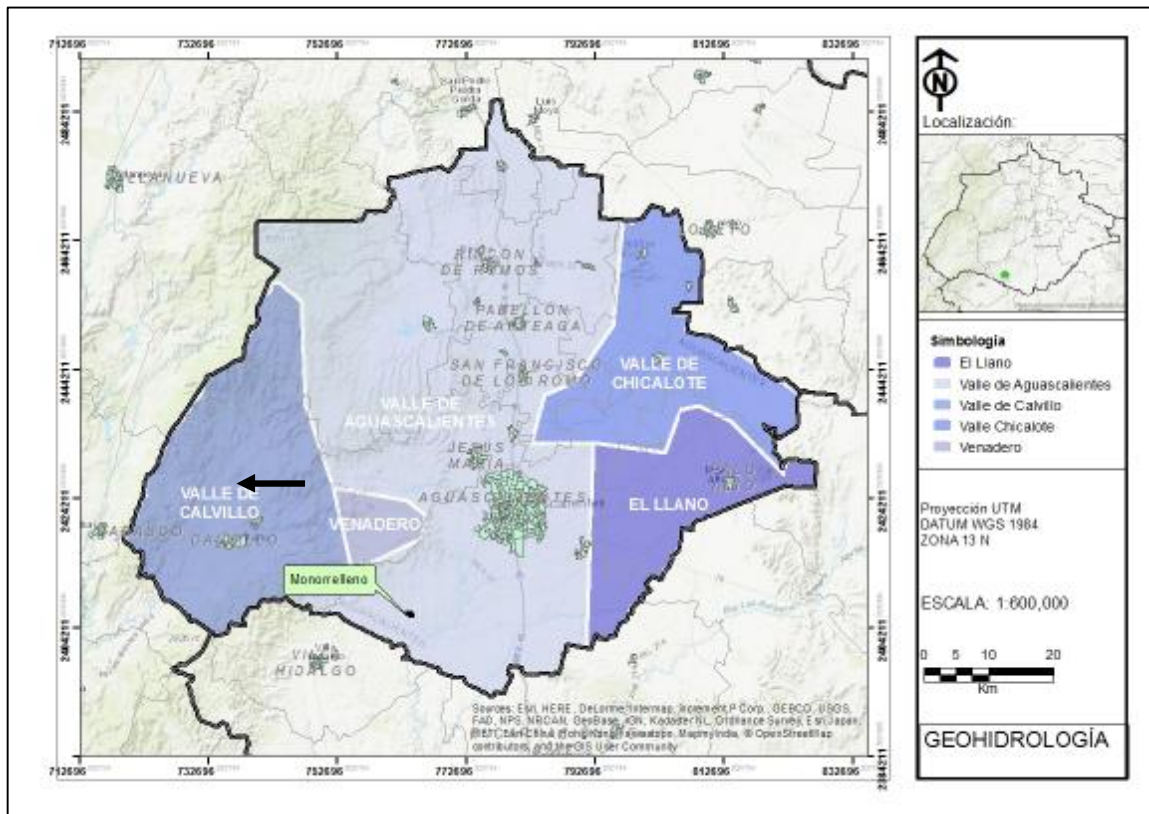


Figura 62. Geohidrología de la Subcuenca Río Aguascalientes: acuíferos Valle de Aguascalientes y Valle de Venadero. Fuente: PEOET Aguascalientes 2013-2035.

Caracterización en el Área del Proyecto

El proyecto en general contempla el desarrollo de un monorelleno para la Disposición final de los Lodos Provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Aguascalientes, en una superficie de 160,000 m².

La Figura 63, Figura 64 y Figura 65, muestran las condiciones actuales en las que se encuentra el predio previo a la ejecución del proyecto. El terreno tiene un nivel de disturbio de alto a medio, debido a la presencia de ganado vacuno, algunas obras hidráulicas de captura de agua (bordos), zonas de poca cobertura donde se presentan indicios de erosión, también se observaron trazos de caminos aún en uso. Sin embargo, como se demostrará más adelante, la vegetación que se

encuentra en estado secundario, tiene buenos índices de diversidad para el tipo de vegetación reportada en la región. La fauna aun cuenta con representatividad de elementos silvestres que cruzan y tienen actividad en el área de influencia del proyecto, sin embargo, dentro de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo se tuvo el hallazgo de una.



Figura 63. Cuerpo de agua al oeste del predio.



Figura 64. Vista hacia el predio desde un punto sur.



Figura 65. Zonas de mayor cobertura.

Hidrología.

El área del proyecto se encuentra en la región hidrológica "Lerma –Chapala –Santiago" (RH12), a donde pertenece la cuenca del Río Verde Grande y dentro de esta la subcuenca Rio Aguascalientes, que en la Figura 51 muestra que el proyecto es parte de una corriente secundaria que suministra su escurrimiento al cauce principal del Rio Aguascalientes. El municipio capital abarca la mayor parte de la superficie de la cuenca y el predio se localiza relativamente al centro de la misma. Como también se observan algunas corrientes en la Figura 66 y Figura 71, se ubica localmente el predio correspondiente al proyecto, que resulta adyacente al cauce del arroyo La Trinidad, en el cual existe una obra hidráulica rudimentaria de un bordo que almacena parte del escurrimiento; el predio se pretende instalar adyacente a estos elementos, pero sin invadir la restricción federal de CONAGUA. Las celdas estarán sobre una ladera que surte escurrimientos al mismo cuerpo de agua, pero de manera que no interferirán en la topografía de manera significativa.

"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO".

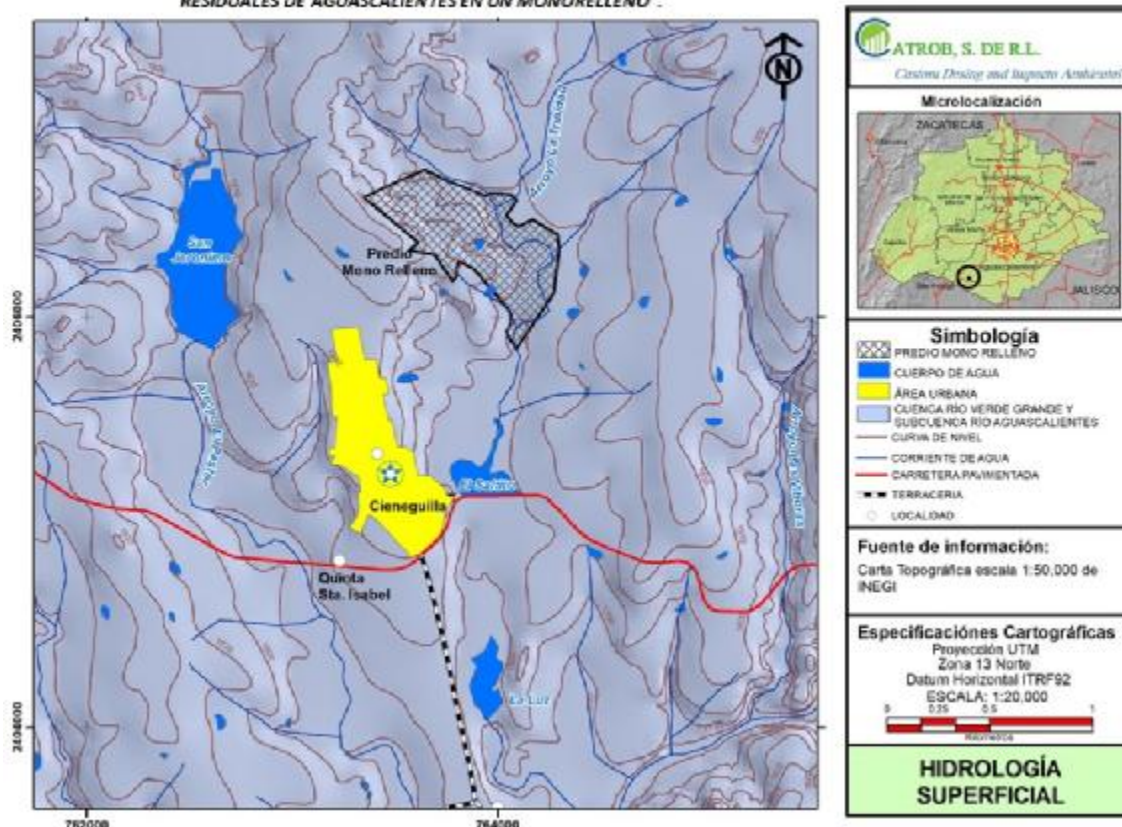


Figura 66. Mapa de hidrología en el área del proyecto.

El proyecto se encuentra alojado en una corriente secundaria, afluente del Río San Pedro (Aguascalientes), conocido como arroyo “La Trinidad”. Es de tipo intermitente, solo tiene escurrimientos en época de temporal o en lluvias intensas y prolongadas. Nace en la parte sur de la serranía del Muerto, recorre aproximadamente 18.1 kilómetros hasta desembocar en el Río San Pedro. En el estudio hidrológico se anexa su capacidad y sus aportaciones, así como la delimitación de las NAME y NAMO.

La calidad del agua que fluye se puede considerar de buena, compatible para el desarrollo de especies de peces tanto en la corriente como en los embalses que se encuentran a lo largo del cauce. Esto se pudo constatar en una de las visitas en temporada de lluvia, donde se observaron alevines y otros juveniles de especies acuáticas con actividad en el cuerpo de agua. Esto es principalmente debido a la ausencia de asentamientos humanos aguas arriba de la ubicación del proyecto, por lo que, al Área del Proyecto, llega agua de buena calidad.

Los principales problemas ambientales detectados en la cuenca están desencadenados por la presencia de tierras de agostadero, en la zona existen grandes extensiones desde la parte alta donde se llevan a cabo actividades del sector pecuario principalmente, en la zona más próxima al poblado de Lumbreras, se densifica la presencia de parcelas agrícolas de temporal. Esto conlleva una presión sobre los terrenos forestales en los que existe un sobre pastoreo y degradación de la cobertura vegetal por la remoción de la capa vegetal protectora del suelo forestal. No se encontraron indicios de erosión hídrica severa, tipo cárcava o arroyos, solo en algunas secciones se observa erosión laminar. El panorama cambia al cruzar por el primer asentamiento humano, que por las diversas actividades socio económicas, se observan cambios en la composición de contaminantes en el cuerpo de agua.

Clima.

En el sitio del proyecto, el clima que se presenta es del subtipo semiseco templado BS1kw, con una temperatura media anual de 18° C. Registrando una precipitación media anual de entre 400 y 600 mm, la mayor incidencia de lluvia tiene lugar en los meses de julio, agosto y septiembre (SMN, 2016), el mapa plasmado en la Figura 67 alude la información obtenida de las Normales Climáticas de la Comisión Nacional del Agua en el periodo 1981-2010, y se observa que para la zona donde se localiza el proyecto se registra una isoyeta de 18.1 a 20 C° en temperatura media anual.

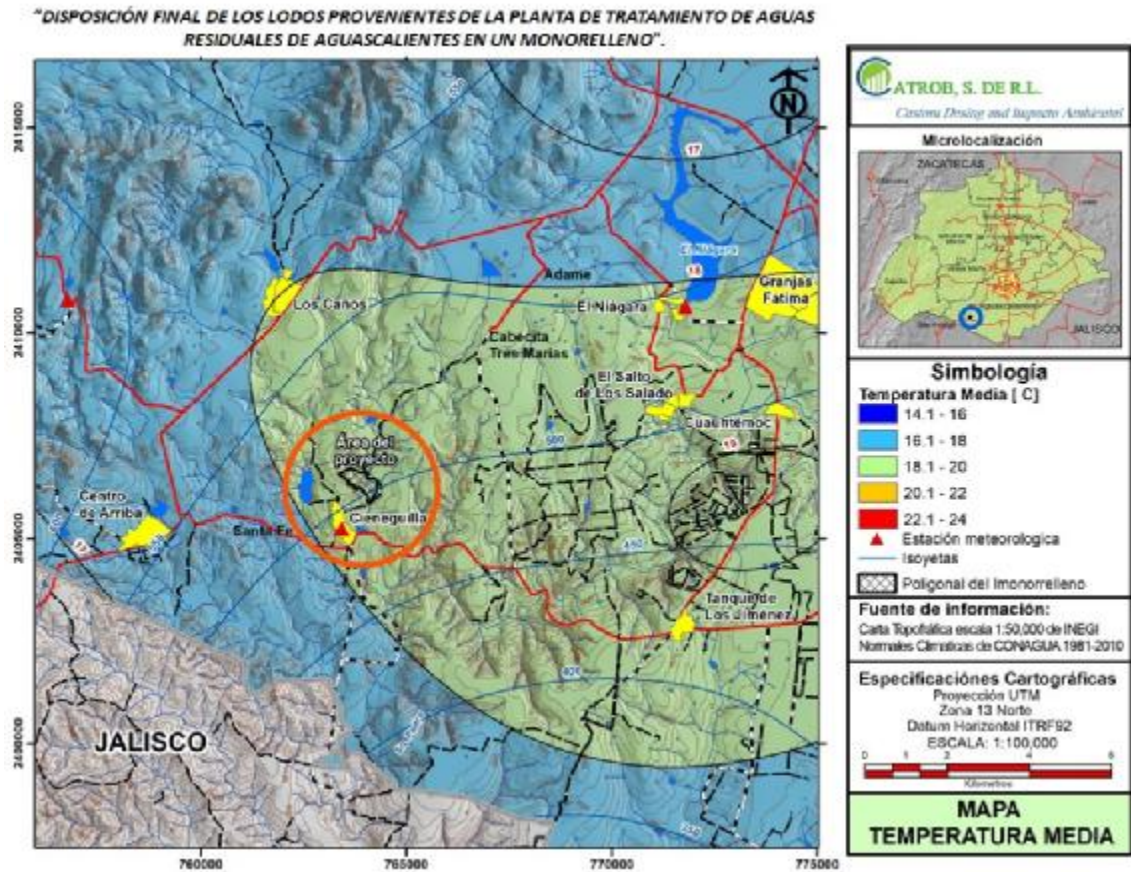


Figura 67. Temperaturas promedio en la zona de estudio del proyecto.

El régimen pluviométrico se establece por la influencia de los vientos alisios y en segundo término por la influencia ciclónica, no obstante, la posición geográfica del Estado hacia el centro del país provoca que las lluvias sean más bien escasas.

La ubicación geográfica de Aguascalientes y por lo tanto del sitio del proyecto, determina que los vientos predominantes en verano van en dirección suroeste a noreste (SW-NE) entre los meses de abril a septiembre; y de septiembre a abril, los vientos de invierno, corren de noreste a suroeste (NE-SW).

En el área de estudio se cuenta con la información climatológica del periodo 2007 – 2016 de la estación con mayor influencia por su cercanía, es Los Gavilanes (INIFAP, 2016).

Valores Climáticos medios y totales anuales (periodo 2007 - 2016)

La estación Los Gavilanes de la red de estaciones automáticas del INIFAP es la estación más cercana al predio, y arroja los datos de los últimos 10 años que se muestran en la Tabla 48.

Tabla 48. Precipitación pluvial promedio mensual reportada por Estación Climatológica Los Gavilanes en los últimos 10 años.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumu.
2007	19.40	41.60	0.00	0.00	0.40	276.20	169.20	71.60	83.40	15.60	5.80	0.00	683.2
2008	0.00	5.00	0.00	6.80	18.60	117.20	317.60	257.60	76.00	1.80	0.00	0.00	800.6
2009	0.00	0.00	1.20	0.60	10.80	48.20	51.00	83.60	106.80	35.20	7.40	15.20	360
2010	23.20	113.00	0.00	0.00	2.00	58.80	149.80	99.00	138.20	0.00	0.00	0.00	584
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	74.00	24.20	124.80	49.20	28.00	0.00	0.00	306
2012	11.20	42.60	1.20	0.00	8.80	50.00	180.40	130.00	76.40	16.00	5.20	13.80	535.6
2013	55.60	0.00	1.00	0.00	12.20	50.20	247.80	75.80	155.20	43.20	26.60	97.20	764.8
2014	10.80	0.00	2.60	0.00	49.00	114.20	102.20	105.40	96.20	42.20	20.20	5.00	547.8
2015	4.00	27.40	94.00	22.80	33.40	213.60	94.80	94.20	108.80	93.60	4.80	28.00	819.4
2016	1.20	12.80	10.60	1.20	2.60	63.20	216.80	191.80	35.40	3.20	21.60	0.00	560.4
Media	12.54	24.24	11.06	3.14	14.36	106.56	155.38	123.38	92.56	27.88	9.16	15.92	596.18

Precipitación Media Anual (período 2007-2016): 596 mm

Precipitación Año más húmedo (año 2015): 819.4 mm

Precipitación Año más seco (año 2011): 306 mm

Fuente: Datos reportados por la estación meteorológica: Los Gavilanes Latitud: 21° 46' 12.39"
Longitud: 102° 27' 32.58".

Suelo.

El suelo presente en el sitio del proyecto es en su mayoría Feozem, con algunas zonas de presencia de Litosol. Este tipo de suelos están caracterizados porque en los primeros 20 cm son oscuros, suaves, ricos en materias orgánicas y muy fértiles en general.

En general las características del suelo corresponden a depósitos aluviales areno-arcillosos con algunas gravas empacadas y arena limosa dispuestos en estratos, en algunos casos cementados por carbonatos. Según los resultados obtenidos en los trabajos de exploración, pruebas de campo y clasificación del suelo en laboratorio, se definió la secuencia estratigráfica del subsuelo:

"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO".

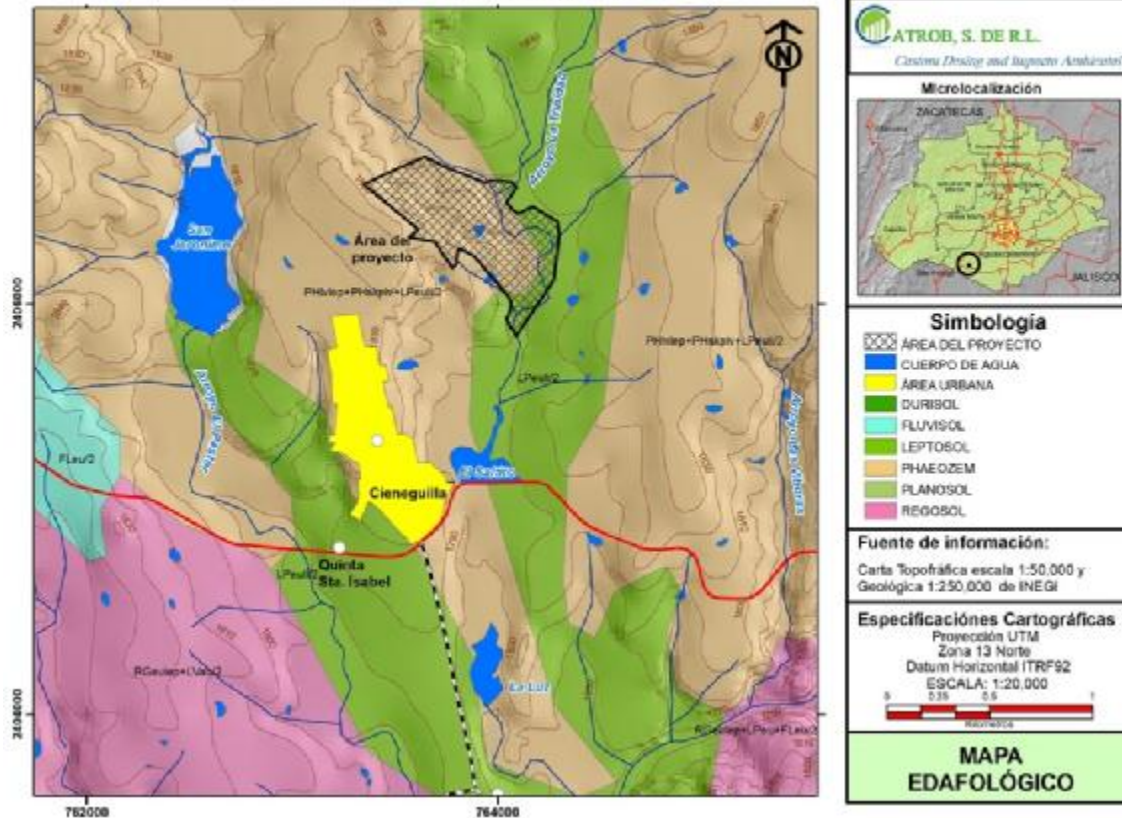


Figura 68. Mapa de edafología.

El sitio se encuentra asentado al Poniente del Municipio de Aguascalientes, encontrándose ubicado en la zona de Litosol (Leptosol) y Phaeozem (Figura 68), la cual consiste a grandes rasgos en una zona con presencia de depósitos de material areno-limoso con un grado de media a alta consolidación.

Con respecto a esta zona, se definió la siguiente secuencia estratigráfica, en la parte alta de las lomas afloran una serie de materiales formada por fragmentos granulares medios y gruesos; del tamaño de las gravillas, gravas y bloques, que se encuentran diseminados dentro de una matriz más fina arcillo arenosa. Aquí los fragmentos mayores son preferentemente bloques angulosos y subangulosos, en cambio los fragmentos intermedios se encuentran redondeados y subredondeados.

Fallas.

No se ubicaron fallas o grietas en el sitio del proyecto que pudieran afectar su desarrollo. (SIDIFAG 2017). Aunque la falla Poniente está cerca del sitio, no existe evidencia de su prolongación y rumbo hacia el proyecto (Figura 69).

"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LOODS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO".

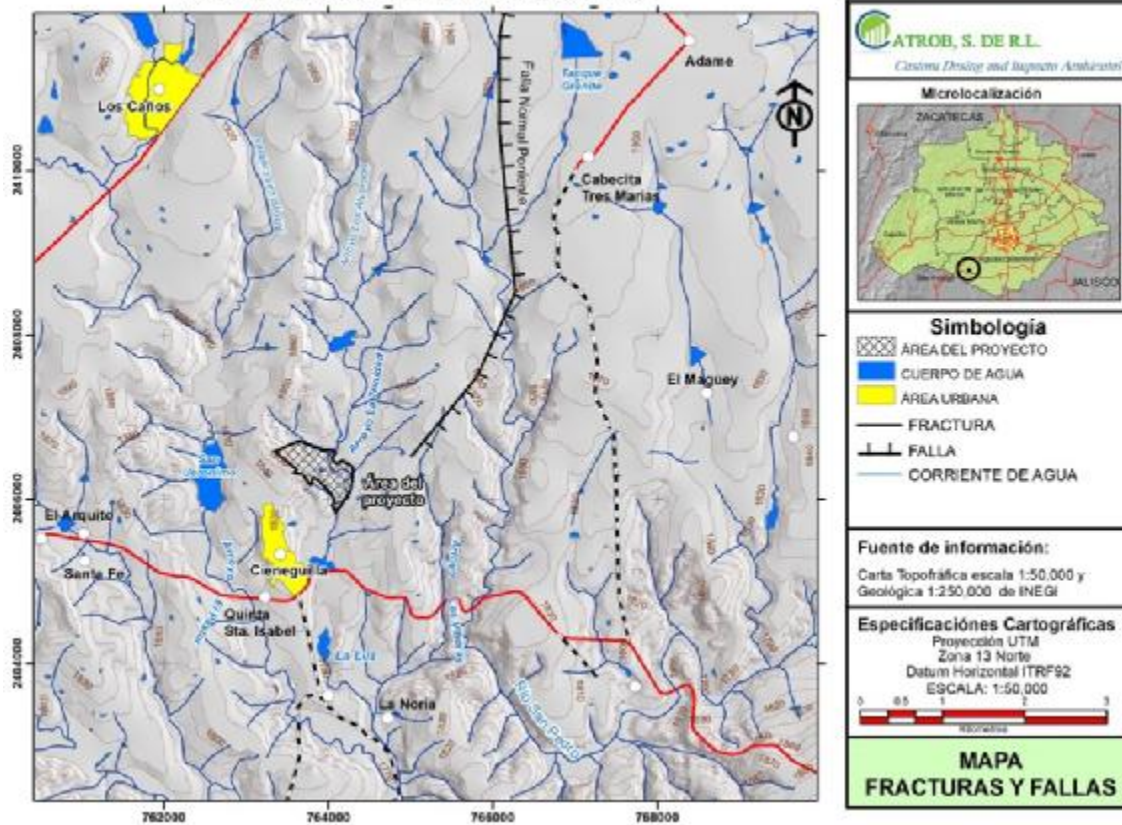


Figura 69. Mapa de Fallas Geológicas y Grietas en el sitio del proyecto.

Geología.

En cuanto a la estratigrafía del sitio, pertenece al Eje Neovolcánico, que se define por el sistema de toposformas, integrado por elementos de aluvión antiguo; las lomas son alargadas angostas y presentan cárcavas laterales, las laderas son convexas y se extienden por elevaciones, el sistema ambiental presenta rocas de los tipos aluviales, arenisca-conglomerado, y esquistos.

De acuerdo con estudios geológicos previos de la región, se reconoció en el área rocas metamórficas de grado bajo, parcialmente cubiertas por un grueso paquete de rocas rio líticas, pertenecientes a la provincia volcánica de la Sierra Madre Occidental.

"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO".

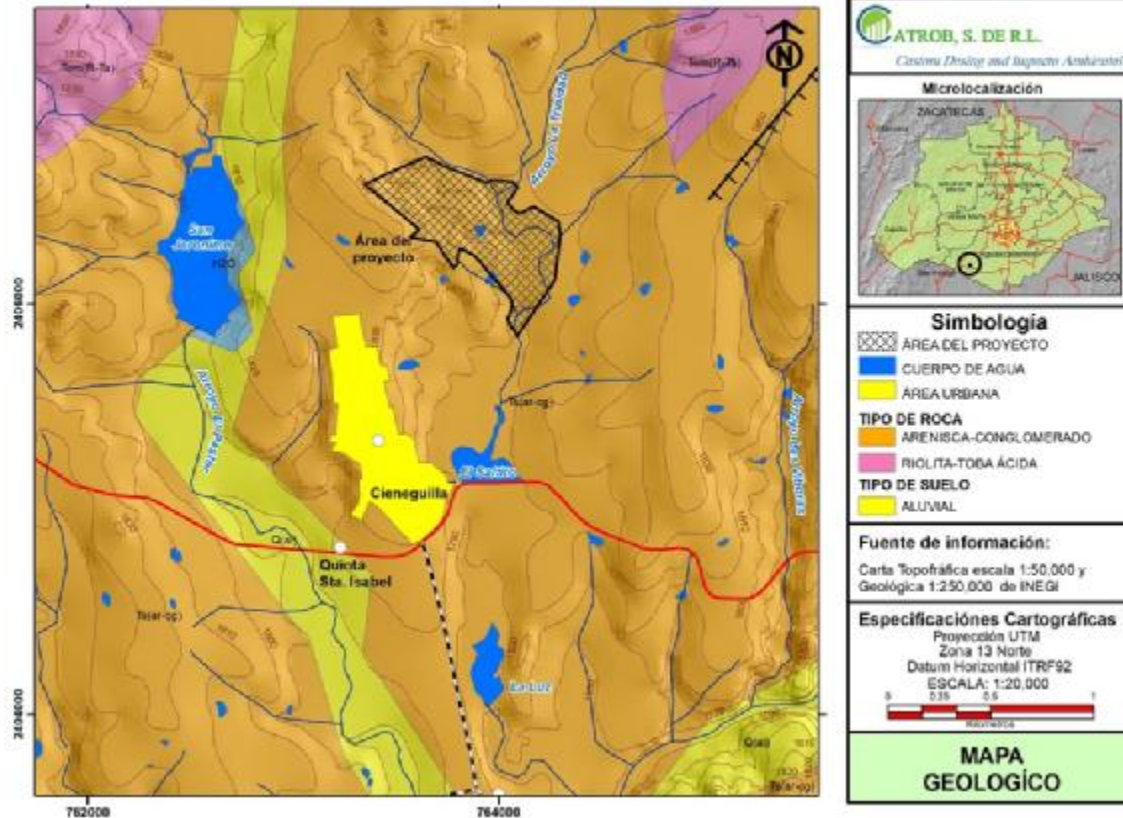


Figura 70. Mapa Geológico en la zona del proyecto.

Morfología.

El área donde se ubica el proyecto se encuentra en la Provincia Fisiográfica Eje Neo volcánico y de la Subprovincia Altos de Jalisco, y forma parte de un sistema de toposformas del tipo LOMERIOS Y CAÑADAS, con una altura aproximada de 1,845 msnm.

La topografía del sitio es irregular presentando un sistema de toposformas donde predomina un pequeño lomerío con una ligera pendiente con dirección de norte a sur. La elevación máxima es de 1845 msnm. De acuerdo con el levantamiento topográfico (Figura 71), se encontraron de tres a cuatro depresiones que tienen la función de escurrimientos en la ladera donde se conformará el proyecto y alimentan el cauce del arroyo la Trinidad al este del predio. Por lo anterior la topografía es variable, con pendientes desde 8 al 4%, se realizaron promedios de los cortes del perfil, obteniéndose una pendiente de 6.3% en general, encontrándose la parte más alta en el vértice más lejano del oeste del proyecto.

"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO".

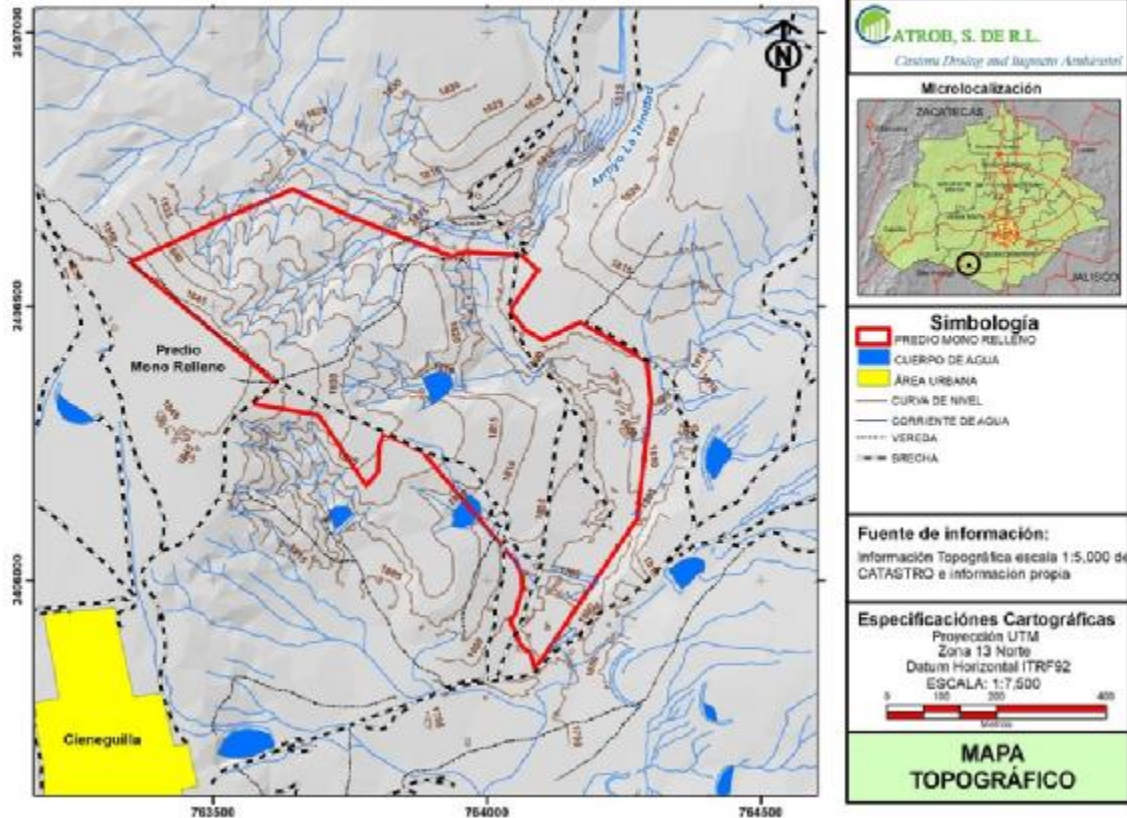


Figura 71. Mapa de Topografía principal en la zona del proyecto.

IV.2.1.2. Medio biótico.

Caracterización biológica del Área de Influencia.

Vegetación

Diseño muestral.

Para la determinación de los parámetros biológicos de la vegetación, se utilizó un diseño de muestreo tipo aleatorio estratificado para obtener información en los diferentes estratos vegetales (arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceas) (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Tipo de muestreo.

El tipo de muestreo utilizado fue el de Líneas de intercepción o de Canfield.

El uso de la línea intercepto puede definirse como un procedimiento de muestreo de vegetación basado en la medición de todas las plantas interceptadas por un plano vertical de líneas, localizadas

aleatoriamente y de igual longitud. La línea de intercepción se basa en el principio de la reducción de un transecto a una línea. Este método se aplica para estudiar la vegetación densa dominada por arbustos y para caracterizar la vegetación graminoide. Produce datos para cálculos de cobertura y frecuencia de especies; es rápido, objetivo y relativamente preciso. La cobertura de cada especie es la proyección horizontal de las partes aéreas de los individuos sobre el suelo y se expresa como porcentaje de la superficie total. En las líneas de muestreo, se procede a contar todas las intercepciones o proyecciones de las plantas (ramas, tallos, hojas, flores) sobre la línea y se registra la información de acuerdo a una planilla (Canfield, 1941).

Tamaño de muestra.

Para determinar el número de muestras se aplicó el método de Curvas especie-distancia. Es una gráfica que permite visualizar la representatividad de un muestreo. La curva especie-distancia se utiliza cuando el muestreo se realiza con el método de intercepción de líneas. Esta curva es muy útil para definir el área mínima de muestreo, tomando en cuenta que se evaluará el mayor o total número de especies. Consiste en la adición de muestras hasta que el número de especies acumuladas se estabiliza, por lo que se puede decir que el muestreo es representativo. Cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, ésta indica que el número de especies se mantendrá, aunque aumente el tamaño de muestreo (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Se realizaron 3 líneas de intercepción sobre el área de la microcuenca. Se ubicaron aleatoriamente las líneas con una longitud de 50 metros. Se contabilizaron las especies vegetales por cada estrato y se registraron en una tabla. La ubicación y distribución de las líneas se detallan en la Tabla 33.

Con la finalidad de conocer los elementos forestales que integran esta área de estudio se tomó como base la Cartografía de Uso del Suelo y Vegetación que desarrollo el INEGI SERIE V, ESC. 1:250,000. De acuerdo con lo anterior el área de la Microcuenca presenta: Matorral Crasicaule, Agricultura de Temporal y Agricultura de Riego. Cabe destacar que la mayor parte de la Microcuenca está formada por zonas de Agricultura de temporal, muchas de las cuales ya no tienen un uso actual, de ahí que gran parte de esta superficie presente ya nuevamente vegetación natural de renuevo entremezcladas con elementos arbustivos y herbáceos de tipo secundario.

Flora en la microcuenca

Para comprobar la presencia de la vegetación típica que reporta la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie V del INEGI, se realizaron varios muestreos en la cuenca de influencia y se presentan en la tabla 33. El muestreo se llevó a cabo por transectos dentro de la microcuenca, los cuales se georreferencian a continuación:

Tabla 49. Detalles de los transectos.

Transecto	Coordenadas inicio X	Coordenadas inicio Y	Coordenadas final X	Coordenadas final Y
1	21.7438194	-102.4532778	21.7441583	-102.4529528

2	21.7350972	-102.4438444	21.7353556	-102.44345
3	21.743825	-102.4405083	21.7441639	-102.440825

La condición de la vegetación es tipo secundaria con un grado de disturbio de medio a alto, con huellas visibles de disturbio tales como pastoreo, áreas de cultivo abandonado, remoción total de vegetación en algunas áreas destinadas a la construcción. El estrato herbáceo caracterizado principalmente por pastos cespitosos perennes, generalmente cerrado en zonas con disturbio medio y abierto en zonas con disturbio alto. Las especies dominantes son *Bouteloua chondrosioides*, *Aristida divaricata* y *Bothriochloa barbinodis*; *Chloris gayana* domina las zonas inundables estacionales y cercanas a cuerpos de agua. El estrato arbustivo caracterizado por arbustos espinosos bajos de 0.5 a 1.5 m de alto, generalmente cerrado en zonas con disturbio alto y abierto en zonas con disturbio bajo. La especie dominante es *Mimosa monancistra* y menos frecuentes son arbustos inermes como *Brickellia veronicifolia*, *Lantana camara*, *Salvia melissodora*, *Tagetes lucida*, *Talinopsis frutescens*, *Viguiera palmeri* y *Zinnia peruviana*. El estrato arbóreo caracterizado por arbustos espinosos y nopales de 3 a 5 m de alto, generalmente abierto. Las especies dominantes son *Opuntia streptacantha*, *O. jaliscana*, *Acacia farnesiana* y *Prosopis laevigata*; menos frecuentes son *Acacia shaffneri*, *Forestiera phillyreoides*, *Aloysia gratissima*, *Opuntia imbricata*, *O. robusta* y *Eysenhardtia polystachya*.

Presenta una cobertura superficial promedio de 38.6%, con una cobertura aérea promedio de 48.2%. La cobertura superficial suele ser pobre en las zonas con disturbio alto y sobrepastoreo, sin embargo, algunas zonas mejor conservadas presentan una cobertura de hasta el 60%. Por otro lado, la cobertura aérea se mantiene más constante y en algunas zonas puede llegar al 55%.

Tabla 50. Vegetación de la región.

Especie	Abundancia	A. relativa (Pi)	Cobertura	C. relativa	ln(Pi)	Pi*ln(Pi)
<i>Acacia farnesiana</i>	7	0.03684	0.02181	0.03684	-3.30111	-0.12162
<i>Amaranthus hybridus</i>	1	0.00526	0.00312	0.00526	-5.24702	-0.02762
<i>Aristida adscensionis</i>	1	0.00526	0.00312	0.00526	-5.24702	-0.02762
<i>Aristida divaricata</i>	19	0.10000	0.05919	0.10000	-2.30259	-0.23026
<i>Bidens odorata</i>	5	0.02632	0.01558	0.02632	-3.63759	-0.09573
<i>Bothriochloa barbinodis</i>	7	0.03684	0.02181	0.03684	-3.30111	-0.12162
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	14	0.07368	0.04361	0.07368	-2.60797	-0.19217
<i>Bouteloua gracilis</i>	1	0.00526	0.00312	0.00526	-5.24702	-0.02762
<i>Bursera fagaroides</i>	2	0.01053	0.00623	0.01053	-4.55388	-0.04794
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3	0.01579	0.00935	0.01579	-4.14841	-0.06550

<i>Forestiera phillyreoides</i>	6	0.03158	0.01869	0.03158	-3.45526	-0.10911
<i>Heterosperma pinnatum</i>	1	0.00526	0.00312	0.00526	-5.24702	-0.02762
<i>Ipomoea purpurea</i>	1	0.00526	0.00312	0.00526	-5.24702	-0.02762
<i>Mimosa monancistra</i>	47	0.24737	0.14642	0.24737	-1.39688	-0.34554
<i>Opuntia imbricata</i>	5	0.02632	0.01558	0.02632	-3.63759	-0.09573
<i>Opuntia jaliscana</i>	16	0.08421	0.04984	0.08421	-2.47444	-0.20837
<i>Opuntia robusta</i>	2	0.01053	0.00623	0.01053	-4.55388	-0.04794
<i>Opuntia streptacantha</i>	7	0.03684	0.02181	0.03684	-3.30111	-0.12162
<i>Prosopis laevigata</i>	5	0.02632	0.01558	0.02632	-3.63759	-0.09573
<i>Rhynchelytrum repens</i>	1	0.00526	0.00312	0.00526	-5.24702	-0.02762
<i>Salsola tragus</i>	2	0.01053	0.00623	0.01053	-4.55388	-0.04794
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	2	0.01053	0.00623	0.01053	-4.55388	-0.04794
<i>Sporobolus airoides</i>	4	0.02105	0.01246	0.02105	-3.86073	-0.08128
<i>Tagetes lucida</i>	20	0.10526	0.06231	0.10526	-2.25129	-0.23698
<i>Tagetes micrantha</i>	1	0.00526	0.00312	0.00526	-5.24702	-0.02762
<i>Talinopsis frutescens</i>	5	0.02632	0.01558	0.02632	-3.63759	-0.09573
<i>Tillandsia recurvata</i>	1	0.00526	0.00312	0.00526	-5.24702	-0.02762
<i>Tithonia tubiformis</i>	1	0.00526	0.00312	0.00526	-5.24702	-0.02762
<i>Verbena carolina</i>	1	0.00526	0.00312	0.00526	-5.24702	-0.02762
<i>Viguiera palmeri</i>	2	0.01053	0.00623	0.01053	-4.55388	-0.04794
	190					-2.7328
Grava	5					
Materia orgánica	90					
Suelo	36					
	131				H. max	I. Shannon
Total	321	1	0.59190	1	3.40119	2.7328

Tabla 50 bis.- Especies de flora en el predio del proyecto.

No.	Nombre científico	Nombre común	Categoría NOM
-----	-------------------	--------------	---------------

1	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	-
2	<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.	Huizache	-
3	<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	Cedrón del río	-
4	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Quintonil	-
5	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson	Bledo	-
6	<i>Ambrosia confertiflora</i> DC.	Chichibo	-
7	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb.		-
8	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	Chicalote	-
9	<i>Aristida adscensionis</i> L.	Tres barbas anual	-
10	<i>Aristida appressa</i> Vasey	Tres barbas	-
11	<i>Aristida divaricata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Tres barbas abierto	-
12	<i>Aristida mexicana</i> Scribn. ex Henrard	Tres barbas	-
13	<i>Asclepias linaria</i> Cav.	Romerillo	-
14	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Hierba del carbonero	-
15	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Té de milpa	-
16	<i>Bidens schaffneri</i> (A. Gray) Sherff	Amor seco	-
17	<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.	Abrojo rojo	-
18	<i>Borreria densiflora</i> DC.	Botón blanco	-
19	<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	Popotillo plateado	-
20	<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze	Moradilla	-
21	<i>Bouteloua chondrosioides</i> (Kunth) Benth. ex S. Watson	Navajita corta	-
22	<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths	Pasto navajita azul	-
23	<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag.	Navajita velluda	-
24	<i>Brachiaria meziana</i> Hitchc.	Zacate horquetilla	-
25	<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J. Koch	Mostaza negra	-
26	<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A. Gray	Estrellita	-
27	<i>Buddleja scordioides</i> Kunth	Escobilla	-
28	<i>Buddleja sessiliflora</i> Kunth	Lengua de vaca	-
29	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	Venadilla	-
30	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Buffel	-
31	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Rosetilla	-
32	<i>Cenchrus myosuroides</i> Kunth	Rosetilla	-
33	<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor		-
34	<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.	Epazote de zorrillo	-
35	<i>Chloris gayana</i> Kunth	Pasto rhodes	-
36	<i>Chloris rufescens</i> Lag.	Pata de gallo	-
37	<i>Chloris submutica</i> Kunth	Pata de gallo	-
38	<i>Chloris virgata</i> Sw.	Zacate mota	-
39	<i>Clematis dioica</i> L.	Barbas de chivo	-
40	<i>Commelina dianthifolia</i> Delile	Commelina	-
41	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Tripa de pollo	-
42	<i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) W.R. Anderson	Hierba de la garrapata	-
43	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Pasto bermuda	-
44	<i>Cyperus seslerioides</i> Kunth	Tulillo	-

45	<i>Dalea leporina</i> (Aiton) Bullock		-
46	<i>Datura inoxia</i> Mill.	Toloache chino	-
47	<i>Dichondra argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Oreja de ratón plateado	-
48	<i>Dicliptera peduncularis</i> Nees		-
49	<i>Diphysa puberulenta</i> Rydb.	Brasilillo	-
50	<i>Drymaria glandulosa</i> Bartl.		-
51	<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc.	Caléndula fétida	-
52	<i>Dyssodia pinnata</i> (Cav.) B.L. Rob.	Rosillo	-
53	<i>Dyssodia tagetiflora</i> Lag.	Flor de muerto	-
54	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Arrocillo silvestre	-
55	<i>Echinopepon pubescens</i> (Benth.) Rose		-
56	<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	Cordón de San Juan	-
57	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.	Amorseco	-
58	<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	Amorseco	-
59	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link	Amor mexicano	-
60	<i>Eragrostis tephrosanthos</i> Schult.	Zacate amor	-
61	<i>Eruca sativa</i> Mill.	Rucola silvestre	-
62	<i>Eryngium heterophyllum</i> Engelm.	Hierba del sapo	-
63	<i>Erythrina montana</i> Rose & Standl.	Colorín negro	-
64	<i>Euphorbia anychioides</i> Boiss.		-
65	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Hierba de paloma	-
66	<i>Euphorbia nutans</i> Lag.	Golondrina	-
67	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	Golondrina	-
68	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Ojo de víbora	-
69	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Varaduz	-
70	<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton & Rose	Biznaga	-
71	<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C. Mohr	Contrayerba	-
72	<i>Forestiera phillyreoides</i> (Benth.) Torr.	Mimbres	-
73	<i>Galphimia glauca</i> Cav.		-
74	<i>Gaudichaudia schiedeana</i> A. Juss.		-
75	<i>Gomphrena serrata</i> L.	Amor de soltero	-
76	<i>Gonolobus</i> sp.	Meloncillo	-
77	<i>Guilleminea densa</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Moq.	Rosa de Castilla cimarrona	-
78	<i>Heimia salicifolia</i> Link	Sinicuiche	-
79	<i>Helianthemum patens</i> Hemsl.		-
80	<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	Jarilla	-
81	<i>Hyptis albida</i> Kunth	Chan	-
82	<i>Ipomoea orizabensis</i> (G. Pelletan) Ledeb. ex Steud.	Manto de la virgen	-
83	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Manto de la virgen	-
84	<i>Kallstroemia hirsutissima</i> Vail ex Small	Hierba del campo	-
85	<i>Laennecia filaginoides</i> DC.	Zacatechichi	-
86	<i>Lantana camara</i> L.	Cinco negritos	-
87	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Lentejilla de campo	-

88	<i>Loeselia coerulea</i> (Cav.) G. Don	Huizizile morado	-
89	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H. Raven	Onagraria	-
90	<i>Malva parviflora</i> L.	Quesitos	-
91	<i>Malvastrum bicuspidatum</i> (S. Watson) Rose	Malva	-
92	<i>Melampodium sericeum</i> Lag.		-
93	<i>Mentzelia aspera</i> L.	Huitzutz-mayi-tic	-
94	<i>Mimosa monanctris</i> Benth.	Gatuño	-
95	<i>Muhlenbergia dubia</i> E. Fourn.	Liendrilla	-
96	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Gigante	-
97	<i>Opuntia imbricata</i> (Haw.) DC.	Cardenche	-
98	<i>Opuntia jaliscana</i> Bravo	Nopal	-
99	<i>Opuntia robusta</i> J.C. Wendl.	Nopal	-
100	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Nopal cardón	-
101	<i>Oxalis</i> sp.	Agritos	-
102	<i>Panicum adhaerens</i> Forssk.	Zacate guinea	-
103	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Zacatón	-
104	<i>Panicum obtusum</i> Kunth	Granillo	-
105	<i>Pennisetum crinitum</i> (Kunth) Spreng.	Zacate pajón	-
106	<i>Perymenium mendezii</i> DC.	Pajiza	-
107	<i>Physalis nicandroides</i> Schltld.	Tomatillo	-
108	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	Jaboncillo	-
109	<i>Plantago major</i> L.	Llantén mayor	-
110	<i>Plumbago pulchella</i> Boiss.	Cola de iguana	-
111	<i>Polygala glochidata</i> Kunth		-
112	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	Trepador	-
113	<i>Polygonum mexicanum</i> Small	Chilillo	-
114	<i>Portulaca mexicana</i> P. Wilson	Verdolaga	-
115	<i>Proboscidea louisiana</i> (Mill.) Thell.	Toritos	-
116	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite	-
117	<i>Pseudognaphalium</i> sp.	Gordolobo	-
118	<i>Reseda luteola</i> L.	Cola de zorro	-
119	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubb.	Pasto rosado	-
120	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth	Sauce criollo	-
121	<i>Salsola tragus</i> L.	Cardo ruso	-
122	<i>Salvia ballotiflora</i> Benth.	Tlacote	-
123	<i>Salvia melissodora</i> Lag.	Hierba del gallo	-
124	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Ojo de gallo	-
125	<i>Cetaria verticilada</i> (L.) P. Beauv.	Zacate pajita	-
126	<i>Sicyos laciniatus</i> L.	Chayotillo	-
127	<i>Sida abutilifolia</i> Mill.	Arrastradilla	-
128	<i>Sida hyssopifolia</i> C. Presl	Hierba del buen día	-
129	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Tlalamate	-
130	<i>Sisymbrium irio</i> L.	Mostacilla común	-
131	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Trompillo	-
132	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Mala mujer	-

133	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Lechuguilla común	-
134	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G. Don	Hierba del negro	-
135	<i>Sporobolus airoides</i> (Torr.) Torr.	Zacatón piramidal	-
136	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.	Cola de ratón	-
137	<i>Sporobolus trichodes</i> Hitchc.	Cola de ratón	-
138	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericón	-
139	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	Cinco llagas	-
140	<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	Anisillo	-
141	<i>Talinopsis frutescens</i> A. Gray		-
142	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Rama del sapo	-
143	<i>Tetramerium hispidum</i> Nees	Olotillo	-
144	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Heno	-
145	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	Palacote	-
146	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Abrojo de flor amarilla	-
147	<i>Verbena carolina</i> L.	Verbena común	-
148	<i>Verbesina encelioides</i> (Cav.) Benth. & Hook.	Hierba de la bruja	-
149	<i>Viguiera palmeri</i> A. Gray	Chamiso	-
150	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	Palma yuca	-
151	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	Mal de ojo	-

Fauna

La metodología general está basada en los criterios de la Evaluación Ecológica Rápida (1992), propuestos por The Nature Conservancy (TNC).

Distribuciones conocidas y potenciales.

Previo a realizar muestreos de la fauna, para identificar las especies que tienen distribución en la cuenca hidrológico-forestal, así como en sus alrededores, y que son las que se tiene más probabilidad de encontrar durante los muestreos, se consultaron los mapas e información disponible del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO, el listado de aves del Estado de Aguascalientes disponible en la página "Avesmx" (www.avesmx.conabio) de CONABIO, los mapas del artículo "Lista actualizada de los mamíferos de México 2012" (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012), "Mamíferos del Estado de Aguascalientes" (Chávez-Andrade et al, 2015), el estudio "La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado" (CONABIO, IMAE, UAA, 2008), y los mapas incluidos en el libro "Anfibios y Reptiles de Aguascalientes" (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005).

Muestreos

Para observar directamente y/o detectar indirectamente a todos los grupos de fauna de la cuenca se establecieron 8 transectos con longitudes de 300 m, con un ancho de 5 m a cada lado de su línea central, ubicados de forma que se cubriera una superficie de similares dimensiones a la solicitada

para CUSTF (15 ha), aunque repartida en diversas áreas de la cuenca, no en una sola. Los transectos fueron recorridos en horarios de 7:00 a 11:00 hrs y de 18:00 a 20:00 hrs. No se realizaron trampeos para evitar estrés o cualquier daño físico a la fauna, únicamente observaciones, rastreos y fotografiado de evidencias.

Los recorridos a través de los transectos se realizaron en la tercera semana del mes de abril de 2017, en la segunda semana del mes de mayo y en la primera semana del mes de junio del mismo año, durante tres días por semana, significando un esfuerzo de 18 horas por semana, para un total de 54 horas en total, llevadas a cabo por un grupo de 3 personas (162 horas-hombre en total). De acuerdo con la información obtenida a través de evidencias en campo de forma directa (avistamientos durante los recorridos) e indirecta (excretas, huellas, plumas, madrigueras, cantos, etc.), de consultas y análisis

De la bibliografía especializada en el tema, y entrevistas con lugareños, se identificaron algunas de las especies existentes en el predio de interés. La metodología empleada para cada grupo faunístico fue la siguiente:

México es considerado por ello a nivel mundial dentro de los países con mayor diversidad biológica o megadiversidad (Toledo, 1988). Ocupa importantes lugares en el mundo, tiene el primer lugar en reptiles, con 717 especies de las 6,300 clasificadas, de las cuales 574 son propias del país (53 endémicas y 30 en peligro de extinción); se ubica en el segundo lugar en diversidad de mamíferos, al contar con 449 de las 4,170 especies existentes, 449 terrestres (31% en alguna categoría de riesgo y 33% endémicas) y 41 marinas; en anfibios ocupa el cuarto lugar, con 282 de las 4,184 especies que se han detectado de los cuales el 61% son endémicos, y en aves ocupa el decimosegundo lugar con 1,150 de las 9,198 clases, de las cuales el 5% se encuentra en peligro de extinción.

El proyecto que se pretende realizar se encuentra enclavado en la provincia herpetofaunística del Eje Neovolcánico, la cual se caracteriza por una alta tasa de endemismo de especies tanto de reptiles como de anfibios. De igual modo, en cuanto a provincias mastogeográficas, el proyecto se encuentra inmerso en la Provincia Zacatecana.

Mamíferos

Los rastreos se realizaron en todos los transectos establecidos en la cuenca, empleando las técnicas de identificación propuestas por Aranda Sánchez (2012) en su trabajo *"Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México"*. Dichas técnicas consisten en la identificación por medio de las características de las huellas y excretas dejadas por las distintas especies de mamíferos que tienen distribución en el territorio nacional, enfocándolas particularmente a las especies que se distribuyen en el territorio del Estado de Aguascalientes, apoyados en la bibliografía que se tiene al respecto con los trabajos *"La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado"* (CONABIO, IMAE, UAA, 2008), *"Mamíferos del Estado de Aguascalientes"* (Chávez-Andrade et al, 2015), *"Lista actualizada de los mamíferos de México 2012"* (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012) y *"Los mamíferos silvestres de México"* (Ceballos y Oliva, 2005).

Se tomaron fotografías de las huellas encontradas para registrar su forma, utilizando una moneda como comparativo de referencia de tamaño, y se les tomaron mediciones de largo y ancho con un vernier, datos que junto con las fotos posteriormente fueron comparados con los proporcionados en el Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México, para su identificación. Algunas huellas se identificaron también por experiencia y conocimiento previo de las mismas. Estos mismos procedimientos se aplicaron para el caso de las excretas localizadas, a fin de identificar las especies a las que pertenecían. También fueron ubicadas madrigueras y en las orillas de los charcos de agua en el cauce de arroyos, remanentes de las primeras lluvias en el mes de junio en las que se buscaron registros de huellas y excretas.


Diversidad de anfibios en Aguascalientes

En el Estado están presentes dos de los tres órdenes de anfibios: Anura (ranas, sapos) y Caudata (salamandras). Hasta el momento, se tienen registradas 17 especies de anfibios en Aguascalientes, y sólo una de ellas es exótica. Los anfibios de la entidad quedan agrupados en ocho familias: Bufonidae y Ranidae con cuatro especies cada una; Hylidae con tres; Brachycephalidae con dos; y Microhylidae, Scaphiropodidae, Ambystomatidae y Plethodontidae con una sola especie cada una (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). La rana toro (*Lithobates catesbeianus*) es la única especie exótica (Ávila-Villegas et al., 2007). 47% (ocho especies) de los anfibios del Estado son endémicos de México. Destaca la rana de madriguera o sapo pinto, *Smilisca dentata* por ser endémica del centro del país, con una distribución restringida a una pequeña área ubicada al sur de Aguascalientes y noreste de Jalisco (Quintero-Díaz y Vázquez-Díaz, 2001; Duellman, 2001; Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 1997; 2005).

Las comunidades de anfibios en Aguascalientes están conformadas principalmente por los grupos herpetofaunísticos del desierto chihuahuense y Eje Neovolcánico. La mayoría de las especies tienen una amplia distribución en el Estado sólo algunas pocas, como *Smilisca dentata*, *Lithobates neovolcanicus* y *Pseudoeurycea bellii* tienen una distribución limitada a zonas muy particulares del Estado. De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en Aguascalientes están presentes cinco especies en alguna categoría de riesgo, dos de ellas (*Lithobates montezumae* y *Ambystoma tigrinum*) están citadas como "sujetas a protección especial", mientras que el resto (*Smilisca dentata*, *Lithobates neovolcanicus* y *Pseudoeurycea bellii*) están consideradas como "amenazadas".

Diversidad de reptiles en Aguascalientes

En la última década, el conocimiento de la riqueza de reptiles para el Estado se ha incrementado considerablemente. Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz (2005) reportan un total de 55 especies, sin embargo, con los cambios taxonómicos recientes, los nuevos registros y la continua introducción de especies exóticas se ha incrementado la cifra a 60. Cuatro de éstas son exóticas. Las especies de reptiles de Aguascalientes comprenden 7.46% de las especies conocidas para el país. Esta riqueza está distribuida en doce familias: lagartijas (Sauria): Anguidae (tres especies), Gekkonidae (dos), Phrynosomatidae (12), Polychrotidae (una), Scincidae (una), Teiidae (una), serpientes (Serpentes):

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

Colubridae (29), Elapidae (una), Typhlopidae (una), Viperidae (seis), tortugas (Testudines): Emydidae (una) y Kinosternidae (dos). Del total de reptiles presentes en Aguascalientes, 43.33% (26 especies) son endémicas de México.

En la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, aparecen 24 especies de reptiles con distribución en Aguascalientes.

Diversidad y distribución de las aves de Aguascalientes

La diversidad de aves en las diferentes regiones del Estado no es homogénea debido a que está influenciada por factores como la vegetación, el clima, la topografía y las estaciones del año. Los estudios realizados toman en cuenta dichos factores y otros aspectos como la vegetación y el clima, así como algún atributo del hábitat ambiental y/o la diversidad específica que presenta la zona, de tal manera que los conocimientos que se tienen de la avifauna son de áreas muy específicas de Aguascalientes, como: Sierra El Pinal, Sierra del Laurel, Serranía El Muerto, Zona Semiárida, Río Gil, Estación Biológica Agua Zarca y Área Natural Protegida Sierra Fría (A.N.P.S.F.). Hasta el momento se conoce la existencia de 240 especies, distribuidas en 18 órdenes, 52 familias, 29 subfamilias y 172 géneros (De la Riva y Franco, 2006b).

Distribución y abundancia de mamíferos en Aguascalientes

Aguascalientes tiene potencialmente alrededor de 90 especies de mamíferos (Hall, 1981; De la Riva, 1993a), de las cuales solamente se han descrito 78 y 83% de ellas (65 especies) se encuentra depositada en la Colección Mastozoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (De la Riva, 2006).

La distribución de los mamíferos en el Estado está fuertemente relacionada con los diferentes tipos de vegetación, topografía y clima. Con base en estos aspectos podemos diferenciar 15 zonas en las que se han realizado estudios sobre este grupo de vertebrados: 1) Sierra Fría, 2) Sierra El Pinal, 3) Sierra del Laurel, 4) Serranía El Muerto, 5) Valle de Aguascalientes, 6) Los Gallos, 7) El Llano, 8) Zona Semiárida, 9) Mesa Montoro, 10) Cerro Juan El Grande, 11) Serranía de Tepezalá, 12) Sierra de Guajolotes, 13) Valle de Huajuácar, 14) Valle de Venadero y 15) Presa Calles.

Después de 30 años de estudio sobre los mamíferos en el estado de Aguascalientes, se puede mencionar que hasta el momento se conoce entre el 90 y 95% de las especies de mamíferos potenciales que tienen distribución en la entidad.

Fauna en la microcuenca.

La microcuenca donde se ubica el presente estudio está localizada en la Región Neártica, la cual abarca la mayor parte de Norteamérica, incluso las zonas áridas y semiáridas de los Estados Unidos y el centro y norte de México, así como las zonas templadas y frías de las sierras Madre Oriental y Occidental; y las sierras volcánicas del centro del país. Los principales ecosistemas mexicanos englobados en esta región son los matorrales desérticos, chaparral, pastizal, matorrales semiáridos,

bosques templados y matorrales asociados, en el centro y norte de México. De acuerdo con la bibliografía consultada, las especies de fauna reportadas para el sistema ambiental son las que se enlistan en la Tabla 51. Especies de fauna silvestre reportada en el sistema ambiental.

Simbología empleada para las evidencias de fauna silvestre:

- * Especie observada directamente en campo
- ** Hallazgo de huellas
- *** Hallazgo de excretas
- Olor característico de la especie
- ◊ Sonido característico emitido (canto, chillido, graznido, llamado, etc.)
- ~ Hallazgo de plumas

Tabla 52. Especies de fauna silvestre detectadas en el predio

MAMÍFEROS				
Nombre científico	Nombre común	Observación directa	Observación indirecta	Categoría en NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Canis latrans</i>	coyote		** ***	Ninguna
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorra gris		**	Ninguna
<i>Procyon lotor</i>	mapache		***	Ninguna
<i>Didelphys virginiana</i>	tlacuache	*	** ***	Ninguna
<i>Mustela frenata</i>	comadreja		**	Ninguna
<i>Mephitis macroura</i>	zorrito listado		• ***	Ninguna
<i>Lynx rufus</i>	lince		** ***	Ninguna
<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca		** ***	Ninguna
<i>Spermophilus variegatus</i>	tachalote o ardillón	*		Ninguna
<i>S. mexicanus</i>	ardilla de tierra o motocle	*		Ninguna
<i>Sylvilagus audubonii</i>	conejo cola blanca	*	***	Ninguna
<i>Lepus californicus asellus</i>	liebre de cola negra	*	***	Ninguna
<i>Peromyscus spp.</i>	ratón de patas blancas	*		Ninguna
<i>Lyomis irroratus</i>	ratón hispido	*		Ninguna
AVES				
Nombre científico	Nombre común	Observación directa	Observación indirecta	Categoría en NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Bubulcus ibis</i>	garza ganadera	*		Ninguna

<i>Ardea alba</i>	garza blanca	*		Ninguna
<i>A. clypeata</i>	pato cucharón	*		Ninguna
<i>Plegadis chihi</i>	ibis negro	*		Ninguna
<i>Aeronautes saxatalis</i>	vencejo	*		Ninguna
<i>Melanerpes aurifrons</i>	carpintero frente dorada	*	◇	Ninguna
<i>Picoides scalaris</i>	carpintero mexicano	*	◇	Ninguna
<i>Mimus polyglottos</i>	ceniztonle	*	◇	Ninguna
<i>Tyrannus vociferans</i>	tirano gritón	*		Ninguna
<i>Phainopepla nitens</i>	capulineru negro	*		Ninguna
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	garrapatero	*		Ninguna
<i>Hirundo rustica</i>	golondrina	*		Ninguna
<i>Pipilo fuscus</i>	viejita	*		Ninguna
<i>Cardinalis</i>	cardenal	*		Ninguna
<i>Chondestes grammacus</i>	gorrión arlequín	*	◇	Ninguna
<i>Carpodacus mexicanus</i>	pinzón mexicano	*	◇	Ninguna
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	cardenalito	*		Ninguna
<i>Geococcyx californianus</i>	correcaminos	*		Ninguna
<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate	*		Ninguna
<i>Campylorhynchus bruneicapillus</i>	matraca del desierto	*		Ninguna
<i>Zenaida asiática</i>	paloma de alas blancas	*		Ninguna
<i>Z. macroura</i>	hulota	*		Ninguna
<i>Columbina inca</i>	torcacita	*		Ninguna
<i>Cyanthus latirostris</i>	colibrí pico ancho	*		Ninguna
<i>Toxostoma curvirostre</i>	cuilacoche pico curvo	*		Ninguna
<i>Cathartes aura</i>	aura	*		Ninguna
<i>Coragypus atratus</i>	zopilote	*		Ninguna
<i>Corvus corax</i>	cuervo	*	◇	Ninguna
<i>Tyto alba</i>	lechuza de campanario	*		Ninguna
<i>Buteo jamaicensis</i>	halcón cola roja	*	~	Ninguna
<i>Caracara cheriway</i>	quebrantahuesos	*		Ninguna
<i>Parabuteo unicinctus</i>	aguillilla rojinegra o de Harris	*	◇ *** ~	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Falco sparverius</i>	cernicalo americano	*		Ninguna
ANFIBIOS				

Nombre científico	Nombre común	Observación directa	Observación indirecta	Categoría en NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Hyla arenicolor</i>	rana, sapito de los arroyos	*		Ninguna
<i>Bufo punctatus</i>	sapo rojo	*		Ninguna
REPTILES				
Nombre científico	Nombre común	Observación directa	Observación indirecta	Categoría en NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Sceloporus spinosus</i>	lagartija escamuda	*		Ninguna
<i>S. torquatus</i>	lagartija rasposa	*		Ninguna
<i>Aspidoscelis gularis</i>	lagartija llanera	*		Ninguna
<i>Conopsis nasus</i>	culebra borreguera	*		Ninguna
<i>Trimorphodon tau</i>	víbora pichicuata	*		Ninguna

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, en la microcuenca y subcuenca se tienen reportadas la existencia de 37 especies de mamíferos, 64 especies de aves, 9 especies de anfibios y 18 especies de reptiles, para un total de 128 especies de estos 4 grupos. De ellas, 8 están en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en estatus de Amenazadas (A), y 13 como Sujetas a Protección Especial (Pr), y 7 de estas especies son endémicas (*Lithobates montezumae*, *L. neovolcanicus*, *Ambystoma tigrinum*, *Kinosternon integrum*, *Masticophis mentovarius*, *Pituophis deppei*, y *Thamnophis melanogaster*).

Caracterización biológica del Área del Proyecto.

Vegetación.

El tipo de vegetación del predio (Figura 72), corresponde con PN/VSa. Pastizal (Cartografía de Uso de Suelo INEGI, SERIE V Escala 1:250,000); sin embargo, durante la visita de campo se pudieron observar hacia el interior del polígono sometido a CUSTF especies de *Opuntia sp.*, entremezclado con ejemplares de leguminosas (Huizache, Mezquite y Garruño), plantas arbustivas y herbáceas, compuesto por diferentes especies donde se pueden identificar 3 diferentes estratos, en el estrato superior se observan: Huizache, Nopal y Mezquite, en el medio se presentan Huizache, Nopal, Garruño y Varaduz y en el inferior plantas herbáceas anuales y diversas gramíneas. Lo anterior ha conformado un paisaje en el cual una parte de los recursos forestales han sido afectados y de haber existido posiblemente una vegetación arbórea más densa e importante, en la actualidad se presentan zonas desprovistas de vegetación, hacia la parte centro, norte se presenta la mayor cantidad de vegetación natural en el polígono compuesto por elementos de Mezquite, Nopal, Huizache, Varaduz, Mimbres y una gran cantidad de elementos arbustivos y herbáceos, también es posible observar zonas que no presentan vegetación natural producto de brechas, caminos y zonas afectadas con anterioridad.

"DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO".

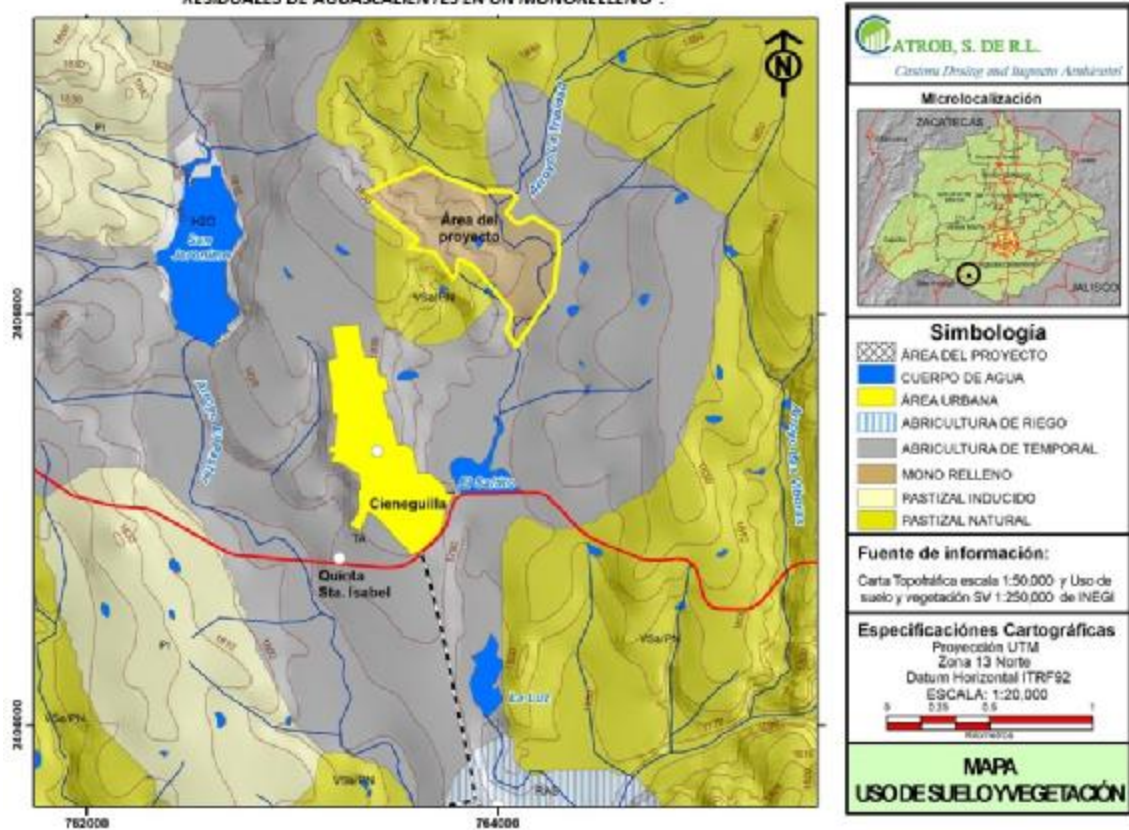


Figura 72. Mapa de uso de suelo y vegetación en la zona del proyecto.

Método para la estimación de la vegetación y los parámetros ecológicos en el sitio del proyecto

La comunidad vegetal presente en el área del proyecto, se caracteriza por estar sometida a intensos y continuos impactos lo que ha conformado una comunidad caracterizada por la desaparición de elementos arbóreos de fustes grandes e inclusive arbustivos en algunas zonas.

Es importante mencionar que para el análisis de la vegetación se comenzó a partir de la observación de las características de distribución de la vegetación que presentaban el predio:

Este presenta una pendiente media hacia el centro sur, conformado por una zona con presencia de elementos Nopal, Mezquite, Huizache, Mimbres y elementos arbustivos de Garruño y plantas herbáceas anuales. Hacia el interior del predio se observan varios caminos, brechas, una zona erosionada al centro del polígono y algunas zonas que a simple vista carecen de vegetación natural de tipo leñoso o crasicaule. En si el polígono presenta diversos impactos en su interior producto del sobrepastoreo que se le dio anteriormente al sitio, de aprovechamiento de elementos arbóreos y de Nopal, lo que ha conformado que en el sitio surjan especies como el Garruño y plantas herbáceas anuales y arbustivas que surgen como vegetación secundaria en sitios que han sufrido impactos, lo que ha conformado cambios en la vegetación original del sitio.

Método para el Diseño del Muestreo

- 1.- Como primer paso se elaboró una estrategia de muestreo en el sitio, tomando en cuenta el tamaño de la superficie, la topografía y la diversidad en cuanto a la cobertura.
- 2.- Para realizar lo anterior se digitalizó la poligonal del proyecto y se sobrepuso sobre una imagen aérea capturada con Dron, y en base a la visita de campo se analizó la información topográfica digital y la cobertura de la vegetación; para esto se utilizó el software ArcGIS 10.3.
- 3.- Con lo anterior se observó que las condiciones del área de estudio eran mayormente homogéneas, por lo que se optó por un método de muestreo completamente aleatorizado.
- 4.- Se realizaron muestreos por el método de Línea intercepción (Canfield, 1941) en transectos de 50 m. Este consiste en trazar una línea de 50 metros sobre la horizontal del terreno en dirección aleatoria. Se recorre la línea, y en cada metro recorrido realizar un levantamiento de las especies vegetales que se toquen en una amplitud de 50 a cada lado de la línea.

5.- Se capturan los registros en un formato por estrato vegetal, habiendo de 1-4 (del bajo al alto).
Ej.

Parcela	muestra	estrato 1	estrato 2	estrato 3	estrato 4
1	1	suelo	Bidens odorata Cav.	Rhynchelytrum repens (Willd.) C.E. Hubb.	-

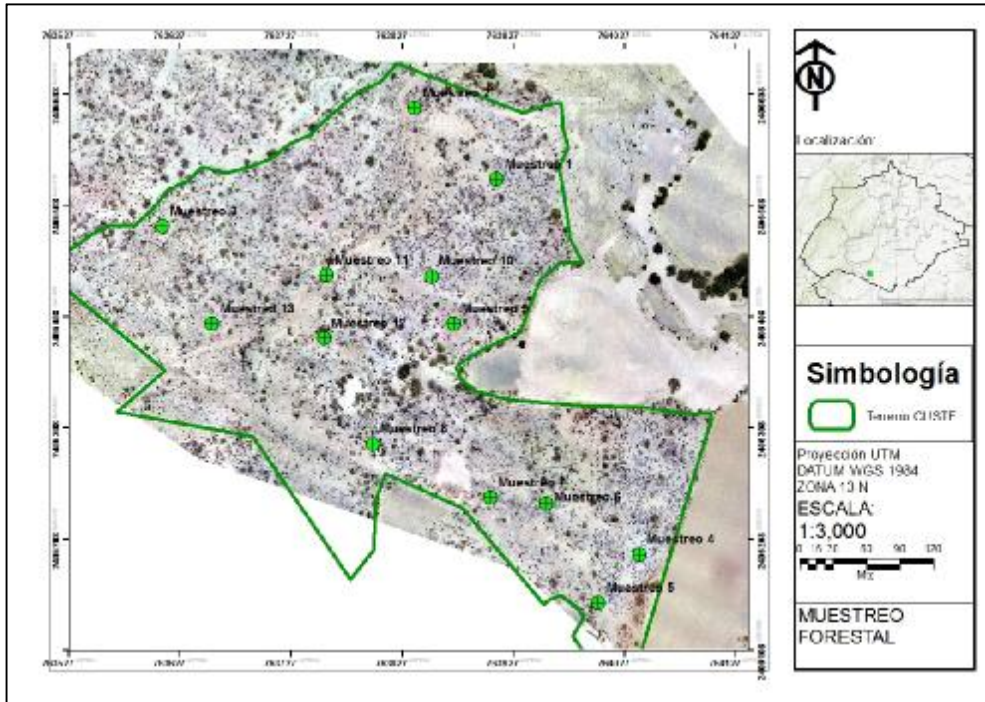


Figura 73. Esquema de muestreo.

Las coordenadas de los sitios muestreados para la estimación de los parámetros de la vegetación y estimación del volumen encontrado en el sitio del proyecto se muestran en la Tabla 53.

Tabla 53. Referencia del muestreo.

SITIO	COORD. X	COORD. Y
Muestreo 1	763913	2406532
Muestreo 2	763839	2406596
Muestreo 3	763612	2406490
Muestreo 4	764041	2406195
Muestreo 5	764002	2406150
Muestreo 6	763957	2406241
Muestreo 7	763907	2406246
Muestreo 8	763801	2406294
Muestreo 9	763874	2406402
Muestreo 10	763854	2406445
Muestreo 11	763760	2406446
Muestreo 12	763757	2406389
Muestreo 13	763657	2406402

Listado florístico

Tabla 54. Listado florístico en el sitio del proyecto.

No.	Especie
1	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.
2	<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.
3	<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.
4	<i>Amaranthus hybridus</i> L.
5	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson
6	<i>Ambrosia confertiflora</i> DC.
7	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb.
8	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet
9	<i>Aristida adscensionis</i> L.
10	<i>Aristida appressa</i> Vasey
11	<i>Aristida divaricata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
12	<i>Aristida mexicana</i> Scribn. ex Henrard
13	<i>Asclepias linaria</i> Cav.
14	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
15	<i>Bidens odorata</i> Cav.
16	<i>Bidens schaffneri</i> (A. Gray) Sherff
17	<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.
18	<i>Borreria densiflora</i> DC.
19	<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter
20	<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze
21	<i>Bouteloua chondrosioides</i> (Kunth) Benth. ex S. Watson
22	<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths
23	<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag.
24	<i>Brachiaria meziana</i> Hitchc.
25	<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J. Koch
26	<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A. Gray
27	<i>Buddleja scordioides</i> Kunth
28	<i>Buddleja sessiliflora</i> Kunth
29	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.
30	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.
31	<i>Cenchrus echinatus</i> L.
32	<i>Cenchrus myosuroides</i> Kunth
33	<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor

34	<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.
35	<i>Chloris gayana</i> Kunth
36	<i>Chloris rufescens</i> Lag.
37	<i>Chloris submutica</i> Kunth
38	<i>Chloris virgata</i> Sw.
39	<i>Clematis dioica</i> L.
40	<i>Commelina dianthifolia</i> Delile
41	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.
42	<i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) W.R. Anderson
43	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
44	<i>Cyperus seslerioides</i> Kunth
45	<i>Dalea leporina</i> (Aiton) Bullock
46	<i>Datura inoxia</i> Mill.
47	<i>Dichondra argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
48	<i>Dicliptera peduncularis</i> Nees
49	<i>Diphysa puberulenta</i> Rydb.
50	<i>Drymaria glandulosa</i> Bartl.
51	<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc.
52	<i>Dyssodia pinnata</i> (Cav.) B.L. Rob.
53	<i>Dyssodia tagetiflora</i> Lag.
54	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link
55	<i>Echinopepon pubescens</i> (Benth.) Rose
56	<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.
57	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.
58	<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.
59	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link
60	<i>Eragrostis tephrosanthos</i> Schult.
61	<i>Eruca sativa</i> Mill.
62	<i>Eryngium heterophyllum</i> Engelm.
63	<i>Erythrina montana</i> Rose & Standl.
64	<i>Euphorbia anychioides</i> Boiss.
65	<i>Euphorbia hirta</i> L.
66	<i>Euphorbia nutans</i> Lag.
67	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton
68	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.
69	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.
70	<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton & Rose
71	<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C. Mohr

72	<i>Forestiera phillyreoides</i> (Benth.) Torr.
73	<i>Galphimia glauca</i> Cav.
74	<i>Gaudichaudia schiedeana</i> A. Juss.
75	<i>Gomphrena serrata</i> L.
76	<i>Gonolobus</i> sp.
77	<i>Guilleminea densa</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Moq.
78	<i>Heimia salicifolia</i> Link
79	<i>Helianthemum patens</i> Hemsl.
80	<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.
81	<i>Hyptis albida</i> Kunth
82	<i>Ipomoea orizabensis</i> (G. Pelletan) Ledeb. ex Steud.
83	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth
84	<i>Kallstroemia hirsutissima</i> Vail ex Small
85	<i>Laennecia filaginoides</i> DC.
86	<i>Lantana camara</i> L.
87	<i>Lepidium virginicum</i> L.
88	<i>Loeselia coerulea</i> (Cav.) G. Don
89	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H. Raven
90	<i>Malva parviflora</i> L.
91	<i>Malvastrum bicuspidatum</i> (S. Watson) Rose
92	<i>Melampodium sericeum</i> Lag.
93	<i>Mentzelia aspera</i> L.
94	<i>Mimosa monancistra</i> Benth.
95	<i>Muhlenbergia dubia</i> E. Fourn.
96	<i>Nicotiana glauca</i> Graham
97	<i>Opuntia imbricata</i> (Haw.) DC.
98	<i>Opuntia jaliscana</i> Bravo
99	<i>Opuntia robusta</i> J.C. Wendl.
100	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.
101	<i>Oxalis</i> sp.
102	<i>Panicum adhaerens</i> Forssk.
103	<i>Panicum maximum</i> Jacq.
104	<i>Panicum obtusum</i> Kunth
105	<i>Pennisetum crinitum</i> (Kunth) Spreng.
106	<i>Perymenium mendezii</i> DC.
107	<i>Physalis nicandroides</i> Schltdl.
108	<i>Phytolacca icosandra</i> L.
109	<i>Plantago major</i> L.

110	<i>Plumbago pulchella</i> Boiss.
111	<i>Polygala glochidata</i> Kunth
112	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.
113	<i>Polygonum mexicanum</i> Small
114	<i>Portulaca mexicana</i> P. Wilson
115	<i>Proboscidea louisiana</i> (Mill.) Thell.
116	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.
117	<i>Pseudognaphalium</i> sp.
118	<i>Reseda luteola</i> L.
119	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubb.
120	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth
121	<i>Salsola tragus</i> L.
122	<i>Salvia ballotiflora</i> Benth.
123	<i>Salvia melissodora</i> Lag.
124	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.
125	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.
126	<i>Sicyos laciniatus</i> L.
127	<i>Sida abutilifolia</i> Mill.
128	<i>Sida hyssopifolia</i> C. Presl
129	<i>Sida rhombifolia</i> L.
130	<i>Sisymbrium irio</i> L.
131	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.
132	<i>Solanum rostratum</i> Dunal
133	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
134	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G. Don
135	<i>Sporobolus airoides</i> (Torr.) Torr.
136	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.
137	<i>Sporobolus trichodes</i> Hitchc.
138	<i>Tagetes lucida</i> Cav.
139	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega
140	<i>Tagetes micrantha</i> Cav.
141	<i>Talinopsis frutescens</i> A. Gray
142	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.
143	<i>Tetramerium hispidum</i> Nees
144	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.
145	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.
146	<i>Tribulus terrestris</i> L.
147	<i>Verbena carolina</i> L.

148	<i>Verbesina encelioides</i> (Cav.) Benth. & Hook. f. ex A. Gray
149	<i>Viguiera palmeri</i> A. Gray
150	<i>Yucca filifera</i> Chabaud
151	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.

Índices de abundancia y diversidad

Tabla 55. Índices de parámetros para la vegetación.

Especie	Abundancia	A. relativa (Pi)	Cobertura	C. relativa	ln(Pi)	Pi*ln(Pi)
<i>Acacia farnesiana</i>	40	0.0368	0.0218	0.0368	-3.3023	-0.1215
<i>Acacia shaffneri</i>	9	0.0083	0.0049	0.0083	-4.7940	-0.0397
<i>Amaranthus hybridus</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Ambrosia confertiflora</i>	2	0.0018	0.0011	0.0018	-6.2980	-0.0116
<i>Aristida adscensionis</i>	7	0.0064	0.0038	0.0064	-5.0453	-0.0325
<i>Aristida divaricata</i>	146	0.1343	0.0796	0.1343	-2.0076	-0.2696
<i>Bidens odorata</i>	17	0.0156	0.0093	0.0156	-4.1580	-0.0650
<i>Borreria densiflora</i>	2	0.0018	0.0011	0.0018	-6.2980	-0.0116
<i>Bothriochloa barbinodis</i>	28	0.0258	0.0153	0.0258	-3.6590	-0.0943
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	143	0.1316	0.0779	0.1316	-2.0283	-0.2668
<i>Bouteloua gracilis</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Buddleja scordioides</i>	6	0.0055	0.0033	0.0055	-5.1994	-0.0287
<i>Bursera fagaroides</i>	2	0.0018	0.0011	0.0018	-6.2980	-0.0116
<i>Chloris gayana</i>	59	0.0543	0.0322	0.0543	-2.9136	-0.1581
<i>Clematis dioica</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Diphysa puberulenta</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	38	0.0350	0.0207	0.0350	-3.3536	-0.1172
<i>Forestiera phillyreoides</i>	10	0.0092	0.0054	0.0092	-4.6886	-0.0431
<i>Galphimia glauca</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Heterosperma pinnatum</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Hyptis albida</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Ipomoea purpurea</i>	26	0.0239	0.0142	0.0239	-3.7331	-0.0893
<i>Lantana camara</i>	3	0.0028	0.0016	0.0028	-5.8926	-0.0163
<i>Loeselia coerulea</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Mammillaria heyderi</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Minosa monancistra</i>	242	0.2226	0.1319	0.2226	-1.5022	-0.3344
<i>Nicotiana glauca</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Opuntia imbricata</i>	10	0.0092	0.0054	0.0092	-4.6886	-0.0431
<i>Opuntia jaliscana</i>	38	0.0350	0.0207	0.0350	-3.3536	-0.1172

<i>Opuntia robusta</i>	4	0.0037	0.0022	0.0037	-5.6049	-0.0206
<i>Opuntia streptacantha</i>	25	0.0230	0.0136	0.0230	-3.7723	-0.0868
<i>Oxalis</i> sp.	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Prosopis laevigata</i>	77	0.0708	0.0420	0.0708	-2.6474	-0.1875
<i>Rhynchelytrum repens</i>	2	0.0018	0.0011	0.0018	-6.2980	-0.0116
<i>Salsola tragus</i>	2	0.0018	0.0011	0.0018	-6.2980	-0.0116
<i>Salvia melissodora</i>	8	0.0074	0.0044	0.0074	-4.9117	-0.0361
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	4	0.0037	0.0022	0.0037	-5.6049	-0.0206
<i>Sporobolus airoides</i>	9	0.0083	0.0049	0.0083	-4.7940	-0.0397
<i>Tagetes lucida</i>	54	0.0497	0.0294	0.0497	-3.0022	-0.1491
<i>Tagetes micrantha</i>	4	0.0037	0.0022	0.0037	-5.6049	-0.0206
<i>Talinopsis frutescens</i>	15	0.0138	0.0082	0.0138	-4.2831	-0.0591
<i>Talinum paniculatum</i>	1	0.0009	0.0005	0.0009	-6.9912	-0.0064
<i>Tetramerium hispidum</i>	6	0.0055	0.0033	0.0055	-5.1994	-0.0287
<i>Tillandsia recurvata</i>	11	0.0101	0.0060	0.0101	-4.5933	-0.0465
<i>Tithonia tubiformis</i>	3	0.0028	0.0016	0.0028	-5.8926	-0.0163
<i>Verbena carolina</i>	5	0.0046	0.0027	0.0046	-5.3817	-0.0248
<i>Viguiera palmeri</i>	15	0.0138	0.0082	0.0138	-4.2831	-0.0591
<i>Zinnia peruviana</i>	3	0.0028	0.0016	0.0028	-5.8926	-0.0163
	1087					-2.7840
Grava	38					
Materia orgánica	439					
Roca	10					
Suelo	261					
	748				H. max	I. Shannon
Total	1835	1	0.5924	1	3.8712	2.7840

Análisis de la vegetación del predio "La Trinidad", comunidad de Lumbreras, Aguascalientes, Ags.

Tipo de vegetación observado: Matorral espinoso crasicaule.

Condición de la vegetación: Secundaria.

Grado de disturbio observado: Medio a alto.

Huellas de disturbio: Pastoreo, áreas de cultivo abandonado, remoción total de vegetación en algunas áreas destinadas a la construcción.

Estratos observados: Herbáceo, arbustivo y arbóreo.

Estrato herbáceo: caracterizado principalmente por pastos cespitosos perennes, generalmente cerrado en zonas con disturbio medio y abierto en zonas con disturbio alto. Las especies dominantes son *Bouteloua chondrosioides*, *Aristida divaricata* y *Bothriochloa barbinodis*; *Chloris gayana* domina las zonas inundables estacionales y cercanas a cuerpos de agua.

Estrato arbustivo: caracterizado por arbustos espinosos bajos de 0.5 a 1.5 m de alto, generalmente cerrado en zonas con disturbio alto y abierto en zonas con disturbio bajo. La especie dominante es *Mimosa monancistra* y menos frecuentes son arbustos inermes como *Brickellia veronicifolia*, *Lantana camara*, *Salvia melissodora*, *Tagetes lucida*, *Talinopsis frutescens*, *Viguiera palmeri* y *Zinnia peruviana*.

Estrato arbóreo: caracterizado por arbustos espinosos y nopales de 3 a 5 m de alto, generalmente abierto. Las especies dominantes son *Opuntia streptacantha*, *O. jaliscana*, *Acacia farnesiana* y *Prosopis laevigata*; menos frecuentes son *Acacia shaffneri*, *Forestiera phillyreoides*, *Aloysia gratissima*, *Opuntia imbricata*, *O. robusta* y *Eysenhardtia polystachya*.

Cobertura: presenta una cobertura superficial promedio de 38.6%, con una cobertura aérea promedio de 48.2%. La cobertura superficial suele ser pobre en las zonas con disturbio alto y sobrepastoreo, sin embargo, algunas zonas mejor conservadas presentan una cobertura de hasta el 60%. Por otro lado, la cobertura aérea se mantiene más constante y en algunas zonas puede llegar al 55%.

Índice de diversidad: se presenta un índice de Shannon de 2.784, con un máximo de 3.871. Esto significa que, en esta localidad, se muestra una tendencia de diversidad media y que probablemente llega a ser media-alta en temporada de lluvias con el crecimiento abundante de herbáceas anuales; lo que constituye una diversidad normal para éste tipo de comunidades vegetales.

Especies poco comunes: se observó una pequeña comunidad de *Erythrina montana* (Colorín enano), en un sitio con pendiente pronunciada, dicha especie no es común en el estado de Aguascalientes, pues se tienen reportadas pocas localidades con su presencia. Se sugiere conservarlas.

Análisis comparativo de la vegetación de la microcuenca con la vegetación dentro del área del proyecto.

Este análisis consiste en la confrontación de los datos obtenidos en ambos ámbitos de escala, la información levantada en la microcuenca contra la información levantada dentro del predio correspondiente al proyecto. En la Tabla 56 se muestran los índices recuperados de los análisis de vegetación de cada sección y se observan similitudes en los índices de cobertura y Shannon, demostrando que las condiciones que imperan en la cuenca coinciden a pesar de que la abundancia es muy diferente. Este último parámetro resultó con tal diferencia debido en mucho a las observaciones realizadas en la microcuenca, que no son las suficientes para obtener el mismo número de individuos que los que se muestrearon en el predio.

Tabla 56. Índices recuperados de los análisis de vegetación de cada sección

Parámetros de vegetación en la microcuenca	Abundancia	Cobertura	Índice de diversidad de Shannon	Índice de Shannon (max)
Parámetros de vegetación en la microcuenca	190	0.5919	2.7328	3.4011
Parámetros de vegetación en el predio	1087	0.5924	2.7840	3.8712

Fauna

Características locales de la fauna:

El predio ha perdido en gran medida sus características de naturalidad y su funcionalidad como hábitat para la fauna silvestre; sin embargo, al presentar aun vegetación natural aún se pueden observar algunas especies de fauna silvestre, sobre todo especies que son tolerantes a los humanos y sus actividades.

La fauna característica de la zona está representada por especies de mamíferos de diversas tallas como el mapache, liebre, conejo, tachalote, tlacuache y ratón de campo, reptiles como serpientes y lagartijas, anfibios como ranas y sapos, y algunas aves como halcón, aguililla rojinegra, garza blanca, zopilote, cuervo, colibrí, gorrión, cardenalito, viejita, torcacita, huilota y zanate.

Para observar directamente y/o detectar indirectamente a la fauna del sitio se establecieron 8 transectos dentro del polígono solicitado para el cambio de uso de suelo y a lo largo de la ribera del arroyo que lo cruza, los transectos tuvieron longitudes de entre 200 - 300 m, con un ancho de 5 m a cada lado de su línea central, los cuales fueron recorridos en horarios de 7:00 a 11:00 hrs y de 18:00 a 20:00 hrs.



Figura 74. Transectos recorridos en el predio del proyecto para registro de fauna.

Códigos de color: Transecto 1: amarillo; Transecto 2: azul; Transecto 3: verde; Transecto 4: violeta; Transecto 5: naranja, Transecto 6: verde turquesa; Transecto 7: fucsia; Transecto 8: blanco

Los recorridos a través de los transectos se realizaron en la última semana del mes de abril de 2017, en la tercera semana del mes de mayo y en la segunda semana del mes de junio del mismo año. De acuerdo con la información obtenida a través de evidencias en campo de forma directa (avistamientos durante los recorridos) e indirecta (excretas, huellas, plumas, madrigueras, cantos, etc.), de consultas y análisis de la bibliografía especializada en el tema, y entrevistas con lugareños, se identificaron algunas de las especies existentes en el predio de interés.

Derivado de este análisis, a continuación, se presenta un cuadro con las especies que se lograron identificar en campo de forma directa o indirecta, acotando, para su mejor comprensión, lo siguiente:

Simbología empleada para las evidencias de fauna silvestre:

- * Especie observada directamente en campo
- ** Hallazgo de huellas
- *** Hallazgo de excretas
- Olor característico de la especie
- ◊ Sonido característico emitido (canto, chillido, graznido, llamado, etc.)
- ~ Hallazgo de plumas

Tabla 57. Especies de fauna silvestre detectadas en el predio.

MAMÍFEROS				
Nombre científico	Nombre común	Observación directa	Observación indirecta	Categoría en NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Canis latrans</i>	coyote		** ***	Ninguna
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorra gris		**	Ninguna
<i>Procyon lotor</i>	mapache		***	Ninguna
<i>Didelphys virginiana</i>	tlacuache	*	** ***	Ninguna
<i>Mustela frenata</i>	comadreja		**	Ninguna
<i>Mephitis macroura</i>	zorrillo listado		• ***	Ninguna
<i>Lynx rufus</i>	lince		** ***	Ninguna
<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca		** ***	Ninguna
<i>Spermophilus variegatus</i>	tachalote o ardillón	*		Ninguna
<i>S. mexicanus</i>	ardilla de tierra o motocle	*		Ninguna
<i>Sylvilagus audubonii</i>	conejo cola blanca	*	***	Ninguna
<i>Lepus californicus asellus</i>	liebre de cola negra	*	***	Ninguna
<i>Peromyscus spp.</i>	ratón de patas blancas	*		Ninguna
<i>Lyomis irroratus</i>	ratón hispido	*		Ninguna
AVES				
Nombre científico	Nombre común	Observación directa	Observación indirecta	Categoría en NOM-059-SEMARNAT-2010

<i>Bubulcus ibis</i>	garza ganadera	*		Ninguna
<i>Ardea alba</i>	garza blanca	*		Ninguna
<i>A. clypeata</i>	pato cucharon	*		Ninguna
<i>Plegadis chihi</i>	ibis negro	*		Ninguna
<i>Aeronautas saxatalis</i>	vencejo	*		Ninguna
<i>Melanerpes aurifrons</i>	carpintero frente dorada	*	◇	Ninguna
<i>Picoides scalaris</i>	carpintero mexicano	*	◇	Ninguna
<i>Mimus polyglottos</i>	ceniztonle	*	◇	Ninguna
<i>Tyrannus vociferans</i>	tirano gritón	*		Ninguna
<i>Phainopepla nitens</i>	capulinero negro	*		Ninguna
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	garrapatero	*		Ninguna
<i>Hirundo rustica</i>	golondrina	*		Ninguna
<i>Pipilo fuscus</i>	viejita	*		Ninguna
<i>Cardinalis cardinalis</i>	cardenal	*		Ninguna
<i>Chondestes grammacus</i>	gorrión arlequín	*	◇	Ninguna
<i>Carpodacus mexicanus</i>	pinzón mexicano	*	◇	Ninguna
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	cardenalito	*		Ninguna
<i>Geococcyx californianus</i>	correcaminos	*		Ninguna
<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate	*		Ninguna
<i>Campylorhynchus bruneicapillus</i>	matraca del desierto	*		Ninguna
<i>Zenaida asiática</i>	paloma de alas blancas	*		Ninguna
<i>Z. macroura</i>	huilota	*		Ninguna
<i>Columbina inca</i>	torcacita	*		Ninguna
<i>Cyanthus latirostris</i>	colibrí pico ancho	*		Ninguna

<i>Toxostoma curvirostre</i>	cuitlacoche pico curvo	*		Ninguna
<i>Cathartes aura</i>	aura	*		Ninguna
<i>Coragyps atratus</i>	zopilote	*		Ninguna
<i>Corvus corax</i>	cuervo	*	◇	Ninguna
<i>Tyto alba</i>	lechuza de campanario	*		Ninguna
<i>Buteo jamaicensis</i>	halcón cola roja	*	~	Ninguna
<i>Caracara cheriway</i>	quebrantahuesos	*		Ninguna
<i>Parabuteo unicinctus</i>	aguililla rojinegra o de Harris	*	◇ *** ~	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Falco sparverius</i>	cernícalo americano	*		Ninguna
ANFIBIOS				
Nombre científico	Nombre común	Observación directa	Observación indirecta	Categoría en NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Hyla arenicolor</i>	rana, sapito de los arroyos	*		Ninguna
<i>Bufo punctatus</i>	sapo rojo	*		Ninguna
REPTILES				
Nombre científico	Nombre común	Observación directa	Observación indirecta	Categoría en NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Sceloporus spinosus</i>	lagartija escamuda	*		Ninguna
<i>S. torquatus</i>	lagartija rasposa	*		Ninguna
<i>Aspidoscelis gularis</i>	lagartija llanera	*		Ninguna
<i>Conopsis nasus</i>	culebra borreguera	*		Ninguna
<i>Trimorphodon tau</i>	víbora pichicuata	*		Ninguna

Como se puede apreciar en la Tabla 57, en el sistema ambiental se tienen reportadas la existencia de 14 especies de mamíferos, 33 especies de aves, 2 especies de anfibios y 5 especies de reptiles, para un total de 53 especies de estos 4 grupos. De estas especies, 1 está en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Como se menciona en el párrafo anterior, en el sitio del proyecto se observó una especie enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la aguililla rojinegra o de Harris (*Parabuteo unicinctus*), que está catalogada en la categoría de riesgo de Sujeta a Protección Especial (Pr). Fue observada sobrevolando el predio en general, pero en especial fue observada y/o fotografiada en los transectos 4, 5, 6 y 7. En los transectos 4 y 5 se observó a un individuo perchando en nopales y mezquites, así como en vuelo y cazando. En el transecto 6 se localizó un nido, con rastros de reciente actividad, ubicado en un mezquite, a unos 6 m de altura, y debajo de él se encontraron restos de sus presas, excretas y plumas; mientras que en el transecto 7 se observó a un individuo perchando en dos árboles en particular, donde también se hallaron restos de su alimentación, excretas y plumas en el suelo bajo estos árboles.

A continuación, se muestran gráficamente algunos de los avistamientos de elementos de fauna relevantes para el análisis de fauna en el sitio. Se fotografió la especie y su ubicación espacial dentro del área del proyecto donde se presentó su avistamiento.

Rastros bajo el nido que se localizó de Aguililla rojinegra o de Harris.



Restos de mandíbula inferior de tachalote



Restos de mandíbula inferior de liebre



Restos del cráneo de un tachalote



Pluma timonera de aguililla rojinegra.

Fotos de una aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*) observada en el predio.



Individuo posándose en un nopal



Individuo en vuelo



Nido en un mezquite.



Individuo perchando en las ramas de un árbol.

Rastros de fauna en el predio.



Excretas de liebre.



Huellas de coyote en un camino.





Huellas de lince en un camino.



Huellas de mapache



Cuatlicoche



Cardenalito



Garrapatero



Tirano gritón

Comparando con las especies reportadas en la microcuenca y subcuenca, regionalmente se reportan 37 especies de mamíferos, 64 de aves, 9 de anfibios y 18 de reptiles, para un total de 128 especies de estos 4 grupos. De ellas, 8 están en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en estatus de Amenazadas (A), y 13 como Sujetas a Protección Especial (Pr), y 7 de estas especies son endémicas (*Lithobates montezumae*, *L. neovolcanicus*, *Ambystoma tigrinum*, *Kinosternon integrum*, *Masticophis mentovarius*, *Pituophis deppei*, y *Thamnophis melanogaster*). Solo se encontró una especie reportada y observada que se cataloga como especie de la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se trata de la aguililla de Harris (*Parabuteo unicinctus*).

De las 128 especies reportadas de los cuatro grupos mayores de fauna, las observadas están incluidas dentro de ese listado descrito en el capítulo anterior. No se observaron especies extra que no se encuentran reportadas para la región.

IV.2.1.3. Medio socioeconómico.

En este proyecto, por su ubicación en una comunidad con lejanía a centros urbanos de importancia para el estado de Aguascalientes, el análisis socioeconómico aplica tanto para el predio como para su área de influencia. Dada la poca disponibilidad de datos informativos sobre las características de la población local y sus actividades, se generaliza la información del municipio de Aguascalientes para ambos niveles de análisis.

La ciudad de Aguascalientes se ha consolidado como un polo de desarrollo en el que se concentra la mayor parte de la población, establecimientos económicos y el personal ocupado. Además de esta tendencia concentradora, el crecimiento también se ha intensificado hacia el norte con el municipio de Jesús María, que prácticamente ya se encuentra conurbado con la ciudad de Aguascalientes.

A partir de la década de los 70's, la ciudad de Aguascalientes y sus poblaciones vecinas iniciaron un rápido crecimiento, que se intensificó en los 80's, debido a la implementación de las políticas nacionales de descentralización y apoyo a las ciudades medias, así como por una intensiva promoción del desarrollo industrial.

La distribución de la población por territorialidad municipal, muestra una gran concentración en el municipio de Aguascalientes, por ser en éste en donde se ubica la capital del Estado, y el cual agrupa el 67% de la población total en la entidad en el 2010 (Figura 75). La concentración de la población en el Municipio de Aguascalientes contrasta con los bajos volúmenes de población que tiene el resto de los municipios.

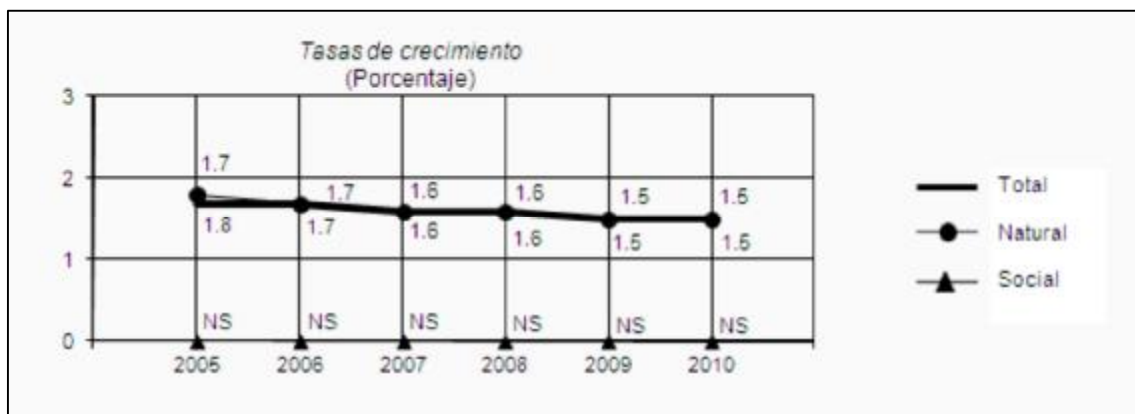


Figura 75. Tasa de Crecimiento.

En los 10 años que median entre el levantamiento del Censo de Población y Vivienda 2010, la población de la entidad se incrementó en más de 240 mil personas (Figura 76).



Figura 76. Población Total de Aguascalientes.

Desde la década pasada en el Estado de Aguascalientes ha sido la industria manufacturera la que representa el 31% del producto interno bruto, principalmente la industria textil y del vestido, la metalúrgica, la automotriz, la electrónica y la de productos alimenticios. La entidad cuenta con un fácil acceso hacia los principales centros de oferta y demanda. Se ha instalado una infraestructura industrial, social y de servicios que ha atraído a pequeñas, medianas y grandes empresas respaldadas por inversionistas nacionales. La mitad del territorio es utilizado para la cría de ganado, principalmente vacas lecheras y para carne. Un tercio para el consumo local y el resto para ser vendido en estados vecinos y exportado a Centroamérica.

Tabla 58. Población económicamente activa de la Ciudad de Aguascalientes, 2000-2011.

Tipo/Año	2000	2011
Población Económicamente Activa	229,106	347,131
Población Ocupada	226,055	319,119

Fuente INEGI, 2015.

En 2000, el 39% de la población urbana se consideró económicamente activa, con un nivel de ocupación de 98%. En 2011, la PEA representó casi el 44% de los habitantes de la ciudad, en tanto que la población desocupada fue de 33.57% (Tabla 58). En cuanto a los sectores de actividad, del total de personas ocupadas en 2011, el 32% laboró en la industria de la transformación, por casi 64% empleadas en el comercio y los servicios.

Tabla 59. Perfil económico por sexo. Ciudad de Aguascalientes, 2011.

Situación	Ciudad		Hombres		Mujeres	
	Total	%	Total	%	Total	%
PEA ocupada	319,119	40.73	187,224	58.66	131,895	41.33
PEA desocupada	28,012	33.57	16,055	57.31	11,957	42.68
PEI disponible	28,825	3.67	8,397	29.13	20,428	70.86

Fuente INEGI, 2011.

En el municipio de Aguascalientes las actividades predominantes se concentran dentro del sector terciario, seguidas del secundario y finalmente del primario, lo que indica que la economía del municipio está relacionada principalmente con actividades propiamente urbanas, dejando en último término las actividades agropecuarias y extractivas. La población económicamente activa del municipio en el tercer trimestre del 2011 representaba el 44.3 % del total, de acuerdo con la Encuesta de Ocupación y Empleo del INEGI. De estos, más del 66.6% se encuentran ocupados en el sector terciario, 24.20 en el secundario y 0.88 en el primario. Dentro del área urbana de la ciudad de Aguascalientes la actividad que mayor número de población ocupa es el comercio, seguida por la industria manufacturera y los servicios.

El 20.74% de la población ocupada obtiene ingresos de 2 hasta 3 salarios mínimos, el 14.98% de 1 hasta 2 salarios mínimos y el 14.93% de 3 hasta 5 salarios mínimos.

En la actualidad el salario mínimo en el Estado de Aguascalientes, así como en el resto de la República Mexicana es de \$80.04.

Asimismo, para 2016 con base en información de INEGI, el ingreso *per cápita* de la zona es de \$147,623.58 anuales (\$8,201,31 USD).

IV.2.1.4. Paisaje.

Unidad de paisaje

La unidad de paisaje es el espacio territorial que agrupa a una serie de elementos del ecosistema con base en uno o varios parámetros, distribuidos parcial o totalmente a lo largo y ancho de la propia unidad. Por ejemplo, cada unidad de paisaje puede presentar uno o más rasgos especiales como: 1) presencia de gran número de las especies presentes en el Estado; 2) presencia de especies con distribución restringida, raras, amenazadas o en peligro de extinción; 3) presencia de monumentos naturales y/o ecosistemas importantes, o diversas funciones ecológicas como:

- a) La preservación de los servicios ambientales.
- b) Conexión de sistemas biológicos.



c) Conservación de las especies que en ellas habitan, entre otras.

Es por ello que la unidad de paisaje constituye la base territorial para evaluar la disponibilidad de sus recursos naturales y su manejo para efecto de planeación espacial y sectorial (SEMARNAT-SEDESOC-CONAPO-Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2000).

Para el estado de Aguascalientes, Hesselbach y Pérez (1996) elaboraron una propuesta de unidades de paisaje, para la cual se basaron principalmente en la fisiografía a nivel de sistemas de topoformas. Como resultado de este estudio se obtuvieron 24 unidades de paisaje como se muestran en la siguiente tabla (Tabla 60):

Tabla 60. Unidades de paisaje.

Unidad de paisaje	Área (has)
Cerro Blanco	22,179.29
Clavellinas	13,671.59
Cosío	8,799.13
El Muerto	13,122.13
El Huarache	9,199.29
El Laurel	18,469.71
El Llano	82,010.08
El Maguey	10,155.41
El Salto	41,263.08
El Taray	25,720.51
Garabato	9,981.43
Jáltiche	7,692.41
Juan El Grande	4,453.39
Los Gallos	9,118.06
Mesa Las Preñadas	2,030.71
Milpillas (Alto Venadero)	12,722.42
Monte Grande	50,884.77
Potrero Viejo - Los Bancos	347.18
Presa Calles	43,023.71
Sierra de Tepezalá	18,079.02
Soyatal	46,796.97
Valle de Aguascalientes	89,480.75
Valle de Calvillo	14,083.47
Venaderos	14,748.39
Total	568,033.00

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

El área de estudio se encuentra dentro de la Unidad de paisaje "El Salto" que está dentro de la Provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico.

Es una unidad de lomeríos, en la que predominan los suelos de los tipos planosol y xerosol; esta surcada de norte a sur por el río San Pedro. Se reporta el pato de charreteras (*Aix sponsa*), y algunos individuos de lechuza joyera (*Athene cunicularia*). Además de la vegetación riparia, la unidad contiene pastizales naturales, agricultura de temporal y agricultura de riego. Es importante mencionar que esta zona tiene un fuerte impacto por el sobrepastoreo, los bancos de material, la cacería de fauna silvestre, la contaminación ambiental y la recreación desordenada.

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

Los servicios ambientales están definidos como los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano de acuerdo al artículo 3ro de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, sin embargo la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, hace mayor detalle a estos servicios, en su artículo 7 enuncia que son los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio de manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.

Basado en este listado, se revisó y se enlistó por orden de prioridad (importancia) en cuanto a impacto en los servicios que actualmente se brinda en la superficie a construir, derivando en el siguiente análisis en orden de mayor a menor importancia.

Se realizó un análisis cuantitativo de algunos de los servicios ambientales medibles de mayor importancia por los impactos que puede causar el proyecto, con cálculos que permitieron evaluar objetivamente la magnitud del efecto de la obra sobre los recursos naturales del SA.

Los ecosistemas a través de su estructura proporcionan bienes a la humanidad, tales como las especies de importancia comercial, cinegético, pesquero, ganadero, agrícola o forestal, etc. Igualmente, a través de su funcionamiento proporcionan servicios como el abastecimiento de agua, asimilación de residuos, fertilidad del suelo, la polinización, el placer estético y emocional de los paisajes, etc. Estos flujos de bienes y servicios son vitales para la economía, sin embargo, las transformaciones producidas que alteran la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, también afectan el suministro de bienes y servicios que éstos nos proporcionan.

De acuerdo a la definición de la LGDFS, se puede sostener que la eliminación total o parcial de la vegetación en un área determinada, está estrechamente relacionada con los servicios ambientales proporcionados en terrenos forestales o preferentemente forestales. Con el propósito de presentar

la relevancia de los servicios ambientales que se encuentran en el área sujeta a CUSTF que comprende una superficie de 15.02 ha, se describe e identifica la importancia de cada uno, así mismo se presenta el análisis que determina el grado de afectación o de reducción de ser el caso y las acciones de mitigación que se implementarán.

- Disminución de calidad paisajística.
- Protección y recuperación de los suelos.
- Disminución en la generación de oxígeno.
- Disminución en la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.
- Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.
- Modulación o regulación climática.
- Provisión de agua en cantidad y calidad.
- Disminución del amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.

El paisaje y la recreación

La remoción completa de la vegetación existente y el movimiento de suelo, conformación de taludes, entre otras obras representan un impacto mayor a nivel de sitio de construcción. Habrá un cambio en la cobertura, suelos, nichos naturales (para fauna y flora). Adicionalmente la potencialidad del sitio para área recreativa era buena, por la proximidad a la ciudad y los elementos naturales que tiene.

El impacto considerado en este elemento es a nivel local, del predio. A nivel cuenca es de dimensiones mínimas. Sin embargo, se reduce un volumen de biomasa que sólo puede localizarse en algunas zonas de vegetación riparia en la cuenca. Sin embargo, para compensar una fracción de la afectación por remoción de la cobertura vegetal, se establecerá un programa de reforestación y mantenimiento permanente que asegure el establecimiento de árboles en zonas ajardinadas.

La protección y recuperación de suelos

Los suelos son sistemas naturales abiertos y complejos, que se forman en la superficie de la corteza terrestre donde viven las plantas y gran diversidad de seres vivos y cuyas características y propiedades se desarrollan por la acción de los agentes climáticos y bióticos actuando sobre los materiales geológicos, acondicionados por el relieve y drenaje durante un periodo de tiempo¹⁵.

Entre los servicios ambientales que se obtienen del suelo se encuentra el soporte, la regulación y la provisión, los cuales se relacionan en gran parte con su propia heterogeneidad¹⁶. No obstante, es importante señalar que los suelos son afectados por las actividades humanas, como la industrial y la agrícola, que a menudo resulta en la degradación del suelo y pérdida o reducción de sus funciones (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), 2009).

Los tipos de suelo presentes en el área del Proyecto corresponden a phaeozem y leptosol, siendo estos dos últimos propensos a sufrir erosión, además, como se ha mencionado, el área del Proyecto

presenta una mediana densidad vegetal por las condiciones de aridez que prevalecen en el área y porque el principal uso de suelo es pecuario, lo cual, debido al sobrepastoreo, ha provocado la constante pérdida de la cobertura vegetal y por tanto un alto nivel de erosión actual.

La erosión es el resultado de la acción de las fuerzas de fricción de gases o fluidos en movimiento; en el caso de la erosión producida por el agua, el proceso inicia por el desprendimiento de las partículas de suelo, debido al impacto de las gotas de lluvia y al mismo tiempo ocurre el proceso de flujo superficial o escorrentía, la cual hace que las partículas removidas sean incorporadas a la corriente y transportadas aguas abajo. Adicionalmente, las corrientes generan procesos de desprendimiento de partículas por acción de la fuerza del agua en movimiento.

La condición mencionada anteriormente es perceptible en el predio de acuerdo con los siguientes tipos de erosión:

1. Erosión por gotas de lluvia: Cuando las gotas de agua impactan el suelo desnudo, sueltan mueven las partículas a distancias realmente sorprendentes; este tipo de erosión se presenta al inicio de la lluvia y se aminora una vez que el suelo es cubierto por hierbas y pastos.
2. Erosión laminar: Las corrientes superficiales de agua pueden producir el desprendimiento de las capas más superficiales de suelo en un sistema de erosión por capas que se profundizan. Una vez que se han establecido las lluvias es más evidente este tipo de erosión y específicamente en las áreas donde la vegetación es escasa.
3. Erosión en canales. Es fácilmente perceptible debido a la formación de surcos irregulares favoreciendo la remoción de la parte superficial del suelo.
4. Erosión eólica. Se entiende por erosión eólica el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento.

El fenómeno de la erosión eólica se favorece con:

- 1) Vientos fuertes y frecuentes
- 2) Superficies llanas expuestas al viento
- 3) Suelo seco, suelto, de textura fina y poca materia orgánica. Con una inexistente o degradada estructura del suelo.
- 4) Condiciones de aridez. Altas temperaturas y escasas precipitaciones
- 5) Poca cubierta vegetal. Así un pastoreo excesivo, la quema de residuos agrícolas y el laboreo irracional pueden ser factores causantes de la erosión eólica.

El movimiento de las partículas se produce por acción del viento y puede ser, en función de su tamaño, rodando ($>0,5$ mm), por saltación ($0,05-0,5$ mm), o en suspensión ($< 0,1$ mm). Una de las manifestaciones más claras de la acción del viento son las dunas, que son acumulaciones de arena formadas al interponerse un obstáculo, que pueden tener forma transversal perpendicular al viento, estrellada, con direcciones de viento variables, o la típica forma de media luna o duna aislada que forma un montículo en el que el lado opuesto a la dirección del viento tiene mayor pendiente, al caer la arena por gravedad, y el lado enfrentado a la dirección de avance menor pendiente al ascender las partículas por arrastre.

Tabla 61. Erosión presente en el predio. Estudio Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad "A" para el proyecto.

Erosión presente en el predio	
Origen	Natural y en menor proporción inducida por procesos antrópicos.
Agente Activo que la produce	Hídrica.
Forma de erosión	Laminar, canalillos y en cárcavas.
Intensidad	Moderada e intensa (solo en las cárcavas)

Un concepto relacionado con la degradación del suelo es la vulnerabilidad del suelo. Este último se refiere a la sensibilidad de un suelo frente a los procesos degradativos. La vulnerabilidad del suelo es la capacidad de que una o varias de las funciones ecológicas del suelo sean mermadas. Hay factores que juegan un papel crucial en los procesos degradativos del suelo, como son la vegetación y la topografía del terreno. Suelos con baja cobertura vegetal y elevadas pendientes resultan más vulnerables (Melendez-Pastor, *et al.*, 2010).

En el capítulo VI, se detalla el cálculo para la erosión del área del Proyecto, la cual se estimó en 77.4 ton/ha año. No obstante, se realizaron ajustes a los cálculos, que se presentan a continuación y sustituyen los hechos en el DTU:

A partir de la ecuación universal de la erosión $E = RKLSCP$

$$R = 2.8959 p + 0.002983 p^2$$

Donde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

p = Precipitación media anual de la región.

Si la precipitación media de la región es de 584 mm anuales, entonces el valor de R sería:

$$R = 2.8959 (584) + 0.002983 (584)^2$$

$$R = 2708.57 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

El tipo de suelo en el predio se determinó como *Phaeozem* (Tabla 56 del DTU), y en las visitas de campo se tomaron y observaron algunas muestras que tienen un aspecto de tipo *medio*. Con estos datos se determina una K de:

$$K = 0.02$$

Ejemplo de la primera observación:

$$LS_1 = \left(\frac{260}{22.13} \right)^{0.4} * (0.065 + (0.045 * 3.46) + (0.0065(3.46)^2))$$

$$LS_1 = 0.8001$$

Se corrige la Tabla 57 como sigue:

Observación	Elev. Max	Elev. Min	Distancia	Pendiente %	LS
1	99	90	260	3.46%	0.8001
2	106	90	318	5.03%	1.7284
3	115	90	340	7.35%	2.9292
4	127	90	520	7.12%	3.4624
5	137	91	660	6.97%	3.7921
6	140	92	654	7.34%	4.0522
7	140	94	620	7.42%	4.0051
8	132	94	570	6.67%	3.3186
9	118	96	382	5.76%	2.2425
			Pendiente media	6.41%	3.0110

Por lo tanto, la erosión potencial es:

$$E_p = R K L S$$

$$E_p = (2,708.57) * (0.02) * (3.0110)$$

$$E_p = 163.11 \text{ ton/ha año}$$

Erosión hídrica actual del área sujeta a CUSTF $E = R K L S C P$

$$E = 163.11 * 0.65 * 1.$$

$$E = 106.02 \text{ ton/ha año}$$

Se realizó el mismo cálculo para el área de reserva:

Tabla 61 bis. Estimación de LS para el área de reserva.

Observación	Elev. Max	Elev. Min	Distancia	Pendiente %	LS
1	1850	1848	16	12.50	1.3971
2	1848	1846	12	16.67	1.9297
3	1846	1844	14	14.29	1.6181
4	1844	1842	12	16.67	1.9297
5	1842	1840	9	22.22	2.7262
6	1840	1838	14	14.29	1.6181
7	1838	1836	18	11.11	1.2333
8	1836	1834	13	15.38	1.7596
9	1834	1832	14	14.29	1.6181
10	1832	1830	12	16.67	1.9297
11	1830	1828	9	22.22	2.7262
12	1828	1826	27	7.41	0.8339
13	1826	1824	19	10.53	1.1665
14	1824	1822	20	10.00	1.1075
15	1822	1820	27	7.41	0.8339
16	1820	1818	20	10.00	1.1075
17	1818	1816	17	11.76	1.3095
18	1816	1814	11	18.18	2.1376
19	1814	1812	27	7.41	0.8339

20	1812	1810	16	12.50	1.3971
21	1810	1808	18	11.11	1.2333
22	1808	1806	19	10.53	1.1665
23	1806	1804	24	8.33	0.9283
			Pendiente media	13.11	1.5

De la información de la *LS* de la tabla anterior, aplicándolo a la fórmula Universal se obtiene la *erosión potencial* del área de reserva como a continuación se describe:

$$E_p = R K L S$$

$$E_p = (2708.57) * (0.02) * (1.5)$$

$$E_p = 81.25 \text{ ton/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden 163.11 ton/ha por año en el área CUSTF, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 16.3 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Erosión hídrica en el predio actual (incluyendo el factor C y factor P).

Cuando el terreno no se encuentra destinado a cultivo las particularidades a tener en cuenta a la hora de determinar la protección ofrecida por la vegetación son muchas y variadas (Ibañez, *et al.*, 2012):

- Existencia de restos vegetales (% de suelo cubierto y % de materia orgánica)
- Cobertura por sotobosque (% de suelo protegido)
- Desarrollo radicular del sotobosque (denso y superficial, o escaso y vertical)
- Cobertura de las copas (% de suelo cubierto)
- Altura de las copas
- Duración del periodo sin hojas
- Pastoreo (intensivo o extensivo)
- Efecto residual de prácticas anteriores (meses desde el último cultivo, preparación del terreno, etc.)
- Acumulación de sedimentos (microtopografía en escalones)
- Otras

El método utilizado en esta determinación del factor C es el de Wischmeier y Smith, de tipo directo a través de una tabla de valores. La siguiente tabla indica el valor del Factor C de Wischmeier y Smith para suelos con vegetación natural:

Tabla 61 ter. Factor C para vegetación y/o uso de suelo.

Cobertura aérea	Cobertura aérea		Cobertura superficial						
	Tipo y altura	% SC	Tipo	0	20	40	60	80	>95
Ninguna	0	0	G	0,45	0,20	0,1	0,042	0,012	0,003
			W	0,45	0,24	0,15	0,091	0,043	0,011
H=0,5 m Herbáceas y matorral	25	50	G	0,36	0,17	0,09	0,038	0,013	0,003
			W	0,36	0,20	0,13	0,083	0,041	0,011
			G	0,26	0,13	0,07	0,035	0,012	0,003
			W	0,26	0,16	0,11	0,076	0,039	0,011
H=2 m Arbustos y matorral	25	50	G	0,17	0,1	0,06	0,032	0,011	0,003
			W	0,17	0,12	0,09	0,068	0,038	0,011
			G	0,40	0,18	0,09	0,04	0,013	0,003
			W	0,4	0,22	0,14	0,087	0,042	0,011
H=4 m Arbolado sin sotobosque	25	50	G	0,34	0,16	0,08	0,038	0,012	0,003
			W	0,34	0,19	0,13	0,082	0,041	0,011
			G	0,29	0,14	0,08	0,036	0,012	0,003
			W	0,28	0,17	0,12	0,078	0,040	0,011
H=4 m Arbolado sin sotobosque	25	50	G	0,42	0,19	0,1	0,041	0,013	0,003
			W	0,42	0,23	0,14	0,089	0,042	0,011
			G	0,39	0,18	0,09	0,04	0,013	0,003
			W	0,39	0,21	0,14	0,087	0,042	0,011
H=4 m Arbolado sin sotobosque	75	75	G	0,36	0,17	0,09	0,039	0,013	0,003
			W	0,36	0,20	0,13	0,084	0,042	0,011

%SC: porcentaje de cobertura de copa. G: cobertura en la superficie del suelo es pasto, plantas cespitosas, materia orgánica compactada en descomposición, u hojarasca de al menos 5 cm de profundidad. W: cobertura en la superficie del suelo es mayormente plantas de hoja ancha, (tales como hierbas con poca red radicular lateral, cercana a la superficie) o residuos sin descomponer o ambos (Wischmeier y Smith, 1978).

De la tabla anterior, se determinó utilizar altura promedio de arbustos y matorral 2 metros, con un porcentaje de cobertura de copa de 25%, con suelo cubierto con 40% de vegetación herbácea (en temporada de estiaje) de poca red radicular lateral, con residuos vegetales recientes (sin descomponerse). Estas características le otorgan un valor de C de 0.14.

Calculo de la erosión hídrica en tres diferentes escenarios.

Para el cálculo del valor del Factor P, se evaluarán 3 escenarios: a) con las condiciones actuales, b) con la remoción de la vegetación y c) con las medidas de mitigación (obras de conservación de suelo).

a) Con las condiciones actuales.

Las condiciones que presenta el terreno actualmente son de degradación por la presencia de ganado que ejerce presión sobre la cobertura vegetal existente, adicionalmente no existen obras o prácticas de conservación de suelo en la totalidad del predio, por lo que se considerará un Factor P de 1, que representa la ausencia del efecto de este factor.

Continuando con los cálculos de erosión actual los valores de P y C son:

C = 0.14 (Matorral crasicaule, con arbustos visibles con un promedio de 2 m de altura de copa, con poblaciones de estratos herbáceos y de cespitosas)

$P = 1.00$ (Sin prácticas de conservación)

Aplicando estos valores en las dos ecuaciones derivadas de las dos secciones del terreno, se obtienen los valores de la erosión potencial, que, multiplicada por la superficie, se estima la erosión anual del predio.

$$E = E_p C P$$

$$E_{CUSTF} = 106.02 \text{ ton/año} * 0.14 * 1 = 14.84 \text{ ton/ha año} * 15.02 \text{ ha} = 222.94 \text{ ton/año (22.2 mm/año)}$$

$$E_{RESERVA} = 81.25 \text{ ton/ha año} * 0.14 * 1 = 11.37 \text{ ton/ha año} * 6.09 \text{ ha} = 69.27 \text{ ton/año (6.9 mm/año)}$$

b) Con la remoción de vegetación.

Para una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, la cual es extrema en cuanto a que representa las condiciones más favorables para la erosión, el valor de C es la unidad. A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de C es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección) (Montes-Leon *et al*, 2011). En una condición hipotética en la que el terreno sujeto a CUSTF estará desprovisto de vegetación durante 25 años se calculó la erosión actual del terreno, tal que:

$$C = 1.00$$

$$P = 1.00$$

$$T = 25 \text{ años}$$

Aplicando estos valores en el área destinada para CUSTF, se obtienen la erosión potencial y la erosión hídrica anual del predio. Adicionalmente se considera la variable tiempo, estimando 25 años de vida útil del proyecto, una vez terminado, en la etapa de abandono del sitio, se procederá a la ejecución de obras y actividades de restauración integral de suelo, para detener el efecto de la erosión hídrica y eólica una vez colocada la última capa edáfica sobre las celdas. Por lo tanto:

$$E = E_p C P$$

$$E_{CUSTF} = 106.02 \text{ ton/ha año} * 1 * 1 = 106.02 \text{ ton/ha año} * 7.09 \text{ ha} = 751.68 \text{ ton/año} * 25 \text{ años}$$

$$E_{CUSTF} = 18,792.04 \text{ ton (1,879 mm) erosión sin medidas de mitigación en 25 años.}$$

c) Con las medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación incluyen la implementación de prácticas de conservación de agua y suelo y la colocación de material vegetativo para su estabilización y la re-densificación de la cobertura vegetal mediante reforestación. Para estas actividades, se considera llevar a cabo un programa integral de restauración y manejo integral del sitio en un terreno alterno (área de reserva) y adyacente al área destinada a CUSTF, que es parte del predio total del proyecto. Durante la vida útil

del relleno se ejecutará el programa de restauración en el área de reserva por 15 años, una vez concluido el proyecto, se procede al programa de restauración y estabilización del suelo donde se clausurarán las celdas.

Para evaluar el efecto de las actividades de restauración, se estimó la cantidad de escurrimiento que será controlada y de la misma manera, se podrá evaluar la cantidad de suelo que dejó de erosionarse por el efecto del control de escurrimientos superficiales sobre el suelo. Para esto se determinaron las obras, el distanciamiento entre las mismas y la vegetación requerida para el control de escurrimientos.

De acuerdo con el manual de obras y prácticas para protección, restauración y conservación de suelos forestales, se busca estimar la cantidad de agua de lluvia que escurre superficialmente, definir los factores que inciden sobre el escurrimiento superficial y estimar los periodos de retorno y la probabilidad de una lluvia determinada. Esto para obtener datos para planear obras de conservación de suelos, manejo y captación de agua de lluvia. En la metodología de este manual se utilizó un periodo de retorno de 5 años (CONAFOR, 2007), por lo tanto, se considera el mismo dato para este estudio.

Los datos de cantidad de agua en los periodos de retorno y probabilidad de lluvia se obtuvieron del estudio hidrológico del proyecto. Para el periodo de retorno a 5 años se calculó un volumen de 51.06 mm de lluvia máxima en 24 horas, se optó por el dato de la estación Cieneguilla que es la más cercana al predio.

Tabla 9a. Lluvia máxima en 24 horas ajustada para diferentes periodos de retorno y error cuadrático. Estación climatológica Cieneguilla.

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN	Tr= 10000 (mm)	Tr= 1000 (mm)	Tr= 500 (mm)	Tr= 100 (mm)	Tr= 50 (mm)	Tr= 20 (mm)	Tr= 10 (mm)	tr= 5 (mm)	Tr= 2 (mm)
Normal	81.55	74.9	72.65	66.8	63.91	59.58	55.72	51.06	42.18
Log Normal	84.81	77.08	74.47	67.89	64.7	59.99	55.88	51	41.94
Gumbel	123.63	101.96	95.43	80.25	73.68	64.91	58.13	51.07	40.41
Exponencial	129.03	104.87	97.34	80.32	72.98	63.29	55.96	48.63	38.94
Gamma	93.88	82.91	79.48	70.88	66.87	61.13	56.31	50.8	41.28
Doble Gumbel	104.76	87.48	82.52	71.79	67.52	62.1	57.97	53.26	40.56

DISTRIBUCIÓN	ERROR
Normal	1.259
Log Normal	1.196
Gumbel	1.969
Exponencial	3.737
Gamma	1.273
Doble Gumbel	1.436

Puesto que en México no se cuenta con suficientes estaciones meteorológicas que registren la intensidad de la lluvia, sólo se tiene el dato de lluvia máxima en 24 horas para determinar la cantidad de la precipitación que escurre en forma superficial (CONAFOR, 2007). Un parámetro importante para determinar el escurrimiento son las curvas numéricas que dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la cuenca, uso y manejo del suelo, así como de su antecedente condición

de humedad. Para este caso se tomó el valor calculado en el estudio hidrológico de CN = 80.6. Los datos del estudio hidrológico se aplicaron las ecuaciones E3 y E4 de CONAFOR (2007):

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P - 0.8S}$$

Donde:

Q = escurrimiento medio (mm)

P = precipitación (periodo de retorno 5 años, en mm)

S = potencial máximo de retención de humedad (mm)

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

S = potencial máximo de retención de humedad (mm)

CN = curva numérica o número de curva obtenida de tablas

Por lo tanto, al sustituir se obtuvo:

$$S = \frac{25400}{(80.6)} - 254 = 61.14$$

$$Q = \frac{(51.06 - 0.2(61.14))^2}{51.06 + 0.8(61.14)} = 15.65 \text{ mm}$$

Esto es que de los 51.06 mm de lluvia escurrirá una lámina de 15.64 mm. Este valor de escurrimiento es el que se tomará en cuenta para el diseño de las obras de conservación de suelos. Adicionalmente se consideró el escurrimiento máximo instantáneo para cada área.

En el área de reserva.

El *área de reserva* consta de 6.09 ha, tiene una pendiente media de 13%, con algunas secciones que presentan erosión de baja a moderada por la existencia de surcos y corrientes intermitentes, se estimó una cobertura vegetal (estiaje) del 55 – 60%. Actualmente se estimó una erosión potencial de 81.25 ton/ha año (494.85 ton/año en 6.09 ha), que con el efecto de la vegetación (Factor C = 0.14), teóricamente se vería reducida a la erosión actual de 11.37 ton/ha año, equivalente a 69.24 ton/año en 6.09 ha del área de reserva, teniendo una ganancia de 425.61 ton/año de suelo en esta superficie de reserva. Con este resultado se percibe la función que tiene la vegetación actualmente de protección contra la erosividad hídrica (R) y la susceptibilidad del suelo a erosión (K) que actúan sobre esta área.

El objeto del programa de restauración integral con reforestación es incrementar el efecto de la cobertura vegetal en la protección del suelo y control de la erosión actual que predomina en el área

de reserva. Eventualmente al término de la vida útil se aplicarán las actividades pertinentes a la restauración y estabilización de suelo sobre el área que habría sido desmontada por el CUSTF.

En el área de reserva se determinaron 2 zonas de obras en función del gradiente de pendientes que se midieron en el área. En la parte más alta predomina una pendiente de 16% y es moderadamente homogénea, tiene una superficie de 2.53 ha. En esta se colocarán cordones de piedra/rama acomodada de acuerdo con la disponibilidad de material. En esta zona se calculó una erosión actual de 11.37 ton/ha año, que proyectado a 25 años se tiene una erosión de 284.25 ton/ha, que si se multiplica por la superficie del área (2.53 ha), se obtiene un total de 719.15 ton durante el tiempo estimado de la obra.

Para el cálculo de espaciamiento de las barreras se utilizan las fórmulas de (CONAFOR, 2007) para el espaciamiento vertical y horizontal:

$$IV = \left(2 + \frac{P}{3}\right) * 0.305 = 2.23 \text{ m}$$

Donde:

IV = intervalo vertical (m)

P = pendiente del terreno (%)

3 = valor cuando la precipitación es menor a 1200 mm anuales

0.305 = factor de corrección

$$IH = \frac{IV}{P} * 100 = 13.93 \text{ m}$$

Donde:

IH = intervalo horizontal (m)

P = pendiente del terreno (%)

100 = factor de conversión

IV = intervalo vertical

La superficie determinada para las barreras de piedra tiene capacidad para 18.07 barreras de piedra de 100 metros con un espaciado de 14 m conforme al cálculo del intervalo horizontal. Si se calcula un triángulo rectángulo en la base de las barreras de piedra, con una altura de 30 cm tendremos un área de 0.45 m² que multiplicado por un metro lineal de barrera se obtiene que puede retenerse 0.45 m³ de suelo.

De acuerdo con CONAFOR (2007), cada mililitro de suelo tipo franco arenoso pesa 1.5 gr, consecuentemente por cada metro lineal de barrera de material se retendrán 0.63 ton de suelo. Si multiplicamos 1807 metros lineales de barrera que pueden trazarse en esta superficie por 0.63 ton, obtenemos que se puede tener una capacidad máxima de retención de 1221.63 ton siempre y cuando se tenga el mantenimiento periódico a las obras.

Dado esta estimación, se compensa y se rebasan las 751.68 toneladas de erosión que se estiman para la superficie afectada.

En la otra parte del área de reserva donde se realizará otro tipo de obra, se determinó usar zanjas trincheras, que además de retener suelo, retienen agua y se recomienda su uso en pendientes no mayores a 40%. De acuerdo con el manual de CONAFOR (2007), la distribución de las zanjas es de 2 m entre zanja y zanja de la misma curva de nivel y entre curvas, distancia de 10 m. Las dimensiones son de 2.0 x 0.4 x 0.4 m. Se disponen a tres bolillo y con esta distribución se pueden establecer 250 zanjas por hectárea. El área considerada para esta obra tiene una superficie de 2.73 ha, que tiene capacidad para 682 zanjas.

Si se estima que cada zanja puede almacenar 0.32 m³ multiplicado por 682, se obtiene un volumen máximo de 218.24 m³.



Considerando la lámina de 15.64 mm estimada anteriormente, multiplicada por la superficie específica de 2.73 ha, se tiene un tenemos un volumen de 426 m³ en un tiempo de retorno de 5 años.

Por lo tanto, se estará reduciendo 52% la escorrentía por evento. Sin embargo, se debe considerar que eventualmente las zanjas se verán azolvadas por el arrastre natural de suelo. Por lo tanto, si se considera que las zanjas tienen una efectividad de 52%, se puede estimar que el arrastre de partículas de suelo tendrá la misma reducción, llegando a una cantidad aproximada de 388.00 toneladas de suelo.

Con base en los resultados presentados, se observa que la pérdida diferencial *teórica* de suelo para el área sujeta a CUSTF sin y con Proyecto por año es de 528.74 toneladas. Para compensar esta pérdida se propone realizar obras de conservación de suelos, las cuales consisten en un sistema de zanjas que se elaboran con el producto de la excavación de suelo o subsuelo, que se colocan de forma perpendicular a la pendiente del terreno, siguiendo curvas a nivel, mismas que sirven para propiciar la retención de azolves y escurrimientos, así como aumentar la infiltración y retención de humedad para el establecimiento de reforestaciones y vegetación nativa, lo que a su vez propicia la disminución de la erosión producto de la lluvia.

Como se mencionó, la pérdida anual de suelos producto del CUSTF será de 528.74 toneladas/año, con las obras planteadas anteriormente en 6.09 ha, se generará una mitigación por esta pérdida durante dos años, tiempo suficiente para la restauración y mejora del área de reserva.

Por lo anterior, si bien se requerirá el retiro de la cobertura vegetal en una superficie de 7.09 ha, lo que podría incrementar la pérdida de suelo derivado de procesos de erosión, se prevé que con la implementación de las zanjas de retención de suelo al inicio de la etapa operativa del Proyecto, la pérdida de suelo que se generará durante la preparación del sitio y construcción de este se recuperará, por lo que se anticipa que el Proyecto contribuirá en la conservación y recuperación de

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

los suelos presentes en la trayectoria del Proyecto que actualmente están siendo afectados por actividades con fines agropecuarios.

Generación de oxígeno

La presencia de la cobertura vegetal y la cantidad de biomasa que se encuentra en el predio es indicadora de la cantidad de oxígeno que se produce por la vegetación presente. Es un efecto de dimensión localizada, ya que en la subcuenca aún se conserva alrededor del 90 % de superficie forestal, ya sea matorral, riparia o mezquitera. Para compensar la pérdida de esta función ecosistémica, se recurre al programa de reforestación que se mencionó con anterioridad, enfatizando el programa de mantenimiento que garantice la supervivencia de todos los árboles que se planten en el proyecto.

La modulación o regulación climática

Es un servicio de mucha importancia a nivel microclima urbano. La presencia de árboles en zonas urbanas amortigua de forma significativa la incidencia de la radiación solar y mitiga por evapotranspiración las ondas de calor producidas por el calentamiento de islas de calor de las vialidades y construcciones de material.

Las ciudades son ecosistemas con escasa presencia de elementos naturales, los desarrollos urbanos, especialmente en México han enfatizado la separación entre el hombre y la naturaleza. Un elemento muy importante que debe ser tomado en cuenta son los árboles urbanos, que es de los pocos elementos que pueden coexistir en este ambiente tan hostil. Son indispensables para el control del microclima, sobre todo en manchas urbanas continuas, que generan islas de calor debido a la refracción de los rayos infrarrojos y al almacenamiento de calor en los materiales con que se construye. La presencia de los árboles ayuda con la regulación de ondas de calor, por el efecto de evapotranspiración, por la superficie de absorción de luz, que no emite radiación calorífica al ambiente y por la misma sombra que evita que los rayos solares incidan directamente sobre construcciones o vialidades.

Al prescindir de una cobertura en un área como la del proyecto, los efectos serán efectivos en el área y sus alrededores próximos. Sin embargo, si se realiza un sembrado de árboles con una densidad adecuada, puede contrarrestar los efectos de la ausencia de la cobertura vegetal y la presencia de las estructuras urbanas que calientan el ambiente al recibir la energía solar.

Provisión de agua en calidad y cantidad

El agua dulce representa el 2.5% del agua en la Tierra, y se encuentra en su mayoría congelada en glaciares y casquetes, el resto se presenta principalmente en forma de agua subterránea, y sólo una pequeña fracción se encuentra en la superficie o en la atmósfera. Este recurso es uno de los componentes esenciales para la vida en general y determina la cantidad de vida de distintas especies en área específica (Comisión Nacional Forestal, 2011).

Asimismo, el ciclo del agua es un proceso vital para que los ecosistemas puedan brindar los servicios ambientales y para la realización de actividades humanas y su consumo. En este sentido, la disponibilidad de agua se encuentra relacionada con el volumen de agua superficial y subterránea potencialmente aprovechable. El análisis por Región Hidrológica–Administrativa a nivel nacional, muestra que tres cuartas partes del país se considera con niveles de disponibilidad bajo, muy bajos y críticos de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (CNA 2001, 2002, 2003 citado en Capital Natural de México 2010).

Cabe resaltar que la cantidad y la calidad de agua están directamente relacionadas con patrones climáticos de precipitación, balance de componentes, así como de las características de la vegetación, suelo y subsuelo de cada ecosistema.

Como resultado de la remoción de la cobertura vegetal y la instalación de la infraestructura permanente del Proyecto, se prevé que el volumen de infiltración podrá verse reducido, por lo que se implementarán medidas de mitigación que permitirán disminuir este efecto. Como se indicó en el DTU-BP, se realizará un programa de restauración integral forestal, pero se adiciona en este documento que se realizarán obras de retención de agua y suelo; en este caso se seleccionaron zanjas trinchera y barreras de piedra acomodada. El área destinada para las labores de restauración forestal consiste de 6.09 ha, ubicadas dentro del predio, al noroeste de la superficie sujeta a CUSTF.

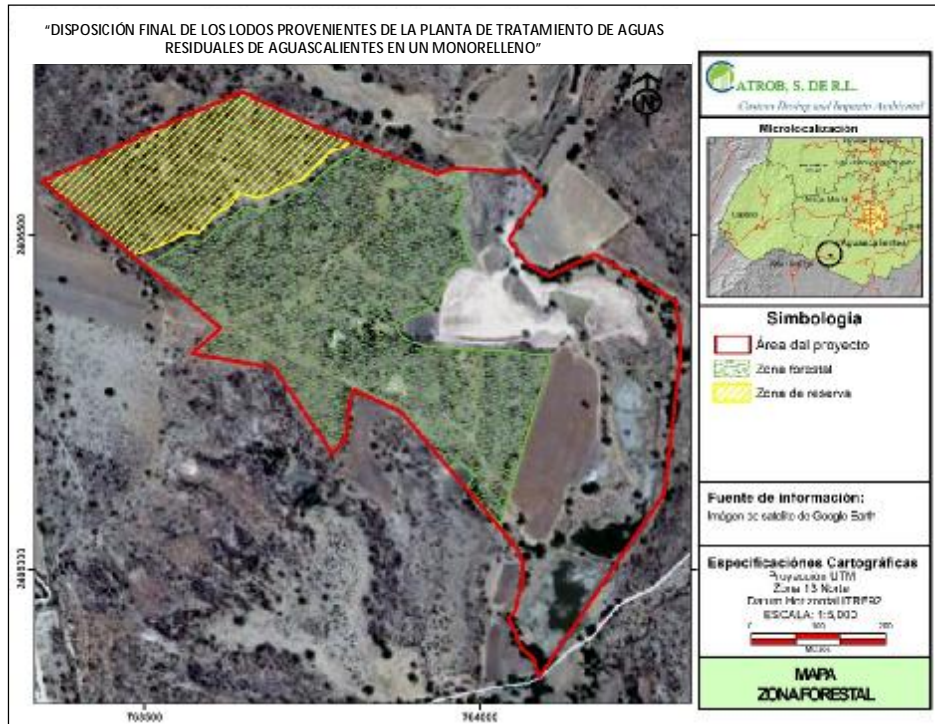


Figura 77. Ubicación de la zona de reserva 6.09 ha (amarillo).

En el área de reserva se determinaron 2 zonas de obras en función del gradiente de pendientes que se midieron en el área. En la parte más alta predomina una pendiente de 16% y es moderadamente homogénea, tiene una superficie de 2.53 ha. En esta se colocarán cordones de piedra/rama acomodada de acuerdo con la disponibilidad de material. En la otra parte se colocarán zanja trinchera en una superficie de 2.73 ha. Los restantes corresponden 0.55 ha al arroyo en el que se colocarán represas de llanta y 0.28 ha será la franja de amortiguamiento y protección alrededor de la zona de reserva.

Durante el cálculo de la retención de agua y suelo de estas obras, se realizaron algunos ajustes al cálculo de precipitación, escurrimiento e infiltración, estos se presentan a continuación y sustituyen la información presentada en el DTU-BP.

Volumen medio escurrido en el área sujeta a CUSTF.

Para efecto de simular y estimar este supuesto, se tomará el área forestal sujeta a CUSTF que es la misma que se consideró dentro del predio con éstas características mencionadas, por lo que la superficie que se utilizará para este cálculo es de 150,258 m².

$$Vm = Ac * Pm * C_e = (150,258 \text{ m}^2) * (0.596 \text{ m}) * (0.554)$$

$V_m = 49,612.79 \text{ m}^3$ de volumen medio escurrido en el predio.

Infiltración.

Para calcular la infiltración se debe restar el volumen medio escurrido a la lámina de precipitación sobre la superficie determinada.

Para el área sujeta a CUSTF:

$150,258 \text{ m}^2 * 0.596 \text{ m} = 89,553.77 \text{ m}^3$ de lámina de precipitación en el CUSTF

$89,553.77 \text{ m}^3 - 49,612.79 \text{ m}^3 = 39,940.98 \text{ m}^3$ de volumen infiltrado en el CUSTF.

Por lo tanto, el volumen infiltrado natural en el área CUSTF es: $39,940.98 \text{ m}^3$. Aunque el área solicitada para CUSTF es 15.02 ha, la afectación con la colocación de geomembranas e infraestructura complementaria será de 7.09 ha, por lo que se realizó el cálculo de la infiltración ocurrida únicamente en esta superficie destinada a la colocación de infraestructura para el desarrollo del proyecto.

$\text{Área}_{(\text{macroceldas})} = 70,905 \text{ m}^2$

Se multiplica la superficie del proyecto provisto de infraestructura por la lámina por el coeficiente C que corresponde a un supuesto de que no habrá infiltración alguna, cero.

$70,905 \text{ m}^2 * 0.596 \text{ m} = 42,259.38 \text{ m}^3$ de lámina de precipitación.

$V_m = 42,259.38 \text{ m}^3 * 0.554 = 23,411.70 \text{ m}^3$ de volumen escurrido naturalmente en área destinada a la colocación de infraestructura.

$42,259.38 \text{ m}^3 - 23,411.70 \text{ m}^3 = 18,847.68 \text{ m}^3$ de volumen infiltrado en área destinada a la colocación de infraestructura.

Por lo tanto, en el supuesto de que se pierda el 100% de la capacidad de infiltración de agua al subsuelo, por la colocación de geomembrana e instalaciones complementarias del proyecto, se estaría perdiendo la captación de $18,847.68 \text{ m}^3$ de precipitación.

Respecto a la cantidad del agua, la pérdida de vegetación implica una disminución en los niveles de agua infiltrada al manto acuífero. Bajo este contexto y de acuerdo con los valores de infiltración presentados del presente estudio, indican que la superficie que comprende la superficie sujeta a CUSTF tiene la capacidad de infiltrar $39,940.98 \text{ m}^3$ de agua; no obstante, una vez que se ejecute el CUSTF será de $21,093.3 \text{ m}^3$, por lo que se prevé que la capacidad de infiltración disminuirá $18,847.68 \text{ m}^3$, en el supuesto de una infiltración cero y sin medidas de mitigación.

Conociendo el volumen de la capacidad de infiltración que se perdería por el desarrollo del Proyecto, se estableció como medida de mitigación, dentro del proyecto de restauración forestal, la

construcción de zanjas de infiltración tipo trincheras y barreras de piedra acomodada siguiendo las curvas de nivel, cuyos principales beneficios son los siguientes:

- Aumentar la humedad aprovechable para el establecimiento de la vegetación nativa y especies plantadas.
- Mejorar las condiciones de suelo para la germinación y el desarrollo radicular.
- Evitar el arrastre de partículas de suelo de las partes altas.
- Disminuir los escurrimientos superficiales.

Cálculo de zanjas de infiltración:

Para determinar las características de las zanjas de infiltración necesarias para mitigar el impacto por el CUSTF, de manera inicial se utilizó la estación climatología denominada Cieneguilla con los siguientes valores de precipitación máxima anual y media anual:

Precipitación máxima anual: 819.4 mm

Precipitación media anual: 596 mm

Los datos de cantidad de agua en los periodos de retorno y probabilidad de lluvia, se obtuvieron del estudio hidrológico del proyecto. Para el periodo de retorno a 5 años se calculó un volumen de 51.06 mm de lluvia máxima en 24 horas, se optó por el dato de la estación Cieneguilla que es la más cercana al predio.

Tabla 9a. Lluvia máxima en 24 horas ajustada para diferentes periodos de retorno y error cuadrático, Estación climatológica Cieneguilla.

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN	Tr= 10000 (mm)	Tr= 1000 (mm)	Tr= 500 (mm)	Tr= 100 (mm)	Tr= 50 (mm)	Tr= 20 (mm)	Tr= 10 (mm)	tr= 5 (mm)	Tr= 2 (mm)
Normal	81.55	74.9	72.65	66.8	63.91	59.58	55.72	51.06	42.18
Log Normal	84.81	77.08	74.47	67.89	64.7	59.99	55.88	51	41.94
Gumbel	123.63	101.96	95.43	80.25	73.68	64.91	58.13	51.07	40.41
Exponencial	129.03	104.67	97.34	80.32	72.98	63.29	55.96	48.63	38.94
Gamma	93.88	82.91	79.49	70.88	66.87	61.13	56.31	50.8	41.28
Doble Gumbel	104.76	87.48	82.62	71.79	67.62	62.1	57.97	53.26	40.66

DISTRIBUCIÓN	ERROR
Normal	1.259
Log Normal	1.196
Gumbel	1.969
Exponencial	3.737
Gamma	1.273
Doble Gumbel	1.436

Puesto que en México no se cuenta con suficientes estaciones meteorológicas que registren la intensidad de la lluvia, sólo se tiene el dato de lluvia máxima en 24 horas para determinar la cantidad de la precipitación que escurre en forma superficial (CONAFOR, 2007). Un parámetro importante para determinar el escurrimiento son las curvas numéricas que dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la cuenca, uso y manejo del suelo, así como de su antecedente condición

de humedad. Para este caso se tomó el valor calculado en el estudio hidrológico de CN = 80.6. Los datos del estudio hidrológico se aplicaron las ecuaciones E3 y E4 de CONAFOR (2007):

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P - 0.8S}$$

Donde:

Q = escurrimiento medio (mm)

P = precipitación (periodo de retorno 5 años, en mm)

S = potencial máximo de retención de humedad (mm)

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

S = potencial máximo de retención de humedad (mm)

CN = curva numérica o número de curva obtenida de tablas

Por lo tanto, al sustituir se obtuvo:

$$S = \frac{25400}{(80.6)} - 254 = 61.14$$

$$Q = \frac{(51.06 - 0.2(61.14))^2}{51.06 + 0.8(61.14)} = 15.65 \text{ mm}$$

Esto es que de los 51.06 mm de lluvia escurrirá una lámina de 15.64 mm. Este valor de escurrimiento es el que se tomará en cuenta para el diseño de las obras de conservación de suelos. Adicionalmente se consideró el escurrimiento máximo instantáneo para cada área.

A continuación, con base en las dimensiones de las zanjas y precipitación máxima en 24 horas se calculará el área efectiva de captación.

1.- Lámina de escurrimiento para precipitación máxima en 24 horas de 15.64 mm.

2.- Se calcula el área de escurrimiento considerando la capacidad de las zanjas:

$$\frac{0.32 \text{ m}^3}{0.015 \text{ m}} = 21.33 \text{ m}^2 = 0.002 \text{ ha}$$

Esto indica que al llenarse una zanja con la precipitación máxima tendrían la capacidad de captar el agua proveniente de 0.002 ha. Las zanjas están calculadas para captar el total de la precipitación máxima en 24 horas.

En la zona de reserva donde se determinó usar zanja trinchera, que además de retener suelo, retienen agua y se recomienda su uso en pendientes no mayores a 40%. De acuerdo con el manual

de CONAFOR (2007), la distribución de las zanjas es de 2 metros entre zanja y zanja de la misma curva de nivel y entre curvas, distancia de 10 metros. Las dimensiones son de 2.0 x 0.4 x 0.4 metros. Se disponen a tres bolillo y con esta distribución se pueden establecer 250 zanjas por hectárea. El área considerada para esta obra tiene una superficie de 2.73 ha, que tiene capacidad para 682 zanjas.

Si estimamos que cada zanja puede almacenar 0.32 m³ multiplicado por 682, obtenemos un volumen máximo de 218.24 m³ de capacidad de almacenamiento. Considerando que cada zanja recibe el escurrimiento de 20 m², en un evento de 51.06 mm llegaría a llenarse cada zanja.

Calculando la infiltración natural de 2.73 ha en el mismo predio, se tiene que naturalmente se captan 7,256.78 m³ anuales. Ahora con la implementación de las zanjas, se incrementa a 16,270.80 m³, dado que se estará conteniendo el 100% de la precipitación en esta superficie, obteniéndose un incremento de 9,014.02 m³, equivalentes al 55% más de la capacidad natural.

Cálculo para barreras de piedra acomodada.

Para el cálculo de espaciamiento de las barreras se utilizan las fórmulas de (CONAFOR, 2007) para el espaciamiento vertical y horizontal:

$$IV = \left(2 + \frac{P}{3}\right) * 0.305 = 2.23 \text{ m}$$

Donde:

- IV = intervalo vertical (m)*
- P = pendiente del terreno (%)*
- 3 = valor cuando la precipitación es menor a 1200 mm anuales*
- 0.305 = factor de corrección*

$$IH = \frac{IV}{P} * 100 = 13.93 \text{ m}$$

Donde:

- IH = intervalo horizontal (m)*
- P = pendiente del terreno (%)*
- 100 = factor de conversión*
- IV = intervalo vertical*

La superficie determinada para las barreras de piedra tiene capacidad para 18.07 barreras de piedra de 100 m con un espaciado de 14 m conforme al cálculo del intervalo horizontal. Si se calcula un triángulo rectángulo en la base de las barreras de piedra, con una altura de 30 cm se tendrá un área de 0.45 m² que multiplicado por un metro lineal de barrera se obtiene que puede retenerse 0.45 m³ de suelo. En cuanto a retención de agua, se estima que estas obras captan un promedio de 50% del escurrimiento pluvial.

En este sentido, serán 2.53 ha cubiertas con este tipo de obra, tal que, si en esta superficie se calcula una lámina de precipitación de 15,133.63 m³, multiplicado por el complementario del factor de escurrimiento P*(1 - 0.554), ecuación que corresponde a la cantidad de agua captada, se obtiene una infiltración natural de 6,749.60 m³. Aplicando el proyecto de restauración forestal, con las obras de conservación de agua y suelo, podemos estimar que la captación de agua incrementará 50% más de lo que actualmente escurre. Esto es:

$$15,133.63 \text{ m}^3 * 0.554 = 8,384.03 \text{ m}^3$$

$$8,384.03 \text{ m}^3 * 0.5 = 4,192.01 \text{ m}^3 \text{ incremento en infiltración.}$$

Por lo tanto, con las barreras de piedra acomodada, se podrá alcanzar una infiltración de 10,941.62 m³ anuales en esta superficie.

En la siguiente Tabla se consignan los valores utilizados para los cálculos de la diferencia de infiltración una vez colocada la infraestructura en el sitio.

Uso	Superficie (m ²)	Lámina de precipitación (m ³)	Vol. Infiltrado natural. (m ³)	Vol. Infiltrado con obra. (m ³)
CUSTF	150258	87750.67	39136.80	11450.41
Infraestructura	70905	41408.52	18468.20	0
Restauración				
Zanjas	27300	16270.80	7256.78	16270.80
Barreras	25392	15133.63	6749.60	10941.61
Represas	5521	3290.52	1467.57	1822.95
TOTAL	60930	36314.28	16196.17	29035.37

*Los valores pueden no corresponder a la sumatoria, debido al redondeo de la conversión de hectáreas en metros.

Se estimó que dentro de la superficie propuesta para la mitigación de la erosión (6.09 ha), se construirán las zanjas de infiltración, barreras de piedra acomodada y represas de llantas, resultando en que la infiltración natural actual de dicha área corresponde a un volumen de 16,196.17 m³, por lo que al realizar las obras de restauración de suelos e infiltración por 1 año, se obtendrá una infiltración de 29,035.37 m³, con lo que se recuperará la pérdida de la infiltración derivada de la implementación del Proyecto y que corresponde a 12,839.20 m³.

Dada esta estimación, se tuvo una pérdida de infiltración de 18,847.68 m³ y una ganancia en capacidad de captación de agua de 12,839.20 m³, quedando un déficit de 6,008.48 m³ anuales, considerando una pérdida completa de la infiltración del área destinada para la infraestructura; sin embargo, este escurrimiento puede ser recuperado por el SA aguas abajo, dado que se ha reducido 66% el escurrimiento que se tendría sin medidas de mitigación, por lo que, con estas acciones se mitigan los efectos adversos a la infiltración por causa del Proyecto.

Este efecto a escala SA representa un 0.003% de la capacidad que tiene la cuenca para la infiltración de las precipitaciones que inciden en el sistema. Esto deja evidencia de que no se compromete el recurso por el desarrollo del proyecto.

En cuanto a la calidad del agua, al realizarse el desmonte se incrementarán los niveles de sólidos, de los cuales una parte puede integrarse a las corrientes que se encuentren activas en ese momento, disminuyendo así la calidad. Debido a que no se usarán herbicidas ni sustancias químicas para realizar el desmonte y el despalme no hay la posibilidad de contaminación por químicos.

Con base en lo anterior, se considera que esta afectación es de baja importancia, ya que se tienen bajas precipitaciones en la zona, lo que propicia que los escurrimientos se encuentren secos la mayor parte del año y aunado a que la composición de la vegetación en la superficie sujeta a CUSTF es de baja importancia ecológica.

Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales

Las actividades humanas, como el uso de combustibles fósiles para la producción de energía y los procesos derivados del cambio de uso de suelo y silvicultura, están generando grandes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), siendo el dióxido de carbono (CO₂), uno de los Gases de Efecto Invernadero más importantes por las grandes cantidades en las que se emite (Benjamín & Masera, 2001).

De acuerdo con Benjamín & Masera (2001), la vegetación, mediante el proceso de fotosíntesis, tiene la capacidad de asimilar el CO₂ e incorporarlo a su estructura, es decir: lo fija y lo mantiene almacenado por largos periodos de tiempo, asimismo, genera oxígeno (O₂) lo que mejora la calidad del aire.

Si bien cualquier planta es fijadora de carbono, la cantidad a fijar depende del tipo de vegetación presente en la zona, de las especies, así como del contenido de materia orgánica, tipo de suelo y de los factores climáticos. Por ello existen estudios en los que se ha calculado la cantidad de CO₂ que fijan diferentes tipos de vegetación para brindar una referencia.

La vegetación que se encuentra en el área sujeta a CUSTF corresponde a vegetación secundaria de matorral espinoso crasicaule.

De acuerdo con lo anterior, se encontró en bibliografía que los ecosistemas que más capturan y conservan CO_w son los bosques y selvas, ya que de acuerdo con Flores-Ramírez, Mendizábal-Hernández, & Alba-Landa (2012), estos pueden capturar hasta 7,222.07 toneladas de carbono por ha al año (tCO₂ha). Para el presente proyecto, los datos que reportan Jurado-Guerra y colaboradores en el (2013), indican que para la captura de CO₂ en zonas áridas y semiáridas, los pastizales tienen la capacidad de almacenar hasta 24.30 tCO₂ ha (Seppänen, 2002).

Con base en los valores anteriores y la superficie de cada uno de los tipos de vegetación que se encuentran en el área sujeta a CUSTF los valores de captura de carbono para cada tipo de vegetación y su total se encuentran en la Tabla 62.

Tabla 62. Carbono capturado por tipo de vegetación presente en el área sujeta a CUSTF.

Tipo de vegetación	Superficie forestal en el CUSTF (ha)	Captura de carbono (tCO ₂ ha)	Captura de carbono en 15.02 ha (tCO ₂)
Matorral espinoso crasicaule	15.02	24.30	364.986

Por tanto, la cantidad de CO₂ que captura la vegetación del área sujeta a CUSTF es de 317.528 tCO₂. Para tener un punto de referencia del grado de afectación que será ocasionada al remover la vegetación se presenta a continuación una comparación del CO₂ generado por la vegetación presente en el conjunto de microcuencas en las que se encuentra la trayectoria del Proyecto.

Es importante mencionar que el cálculo de captura de CO₂ en la vegetación que comprende la microcuenca se realizó considerando los tipos de vegetación forestal matorral espinoso crasicaule.

Tabla 63. Carbono capturado por tipo de vegetación presente en el conjunto de microcuencas.

Tipo de vegetación	Superficie forestal en el SA (ha)	Captura de carbono por tipo de vegetación (tCO ₂ ha)	Captura de carbono en el SA (tCO ₂)
Matorral espinoso crasicaule	1747.70	24.30	42,469.11
Bosque de encino	56.00	3500	196,000
Total	1801.70	3524.3	238,469.11

De acuerdo con la tabla anterior, la captura de CO₂ total estimada para el conjunto de microcuencas en las que se ubica la trayectoria del Proyecto corresponde a 238,469.11 tCO₂. Por tal motivo el valor de CO₂ capturado en el área sujeta a CUSTF corresponde al 0.001% del total estimado para el SA.

Bajo este contexto, si bien el desarrollo del Proyecto generará la reducción de la captación de CO₂ en un 0.001% a nivel del conjunto de microcuencas, es importante señalar que esta reducción será temporal, dado que, considerando la naturaleza del Proyecto, se permitirá la regeneración de la cobertura vegetal en el área de maniobras y montaje, una vez finalizada su etapa de construcción.

Cabe precisar que no se prevén afectaciones a la cobertura vegetal que se encuentra fuera del área sujeta a CUSTF, ya que previo a la remoción de la cubierta vegetal se delimitará esta área para prevenir afectaciones en áreas que se encuentren fuera de la superficie solicitada para CUSTF. Además, como medida de mitigación, se realizará el programa de rescate y reubicación de flora, lo que ayudará a que no se pierda el total de cobertura de vegetación, disminuyendo la pérdida de captura de CO₂.

Por otra parte, se ha estimado la producción de oxígeno para diferentes tipos de vegetación: para áreas con vegetación arbolada fragmentada y con una cubierta mayor al 50% alcanzan a producir entre 2 y 4 toneladas de oxígeno por hectárea por año. Esto quiere decir que, este servicio ambiental será alterado, debido a que se dejará de producir entre 30.04 a 60.08 toneladas de oxígeno por año para las 15.02 ha de vegetación forestal presente para el CUSTF, reducción que representa el 0.007% a nivel del SA.

Por lo anterior, cabe puntualizar que la disminución en la generación de oxígeno será temporal, ya que una vez concluida la etapa de construcción del Proyecto, se permitirá la regeneración de la cobertura vegetal alrededor del área de maniobras y montaje que comprende la ocupación del Proyecto.

Es importante señalar que a pesar de que la construcción del Proyecto reducirá la captación de CO₂ y la generación de oxígeno en un 0.001% y 0.007% respectivamente a nivel del SA, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación con las que se pretende disminuir estas afectaciones, por lo que se prevé que el Proyecto contribuirá en la conservación de los servicios ambientales en mención, ya que considerando las alteraciones que actualmente presenta la superficie sujeta a CUSTF se deben en gran parte al sobrepastoreo, se presume que la reducción de la cobertura vegetal se incrementará gradualmente, y por tanto la pérdida de los servicios ambientales será paulatina pero constante.

Modulación o regulación climática.



Los cambios en la cobertura del suelo ejercen una influencia sobre el clima¹², ocasionando que la

¹² http://revistaecosistemas.webs.uvigo.es/miniecosistemas/temas/servicios_ecosistemas.pdf

eliminación de vegetación genere condiciones ambientales diferentes, por ejemplo, el cambio en los niveles de radiación solar absorbida, modificación de los patrones de temperatura y evapotranspiración, estos parámetros generan una modificación al microclima. La ocupación del Proyecto tiene una superficie con densidad vegetativa media, y no se removerá toda la superficie sujeta a CUSTF, motivo por el cual se considera que la capacidad de regulación del microclima no se perderá por la remoción de vegetación.

Como medida de mitigación se hará una remoción de vegetación puntual y temporal, ya que la cobertura vegetal se renovará en la zona de reserva, permitiendo el crecimiento del estrato herbáceo en la superficie de la brecha de mantenimiento. Lo anterior se refuerza con el hecho de que el Proyecto, por su naturaleza, no generará GEI de forma directa por lo que no contribuirá al cambio climático ni generará cambios en el clima del conjunto de microcuencas ni de la ocupación del Proyecto.

Bajo este escenario y de acuerdo con la descripción de los factores abióticos del CUSTF y del conjunto de microcuencas en las que se ubica la trayectoria del Proyecto realizada en el capítulo II

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

de este documento, el único tipo de clima presente tanto en el área sujeta a CUSTF como en el conjunto de microcuencas corresponde a: semiárido templado (BS1kw) según la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (2004).

Es conveniente aclarar que, si bien el desarrollo del Proyecto requerirá de la remoción de vegetación en una superficie de 7.09 ha, como se mencionó, se anticipa que durante la etapa de operación del Proyecto se permitirá la revegetación alrededor del área de maniobras y montaje, con lo que se pretende reducir las posibles afectaciones derivadas del CUSTF.

Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

La trayectoria del Proyecto y por tanto la superficie sujeta a CUSTF, así como el conjunto de microcuencas se encuentran dentro de la zona sísmica B¹³, en la cual los movimientos telúricos son poco probables y no excederían el 70% de aceleración.

Al igual que en el conjunto de microcuencas, dentro de la trayectoria del Proyecto y superficie sujeta a CUSTF no se anticipa la presencia de precipitaciones que generen daños, dado que los registros históricos de las estaciones meteorológicas *Cieneguilla* y *Los Gavilanes*, señalan que las precipitaciones llegan a ser escasas, de modo que las sequías continuarán comúnmente en la zona.

Por otro lado, de acuerdo con el Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de desastres en México¹⁴, elaborado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (2001), la superficie que comprende el área sujeta a CUSTF y el SA se encuentran en zonas susceptibles a deslizamientos; sin embargo, no se presentan elevaciones en el relieve que representen riesgos potenciales y generen daños de consideración.

En este orden, debido a la escasa probabilidad de la ocurrencia de fenómenos naturales en la superficie de la ocupación del Proyecto y superficie sujeta a CUSTF, no se prevén afectaciones a los ecosistemas que se encuentran dentro de las superficies en mención, de modo que la implementación del Proyecto y el CUSTF no afectará la capacidad de amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales que tienen los ecosistemas presentes en la trayectoria del Proyecto.

En todo caso el CUSTF alteraría el 0.007% del amortiguamiento del impacto en los fenómenos naturales con respecto a la superficie total del conjunto de microcuencas por el CUSTF en 15.02 ha.

Protección de la biodiversidad, los ecosistemas y las formas de vida

El término biodiversidad se refiere a la variedad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que habitan en un espacio determinado (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2015).

En cuestión de diversidad, México reúne una elevada proporción de la flora y la fauna del mundo, ya que concentra entre el 10 y 15% de las especies terrestres, ocupando el segundo lugar mundial en cuanto al número de especies de reptiles (864), el quinto lugar en anfibios (376), el tercer lugar en mamíferos (564), el decimoprimer en aves (1,123-1,150), y el quinto lugar en plantas vasculares

(21,989-23,424). Todo esto lo sitúa como uno de los países megadiversos (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2015).

Actualmente, la pérdida de biodiversidad es un problema del cual se adquiere mayor conciencia; sin embargo, la dificultad de medirla incide de manera crítica en el reconocimiento de los servicios ambientales que esta ofrece.

Bajo este contexto, a continuación, se presenta la descripción de los servicios ambientales de la flora y fauna a nivel del conjunto de microcuencas en las que se ubica la trayectoria del Proyecto y por tanto la superficie que se someterá a CUSTF

Flora

Como se describió en el DTU-BP, el tipo de vegetación en el área del proyecto es matorral espinoso crasicaule. Es importante señalar que si bien el desarrollo del Proyecto ocupará 7.09 ha para la instalación de infraestructura, la superficie sujeta a CUSTF es de 15.02 ha, superficie dentro de la cual se identificaron 151 especies de flora.

De las 151 especies de flora identificadas en el área sujeta a CUSTF, no se encontraron especies bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, no se encontraron especies dentro de los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), y diez especies están

¹³ http://www2.ssn.unam.mx/website/jsp/region_sismica_mx.jsp

¹⁴ <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieEspecial/diagnostico.pdf>

catalogadas como preocupación menor en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, por sus siglas en inglés).

La descripción de la vegetación del conjunto de microcuencas hecha en el capítulo II del presente estudio, indica que los tipos de vegetación forestal que les corresponde a VSa/PN cuya cobertura corresponde al 90% de la superficie total del SA (1960 ha), mientras que la superficie ocupada por los usos de suelo destinado a la agricultura, Terrenos Preferentemente Forestales (TTF) y zona urbana es del 10%.

De acuerdo con los datos de la descripción de la Flora en el DTU y con los resultados de los estudios de campo realizados en la superficie del conjunto de microcuencas, la riqueza florística está conformada por 151 especies, de las cuales ninguna se encuentra catalogada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las 151 especies de flora identificadas durante los estudios de campo se encuentran distribuidas dentro de las 33 ha con cobertura vegetal que corresponden al 0.05% del total de la superficie del SA. Adicionalmente, se encontraron una gran cantidad de especies pioneras que son indicadoras de disturbios severos y son oportunistas que van desplazando a las comunidades de vegetación

original. Por lo tanto, la composición vegetativa encontrada en los muestreos en el SA difiere de lo encontrado en el área del Proyecto, dado que esa superficie se encuentra con un alto grado de disturbio, dada la cercanía al único centro urbano en el SA.

De acuerdo con los listados de flora del DTU, las especies de flora que solo fueron registradas dentro del área sujeta a CUSTF, la mayoría corresponden a especies pioneras de vegetación secundaria. Al respecto, es conveniente señalar que a pesar de que estas especies no fueron registradas dentro de los puntos de muestreo establecidos para el conjunto de microcuencas, no se descarta su presencia a este nivel, ya que las comunidades vegetales a las que estas pertenecen presentan una distribución amplia en el contexto regional.

Aunado a lo anterior, se llevará a cabo el rescate y reubicación de aquellas especies de flora presentes en el área sujeta a CUSTF que se encuentran catalogadas como endémicas o de distribución rara.

Por otra parte, la vegetación brinda protección a la fauna ya que les da refugio y alimento. La pérdida de la vegetación implica la eliminación de 62.00 toneladas de material vegetal en verde, así como 201.094 m³ de madera; sin embargo, esta afectación se considera puntual y temporal, dado que a pesar de que el Proyecto ocupará una superficie total de 33 ha, la remoción de la cobertura vegetal se realizará solo en una superficie de 15.02 ha, además de que con la aplicación de las medidas compensatorias y de prevención, este recurso podrá ser compensado.

Cabe mencionar que el área sujeta a CUSTF no presenta características únicas que lo cataloguen como indispensable para el desarrollo de las especies animales, toda vez que la vegetación presente en esta área está ampliamente representada tanto a nivel del SA, como a nivel regional tal y como se establece en el capítulo II donde se hace la comparación de la biodiversidad de la ocupación del Proyecto con respecto al SA.

Por todo lo anterior, se prevé que el desarrollo del Proyecto no afectará la diversidad florística presente en el área sujeta a CUSTF y SA, ya que el 65% de las especies presentes en el área sujeta a CUSTF también se distribuyen en el conjunto de microcuencas, además se implementará el programa de rescate y reubicación de flora, con el que se pretende conservar y proteger especies de la familia Cactaceae, así como aquellas que únicamente fueron registradas dentro del área sujeta a CUSTF.

Fauna

Comparando con las especies reportadas bibliográficamente en la microcuenca y subcuenca, regionalmente se reportan 37 especies especies de mamíferos, 64 especies de aves, 9 especies de anfibios y 18 especies de reptiles, para un total de 128 especies de estos 4 grupos. De ellas, 8 están en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en estatus de Amenazadas (A), y 13 como Sujetas a Protección Especial (Pr), y 7 de estas especies son endémicas (*Lithobates montezumae*, *L. neovolcanicus*, *Ambystoma tigrinum*, *Kinosternon integrum*, *Masticophis mentovarius*, *Pituophis*

deppei, y *Thamnophis melanogaster*). Solo se encontró una especie reportada y observada que se cataloga como especie de la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se trata de la aguillilla de Harris (*Parabuteo unicinctus*). De las 128 especies reportadas de los cuatro grupos mayores de fauna, las 53 reportadas en el sitio del proyecto están incluidas dentro de ese listado descrito en el capítulo II. No se observaron especies extra que no se encuentran reportadas para la región.

La fauna se caracteriza por su capacidad de desplazamiento, de modo que se prevé que la implementación del Proyecto no pondrá en riesgo las poblaciones de las especies en mención, dado que se anticipa que estas se desplacen gradualmente hacia áreas próximas a la ocupación del Proyecto al percatarse de la presencia humana y vehículos. Aunado a lo anterior, se implementará el programa de rescate y reubicación de fauna descrito en el capítulo VII, en el área del Proyecto previo al inicio de las actividades de desmonte y despalme, a fin de prevenir afectaciones sobre las poblaciones de las especies de fauna registradas en el Proyecto.

En este breve contexto, si bien durante los estudios de campo se registró la presencia de 53 especies de fauna dentro de la superficie que comprende el proyecto, la principal afectación actual que enfrentan estas especies es la fragmentación y pérdida de hábitat derivado del uso de suelo destinado a la agricultura que actualmente se presenta en la zona, condición que genera la discontinuidad y reducción de los sitios de alimentación, refugio y reproducción para la fauna silvestre.

Calidad paisajística.

Con el desarrollo del Proyecto se modificarán las características naturales del paisaje debido a la pérdida de la cobertura vegetal, pero principalmente por la presencia de las torres de transmisión eléctrica. No obstante, este impacto se considera no relevante ya que el valor de la belleza escénica de un sitio es otorgado por el aprecio que se tenga por parte de algún grupo poblacional. Por lo que considerando que no se encuentran comunidades cercanas a la trayectoria del Proyecto, no habrá personas que lo perciban. Aunado a esto, dentro del paisaje existente en la zona se pueden observar estructuras del mismo tipo, además que gran parte de la superficie está dedicada a actividades agrícolas de temporal.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto y tratándose de este tipo de Proyecto y toda vez que se hará el retiro total de la vegetación únicamente en una superficie de 13.067 ha, se manifiesta que el desarrollo del Proyecto durante la etapa de construcción y operación, por sus dimensiones y características de ubicación, no pondrá en riesgo o afectará significativamente los servicios ambientales, ya que no hay corrientes importantes y permanentes de agua, a su vez no hay hábitats de importancia que limiten el desarrollo de las poblaciones para la fauna, la cubierta vegetal a remover será utilizada para mejorar las condiciones del suelo en áreas aledañas, la vegetación se regenerará en la mayor parte del Proyecto; además, por las características actuales de la vegetación no se considera un sitio de belleza escénica o de gran valor.

De acuerdo con Troll (1971), el término paisaje es el resultado de la interacción entre diferentes parámetros físicos y biológicos que gobierna las unidades espaciales de una región. Por su parte la FAO (2011), señala que el paisaje es el aspecto de los ecosistemas o hábitats para el cual no existe una escala para medir su importancia o valor.

Conclusiones

Expuesto lo anterior, se puede considerar que el ecosistema donde se ubica el área sujeta a CUSTF está alterado, por lo que su contribución en la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, ya se encuentra modificada y reducida derivado de las actividades de agricultura y ganadería que actualmente se llevan en esta área.

Actualmente, el incremento en el nivel de la erosión en área del Proyecto es constante dadas las condiciones del área, pues la baja densidad genera un bajo nivel de retención de suelos. De esta forma, a pesar de que el desarrollo del Proyecto requerirá del retiro de la cobertura vegetal en una superficie de 15.02 ha, se llevarán a cabo acciones encaminadas a la retención del suelo, con lo que contribuirá a su recuperación y conservación.

Por otro lado, dado que las especies de mayor importancia por su categoría de riesgo serán rescatadas y reubicadas o bien, como en el caso de las Opuntias estas serán utilizadas para reforestar los alrededores de la superficie de afectación, puede decirse que los servicios ambientales afectados podrán recuperarse en un periodo a mediano plazo.

Lo anterior se manifiesta con base en que parte de la superficie que comprende el área del Proyecto, aún conserva una parte de vegetación nativa, ya que se encuentran inmersos en una zona que periódicamente está sometida a diversos impactos de tipo natural (clima, escasa lluvia, viento), lo que aunado al uso como agostadero que se le ha dado al área ha ocasionado que haya una afectación tanto en suelo como en flora y fauna por lo que ya se considera un ecosistema modificado.

Con la aplicación de las medidas de mitigación mencionadas y descritas en el capítulo VII así como el rescate de reubicación de flora, se generarán nichos ecológicos y hábitats de la fauna silvestre, así como promover la retención de suelos, la captura de carbono, la generación de oxígeno, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.

IV.4. Diagnóstico ambiental.

El SA ambiental fue delimitado con el criterio de cuencas hidrológicas, en una escala suficiente para analizar y cualificar de forma general los recursos naturales existentes en el sitio donde se llevará a

cabo la actividad. Este SA está ubicado en una zona extrema sur del altiplano central del país, que comprende un tipo de vegetación característica del desierto Chihuahuense y que se extiende desde el sur de Estados Unidos y termina en la convergencia del eje Neovolcánico y las Sierras Madre Occidental y Oriental. En este Sistema se encuentra el matorral espinoso que predomina en la mayor parte del estado de Aguascalientes, con elementos crasicales. En las partes altas, donde inicia la cuenca, se observan relictos de macizos forestales pertenecientes a especies del género *Quercus*, característico del bosque de encino, donde también hay actividad de ganadería, pudiéndose constatar en las visitas de campo de muestreo en el SA.

Como en todos los alrededores a los centros urbanos del estado, la mayor parte de la tierra tiene uso para actividades agrícolas o pecuarias, y en este sitio, de acuerdo con el análisis espacial con paquetería SIG, cuenta con una proporción de 89% terreno forestal/agostadero (dedicado a la ganadería extensiva), menos del 1% a asentamientos urbanos y cuerpos de agua, y el resto a agricultura de temporal. No hay actividades forestales de conservación en el Sistema Ambiental; los terrenos forestales son utilizados para ganadería, en su mayoría para vacuno. Existe solamente un centro de población, no mayor a 5,000 habitantes: La Cieneguilla (Lumbreras), misma que se encuentra al final de la cuenca que delimita al SA.

Las condiciones topográficas de la cuenca, le confieren una propensión media a la presencia de erosión hídrica laminar, debido a la pendiente general del SA que puede sobre pasar del 10 hasta el 30% en algunas laderas, existen pocas zonas planas donde se reduzca la erodabilidad del suelo. Sin embargo, en la mayoría (89%) de los predios, se presenta cobertura vegetal constante y pocos suelos están desnudos expuestos al intemperismo.

La actividad que implica mayor presión ambiental al Sistema lo tienen las actividades agropecuarias, dada la apertura del matorral a terrenos de cultivo de temporal o para el pastoreo. La carencia de un sistema tecnificado, y el continuo uso de los métodos tradicionales de producción han propiciado el deterioro sobre los recursos, principalmente suelo, que desencadena un efecto de azolve en la mayoría de los cuerpos de agua. La remoción de vegetación por la actividad agrícola es relativamente mínima, dado que representa entre el 8 y 10% de la superficie de matorral.

En general, el SA tiene condiciones de fragilidad media y calidad ecológica de baja a media, dadas las presiones ambientales suscitadas. Estas condiciones aún permiten la resiliencia de algún efecto severo sobre los recursos naturales, principalmente la captación de agua y suelo. En cuanto a la fauna y flora, se encuentran bien representadas en toda la cuenca, por lo que de afectarse algunos individuos en el predio o en el área de influencia, sus poblaciones no se verán comprometidas a ser erradicadas del SA. Se puede constatar esto mediante los listados plasmados en el DTU-B, donde se describen las poblaciones de la cuenca y las del sitio del proyecto, que son similares, sin embargo, en la cuenca encontramos menos especies indicadoras de disturbio, que las que están en el predio o en la cercanía del mismo. Esto se debe a que el Área del proyecto se encuentra en el área de influencia del único asentamiento humano en el SA, por lo tanto, ha existido mayor afectación en

las poblaciones de vegetación que en el sitio se presentan especies pioneras características de predios en situación de disturbio por actividades humanas.

Desde el punto de vista ambiental, se prevé que el proyecto no pondrá en riesgo los servicios ambientales que proporciona el ecosistema identificado, lo anterior, en virtud de que se consideraron los siguientes criterios.

- Cercanía a infraestructura existente. El Área del proyecto se ubica en un Predio usado como agostadero y ya existen caminos que comunican al predio con vialidades principales pavimentadas a 500 metros. Adicionalmente, tiene cercanía con la localidad La Cieneguilla (Lumbreras) a 500 metros, por lo que se encuentra con un grado de disturbio medio, principalmente por las actividades ganaderas.
- La vegetación encontrada, es característica de la cuenca (SA) y de la región más allá de los límites estatales. Se encontró únicamente una especie vegetal endémica (*Ferocactus latispinus*), pero no está en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. La especie de fauna *Parabuteo unicinctus*, es un ave y fue avistada solitaria, y el sitio no tiene características para la anidación o refugio de esta especie.
- La superficie a afectar representa menos del 0.05% de la superficie total del SA, y se consideró un programa de restauración integral del ecosistema en un área contigua al sitio del proyecto.
- El material a disponer en el sitio cuenta con una humedad muy baja que no tendrá lixiviados; sin embargo, se colocarán geomembranas que evitarán la infiltración de cualquier lixiviado, sea por la naturaleza del residuo o por lluvias que lleguen a incidir en el sitio.



Servicios ambientales

El área del proyecto se localiza dentro de un área de fragilidad natural media, y una calidad ecológica baja.

El proyecto se encuentra fuera de áreas de Importancia para la conservación de Aves (AICAs), de áreas Prioritarias para la Conservación, Áreas Naturales Protegidas y de sitios RAMSAR.

Al tratarse de una obra y/o actividades señaladas en los artículos 28 fracciones VII y X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y 5 incisos O) y R) de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se presenta la MIA Particular del proyecto ante la SEMARNAT para someterla al proceso de evaluación del impacto ambiental, en cumplimiento a lo establecido en los ordenamientos citados para obtener la autorización correspondiente.

El sitio presenta una diversidad biológica media, aunque se realizan actividades agrícolas y pecuarias en él, la existencia de zonas con vegetación de matorral con diversas especies de flora dentro del predio, que a su vez proporcionan refugio y alimento para la fauna silvestre, de la cual se localizaron evidencias de su presencia en los alrededores. Debido a ello, se contempla lo siguiente:

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

- No se afectará la diversidad de la flora con el desarrollo del proyecto, ya que las especies existentes en él se encuentran bien representadas en el sistema ambiental, además de que se rescatarán aquéllas especies de lento crecimiento como las cactáceas globulares que se localicen en el sitio.
- No se afectará la diversidad de la fauna en el sitio del proyecto, previo al desmante se llevará a cabo el ahuyentamiento de fauna para permitir su desplazamiento a otros sitios, además, el desmante se hará de forma paulatina para asegurar lo anterior. Así mismo, se rescatará a los individuos que estén imposibilitados de moverse, que sean de movimientos lentos, así como se respetarán los nidos activos hasta que se termine la crianza de los polluelos.
- No se pondrá en riesgo el desarrollo de individuos de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que estén presentes, en este caso, se protegerá al individuo o individuos de aguililla rojinegra o de Harris existente(s) en el sitio, para asegurar su sobrevivencia, o bien se considerará reubicarlos.

Disponibilidad y calidad de agua

- El proyecto modificará los patrones de infiltración y de escurrimiento de agua pluvial, sin embargo, se implementarán las medidas necesarias para conducir y dirigir adecuadamente dichos escurrimientos hacia el arroyo, para su descarga igualmente mediante infraestructuras seguras para evitar la erosión de sus taludes, favoreciendo además la infiltración en el cauce del arroyo de flujo intermitente.
- No se afectará la calidad de agua superficial por arrastre de suelos ni por manejo inadecuado de residuos de cualquier tipo.
- No se alterarán las capacidades hídricas, ni se impedirá el flujo del arroyo.

Especies de flora y fauna

De acuerdo a la caracterización del medio natural, así como social, se puede establecer que el área del proyecto y la zona de influencia no presentan características únicas o excepcionales, con respecto a las partes restantes de la región, o de la UGAT 23, por lo que:

- No se afectarán ecosistemas únicos.
- Se evitará afectar a individuos pertenecientes a especies relictas o endémicas.
- Se evitará afectar a individuos pertenecientes a especies catalogadas en alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Naturalidad y Calidad

El sitio del proyecto se encuentra en una zona agrícola, sin embargo, sus alrededores y el sistema ambiental aún presentan cierto grado de naturalidad y calidad del ecosistema, por lo que se realizarán acciones para evitar dañar a la fauna durante el cambio de uso de suelo, además de que

éste se llevará a cabo de forma paulatina, dejando una zona de reserva para crecimiento a futuro. Por lo anterior se establece que:

- No se afectará la diversidad de flora y fauna existente en el sistema ambiental.
- La calidad y naturalidad en el sistema ambiental no se verá afectada de forma significativa, ya que la superficie del proyecto (34.9087 has) sólo representa el 0.194 % de la del sistema ambiental (17,921.3 has).
- No habrá afectación de especies vulnerables, raras, amenazadas o en peligro de extinción, para lo cual se concientizará al personal de no molestar, capturar, dañar o cazar fauna en el sitio del proyecto, y en cualquier sitio en general.

Grado de aislamiento

Debido a lo ya mencionado no se considera que el proyecto aisle o segmente poblaciones naturales ni modifique la biodiversidad del sistema ambiental.

Elementos de riesgo

No se presentarán elementos de riesgo durante el desarrollo del proyecto.

Elementos de Paisaje

- No habrá afectación, intervención o explotación de territorios con valor o riqueza paisajística.
- Se modificarán elementos del paisaje por el cambio de uso de suelo, la presencia de maquinaria y la construcción de infraestructura en el sitio.
- No habrá obstrucción de visibilidad.

v. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

v.1. Identificación de impactos.

El objetivo de este capítulo es identificar las acciones que puedan generar desequilibrios ecológicos y que por su magnitud e importancia provocarán daños permanentes al ambiente y/o contribuirán en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

Metodología para evaluar e identificar los impactos adversos sobre los recursos forestales.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se utilizó la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.*, (1998)

Como parte de la metodología, se identificaron y definieron las actividades o aspectos del proyecto que podrían generar impactos, así como los componentes de los factores ambientales susceptibles de verse afectados. Una vez definidas las actividades del proyecto y los componentes ambientales se elaboró una matriz de interacciones tipo Leopold, en la que las actividades y/o aspectos del proyecto se dispusieron en las columnas y los factores y componentes ambientales en los renglones de dicha matriz, a fin de identificar y representar las interacciones o dependencias directas entre éstas (factores ambientales, *i*, vs actividades del proyecto, *j*), las cuales se definieron brevemente para evitar confusiones y desviaciones en la evaluación que se hará posteriormente.

Una vez identificadas las interacciones ambientales relevantes para las diferentes etapas de proyecto, se procedió a calificar su impacto, considerando para ello los índices básicos y complementario propuestos por Bojórquez *et al.* (*op. cit.*).

La calificación para cada uno de los parámetros que conforman los índices básicos y complementarios fluctúa en una escala ordinaria, propuesta por el método citado, que comprende diez niveles de calificación (del 0 al 9), dependiendo del efecto que una actividad o aspecto del proyecto tendrá sobre el componente ambiental, A continuación, se describen brevemente los índices referidos.

- a) Índice básico. Este índice se obtiene utilizando los 3 parámetros básicos (magnitud, extensión y duración), mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = 1/27 (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

En donde: M_{ij} = Magnitud del impacto
 E_{ij} = Extensión de impacto
 D_{ij} = Duración de la acción

El origen de la escala de valoración es 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$$0.33 \leq IB \leq 1$$

- b) Índice complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = 1/27 (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

En este índice el origen de la escala es de 0, debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente rango:

$$0 \leq IC \leq 1$$

- c) Índice de impacto. El índice de impacto está dado por la combinación de los parámetros básicos y complementarios

Cuando existe alguno de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde: IB_{ij} = índice básico
IC_{ij} = índice complementario

Significancia de impacto. Una vez obtenidos los índices IB, IC e II (básico, complementario y de impacto, respectivamente) se procede a calcular la significancia del impacto (S_{ij}), tomando en consideración la existencia y, en su caso, la eficiencia esperada de las medidas de mitigación (T_{ij}) utilizando la siguiente fórmula:

$$S_{ij} = II_{ij} * (1 - 1/9(T_{ij}))$$

Donde: II_{ij} = Índice de impacto
T_{ij} = Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación

El valor de la significancia correspondería a los impactos residuales, ya que para obtener dicho valor de significancia se involucra la existencia y eficacia de las medidas de mitigación.

Asimismo, es necesario enfatizar que el valor de significancia se obtiene a partir de la valoración de los criterios que componen los índices básicos, complementario y de impacto, así como de la

valoración de la eficacia de las medidas de mitigación, tal y como de la valoración de la eficacia de las medidas de mitigación, tal como lo establece la metodología de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998).

Por lo anterior, con los resultados obtenidos de significancia se podrá fundamentar que cualquiera de los impactos identificados repercutirá en diferentes grados sobre los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, y que con ello se podrán identificar aquellos componentes ambientales sobre los que habrá que tener especial cuidado, implementando medidas de mitigación más estrictas, con el fin de evitar que con el desarrollo del proyecto se pongan en riesgo al hombre y a todos los organismos que conforman el sistema ambiental, así como la continuidad de los procesos naturales.

Con el uso de las ecuaciones señaladas se obtiene la significancia de cada impacto, cuyo posible rango de variación es de 0 a 1. Un valor final de cero significa la ausencia total del impacto, ya sea por su inexistencia o por su total mitigación. Por el contrario, un valor de 1 corresponde al máximo valor, lo que denota un impacto muy alto.

Los valores de la Significancia del impacto (S_{ij}) que se obtienen se clasifican de acuerdo con la siguiente escala:

Impacto no significativo	(NS) 0,00 a 0,24
Impacto poco significativo	(PS) 0,25 a 0,49
Impacto moderadamente significativo	(S) 0,50 a 0,74
Impacto significativo	(MS) 0,75 a 1,00

Algunas de las ventajas de la metodología utilizada son las siguientes:

- a) No se duplican las actividades del proyecto con respecto a los impactos;
- b) La información es organizada en un formato simple, no se elaboran matrices complejas;
- c) Los enjuiciamientos sobre los impactos son rastreables, no queda sujeta a la subjetividad del evaluador;
- d) Es un procedimiento sistemático y objetivo, en el que todos los impactos se evalúan bajo los mismos criterios;
- e) Existe mayor certidumbre en los resultados y se facilita la racionalidad en la toma de decisiones.
- f) Los datos reales, más fácilmente obtenidos para los criterios básicos, pueden ser separados de los valores más subjetivos enjuiciados para los criterios complementarios; y
- g) Los resultados permiten al equipo multidisciplinario estimar la eficiencia de las medidas de mitigación y en consecuencia se obtienen los impactos residuales; asimismo; se facilita explorar las alternativas.

Para la evaluación de los impactos ambientales se aplicaron las siguientes reglas de inferencia:

Se asume que cualquier impacto tiene, al menos, magnitud, extensión y duración, por lo que los criterios básicos son indispensables para valorar un impacto. Por otra parte, los criterios

complementarios pueden o no ocurrir, pero si se presentan provocan un incremento en el impacto. Asimismo, la mitigación tiene el efecto opuesto, es decir, disminuye la significancia del impacto. De esta manera, los criterios básicos definen las características directas e inmediatas y los complementarios toman en cuenta las relaciones de orden superior.

Cuando se tiene incertidumbre para determinar el valor de un parámetro, se asigna el mayor. Esta regla es consistente con una racionalidad precautoria para conflictos ambientales; esto es, disminuir la posibilidad de subestimar un impacto y minimizar el riesgo al público. Considerar un impacto negativo como significativo cuando faltan evidencias de lo contrario, mejora las evaluaciones de impacto ambiental.

Identificación de las acciones susceptibles o agentes causales de los impactos negativos sobre los recursos forestales.

Se identificaron las actividades del proyecto que pueden ocasionar impactos en el ambiente con base en lo descrito en el capítulo II, utilizando esta información se elaboró una lista de verificación, ordenándose de acuerdo con las etapas de la obra.

Tabla 64. Actividades principales para la construcción del monorelleno que pueden ocasionar impactos a los recursos forestales.

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
PREPARACIÓN DEL SITIO	Trazo y nivelación	Se realiza el trazo para ubicar las diferentes obras que se vayan a construir sobre el predio, así como la colocación de niveles de referencia.
	Desmonte	Se realizará tala de algunos árboles que se encuentran sobre el predio del monorelleno, igualmente se realiza un retiro o limpieza de vegetación existente sobre el terreno con herramienta manual, a gasolina y maquinaria.
	Terracerías	Retiro de la capa superficial fértil del terreno, junto con residuos vegetales, principalmente raíces (tierra vegetal). Cortes de terreno para la colocación de infraestructura complementaria.
CONSTRUCCIÓN	Excavaciones	Corte y modificación de la topografía natural de una sección del predio para la colocación de la infraestructura para las celdas.

	Compactación	Colocación de material de banco en el fondo de la celda para relleno, nivelación y compactación de la base de las celdas. Compactación en la superficie de infraestructura complementaria, para la colocación de cimentación.
	Colocación de geomembrana.	Sellado de suelo sobre la base de las celdas, con geomembrana para evitar escurrimientos de lixiviados hacia el subsuelo.
	Colocación de infraestructura complementaria.	Construcción de oficinas, casetas, caminos, cruces de arroyo, lavaderos, puertas de acceso, canales, vertedor de demasías y cercado perimetral.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Actividades en general de los operarios y vigilantes.	Uso de agua potable y generación de aguas residuales.

Definición e Identificación de los elementos forestales susceptibles de ser impactados.

De acuerdo con la metodología propuesta, en la tabla 65, se presentan los elementos forestales que pueden verse afectados por la ejecución del proyecto.

Los requisitos para la identificación y definición de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos por el Cambio de Uso de Suelo fueron los siguientes:

- Ser representativos del entorno afectado, y por lo tanto, del impacto total sobre el medio, producido por la ejecución del proyecto;
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto;
- Ser excluyentes, sin solapamientos ni redundancias;
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación al utilizar información estadística, cartográfica o trabajos de campo; y
- Cuantificables, dentro de lo posible.

v.2. Caracterización de los impactos.

Para identificar los impactos, se elaboró una matriz de interacciones de Leopold, entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales ordenándose encabezando las columnas las actividades del proyecto que se listaron en la Tabla 65, y sobre las filas se incluyeron los componentes de los factores ambientales susceptibles de afectación por la ejecución del proyecto, listados en la tabla correspondiente. La existencia de alguna interacción entre actividades y las obras del proyecto con los factores y componentes ambientales, se señalaron sombreando la celda de intercepción.

Definición de las interacciones identificadas.

Para evaluar con mayor objetividad las interacciones identificadas en la matriz, en la Tabla 66 se presenta la definición de cada una de ellas.

Tabla 65. Matriz Agente Causal - Recurso Impactado.

Elementos/componentes		Preparación del Sitio			Construcción				Operación
		Trazo y nivelación	Desmante	Despalme/ Terracerías	Excavación	Compactación	Colocación de geomembrana.	Colocación de infraestructura complementaria.	
Agua superficial.	Calidad del agua.		X						X
	Patrón de escurrimientos.		X			X	X	X	
	Uso de agua.								
Agua subterránea.	Calidad del agua.								X
	Recarga de acuíferos		X	X			X	X	
	Uso de agua.								X
Suelo.	Características físicas.			X	X	X			
	Características químicas.								X
	Erosión.		X	X				X	
Atmósfera.	Calidad del aire.		X	X	X	X			
	Contaminación auditiva.		X	X	X	X			
Vegetación.	Cobertura vegetal.		X	X				X	X



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

	Riqueza de especies.		X	X					X
	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010		X	X					X
Fauna	Distribución de especies.		X	X					X
	Riqueza de especies.		X	X					X
	Hábitat.		X						
	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.		X						X
Unidad de Paisaje.	Calidad estético-paisajística.		X	X	X			X	X
	Calidad visual.		X					X	X

Tabla 66. Definición de las interacciones identificadas.

Elemento/componente.		Actividad.	Descripción del impacto identificado.
Agua superficial.	Calidad del agua.	Desmante/Limpieza del terreno.	Tanto los residuos producidos por el desmante como el suelo desnudo sin protección vegetal son susceptibles de aportar material de arrastre por la precipitación pluvial. Hay saturación de materia orgánica en los cuerpos de agua y azolve de los mismos.
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	La presencia de actividades humanas puede producir residuos que se depositan al ambiente sin control o tratamiento alguno, provocando contaminación de los escurrimientos naturales.
	Patrón de escurrimientos.	Desmante.	Disminución de la cantidad de agua que se retendrá y se infiltrará al suelo, lo que incrementará el volumen de escurrimientos pluviales, así como su velocidad de escurrimiento.
		Compactación.	El uso de material de banco para relleno y compactación, reduce la capacidad de infiltración y modifica las pendientes de los escurrimientos naturales.
		Colocación de geomembrana.	La geomembrana es un aislante que sellará el suelo, impidiendo escurrimientos subsuperficiales acceder al subsuelo. Incrementa la cantidad de agua pluvial que se deposita en los cuerpos de agua.
		Colocación de infraestructura complementaria.	Modificará los escurrimientos naturales y se verán incrementadas las corrientes por el tirante de agua por parte de los desagües de estas obras, esto incrementa la fuerza de



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

			erosión hídrica. Los cruces de caminos en las corrientes de agua bloquean parcialmente el flujo natural del cauce.
Agua subterránea.	Calidad del agua.	En todas las etapas.	La presencia de maquinaria o actividad humana en el sitio, representa un riesgo de derrame de alguna sustancia que resulte peligrosa para el subsuelo, por ejemplo: combustibles o lubricantes de la maquinaria o vehículos. Al ser arrastrados por el agua, pueden afectar la calidad del agua en el subsuelo.
	Recarga de acuíferos	Desmonte.	La remoción de vegetación provoca la pérdida de capacidad de infiltración del suelo en un porcentaje del 30-50%.
		Despalme.	La capa fértil de suelo tiene la capacidad de conservar humedad y transmitirla al subsuelo, al removerse la capa de suelo fértil se pierde esta cualidad.
		Colocación de geomembrana.	Con la presencia de la geomembrana, el suelo perderá totalmente la capacidad de escurrir verticalmente las corrientes subterráneas que terminan en los mantos freáticos.
		Colocación de infraestructura complementaria.	De la misma manera, el material con que se construye la infraestructura complementaria es impermeable y evita que el suelo perciba humedad e infiltre agua hacia el subsuelo.
Uso de agua.	Actividades en general de los operarios y vigilantes.	La presencia del proyecto durante su vida útil propicia una demanda periódica y constante de agua para su funcionamiento y servicio.	
Suelo.	Características físicas.	Despalme.	Las características físicas del suelo se modifican significativamente al despojar un terreno de la cobertura



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

			vegetal, cambia la constitución física al estar expuesto a la fuerza abrasiva del viento y lluvia.
		Excavación.	La excavación representa el corte y retiro de todos los perfiles edáficos que constituyen el suelo en el sitio, por lo tanto es un efecto totalmente destructivo del componente.
		Compactación.	Implica el uso de nuevo material, de naturaleza diferente a la del suelo contiguo donde se depositará este. Además, por su característica física, es capaz de compactarse a grandes presiones, que resulta un suelo poco fértil y apto para establecimiento de nueva vegetación.
	Características químicas.	Despalme	La reserva de carbono almacenado en el suelo representa un importante porcentaje del carbono que capturan los matorrales, que al remover la capa de suelo vegetal, se estaría liberando a la atmósfera una buena cantidad de gases de efecto invernadero.
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	Y durante la mayoría de las etapas, el suelo está expuesto a riesgo de algún derrame de sustancias extrañas que puedan cambiar su constitución química, volviéndolo tóxico para la microbiota y por consiguiente para la vegetación.
	Erosión.	Despalme.	La remoción de la capa vegetal deja expuesto el suelo para sufrir inminente erosión eólica e hídrica.
		Desmante.	La erosión del suelo ocurrirá al retirar la capa fértil, se estima generar un volumen de 60,000 m ³ de tierra aproximadamente-te. Si su almacenamiento temporal no es adecuado puede ser arrastrada por el viento o por las lluvias.



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

		Colocación de infraestructura complementaria.	La presencia de infraestructura que escurre y hace incidir el 100% de la precipitación sobre determinados puntos en el terreno provocará erosión del suelo en las zonas aledañas a estas obras.
Atmósfera.	Calidad del aire.	Despalme.	<p>Aumento en la concentración de polvos fugitivos en el aire en el sitio del proyecto, generada por la circulación de maquinaria pesada y la acción del viento.</p> <p>Se perderá la capacidad de intercambio gaseoso por parte de la vegetación, lo que afectará la regulación del microclima por la ausencia de vegetación en la zona, además que no puede ser restaurado este servicio ambiental durante la operación del proyecto.</p>
		Desmonte/Terracerías.	<p>Aumento en la emisión de gases de combustión (CO, CO2 y NOX) de combustibles fósiles (gasolina y diesel) en el sitio.</p> <p>Además del incremento de la concentración de polvos y partículas por el movimiento de las capas edáficas.</p> <p>La remoción de suelo forestal es una de las principales fuentes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Y se reduce la capacidad de captura de carbono gaseoso por parte de la vegetación.</p>
		Excavación.	Aumento en la concentración de polvos fugitivos en el aire en el sitio del proyecto, generada por la circulación de
		Compactación.	



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

			maquinaria pesada, remoción de terracería y la acción del viento.
	Contaminación auditiva.	Despalme.	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo de construcción, y la circulación de vehículos.
		Desmante/Terracerías.	
		Excavación.	
		Compactación.	
Vegetación.	Cobertura vegetal.	Desmante.	Pérdida de una parte de la vegetación en el predio, y de sus funciones y servicios ambientales, como intercambio gaseoso, captura de carbono, refugio, protección de suelos, regulación de microclima.
		Despalme/Terracerías.	Se perderá la capacidad de regeneración y desarrollo de vegetación durante la operación del proyecto.
		Colocación de infraestructura complementaria.	Se verá trastornado el ciclo de la sucesión vegetativa natural al modificarse el suelo donde se ubicarán las celdas del relleno.
	Actividades en general de los operarios y vigilantes.		
	Riqueza de especies.	Desmante.	La riqueza de especies, que para este sitio se considera buena, se afectará ya que se considera la remoción de alrededor de 7 hectáreas de vegetación para colocación de celdas e infraestructura. Sitio donde no podrá establecerse nueva vegetación hasta el abandono del predio.



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

		Colocación de infraestructura complementaria.	Se perderá la capacidad de regeneración y desarrollo de vegetación durante la operación del proyecto.
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	Se verá trastornado el ciclo de la sucesión vegetativa natural al modificarse el suelo donde se ubicarán las celdas del relleno.
	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Desmonte.	Las especies existentes en el área de las celdas serán retiradas del sitio, sin oportunidad para desarrollo y proliferación.
		Colocación de infraestructura complementaria.	La presencia del proyecto no permitirá el establecimiento, crecimiento y proliferación de las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Actividades en general de los operarios y vigilantes.			
Fauna	Distribución de especies.	Desmonte.	Pérdida de vegetación que sirve para refugio, descanso, alimentación y anidación de fauna.
		Colocación de infraestructura complementaria.	Imposibilidad de establecer nuevos sitios de anidamiento durante la operación del proyecto.
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	
	Riqueza de especies.	Desmonte.	Migración de fauna silvestre hacia otros sitios, por las molestias que puedan causarles las obras y actividades, la presencia humana en el sitio y la emisión de ruido.
Colocación de infraestructura complementaria.			



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	Posible presencia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que serán desplazadas de su hábitat. Imposibilidad de establecer nuevos sitios de anidamiento durante la operación del proyecto.
	Hábitat.	Desmante.	Pérdida de vegetación que sirve para refugio, descanso, alimentación y anidación de fauna.
		Operación del monorelleno en general.	Pérdida de cavidades y agujeros que sirven de madrigueras a la fauna, provocada por el despalme del suelo.
	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Desmante.	Posible presencia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que serán desplazadas de su hábitat.
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	Migración de fauna silvestre hacia otros sitios, por las molestias que puedan causarles las obras y actividades, la presencia humana en el sitio y la emisión de ruido.
Unidad de Paisaje.	Calidad estético-paisajística.	Desmante.	El desmante de una parte del predio y la infraestructura construida serán un impacto temporal a mediano plazo en el paisaje. Al término de la vida útil, habrá un claro donde se clausurarán las celdas, desprovisto de vegetación y de suelo conformado.
		Despalme/Terracerías.	
		Excavación.	
		Colocación de infraestructura complementaria.	
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	

Tomando como base la matriz del punto anterior se identificaron los impactos negativos por recurso impactado, identificando al agente causal, por el cambio de uso de suelo en un terreno forestal.

v.3. Valoración de los impactos.

La evaluación consiste en califica cada interacción mediante la aplicación de un conjunto de once criterios catalogados como básicos, complementarios y calificadores (Bojórquez-Tapia, 1989; Duinker y Beanlands, 1986), los cuales son referidos en la Tabla 67. Estos criterios se evaluaron bajo la escala ordinal propuesta por el método utilizado, que comprende diez niveles de magnitud (del 0 al 9), dependiendo del efecto que una actividad tiene sobre el componente. Los criterios calificadores información y estándares, se evaluaron como presente o ausente, mientras que la certeza y la confianza como baja o alta.

Tabla 67. Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar la significancia de impactos.

CRITERIOS	DEFINICIÓN		
BÁSICOS			
Magnitud (M)	Intensidad de la afectación en el área del impacto		
Extensión (E)	Área de afectación con respecto a la disponible en la zona de estudio		
Duración (D)	Tiempo del efecto		
COMPLEMENTARIOS			
Sinergia (S)	Interacciones de orden mayor entre impactos		
Acumulación (A)	Presencia de efectos aditivos de los impactos		
Controversia (C)	Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto		
Mitigación (T)	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación		
CALIFICADORES			
Información	Cantidad y calidad de los datos que soportan la predicción		
Certeza	Probabilidad de ocurrencia		
Confianza	Certidumbre y/o incertidumbre con respecto a la predicción del impacto		
Estándares	Regulaciones ambientales (leyes, reglamentos, normas, etc.)		
Escala ordinal utilizada para evaluar cada uno de los criterios de significancia			
VALOR	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	VALOR	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
1	De Nulo a Bajo	6	Moderado a Alto

2	Muy Bajo	7	Alto
3	Bajo	8	Muy Alto
4	Bajo a Moderado	9	Extremadamente Alto
5	Moderado		

Los parámetros, criterios y escalas utilizados para asignarle valor a cada parámetro de la interacción identificada se definen en la Tabla 68 y tabla 70.

Es importante aclarar que la valoración depende en gran medida del criterio de los especialistas en cada uno de los elementos y componentes ambientales del proyecto.

Tabla 68. Parámetros y escala de evaluación utilizada (Impactos negativos sobre los componentes físicos bióticos).

PARÁMETROS	CRITERIOS Y ESCALA		
	1--3	4--6	7--9
Magnitud (M)	Baja, cuando la afectación cubre menos del 10% de los recursos existentes; o los valores de afectación representan menos de la mitad del valor del límite máximo permisible por la normativa ambiental	Media, cuando la afectación cubre del 10% al 50% de los recursos existentes; o cuando los valores de afectación representan de la mitad del valor límite al límite máximo permisible por la normativa ambiental.	Alta, cuando la afectación es mayor del 50% de los recursos existentes; o ésta rebasa los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa ambiental.
Extensión (E)	Puntual, afectación directa en sitio donde se ejecuta la acción, hasta el límite del predio.	Local, si el efecto se presenta entre el área del predio y el límite del área de estudio	Regional, el efecto se manifiesta más allá del área de estudio
Duración (D)	Corta, cuando la actividad dura hasta 1 mes	Mediana, la acción dura de más de 1 mes y hasta 1 año	Larga, la actividad dura más de 1 año
PARÁMETROS	CRITERIOS Y ESCALA		
	0--3	4--6	7--9
Sinergia (S)	Nula a mínima, una acción sobre un factor, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	Moderada, Cuando una acción actuando sobre un factor una acción poco relevante con respecto a las incidencias individuales contempladas aisladamente	Alta, Cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente

Acumulación (A)	Nula a mínima, el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u actividades del propio ó éstos son de poca magnitud (menor al 20%) con respecto a los existentes	Moderada, cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio, pero éstos aportan del 20 al 60% con respecto a la magnitud de los existentes	Alta, cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u actividades del propio y éstos son superiores al 60% con respecto a la magnitud de las existentes
Controversia (C)	Nula a mínima, no hay oposición o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones.	Moderada, existe oposición social, las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad.	Alta, existe mucha oposición para el desarrollo del proyecto, las partes interesadas reducen del 60 al 100% el impacto ambiental identificado.
Mitigación (T)	Nula a baja, no hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta un 30% de impacto ambiental identificado.	Media, existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado.	Alta a muy alta, las medidas de mitigación aplicadas reducen del 60 al 100% el impacto ambiental identificado.

Tabla 69. Parámetros y escala de evaluación utilizada (Impactos negativos sobre el paisaje).

PARÁMETROS	CRITERIOS Y ESCALA		
	1--3	4--6	7--9
Magnitud (M)	Mínimo: cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad intrínseca baja	Moderado: cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad intrínseca media	Alta: cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad intrínseca alta
Extensión (E)	Puntual: cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de baja calidad visual	Local, cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad visual media	Regional, cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de alta calidad visual
Duración (D)	Corta, cuando la actividad dura 1 mes	Mediana, la acción dura de 1 mes hasta 1 año	Larga, la actividad dura más de 1 año
PARÁMETROS	CRITERIOS Y ESCALA		
	0--3	4--6	7--9

Sinergia (S)	Nula a mínima, una acción sobre un factor, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	Moderada, cuando una acción actuando sobre un factor produce una acción poco relevante con respecto a las incidencias individuales contempladas aisladamente	Alta, cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente
Acumulación (A)	Nula a Mínima, el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u actividades del propio ó éstos son de poca magnitud (menor al 20%) con respecto a los existentes	Moderada, el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u actividades del propio, pero éstos aportan del 20 al 60% con respecto a la magnitud de los existentes	Alta, cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio y éstos son superiores al 60% con respecto a la magnitud de los existentes o incluso los rebasan.
Controversia (C)	Nula a mínima, no hay oposición o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones.	Moderada, existe oposición social, las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad	Alta, existe mucha oposición para el desarrollo del proyecto, las partes interesadas han recurrido a instancias legales
Mitigación (T)	Nula a baja, no hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta un 30% del impacto ambiental identificado	Media, existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado	Alta a muy alta, las medidas de mitigación aplicadas reducen del 60 al 100% el impacto ambiental identificado

Para realizar la evaluación de las interacciones identificadas y obtener la significancia parcial y final de cada impacto, se aplicaron las ecuaciones referidas en la Tabla 70.

Tabla 70. Ecuaciones aplicadas para la evaluación y significancia de los impactos.

ÍNDICES OBTENIDOS	FÓRMULA APLICADA
Criterios básicos	$MED_{ij} = \frac{1}{27} * (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$
Criterios complementarios	$SAC_{ij} = \frac{1}{27} * (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$
Significancia parcial	$I_{ij} = (MED_{ij})^{(1-SAC_{ij})}$

Significancia final, considerando las medidas de mitigación	$S_{ij} = I_{ij} * \left[1 - \frac{1}{9}(T_{ij}) \right]$	
Donde:		
M _{ij} = Magnitud; S _{ij} = Efectos sinérgicos;	E _{ij} = Extensión espacial; A _{ij} = Efectos acumulativos;	D _{ij} = Duración; C _{ij} = Controversia;
I _{ij} = Importancia o significancia parcial del impacto; S _{ij} = Significancia final del impacto; T _{ij} = Medida de mitigación.		

Matriz de impacto – ponderación (de importancia del impacto).

Posterior a la identificación de las interacciones de impacto entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales para las diferentes etapas del proyecto, se procede a evaluar su impacto. En la Tabla 71 se presenta la evaluación realizada para cada una de las interacciones identificadas, y en la Tabla 72 se presenta el valor de significancia para cada uno de los impactos identificados.

La ponderación es un proceso que permite detectar la importancia relativa de cada uno de los impactos potenciales, en función de sus características. Para la ponderación de la importancia y trascendencia de los impactos identificados y descritos en el inciso anterior y de acuerdo a los parámetros descritos en la metodología, se conformaron las siguientes matrices de importancia:

Tabla 71. Evaluación de las interacciones identificadas para el Monorelleno.

Elemento	Componente	Actividad	Criterios básicos			Criterios complementarios				Índice básico	Índice complementario	Impacto sin mitigación		Significancia	
			M	E	D	S	A	C	T	MEDij	SACij	Iij	Tipo	Sij	Tipo
Agua superficial.	Calidad del agua.	Desmote/Limpieza del terreno.	5	3	2	0	3	0	0	0.37	0.11	0.414	PS	0.414	PS
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	2	1	8	0	0	0	4	0.41	0.00	0.407	PS	0.226	NS
	Patrón de escurrimientos.	Desmote.	3	3	8	5	5	1	2	0.52	0.41	0.678	S	0.527	S
		Compactación.	3	2	8	5	5	1	1	0.48	0.41	0.648	S	0.576	S
		Colocación de geomembrana.	3	2	9	6	5	1	0	0.52	0.44	0.694	S	0.694	S
		Colocación de infraestructura complementaria.	3	2	7	3	5	1	4	0.44	0.33	0.582	S	0.324	PS
Agua subterránea.	Calidad del agua.	En todas las etapas.	1	2	8	0	3	0	4	0.41	0.11	0.450	PS	0.250	PS
	Recarga de acuíferos	Desmote.	4	3	3	0	3	0	0	0.37	0.11	0.414	PS	0.414	PS
		Despalme.	4	3	3	0	3	0	0	0.37	0.11	0.414	PS	0.414	PS
		Colocación de geomembrana.	4	2	8	0	3	0	0	0.52	0.11	0.558	S	0.558	S
		Colocación de infraestructura complementaria.	3	2	8	0	1	0	3	0.48	0.04	0.495	PS	0.330	PS
Uso de agua.	Actividades en general de los operarios y vigilantes.	2	1	8	0	1	0	4	0.41	0.04	0.421	PS	0.234	NS	
Suelo.	Características físicas.	Despalme.	5	3	3	0	3	0	6	0.41	0.11	0.450	PS	0.150	NS

		Excavación.	5	2	8	0	1	0	0	0.56	0.04	0.568	S	0.568	S
		Compactación.	5	2	9	0	1	0	0	0.59	0.04	0.604	S	0.604	S
	Características químicas.	Despalme	5	3	3	0	3	0	6	0.41	0.11	0.450	PS	0.150	NS
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	2	1	8	0	0	0	4	0.41	0.00	0.407	PS	0.226	NS
	Erosión.	Despalme.	5	3	3	0	0	0	6	0.41	0.00	0.407	PS	0.136	NS
		Desmonte.	5	3	3	0	3	0	6	0.41	0.11	0.450	PS	0.150	NS
		Colocación de infraestructura complementaria.	3	2	8	0	1	0	6	0.48	0.04	0.495	PS	0.165	NS
Atmósfera.	Calidad del aire.	Desmonte.	4	3	3	0	3	0	3	0.37	0.11	0.414	PS	0.276	PS
		Despalme/Terracerías.	6	3	3	0	3	0	3	0.44	0.11	0.486	PS	0.324	PS
		Excavación.	6	2	8	0	1	0	3	0.59	0.04	0.604	S	0.403	PS
		Compactación.	5	2	8	0	1	0	3	0.56	0.04	0.568	S	0.379	PS
	Contaminación auditiva.	Desmonte.	4	3	3	0	0	0	1	0.37	0.00	0.370	PS	0.329	PS
		Despalme/Terracerías.	4	3	3	0	0	0	1	0.37	0.00	0.370	PS	0.329	PS
		Excavación.	4	2	8	0	0	0	1	0.52	0.00	0.519	S	0.461	PS
		Compactación.	4	2	9	0	0	0	1	0.56	0.00	0.556	S	0.494	PS
Vegetación.	Cobertura vegetal.	Desmonte.	5	3	8	5	5	1	4	0.59	0.41	0.733	S	0.407	PS
		Despalme/Terracerías.	5	3	8	5	5	1	4	0.59	0.41	0.733	S	0.407	PS



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

		Colocación de infraestructura complementaria.	3	2	8	0	1	0	4	0.48	0.04	0.495	PS	0.275	PS	
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	2	1	8	0	1	0	6	0.41	0.04	0.421	PS	0.140	NS	
	Riqueza de especies.	Desmante.	5	3	8	0	3	0	6	0.59	0.11	0.628	S	0.209	NS	
		Colocación de infraestructura complementaria.	3	2	8	0	1	0	4	0.48	0.04	0.495	PS	0.275	PS	
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	2	1	8	0	1	0	6	0.41	0.04	0.421	PS	0.140	NS	
	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Desmante.	5	3	8	0	3	0	6	0.59	0.11	0.628	S	0.209	NS	
		Colocación de infraestructura complementaria.	3	2	8	0	1	0	0	0.48	0.04	0.495	PS	0.495	PS	
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	2	1	8	0	1	0	6	0.41	0.04	0.421	PS	0.140	NS	
	Fauna	Distribución de especies.	Desmante.	5	3	3	0	3	0	1	0.41	0.11	0.450	PS	0.400	PS
			Colocación de infraestructura complementaria.	3	2	8	0	1	0	3	0.48	0.04	0.495	PS	0.330	PS
			Actividades en general de los operarios y vigilantes.	2	1	8	0	1	0	6	0.41	0.04	0.421	PS	0.140	NS
		Riqueza de especies.	Desmante.	5	3	3	0	3	0	1	0.41	0.11	0.450	PS	0.400	PS
Colocación de infraestructura complementaria.			3	2	8	0	1	0	3	0.48	0.04	0.495	PS	0.330	PS	
Actividades en general de los operarios y vigilantes.			2	1	8	0	1	0	6	0.41	0.04	0.421	PS	0.140	NS	

	Hábitat.	Desmonte.	5	3	3	0	3	0	1	0.41	0.11	0.450	PS	0.400	PS
		Operación del monorelleno en general.	5	3	8	0	3	0	6	0.59	0.11	0.628	S	0.209	NS
	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Desmonte.	5	3	3	0	3	0	1	0.41	0.11	0.450	PS	0.400	PS
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	2	1	8	0	1	0	6	0.41	0.04	0.421	PS	0.140	NS
Unidad de Paisaje.	Calidad estético-paisajística.	Desmonte.	5	3	8	0	3	0	1	0.59	0.11	0.628	S	0.558	S
		Despalme/Terracerías.	5	3	8	0	3	0	2	0.59	0.11	0.628	S	0.488	PS
		Excavación.	5	2	8	0	1	0	1	0.56	0.04	0.568	S	0.505	S
		Colocación de infraestructura complementaria.	3	2	8	0	1	0	9	0.48	0.04	0.495	PS	0.000	NS
		Actividades en general de los operarios y vigilantes.	2	1	8	0	0	0	6	0.41	0.00	0.407	PS	0.136	NS

*Valores utilizados: NS = No significativo (0.0 – 0.249); PS = Poco significativo (0.25 – 0.499); S = Significativo (0.5 – 0.749); y, MS = Muy Significativo (> 0.75).

Matriz de Impacto – Recurso (con nivel de significancia del impacto).

Con los resultados de la ponderación se construye la matriz que relaciona los recursos e impactos, para tener mayores elementos de juicio sobre las medidas de prevención y mitigación a tomarse.

Tabla 72. Matriz con valores de significancia para los impactos identificados por el monorelleno.

Elementos/ componentes		Preparación del Sitio			Construcción				Operación
		Trazo y nivelación	Desmonte	Despalme/ Terracerías	Excavación	Compactación	Colocación de geomembrana.	Colocación de infraestructura complementaria.	Actividades en general de los operarios y vigilantes.
Agua superficial.	Calidad del agua.		PS						NS
	Patrón de escurrimientos.		S			S	S	PS	
	Uso de agua.								
Agua subterránea.	Calidad del agua.								PS
	Recarga de acuíferos		PS	PS			S	PS	NS
	Uso de agua.								NS
Suelo.	Características físicas.			NS	S	S			
	Características químicas.			NS					NS
	Erosión.		NS	NS				NS	
Atmósfera.	Calidad del aire.		PS	PS	PS	PS			
	Contaminación auditiva.		PS	PS	PS	PS			
Vegetación.	Cobertura vegetal.		PS	PS				PS	NS
	Riqueza de especies.		NS	PS					NS



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010		NS	PS					NS
Fauna	Distribución de especies.		PS	PS					NS
	Riqueza de especies.		PS	PS					NS
	Hábitat.		PS						
	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.		PS						NS
Unidad de Paisaje.	Calidad estético-paisajística.		S	PS	S			NS	NS

v.4. Conclusiones.

Resultado del análisis sobre los impactos ambientales que se identificó que estarían imperando por la realización del presente proyecto, se puede constatar que los principales recursos que serán impactados de forma significativa por las actividades a ejecutarse, son:



- La modificación y afectación en el patrón de escurrimientos natural que actualmente tiene el terreno. Dada la modificación física que sufrirá el suelo por la remoción de vegetación y de las capas de suelo superficiales para dar lugar a la construcción de las plataformas del relleno. La compactación evita o reduce la infiltración de agua hacia el subsuelo, aunado a la presencia de geomembrana, quedaría prácticamente un sello impermeable en el sitio.
- La recarga de acuíferos en esta porción superficial donde se colocará la geomembrana, se verá severamente afectada por que será un elemento permanente que evitará el paso de agua hacia el subsuelo.
- Las características físicas del suelo sufrirían una modificación muy significativa dada la acción mecánica que se aplicará con maquinaria pesada sobre el elemento suelo. Se romperá la constitución natural que impera actualmente, dada la remoción y reubicación del suelo hacia otra área de almacenamiento temporal. Y el suelo removido será sustituido por material edáfico compactable.
- El desmonte y la excavación en la zona de plataformas, modificará la calidad estético-paisajística, sustituyendo la vegetación natural por elementos de infraestructura que serán colocados en el sitio definido para esta actividad. Esta acción tendrá un efecto a largo plazo, dado que estará presente el tiempo que durará la vida útil del proyecto.

Estos impactos relevantes identificados a pesar de su significancia en el Sistema, no atentan contra la integridad funcional y la resiliencia del sitio, dado que los impactos en su mayor parte de superficie son puntuales y reversibles y no tienen un efecto acumulativo o sinérgico sobre los recursos naturales que se encuentran en el Sistema Ambiental.

Existen elementos y factores naturales en el Sistema Ambiental que, por su estado de conservación, al momento de eliminar la acción impactante del proyecto, aún tendrá la capacidad de restituirse por encima de la calidad de su estado actual, con excepción de la superficie en la que se construirán las plataformas para relleno.

El estado natural del sitio se ha visto deteriorado por la presión de la actividad agropecuaria extensiva que se practica actualmente sobre el sitio, sin un manejo sustentable del aprovechamiento de suelo y vegetación. Sin embargo, en el proyecto se plantean medidas de compensación y restauración durante y al término del proyecto.

Primero se establecerá una protección del predio contra pastoreo, mediante cercado perimetral. En el área no destinada para infraestructura, se realizará un programa integral de restauración de la

 	<p>INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES</p> <hr style="border: 2px solid #0070C0;"/> <p><u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u></p>
---	--

vegetación y captación de suelo y agua. Se proyecta que, al momento del abandono del proyecto, se tenga una vegetación completamente constituida y funcional para el restablecimiento de poblaciones de animales y la prestación de servicios ecosistémicos mayores a los que actualmente se brindan por este Sistema. Este programa implica la realización de obras de captación de suelo y agua que estarán operando desde el primer año del proyecto, de esta forma se incrementará la captación de agua, la reducción en la pérdida de suelo, adicionalmente se propicia el crecimiento de las especies vegetales reforestadas y las que ya se encuentran en el sitio, las cuales, con la presencia de mayor humedad, tendrán mayor tasa de crecimiento. Resultando en un establecimiento de la vegetación en menor tiempo.

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

En este capítulo se establecerán los argumentos que demuestran la viabilidad del cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, de acuerdo a lo que establece el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Hay cuatro secciones que se analizarán individualmente con sus datos y fundamentos en congruencia a la información plasmada en este Documento.

Que no se comprometerá la biodiversidad.

Los recursos biológicos existentes en el predio se verán impactados irreversiblemente, especialmente la flora. Sin embargo, las especies de flora a nivel herbáceo fungen como indicadores de disturbio y son comunes de terrenos baldíos urbanos y predios agrícolas convertidos en tierras de ocio. Los listados demuestran que no hay suficientes coincidencias entre las especies identificadas en la cuenca contra las identificadas en el predio, esto es indicador del desplazamiento de especies pioneras secundarias sobre la flora nativa que existe en el resto de la cuenca, y de la cual no se pone en riesgo alguna especie por la ejecución del proyecto.

En el estrato arbóreo, se encontraron algunas coincidencias entre la flora de la cuenca y la del predio. Los índices de importancia para la cuenca colocan a la especie *Mimosa monacistra* como la mayor, siguiéndole *Prosopis laevigata*, en segundo lugar, de importancia. En el predio se encontró que *P. laevigata* es la de mayor importancia. En ambos sectores, *P. laevigata* es una de las especies arbóreas de mayor importancia, indicando que en la cuenca pueden encontrarse con amplia distribución, incluso fuera de la cuenca y en la región de la meseta central del país (Rzedowski, 2001). A pesar del volumen forestal a retirarse en el predio, la cuenca se encuentra bien representada por esta especie, la de mayor importancia biológicamente, por lo tanto, no se compromete la existencia de esta especie en la cuenta y región.

Tabla 73. Riqueza de la flora en ambas escalas de estudio.

	Microcuenca	Predio
Abundancia	190	1087
Cobertura	0.5919	0.5924
Indice de diversidad Shannon	2.7328	2.7840
H max	3.4011	3.8712

H: diversidad

El índice de Shannon refleja la heterogeneidad de una continuidad sobre la base de 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 (Pla, 2006). Esto es si una comunidad de S especies es muy homogénea, en este caso, *Mimosa monacistra* es una especie dominante, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran

igualmente abundantes. De acuerdo con la diferencia de índices de Shannon, se puede declarar que la comunidad en el predio resulta ser similarmente homogénea que la de la subcuenca, indicando que el predio cuenta con una riqueza específica similar que lo que se encuentra en la subcuenca, a pesar del grado de impacto antrópico por el que ha pasado el predio de interés.

La diversidad máxima (H_{max}) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes (Pla, 2006). Tabla 73 muestra la diferencia en riqueza en especies entre la subcuenca y el predio, se aprecia que la subcuenca dobla en cantidad la del predio. Comparando al índice de Shannon calculado contra la diversidad máxima (H_{max}), se alcanza una diversidad similar en la subcuenca que en el predio.

Adicionalmente se reporta una especie en la NOM-059 en el predio, por lo que no se llevarán a cabo actividades para el rescate de la mayoría de individuos de *Ferocactus latispinus*, sin embargo, su distribución es amplia en la región por lo que no se compromete su condición al efectuar el proyecto.

Finalmente, la información antes discutida y presentada en tablas (capítulo IV y V) evidencia que existe diversidad biológica en la cuenca suficientemente representada que no se pondrán en riesgo en cuanto a distribución y abundancia en cuanto a la flora de la subcuenca.

Que no se provocará la erosión de suelos.

El clima, el suelo, la topografía, y las prácticas de conservación y manejo de cultivos, afectan la erosión del suelo y la habilidad para predecir estos efectos es una clave para la planeación de la conservación, por lo tanto, existen varios modelos simples y complicados para predecir la erosión a nivel de suelo, parcelas, campo y cuencas.

El cálculo de la erosión hídrica exclusivamente en las áreas del proyecto en base a la ecuación universal de pérdida de suelos. Se calcula erosión potencial como la erosión que se presentaría si a un suelo se le retirara la vegetación y estuviera arado permanentemente. Es el resultado de los factores RKLSCP tomando en cuenta una lluvia anual de 584 mm como dato histórico calculado de acuerdo con la estación climatológica más cercana.

Factor R. El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Normalmente este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos consecutivos (I30) y se determina la energía cinética asociada (EC). El producto de ambas es la erosividad de la lluvia. Debido a la carencia de información relativa a la intensidad en periodos de tiempo tan cortos, se optó por aplicar ecuaciones de erosividad asociadas con las 14 diferentes regiones de la república mexicana (Figura 78 y tabla 75) determinadas por Cortés (Montes-León *et al.*, 2011).

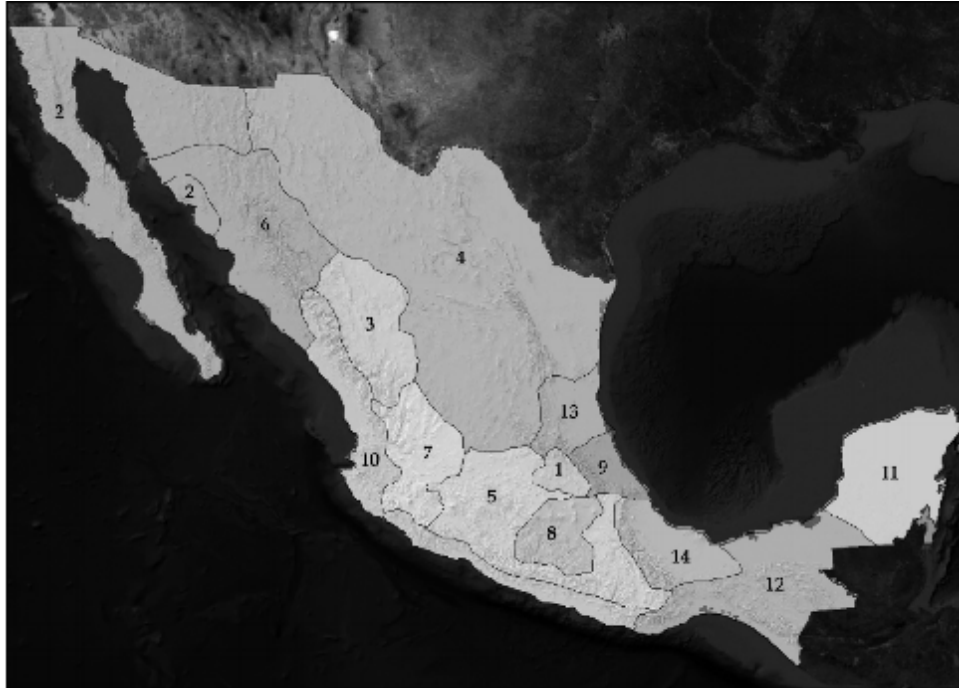


Figura 78. Regionalización nacional de Factor R (Montes-Leon,2011).

Tabla 74. Ecuaciones regionalizadas para la república mexicana (Montes-Leon, 2011).

Región	Ecuación	R ²
1	$1.2078 * P + 0.002276 * P^2$	0.92
2	$3.4555 * P + 0.006470 * P^2$	0.93
3	$3.6752 * P - 0.001720 * P^2$	0.94
4	$2.8959 * P + 0.002983 * P^2$	0.92
5	$3.4880 * P - 0.000188 * P^2$	0.94
6	$6.6847 * P + 0.001680 * P^2$	0.9
7	$(-0.0334) * P + 0.0061 * P^2$	0.98
8	$1.9967 * P + 0.003270 * P^2$	0.98
9	$7.0458 * P - 0.002096 * P^2$	0.97
10	$6.8938 * P + 0.000442 * P^2$	0.95
11	$3.7745 * P + 0.004540 * P^2$	0.98
12	$2.4619 * P + 0.006067 * P^2$	0.96
13	$10.7427 * P - 0.001008 * P^2$	0.97
14	$1.5005 * P + 0.002640 * P^2$	0.95

Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación anual y con un modelo lineal muy simple estimarlo. Para estimar el valor de erosividad para la región de Aguascalientes se puede aplicar la siguiente ecuación de la región:

$$R = 2.8959 p + 0.002983 p^2$$

Donde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

p = Precipitación media anual de la región.

Si la precipitación media de la región es de 584 mm anuales, entonces el valor de R sería:

$$R = 2.8959 (584) + 0.002983 (584)^2$$

$$R = 1017.37 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Factor K. El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por: 1) el salpicado de las gotas durante un evento de lluvia, 2) el flujo superficial o 3) por la acción de ambos fenómenos. Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (Montes, 2002).

Así mismo se ubica el factor de erosionabilidad del suelo según el monograma de cálculo usado para ubicar el valor de K para los dos tipos de suelo que se encontraron en el área del proyecto, de acuerdo con la carta edafológica 1:250,000 del INEGI, según se indica en el sistema de información geográfico.

Para condiciones de campo se recomienda el uso de la Tabla 75, para que, con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K) (SAGARPA).

Tabla 75. Factor K, de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB (Montes-Leon *et al.*, 2011).

Orden	Textura		
	G	M	F
Acrisol	0.026	0.04	0.013
Albeluvisol	0.026	0.04	0.013
Alisol	0.026	0.04	0.013
Andosol	0.013	0.02	0.007
Anthrosol	0.013	0.02	0.007
Arenosol	0.053	0.079	0.026
Calcisol	0.026	0.04	0.013
Cambisol	0.053	0.079	0.026
Chemozem	0.026	0.04	0.013

Cryosol	0.013	0.02	0.007
Durisol	0.026	0.04	0.013
Ferralsol	0.053	0.079	0.026
Fluvisol	0.053	0.02	0.007
Gleysol	0.026	0.04	0.013
Gypsisol	0.013	0.02	0.007
Histosol	0.026	0.04	0.013
Kastanozem	0.013	0.02	0.007
Leptosol	0.013	0.02	0.007
Lixisol	0.013	0.02	0.007
Luvisol	0.053	0.079	0.026
Nitisol	0.026	0.04	0.013
Phaeozem	0.026	0.04	0.013
Planosol	0.026	0.04	0.013
Plinthosol	0.053	0.079	0.026
Podzol	0.026	0.04	0.013
Regosol	0.053	0.079	0.026
Solonchak	0.026	0.04	0.013
Solonetz	0.053	0.079	0.026
Umbrisol	0.026	0.04	0.013
Vertisol	0.053	0.079	0.026

*G: grueso M: medio F: fino

El tipo de suelo en el predio se determinó como *Phaeozem* y en las visitas de campo se tomaron y observaron algunas muestras que tienen un aspecto de tipo *medio*. Con estos datos se determina una K de:

$$K = 0.04$$

Factor LS. El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S). La longitud L se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido.

El factor de grado de pendiente (S) refleja la influencia del ángulo de la misma en la erosión. La pendiente puede ser determinada usando mapas topográficos con curvas a nivel equidistantes, si se tiene el cuidado adecuado, o en el mejor de los casos, utilizando un MDE (Modelo Digital de Elevaciones).

La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. En el caso del predio, se realizaron diferentes repeticiones de la toma de pendiente.

Tabla 76. Mediciones de las pendientes sobre el predio.

Observación	Elev. Max	Elev. Min	Distancia	Pendiente %	LS
1	99	90	260	3.46%	0.7998
2	106	90	318	5.03%	1.7278
3	115	90	340	7.35%	2.9276
4	127	90	520	7.12%	3.4655
5	137	91	660	6.97%	3.7923
6	140	92	654	7.34%	4.0527
7	140	94	620	7.42%	4.0056
8	132	94	570	6.67%	3.3208
9	118	96	382	5.76%	2.2429
			Pendiente media	6.35%	2.9261

Se aplicó la siguiente fórmula para cada segmento de pendiente que fue observada en el levantamiento topográfico. Una vez obtenido el resultado de cada observación, se promediaron los valores y se obtuvo el promedio para el valor del factor LS (Ibañez, *et al*).

$$LS = \left(\frac{X}{22.13} \right)^m * (0.065 + 0.045s + 0.0065s^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

X = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = 0.5 si S >= 5%

= 0.4 si 5% < S < 3%

= 0.3 si 3% <= S <= 1%

= 0.2 si S <= 1%

Ejemplo de la primera observación:

$$LS_1 = \left(\frac{260}{22.13} \right)^{0.4} * (0.065 + (0.045 * 3.46) + (0.0065(3.46)^2)$$

$$LS_1 = 0.7998$$

Por lo tanto, la erosión potencial es:

$$E_p = R K LS$$

$$E_p = (1017.37) * (0.04) * (2.9261)$$

$$E_p = 119.07 \text{ ton/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden 119.07 t/ha por año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 11.9 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Erosión hídrica actual

Es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión. También depende del estado de crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal en el momento en que actúa el agente erosivo. Es la cantidad de suelo en Ton/Año que se pierde bajo el manejo normal del productor ($E=RKLSCP$).

Factor de protección de la vegetación (C). - El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Para una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, la cual es extrema en cuanto a que representa las condiciones más favorables para la erosión, el valor de C es la unidad. A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de C es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección). Además de la vegetación activa, en el valor de C se toma en cuenta la presencia de residuos de plantas muertas, las raíces, los sistemas radiculares de los pastos y árboles, ya que todos estos elementos contribuyen a mantener al suelo en su sitio e incrementan la infiltración.

El coeficiente asociado con este factor será asignado de acuerdo con diversas bibliografías, y asociado con la información más reciente de INEGI de uso de suelo y vegetación, correspondiente a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250,000 Serie III. Esta cartografía de recursos naturales muestra la ubicación, distribución y extensión de diferentes ecosistemas vegetales y sistemas agrícolas con sus respectivas variantes: tipos de vegetación, tipos de agricultura, e información ecológica relevante. En la Tabla 77 se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo (Montes-Leon, 2011).

Tabla 77. Factor para vegetación y/o uso de suelo.

Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarín	0.01
Bosque de cedro	0.01
Bosque de encino	0.1
Bosque de encino-pino	0.01
Bosque de galería	0.1
Bosque de oyamel	0.01
Bosque de pino	0.01
Bosque de pino-encino	0.01
Bosque de tascate	0.01

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

Bosque de mesofilo de montaña	0.01
Chaparral	0.65
Manglar	0.1
Matorral crasicaule	0.65
Matorral de coníferas	0.2
Matorral desértico microfilo	0.25
Matorral desértico rosetofilo	0.25
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45
Matorral rosetofilo costero	0.25
Matorral sarcocaulé	0.25
Matorral sarco-crasicaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25
Matorral submontano	0.35
Matorral subtropical	0.12
Mezquital	0.65
Palmar inducido	0.75
Palmar natural	0.75
Pastizal gipsofilo	0.25
Pastizal halofilo	0.25
Pastizal inducido	0.02
Pastizal natural	0.07
Popal	0.85
Pradera de alta montaña	0.05
Sabana	0.54
Sabanoide	0.54
Selva alta perennifolia	0.45
Selva alta subperennifolia	0.45
Selva baja caducifolia	0.5
Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
Selva mediana caducifolia	0.45
Selva mediana perennifolia	0.45
Selva mediana subcaducifolia	0.45
Tular	0.1
Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Vegetación de dunas costeras	0.85
Vegetación de galería	0.85

Vegetación halófila	0.85
Zona urbana	0.01
Cuerpos de agua	1
Agricultura en riego	0.55
Agricultura de temporal	0.75
Agricultura de humedad	0.25

Factor P. Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para no alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles. se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión. Los valores de P que se utilizan para diferentes prácticas y obras como el surcado al contorno, surcos con desnivel, surcos perpendiculares a la pendiente, fajas al contorno, terrazas de formación sucesiva construidas en terrenos de diferentes pendientes y las terrazas de banco (SAGARPA).

Se revisó la información disponible sobre el proyecto y no se detectó algún área significativa en donde se lleve a cabo algún tipo de práctica de conservación, por lo que el factor P se consideró como la unidad.

Continuando con los cálculos de erosión actual los valores de P y C son:

C = 0.65 (Matorral crasicaule)

P = 1.00

La erosión actual con manejo es la siguiente:

$$E = 119.07 * 0.65 * 1$$

$$E = 77.4 \text{ ton/ha año.}$$

De acuerdo con la clasificación utilizada por Montes-Leon *et al.*, (2011), la erosión calculada en este sitio es de intensidad media.

Por otra parte, con base en los cálculos presentados anteriormente se deduce que la erosión hídrica actual del predio es de 116.48 ton/ha/año sin el cambio de uso de suelo, lo que nos demuestra una erosión baja con tendencia a crecer para un espacio tan pequeña a consecuencia de las actividades antropogénicas mencionadas anteriormente, es un terreno que un cambio de uso de suelo puede reducir la erosión con la ejecución de un proyecto que incluya actividades de manejo y protección de la cuenca a través de esquemas de reforestación, construcción de cortinas rompevientos, reubicación de especies vegetales, etc. mismas que pudieran aparentemente verse incrementadas

con la implementación del proyecto, para lo cual en el capítulo VIII de este estudio se proponen una serie de medidas de prevención y mitigación específicas para disminuir esta afectación y que no se genere mayor erosión que la que actualmente se presenta en el predio. Estas medidas estarán dadas en función del propio proyecto arquitectónico, de antemano en el Documento Técnico Unificado se ha mencionado que gran parte de la vegetación arbustiva será reubicada, así mismo se van a realizar prácticas silviculturales a nivel de poda y chaponeo a los arbustos para forestar el predio.

En relación con la erosión de los suelos esta se verá disminuida con la autorización del cambio de uso de suelo sobre todo la hídrica, ya que, el área propuesta de 15.0258 ha se encuentra sobre terrenos con pendiente moderada y la infraestructura por construir servirá como barrera protectora, además los tratamientos silvícolas contemplados a desarrollar en la zona de amortiguamiento permitirá la construcción de obras que ayuden a minimizar la degradación del suelo remanente a través de la erosión, que es moderada de acuerdo con los cálculos presentados.

Erosión Eólica

La erosión eólica es un fenómeno que involucra muchos factores y variables que hacen difícil de tener con un estimado preciso de la cantidad de suelo que se pierde debido a vientos. Además de que el fenómeno atmosférico es poco medible, así como el viento arrastra material edáfico, es capaz de transportarlo, esto es, que también puede acarrear suelo de o hacia el predio, resultando difícil una estimación precisa.

Para contar con un referente sobre la erosión eólica, se acudió al uso de tecnologías de sistemas de información geográfica y aprovechando la información disponible por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se adquirió una capa de erosión eólica potencial en el predio.

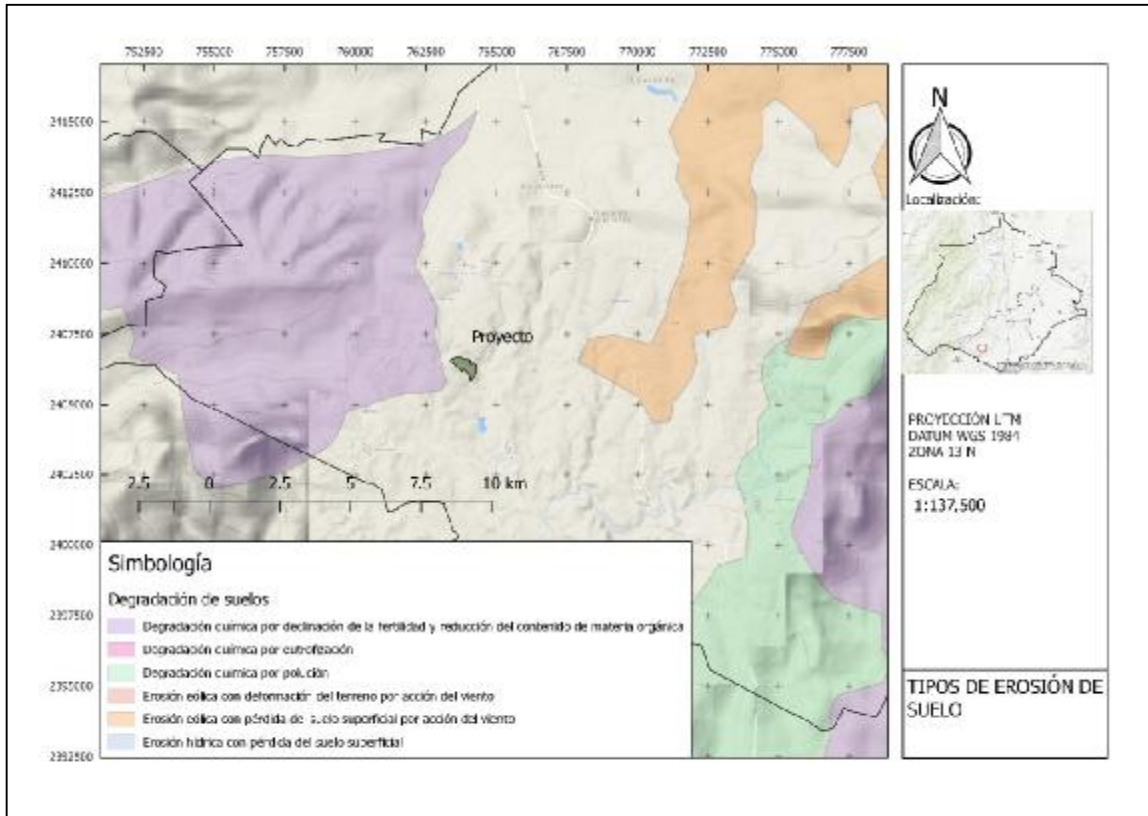


Figura 79. Tipo de erosión calculado a escala a nivel nacional (CONABIO).

Como se observa en el mapa, el predio y la microcuenca no se encuentran en zona de afectación por algún tipo de degradación de suelo considerable. Adicionalmente en campo se corroboró que en temporada de aguas, la cobertura vegetal incrementa hasta un 90 % en la mayor parte del predio, de esta manera resulta poco significativo el efecto del viento sobre las partículas de suelo, además de no ser una zona de alta incidencias de vientos de gran magnitud.

Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación.

Captación de agua.

Existen cálculos hidrológicos que auxilian a determinar la cantidad de agua pluvial es retenida e infiltrada al subsuelo, tomando en cuenta la calidad del suelo, cobertura vegetal y pendiente. Para este proyecto se realizaron los cálculos de acuerdo con la información disponible en campo y en gabinete.

De acuerdo al análisis que se haga de una cuenca, tomando en consideración: las pendientes principales, la forma de concentración de las aguas, la cubierta vegetal existente, la permeabilidad de los terrenos y algunos otros datos de interés, se podrá determinar el coeficiente de escurrimiento que deba aplicarse en cada caso particular, sea a través de tabulares de valores experimentales reportados en la literatura, o por comparación de cuencas que guarden semejanzas con la estudiada (SAGARPA - COLPOS).

El volumen medio de escurrimiento pondera, a través del coeficiente de escurrimiento, el efecto diferencial de las distintas combinaciones de suelos y vegetación presentes en una cuenca (Unidades de Respuesta Hidrológica). El valor medio se determina con la siguiente expresión:

$$Vm = Ac * Pm * Ce$$

Donde:

Vm = volumen medio anual escurrido, m3.

Ac = área de la cuenca, m2.

Pm = precipitación media anual, m.

Ce = coeficiente de escurrimiento, adimensional.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM- 011-CNA-2000 conservación del recurso agua, el coeficiente de escurrimiento se puede determinar en función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual, de la cuenca en estudio.

A falta de información específica, con apoyo de la cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos de la cuenca en estudio, en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables), y C (suelos casi impermeables). Una vez clasificado el suelo (grupo textural A, B, o C) y tomado en cuenta su uso actual, se obtiene el valor de K correspondiente, según Tabla 78 .

Tabla 78. Valores de K, en función del tipo y uso de 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 compactados que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos		
C	Suelos casi permeables, 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	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3

Legumbres o rotación de praderas	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizales:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Mas del 75% poco	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% regular	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% excesivo	0.24	0.28	0.3
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	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Praderas permanentes	0.18	0.24	0.3

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

Tabla 79. Tipos de ecuaciones para calcular C.

K: PARAMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DEL SUELO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL (Ce)

Si K resulta menor o igual a 0.15

$$C_e = \frac{K(P - 250)}{200}$$

Si K es mayor que 0.15

$$C_e = \frac{K(P - 250)}{200} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$

*Precipitación anual en mm

Volumen medio escurrido en la microcuenca.

Se calculó una superficie de 1960.64 ha, que equivale a 19606463 metros cuadrados (Figura 80), con un tipo de suelo medianamente permeable (B), de acuerdo al muestreo en la microcuenca se considera que hay un término intermedio entre bosque cubierto del 25 al 50% y pastizal menor al 50%, por lo que se determinó una K de 0.28. Por lo tanto, se acepta la segunda fórmula de la Tabla 79, ya que K resulta ser mayor a 0.15.

Entonces:

$$C_e = \frac{K(P - 250)}{200} + \frac{(K - 0.15)}{1.5} = \frac{0.28 * (584 - 250)}{200} + \frac{(0.28 - 0.15)}{1.5} =$$

$C_e = 0.554$

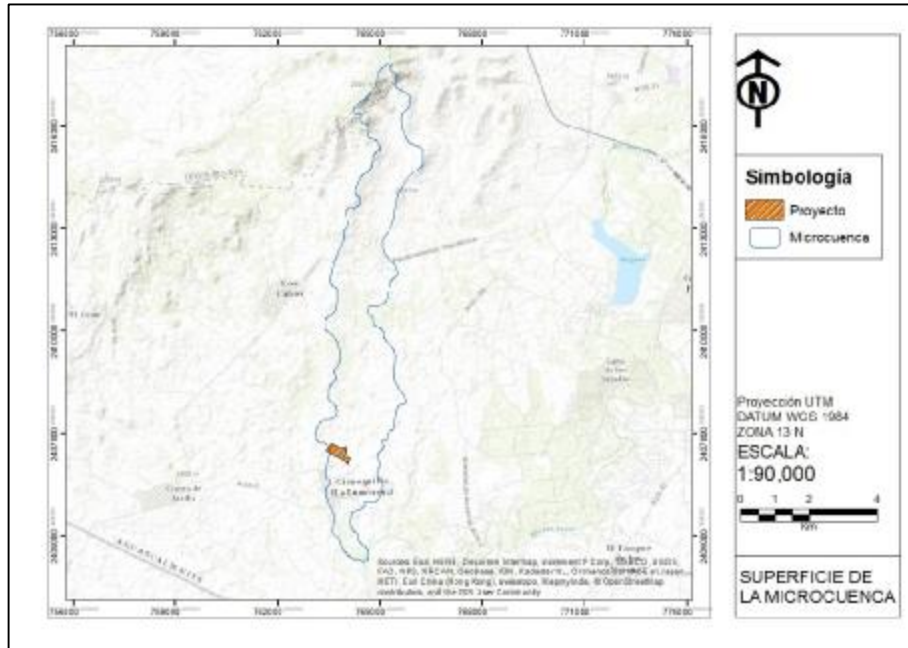


Figura 80. Microcuenca de influencia.

$$Vm = Ac * Pm * C_e = (19,606,463 \text{ m}^2) * (0.584 \text{ m}) * (0.554)$$

$Vm = 6,343,396.61 \text{ m}^3$ de volumen medio escurrido en la microcuenca.

Volumen medio escurrido en el predio.

El cálculo de volumen escurrido en el predio se calcula en base a la superficie que es directamente impactada con la precipitación y por donde circulan los escurrimientos, descartando las zonas bajas donde hay corrientes colectoras o acumulación de agua (cuerpos de agua). Para efecto de simular y estimar este supuesto, se tomará el área forestal sujeta a CUSTF que es la misma que se consideró dentro del predio con éstas características mencionadas, por lo que la superficie que se utilizará para este cálculo es de $150,258 \text{ m}^2$.

$$Vm = Ac * Pm * C_e = (150,258 \text{ m}^2) * (0.584 \text{ m}) * (0.554)$$

$Vm = 48,613.87 \text{ m}^3$ de volumen medio escurrido en el predio.

Infiltración.

Para calcular la infiltración se debe restar el volumen medio escurrido a la lámina de precipitación sobre la superficie determinada.

Para la microcuenca:

$11,450,174.39 \text{ m}^3 - 6,343,396.61 \text{ m}^3 = 5,106,777.779 \text{ m}^3$ de volumen infiltrado en la cuenca.

Para el predio:

$102,165.54 \text{ m}^3 - 48,613.87 \text{ m}^3 = 53,551.67 \text{ m}^3$ de volumen infiltrado en el predio.

Por lo tanto, el volumen infiltrado natural (sin construcción) en el predio es: $53,551.67 \text{ m}^3$.

Volumen medio escurrido e infiltrado en el predio con la obra.

Para determinar el volumen escurrido e infiltrado en el área del predio con infraestructura, se calcula el volumen medio escurrido del predio, incluyendo únicamente la superficie provista de infraestructura para calcular su coeficiente de escurrimiento, en este caso son las ocupadas por las macroceldas y obras complementarias, mismas que tienen una superficie de 7.09 hectáreas ($70,905 \text{ m}^2$), por lo tanto:

$$\text{Área}_{(\text{macroceldas})} = 70,905 \text{ m}^2$$

Se multiplica la superficie del proyecto provisto de infraestructura por la lámina por el coeficiente C que corresponde al mismo tipo de suelo Habitacional.

$70,905 \text{ m}^2 * 0.584 \text{ m} = 41,408.52 \text{ m}^3$ de lámina de precipitación.

$V_m = 70,905 \text{ m}^2 * 0.584 \text{ m} * 0.647 = 26,791.31 \text{ m}^3$ de volumen escurrido en suelo provisto de infraestructura.

$41,408.52 \text{ m}^3 - 26,791.31 \text{ m}^3 = 14,617.21 \text{ m}^3$ de volumen infiltrado en superficie provista de infraestructura.

Para obtener el volumen infiltrado del predio con la obra terminada, el volumen infiltrado por la infraestructura se suma al volumen infiltrado en la superficie sin obra, que tiene el coeficiente de las condiciones naturales actuales del predio que es $C = 0.554$.

$$V_m = (\text{sup. custf} - \text{sup. macroceldas}) * 0.584 \text{ m} * C_{\text{natural}}$$

$V_m = (150,258 \text{ m}^2 - 70,905 \text{ m}^2) * 0.584 \text{ m} * 0.554 = 25,673 \text{ m}^3$ de volumen infiltrado en el predio después de terminada las obras civiles.

Entonces, una vez hecho los cálculos, tenemos todos datos que permiten dar una predicción del comportamiento del sistema ambiental dentro del predio. Naturalmente el predio tiene una infiltración de $53,551.67 \text{ m}^3$ anuales, contra un volumen de $25,673 \text{ m}^3$ anuales de infiltración una vez el proyecto esté terminado con toda la obra civil, lo que nos da un diferencial de $27,878 \text{ m}^3$, que es la cantidad de agua que se dejaría de infiltrar por la presencia del proyecto. Si se compara con la cantidad de agua infiltrada en la cuenca donde la que se encuentra incluido el proyecto, que es $5,106,777.79 \text{ m}^3$, este representa solo el 0.54 % de la infiltración neta.

Como se puede apreciar, existe una diferencia del 48 % entre el volumen de infiltración en el suelo en su estado natural y una vez ya construido el monorelleno. Sin embargo, al revisar la escala a nivel cuenca, el predio representa un 0.54 % de la superficie de la subcuenca, lo que se transforma en un efecto poco significativo. Como se comentó en el capítulo V, el predio se ubica en la parte final de la cuenca (aguas abajo), que es zona de amortiguamiento de la comunidad de Lumbreras, la única que se encuentra en el área cubierta por la microcuenca, lo que se traduce en que el resto de la subcuenca no cuenta con superficies urbanas consolidadas; por lo tanto, no existe un impacto que comprometa la función de captura de agua o afectación a su calidad por efecto de la operación del proyecto.

La ubicación de la superficie donde se llevarán a cabo las obras de restauración forestal será en el área denominada de reserva. Como se describió en el apartado de Servicios Ambientales, se llevarán a cabo obras de conservación de suelo y agua para complementar el programa de reforestación.

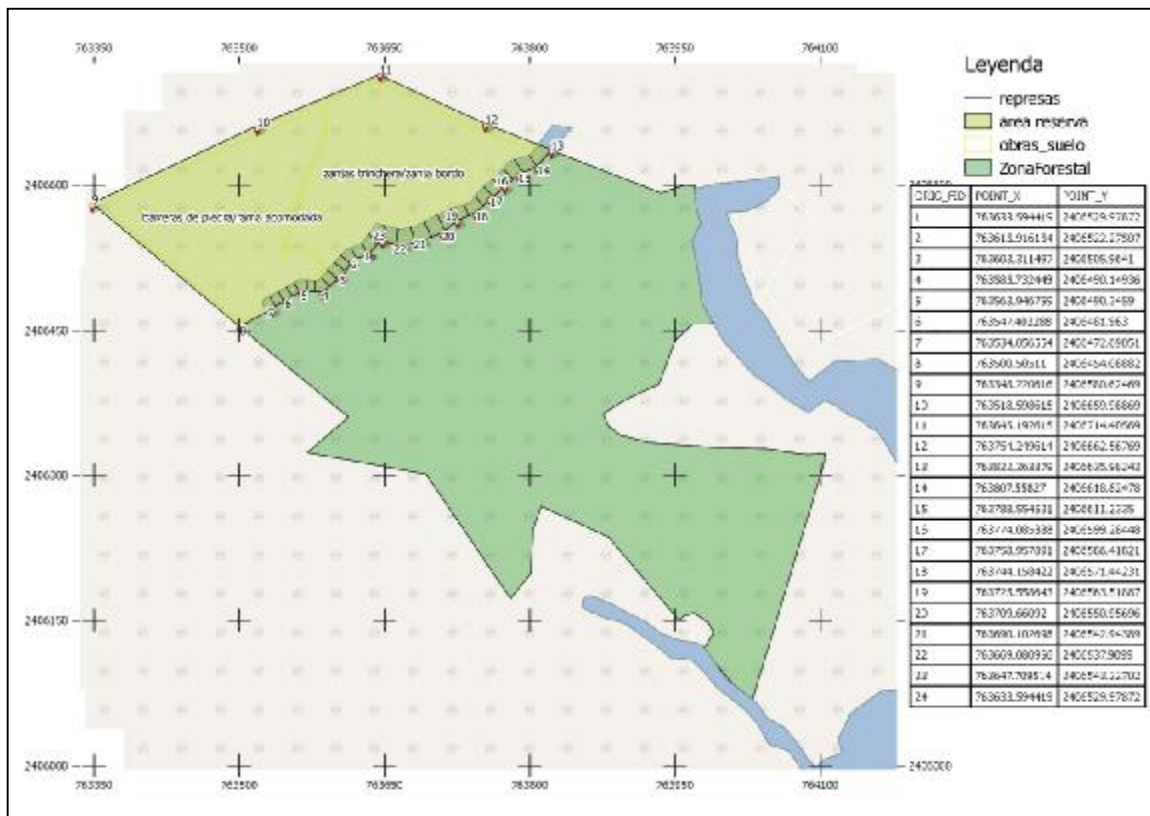


Figura 81. Ubicación de la zona de reserva y las diferentes obras de restauración.

Calidad del agua.

Debido a que no es costeable construir una red sanitaria dentro del monorelleno, se propone colocar un reactor anaerobio de flujo ascendente, para el tratamiento de las aguas residuales que se generarán en el sitio.

El material a considerar para la descarga al reactor será polivinilo de cloruro de pared gruesa tipo sanitaria, las uniones serán de tipo ANGER. En su caso se fabricarán registros de tabique de 60 x 60 cm para su descarga hacia el reactor. En todos los registros deberá diseñarse una caída mínima de tres centímetros (3 cms), entre la plantilla del tubo de entrada y la plantilla del tubo de salida. El drenaje sanitario o de aguas negras, conectará las aguas de las instalaciones sanitarias, lavabos, regaderas y coladeras de piso del edificio del Centro de Operación.

El cálculo y diseño de la instalación sanitaria antes mencionada, deberá hacerse de tal forma que garantice un desalojo rápido y eficiente de las aguas negras provenientes de WC y de las aguas jabonosas que provengan de lavabos, regaderas y coladeras de piso. Los gastos de diseño estarán dados por la suma de las descargas de aguas negras y jabonosas que se generen en las oficinas y servicios. La tubería colectora de las descargas de las de desecho, tendrá aguas pendientes mínimas del 2 % y se canalizarán a la fosa séptica ya señalada.

El problema del tratamiento de las aguas negras que generará el personal que operará el monorelleno, se resolverá vía un sistema que requiere poco espacio y mínimo mantenimiento, como lo es un reactor anaerobio que recibirá el caudal generado por 10 personas. El reactor anaerobio será prefabricado y tomará las aguas residuales sanitarias que aportarán los muebles de los baños, para que, mediante un proceso biológico, sean tratadas para después ser re-infiltradas al subsuelo natural. Tendrá forma cilíndrica para un volumen de 3.00 m³, con el fin de alcanzar un tiempo de retención de 24 hrs y un caudal promedio de 0.030 lps. Previo a la descarga en el reactor, se colocará un registro de admisión de 60 x 60 cm, con el fin de evitar que se depositen en demasía, sólidos sedimentables que colmatarían rápidamente el reactor.

El efluente del reactor anaerobio, se infiltrará al subsuelo, a través de una tubería perforada de concreto de 150 mm de diámetro, para propiciar una buena dispersión de las aguas procesadas al momento de ser descargadas en el subsuelo natural.

Por lo antes expuesto en esta sección, el desarrollo del proyecto no compromete la calidad y disminución de la captación de agua, dadas las condiciones de la subcuenca y las medidas de mitigación declaradas anteriormente.

Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

Desde el punto de vista económico, es evidentemente más productivo el nuevo uso propuesto. Ya que el sitio estaba con constante presión antrópica y el beneficio para el propietario o para los

habitantes de la comunidad contigua resulta mucho menor que lo que se proyecta obtener con la operación de este proyecto. Cabe señalar que el nuevo uso propiciará una alternativa de disposición adecuada a los lodos producto del tratamiento de aguas residuales, por lo tanto, es productivo positivamente para el ambiente y la operación de una instalación de esta magnitud, propiciará la activación de algunos empleos para la población de la comunidad de Lumbreras.

El proyecto busca satisfacer la demanda de disposición adecuada y no dañina al ambiente para los lodos de la planta de tratamiento de agua residual de la Ciudad de Aguascalientes, por su naturaleza se demuestra que se esperan beneficios económicos y sociales más atractivos que los que nos ofrece el terreno si un uso en particular en la actualidad, y que además se generaran empleos semifijos durante las actividades de preparación y construcción de las viviendas y de empleos fijos durante la etapa de operación.

Ambientalmente, se verá afectado parte del suelo de forma permanente, ya que éste no podrá recuperar su vocación agrícola o pecuaria que fue su anterior uso. Sin embargo, dado el uso intensivo del terreno para la actividad pecuaria, se comenzó a degradar por las actividades humanas que se llevan a cabo alrededor y por su cercanía con el poblado de Lumbreras, que han afectado el suelo por el pastoreo intenso y quemas de pastizales.

La propuesta del proyecto, aunque tendrá que prescindir de parte de la cobertura vegetal existente, evitará la degradación ambiental que provoca la disposición de los lodos actualmente, en la que de forma cruda se depositaban en suelo desnudo para su integración a largo plazo al suelo, provocando lixiviados peligrosos al subsuelo y al ambiente superficial por la fauna nociva y olores. El plan de reforestación busca de forma integral, lograr la mayor cantidad de individuos forestales que mejor se adapten al ambiente local con los mejores servicios ambientales posibles. Para el recurso agua, se integrarán algunas obras de conducción y retención de corrientes. Dentro de las posibilidades económicas y arquitectónicas, se buscará conservar un trazo adaptado a la existencia de algunos elementos forestales.

Finalmente tomando una perspectiva a largo plazo, el proyecto ofrece una mayor productividad a largo plazo en el sentido económico y social, sin descuidar el componente ambiental, agregando medidas que lleguen a impactar lo menos posible con la ejecución de este proyecto.

VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.

VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.

El presente capítulo propone las medidas de prevención y mitigación que se consideran más apropiadas para atender los impactos a través de distintas modalidades de actuación, esto es mitigación, control, restauración y restitución. Cuando el tipo de impacto lo permite se valora la eficacia de la medida planteada pues es posible hacer esto en todos los casos, debido a que existen impactos ambientales cuya valoración depende de un conjunto de criterios cualitativos.

El presente proyecto es una actividad que afectará temporalmente una superficie de aproximadamente 7 hectáreas por la colocación y operación del proyecto, por lo que su efecto sobre el medio será a nivel local sin repercusiones a escala regional, involucra una serie de acciones en las cuales pueden resultar afectados de manera negativa los diversos componentes físicos y biológicos del ecosistema sólo si no se aplican medidas preventivas y de mitigación, pero por otro lado el proyecto busca una solución para la disposición adecuada de los lodos residuales de la planta de tratamiento de la Ciudad de Aguascalientes.

Es prioritario considerar las posibles modificaciones que se generarán en el proceso de desarrollo del proyecto, disminuyendo al máximo sus efectos desde el planteamiento y diseño del proyecto hasta su futura operación, con adecuadas y eficientes medidas preventivas y de mitigación de impactos a los recursos forestales.

Con base a la identificación de los impactos y el análisis de cada interacción de las diferentes actividades con cada uno de los elementos del ambiente, y tomando como referencia cada actividad del proyecto mencionadas en el estudio, se determinan las siguientes medidas de prevención y mitigación de los impactos generados por esta obra (Tabla 61).

Medidas de prevención.

Las siguientes especificaciones generales de protección ambiental son establecidas para que la empresa contratista de la construcción del proyecto del Monorelleno y el supervisor ambiental las apliquen durante todas las etapas del desarrollo del proyecto. Estas medidas preventivas son exclusivamente para el control de impactos derivados únicamente por el efecto Cambio de Uso de Suelo en el predio y su zona de influencia.

- Previo a las actividades de desmonte y despalme se realizarán recorridos para la detección de nidos, guaridas y/o refugios de la fauna silvestre, en cuyo caso se ahuyentará a los animales que lo ocupen.
- El desmonte se llevará a cabo preferentemente por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y maquinaria pesada, de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las

especies de fauna silvestre tengan posibilidad de alejarse del sitio. En caso de encontrar nidos de aves ocupados o activos dentro, éstos deberán ser respetados en lo posible, o en el último de los casos deberán ser reubicados en sitios aledaños al área del proyecto y lo más cerca posible al sitio, respetando la posición y condiciones de hábitat en que fueron encontrados.

- Se supervisará que el personal de construcción no cometa actos que deterioren el ambiente de la zona, tales como la caza, captura, extracción o maltrato de fauna silvestre, sobre todo aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se deberá instrumentar un reglamento interno ambiental durante la etapa de construcción de la obra.
- Los vehículos y maquinaria en general, circulará a baja velocidad y con precaución para prevenir atropellamiento de fauna silvestre que llegara a transitar por el sitio del proyecto y aminorar el ruido que emiten los motores.
- Colocar barreras en las cepas o socavones, para evitar la caída accidental de fauna de cualquier tipo. Colocar estructuras que le permitan salir a especies de fauna menor y mediana, como roedores, reptiles, etc. En caso de encontrarse, proceder con su rescate y liberación.
- Durante el desmonte y limpieza no se permitirá el uso de fuego ni agroquímicos, así como tampoco se realizarán actividades de quema de ningún tipo de residuo.
- El material producto de las excavaciones, siempre y cuando no se utilicen para el relleno y compactado, se almacenará temporalmente en los sitios que no afecten otros componentes ambientales (vegetación, fauna, escurrimientos, etc.), para su posterior utilización en el relleno de las celdas.
- Los residuos vegetales generados durante las acciones de desmonte y limpieza se almacenarán temporalmente para ser picados y reintegrarlos al suelo en el área de reserva en forma de curvas de nivel con material acomodado. El producto que pueda ser aprovechado por la gente del poblado cercano, se podrá disponer de él para reducir el material combustible o susceptible de plagas.
- Se utilizarán vías de acceso ya existente, para evitar la apertura de otras vías a fin de reducir impactos en lo posible en otros sitios.
- Queda prohibido tirar o quemar basura y desechos. Los residuos domésticos de los trabajadores deberán ser confinados y dispuestos de forma adecuada por una empresa autorizada para este manejo.
- Se supervisará que el contratista no vierta al terreno o terrenos aledaños, restos de cemento premezclado, padecería metálica, cables, madera, y demás residuos que puedan generarse por la construcción de obras complementarias.
- Durante los trabajos de desmonte y construcción, se deberá contar con sanitarios portátiles para control de los residuos fisiológicos.
- En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con lubricantes o combustibles. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito.

Tabla 80. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

Elemento	Impacto Generado	Descripción de la Medida
Suelo	Características físicas.	Se dará un almacenamiento temporal a la tierra removida, en zonas con poca o nula pendiente dentro del predio para evitar su arrastre por lluvias o viento. El proyecto de reforestación integral, contempla obras de retención de agua y suelo, que mejorarán esta aptitud del área de reserva.
	Características químicas	Se dejarán áreas de reserva para que no se pierda el total del área de infiltración. Con las obras de conservación de agua y suelo, se permitirá que el terreno con tratamiento tenga mayor capacidad de retención de escurrimientos, compensando la capacidad perdida en el área de celdas, por la colocación de la geomembrana.
	Erosión	Solo será retirado el suelo forestal en la superficie que se requiera para la construcción de la infraestructura, conservando en la medida de lo posible, el resto del suelo y vegetación sin afectación.
Agua Superficial	Calidad del agua.	Se almacenará temporalmente la tierra removida, en zonas de baja pendiente del predio, para evitar su arrastre por lluvias hacia el cauce del río.
	Patrón de escurrimientos.	Se realizarán desagües y redirección de algunos escurrimientos hacia las áreas provistas de vegetación y de tal forma que no provoquen nuevos arroyos y cárcavas.
Agua subterránea	Calidad del agua	Las aguas residuales generadas durante la operación del proyecto serán tratadas bajo un sistema de biodigestores. Se monitoreará la descarga periódicamente para verificar el cumplimiento de la norma.
	Recarga de acuíferos	Se dejarán áreas de reserva para que no se pierda el total del área de infiltración.
	Uso del agua	Con el proyecto de reforestación integral, se contemplan obras de conservación de agua y suelos, que incrementarán la capacidad actual del área de reserva para la infiltración de escurrimientos, lo cual compensará el sellamiento del suelo con geomembrana en el área de celdas.



		El uso del agua potable durante la operación será bajo estrictas reglas de racionalización y eficiencia, para evitar su sobreuso y desperdicio.
Atmósfera	Calidad del aire	<p>Humedecer con agua tratada las áreas de trabajo donde se va a realizar el desmonte y despalme.</p> <p>Se dará un almacenamiento temporal a la tierra removida, humedeciéndola periódicamente para evitar su arrastre por el viento.</p> <p>Mantener en buen estado mecánico los vehículos de carga, transporte, maquinaria y supervisión que participen en el proyecto, y realizarles la verificación vehicular correspondiente o requerirla al contratista.</p>
	Emisión de ruido	Mantener en buen estado el escape y silenciador de los vehículos que entren al sitio. Respetar los horarios de trabajo diurnos.
Vegetación Desmonte	Cobertura vegetal	<p>Se dejará intacta la vegetación en las áreas de reserva y se respetará la existente en los límites del predio.</p> <p>Se realizará un programa de reforestación integral con especies nativas de la región en el área de reserva para compensar el desmonte.</p>
	Riqueza de especies	<p>Con el planteamiento de un programa de reforestación integral, se propicia un establecimiento y sucesión de vegetación con mayor velocidad que lo que sucedería de forma natural.</p> <p>Las técnicas forestales permiten un mayor aprovechamiento de agua y suelo para que la vegetación tenga mejores condiciones de sobrevivencia y desarrollo en menor tiempo.</p>
	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	<p>Se contempla la ubicación y trasplante de los individuos del <i>Ferocactus lastispinus</i>, que se trata de una cactácea, y por sus características fisiológicas es de fácil establecimiento en trasplantes.</p>

Fauna silvestre	Distribución de especies	<p>Se dejará vegetación en las áreas de reserva y se respetará la existente en los límites del predio, para que brinden refugio, áreas de alimentación, descanso y anidación a la fauna. Previo a desmontar un área, se ahuyentará a la fauna, realizando el desmonte en una sola dirección para facilitar que migren a otros sitios. En caso de ser necesario, se rescatará y reubicarán a los individuos de lento movimiento (anfibios y reptiles). Se realizarán recorridos periódicos para la identificación y ubicación de anidaciones, para su reubicación.</p> <p>Se ahuyentará a la fauna con ruido al inicio de las actividades diarias.</p> <p>Se prohibirá dañar, molestar, cazar o capturar a la fauna, teniendo especial cuidado con las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran ser encontradas en el lugar. Se darán pláticas sobre el tema al personal de las obras.</p>
	Riqueza de especies	
	Hábitat	
	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	
PAISAJE		
Unidad de paisaje	Calidad estético-paisajística	<p>Al término del proyecto se implementará un programa de restauración del sitio, colocando vegetación nativa para el soporte de la capa edáfica que será colocada sobre las celdas clausuradas. Con el crecimiento de vegetación, al mediano plazo se podrá recuperar parte del paisaje natural que se observa actualmente. Sin embargo, en el área de reserva, se verá mejorado el paisaje, ya que será intervenido para mejorar e incrementar los servicios ambientales que se estarán perdiendo temporalmente en la zona de celdas.</p>

Se tiene proyectado un sistema de drenaje pluvial periférico a la zona de las celdas del relleno que evitará la caída de escurrimientos hacia esta zona. Para la precipitación directa sobre el área de celdas, se colocará una geomembrana que evitará la infiltración de lixiviados hacia el subsuelo por humedecimiento del residuo.

El lixiviado será drenado y recogido en un cárcamo, donde se llevará a cabo un tratamiento primario para el saneamiento del agua que pudiera escurrir.

Las zanjas derivadoras tienen la función de evitar la entrada de escurrimientos al área de relleno, mismas que conducirán los tirantes hacia los escurrimientos contiguos o directamente a los cuerpos

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

de agua. En sitios donde haya superficie suficiente para que se acumule una lámina considerable de agua. Se llevarán a cabo obras de bordos o barreras de material acomodado, que reducirá la velocidad de los escurrimientos, captarán agua y suelo, así como también evitarán un aporte mayor a las zanjas derivadoras del relleno.

- Posible afectación de las obras que integran el proyecto por la presencia de avenidas extraordinarias.

El estudio hidrológico brinda evidencia suficiente para que la ubicación del sitio del relleno no se vea afectada por algún fenómeno meteorológico extraordinario, especialmente una avenida extraordinaria. La colocación estratégica del sitio de relleno permite contar con una distancia segura de la zona de riesgo de inundación.

- Posible afectación de la calidad del aire debido a la generación de olores en procesos de tratamiento y descomposición de residuos.

El residuo proveniente de la planta de tratamiento contiene una humedad muy baja, que no es propicia para el desarrollo de organismos detritívoros o descomponedores de materia orgánica, por lo que existe un riesgo bajo de presentarse alguna contingencia por presencia de malos olores. Se reitera que no se realizará tratamiento alguno a los residuos, únicamente la disposición final.

- Posible afectación de la calidad del aire debido al levantamiento de partículas propias de los residuos generados en el sitio del proyecto.

El proyecto no generará residuos volátiles que puedan dispersarse en el aire. El lodo proveniente de la planta viene tratado y prácticamente inactivado, con una humedad baja. Adicionalmente, el transporte de este material se llevará a cabo con las medidas de seguridad pertinentes para evitar el escape de partículas ligeras durante el traslado desde la planta hasta el sitio de disposición final.

Medidas de mitigación y compensación de los impactos adversos a los recursos forestales.

Programa de rescate de flora silvestre.

Este programa se propone como una medida de mitigación al impacto que podría ocurrir en la vegetación, especialmente a la especie con estatus de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Acciones de protección de la vegetación

La principal comunidad vegetal presente en la superficie donde se establecerá el proyecto corresponde al Matorral Crasicaule. Como se mencionó, durante los recorridos de campo y la medición de parámetros ecológicos dentro de los transectos distribuidos en la superficie de afectación que contempla la superficie del proyecto, se lograron identificar diversas especies de

Ferocactus latispinus



- Para *Erythrina montana*, los individuos serán identificados y seleccionados en base a sus características para la obtención de germoplasma y propagación en vivero, que al cumplir ciertas condiciones serán destinadas para remplazar las especies removidas y reforestar las áreas verdes del monorelleno.

Erythrina montana



Actividades para el rescate de individuos Ferocactus latispinus

- 1) Identificar los ejemplares susceptibles de ser rescatados.
- 2) Determinar otras especies que por sus características biológicas y de importancia regional y local deberían de rescatarse.
- 3) Determinar el área de extracción de especies de acuerdo con el programa de desarrollo de obra
- 4) Determinar las áreas de recepción de los ejemplares de flora extraídos (trasplante)
- 5) Establecer la metodología para el manejo de las especies
- 6) Capacitación al personal designado para la realización de los trabajos
- 7) Conformación de equipos de trabajo (brigadas)

- 8) Realización de tareas de extracción y trasplante
- 9) Verificación de actividades
- 10) Tareas de Mantenimiento
- 11) Evaluación

Actividades para el rescate de individuos Erythrina montana

- 1) Localización de poblaciones
- 2) Selección de individuos
- 3) Recolección de semillas
- 4) Crecimiento en vivero
- 5) Traslado de plántula a campo
- 6) Capacitación al personal designado para la realización de los trabajos
- 7) Conformación de equipos de trabajo (brigadas)
- 8) Realización de tareas de plantación
- 9) Verificación de actividades
- 10) Tareas de Mantenimiento
- 11) Evaluación

Metodología utilizada para las actividades de rescate de flora

De acuerdo con las características del predio, las especies identificadas y la disponibilidad de personal y equipo para el desarrollo de las tareas de rescate de flora se identificó la siguiente metodología como la más óptima para el presente proyecto:

Ferocactus latispinus

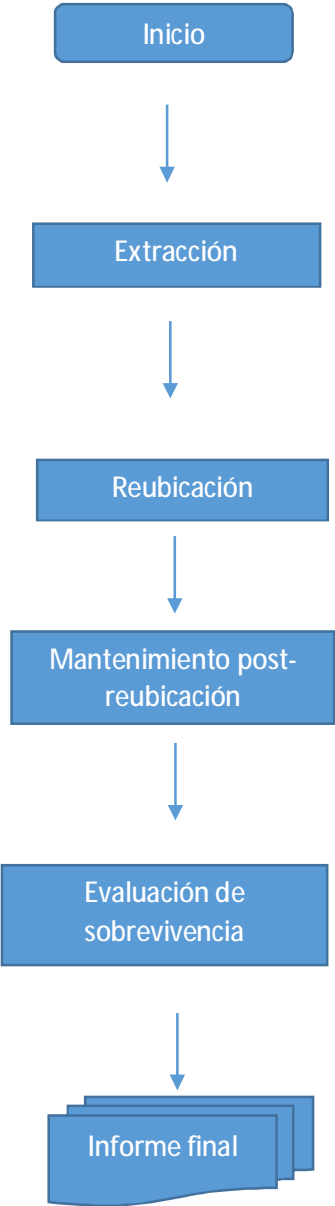
<p>Extracción con cepellón (la tierra adherida a las raíces de la planta) y reubicación inmediata:</p>	<p>Consiste en extraer las plantas con la mayor cantidad posible de suelo adherido a las raíces, lo que puede realizarse con la ayuda de herramientas (palas, picos y azadones). Una vez extraídas deben de ser transportadas de inmediato (al menos el mismo día) al sitio seleccionado para su trasplante. Este método especialmente es útil cuando se cuenta con tiempo suficiente antes de dar inicio las labores constructivas de los proyectos.</p>	<p>Método</p> <p>Extracción</p>  <pre> graph TD Inicio[Inicio] --> Extracción[Extracción] Extracción --> Reubicación[Reubicación] Reubicación --> Mantenimiento[Mantenimiento post-reubicación] Mantenimiento --> Evaluación[Evaluación de sobrevivencia] Evaluación --> Informe[Informe final] </pre>
--	---	---

Tabla 81. Protocolo para el rescate de *Ferocactus latispinus*.

	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1	EXTRACCIÓN DE LA PLANTA	Al extraer la planta se deberá de conservar la mayor cantidad posible de suelo adherido a su sistema radical con lo que se evita lesionarlas, además de que se mantienen los hongos y las bacterias benéficos que contribuyen a la fertilidad del nuevo suelo.
2	TRANSPORTE	El transporte de las plantas se deberá de realizar de forma cuidadosa evitando el daño por golpes o compactación entre las mismas plantas. Se podrá realizar mediante carretillas desde el sitio de extracción hasta el camino y de ahí para su cargado en camioneta. Para los ejemplares de gran tamaño se recomienda el cargado del suelo hacia la carretilla con la ayuda de "lonas".
3	APERTURA DE LA CEPA Y PLANTACIÓN	El ancho y su profundidad de la cepa (hoyo) dependerá del tamaño del ejemplar a ser trasplantado; pero deberá asegurarse que las raíces de la planta queden completamente enterradas, incluso en el caso de los cactus el "cuerpo" puede quedar ligeramente enterrado. Normalmente los primeros 20 cm de tierra son los más fértiles, por lo que al escarbar éstos deberán ponerse de un lado y la tierra más profunda de otro; la tierra más fértil deberá ponerse bajo la planta y con la otra rellenar la cepa. Es importante compactar el 4 suelo alrededor de la planta apisonándola con los pies o la pala con el fin de evitar la erosión; también las plantas se pueden proteger formando cepas con piedras para evitar la erosión.
4	MANTENIMIENTO	De ser posible y con la finalidad de mejorar la supervivencia de las plantas se sugiere realizar riegos de apoyo mensuales durante el invierno y cada 2 o 3 semanas durante la época de primavera. (durante la época de lluvia y si se observa un éxito en el desarrollo de las plantas no es necesario continuar con esta actividad) Otras actividades que pudieran realizarse son: Deshierbe (Posterior a la temporada de lluvia, para evitar competencia), Fertilización orgánica (de preferencia previo a la temporada de lluvia para su mejor incorporación)
5	MONITOREO	Deberá de realizarse un monitoreo continuo (cada 3 semanas durante el primer semestre y bimensual durante el segundo semestre) para verificar el grado de éxito. Las plantas que presente algún tipo de problema como pudrición deberán de extraerse y ser tratadas (extraer zona con pudrición, poner algún antimicótico y dejar cicatrizar) hasta su recuperación.
6	REGISTRO	Se deberá de realizar un conteo de cada uno de los ejemplares tomando en cuenta los siguientes aspectos básicos: Tamaño (tomar rangos de tamaño altura y diámetro)
7	EVALUACIÓN DE LA SOBREVIVENCIA	Al primer y segundo año se deberán de realizar conteos de los ejemplares que permanecen vivos y obtener el porcentaje de sobrevivencia. % DE SOBREVIVENCIA = Número de ejemplares vivos / Total de ejemplares extraídos

Erythrina montana

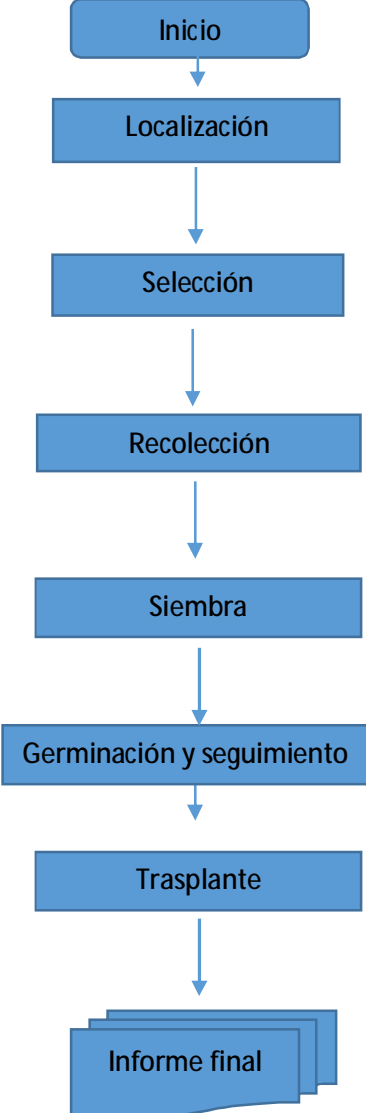
<p>Selección de individuos y colecta de semilla para su crecimiento en vivero y posterior plantación en sitio:</p>	<p>Consiste en seleccionar 10 "árboles padres" de <i>Erythrina</i>, es decir los de mayor talla, de mayor cobertura de copa y con mayor número aparente de infrutescencias.</p> <p>La recolección de las semillas se dará a lo largo de las diferentes semanas que permanece la fructificación se efectúa en diversos ejemplares para permitir una buena representación genética. Las semillas colectadas se trasladan al vivero donde se dará la germinación y el seguimiento para su posterior traslado a campo</p>	<p style="text-align: center;">Método</p> <p style="text-align: center;">Extracción</p> 
--	---	--

Tabla 82. Protocolo para el rescate de *Erythrina montana*

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
-----------	-------------

1	LOCALIZACIÓN DE POBLACIONES	Para favorecer la representatividad de la variación genética, se recorrerá el predio completo para localizar y obtener los mejores sitios con presencia de esta especie.
2	SELECCIÓN DE INDIVIDUOS	En cada sitio serán buscados árboles robustos y saludables para ser considerados como "árboles padres". Es decir, los de mayor talla, de mayor cobertura de copa y con mayor número aparente de infrutescencias.
3	RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	Recolectaremos las semillas a lo largo de las diferentes semanas que permanece la fructificación. La recolección la efectuaremos en diversos ejemplares para permitir una buena representación genética para su posterior propagación y re-introducción en sitios designados dentro del área del proyecto. En particular de los ejemplares que irremediamente serán removidos para dar paso a la construcción, de manera que no se pierda su información genética y que pueda ser reintroducida como ejemplares nuevos en sitios que favorezcan su permanencia y la continuación de los ciclos biológicos de la flora y de la fauna asociada.
4	CRECIMIENTO EN VIVERO	Las semillas colectadas se trasladarán en bolsas de plástico para el laboratorio de Germoplasma de la CONAFOR. Para poder sembrarlas en vivero, para vigilar y documentar su crecimiento temprano y su desarrollo, mejor aún si la siembra se realiza en sustratos estériles.
5	LA SIEMBRA	La siembra se realizará en junio de 2019, en charolas de poliuretano, en suelo hecho de composta, tierra y peat moss, en proporción 30:50:20. En total: 77 semillas en cada caja. En total fueron sembradas 200 semillas.
6	GERMINACIÓN Y SEGUIMIENTO	Una vez terminada la siembra procederemos a la verificación diaria de cada una de las cajas para marcar las semillas que presentaban germinación, los datos los anotaremos a manera de un registro diario para posteriormente realizar una evaluación de datos del porcentaje de germinación acumulada. En las mesas donde colocamos las cajas, colocaremos detectores de luz y humedad.
7	TRASPLANTE	Una vez que termine la época de germinación, después de haberse mantenido a lo largo de 6 meses, se procederá al trasplante a bolsa con la respectiva identificación de la clave correspondiente al árbol de procedencia. De estas se seleccionan las plantas más saludables y vigorosas para mantenerlas en observación y en eventual reintroducción mediante un proyecto de investigación para monitorear su respuesta a diferentes condiciones del predio.
8	SIEMBRA EN EL PREDIO MONORELLENO	Las bolsas con las plantitas las transportaremos al sitio del proyecto. Procedimos a la preparación del terreno para plantar los arbolitos. Serán adicionados árboles de cinco especies más, características de la región, y favorecen el mantenimiento de la biodiversidad. La distancia que se usará para la plantación en terrenos descubiertos será de 3x3m. Se espera obtener una supervivencia cercana al 90% de las plantitas durante todo el proceso; particularmente en el establecimiento definitivo.

Programa de restauración forestal integral.

La reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles (CONAFOR, 2010), esta será implementada pensando en la cobertura de árboles que se vio reducida por el desarrollo del proyecto, utilizando especies autóctonas, es decir especies nativas existentes en el área

pensando en mantener el paisaje original y no poner en riesgo a otras especies vegetales y animales que forman parte de los macro y micro hábitats que mantienen un equilibrio en los ecosistemas.

Algunos beneficios que se buscan con la reforestación del predio son (Capó, 1999):

- Recarga del manto acuífero
- Evitan la erosión del suelo
- Conservación de la flora y la fauna locales
- Entorno más agradable
- Evita la pérdida de otros servicios ecosistémicos
- Delinean la cultura y forma de vida de las comunidades aledañas

En seguimiento al estudio ambiental en el predio donde se desarrollará el proyecto, a continuación, se describen los trabajos de protección y restauración de suelo y vegetación a realizarse dentro de las 9.2 hectáreas correspondientes al área de reserva.

Proceso de planeación

El desarrollo de una reforestación depende de cinco factores fundamentales:

1. La selección correcta de especies en el sitio a reforestar.
2. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
3. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
4. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
5. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.



Figura 82. Componentes del proceso integral de reforestación

Elección de las especies a reforestar

Las especies elegidas para realizar la reforestación son mezquite y varaduz ya que por ser nativas y por sus características son las que mejor se adaptarán a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras. Teniendo las posibilidades de cubrir más rápidamente las superficies desprovistas de vegetación.

Cronograma de actividades

Las actividades que se van a realizar durante el programa de reforestación serán las siguientes:

Tabla 83. Cronograma de actividades para el programa de reforestación.

Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Selección de las áreas a reforestar		Año 1										
Determinación de la cantidad y especies de planta requeridas			Año 1									
Obtención de germoplasma forestal	Dependiendo de la especie											
Producción de planta	Año 2						Año 1					
Preparación del terreno			Año 2									
Transporte de la planta						Año 2						
Plantación						Año 2						
Protección contra incendios forestales		Año 3										
Seguimiento						Año 2,3,4 y 5						
Mantenimiento de áreas reforestadas					Año 3, 4, 5							

Germoplasma forestal

Uno de los parámetros que deben considerarse para tener una reforestación exitosa es utilizar germoplasma forestal de buena calidad y de procedencia conocida (Vázquez y col., 2001).

Es por eso que la semilla para la producción de la plántula que servirá para reforestar el predio será tomada de los individuos encontrados dentro del mismo, que se encuentren sanos y vigorosos que cumplan con las características deseadas de acuerdo con el objetivo de la reforestación, para después proporcionarlo al vivero de la CONAFOR que se ubican también dentro de la zona o región a reforestar. Todo esto tiene como fin evitar al máximo el movimiento indiscriminado del germoplasma y garantizar la adaptabilidad de las plantas producidas en el terreno a reforestar.

Producción de planta

Una vez producida la planta en el vivero de CONAFOR, deberá de cumplir con los siguientes parámetros para que sea considerada de calidad y asegure el éxito de la plantación:

Tabla 84. Parámetros básicos de producción de planta forestal de calidad. *El diámetro del tallo se mide entre 3 y 5 mm arriba de la superficie del cepellón. **La altura de la planta se mide desde el cuello del tallo a la punta apical del mismo.

Diámetro del tallo	Altura de la planta	Raíz	Micorrizas	Lignificación	Vigor	Integridad	Sanidad
Mínimo 4mm	20 a 35 cm	Con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba. Sin malformaciones o nudos y abundantes puntos de crecimiento, abarcando el 70 u 80% del cepellón	Cobertura en cepellón mínima del 40%. No visibles a simple vista.	2/3 partes del tallo principal, evitar planta excesivamente alta y delgada.	Color del follaje propio de la especie. Una planta vigorosa es más resistente al manejo y traslado	Plantas completas, sin daños físicos o mecánicos (no rotas). Que no se ladeen o doblen con su propio peso.	Sin alteraciones morfo fisiológicas y libre de plagas y enfermedades. De aspecto vigoroso.

Transporte de planta

El transporte de la planta del vivero al lugar de la reforestación deberá hacerse con mucho cuidado para evitar daños al tallo, a la raíz y al mismo envase. Para prevenir posibles daños se seguirán las siguientes indicaciones:

- Considerar que las distancias del vivero al área de plantación sean cortas, evitando traslados mayores a 100 kilómetros (km).
- Para el traslado de la planta se deberá elegir una hora determinada y velocidad adecuada para evitar que las plantas sean expuestas al sol y a corrientes de aire. Durante el traslado se deben evitar movimientos bruscos.
- Transportar la cantidad óptima de planta por viaje de acuerdo con las características del vehículo de transporte, sin sobrecargarlo para evitar daños. Se debe proteger la carga con malla sombra encima de la estructura del camión.
- No encimar las charolas, contenedores o huacales (sistema tradicional) uno con otro ni colocar objetos sobre las plantas. • La descarga se hará en un lugar plano, teniendo cuidado con los

movimientos bruscos que pudieran originar pérdida de la tierra del cepellón. •Al hacer la distribución en el terreno se toman los contenedores por las orillas, nunca del tallo de la planta. En sistema tradicional se toma del envase, jamás del tallo.

Trabajos previos a la reforestación

El objeto de preparar el sitio es mejorar las condiciones del suelo para asegurar una mayor sobrevivencia y facilitar las labores de plantación. Esta actividad se realizará antes de la reforestación. Algunas actividades básicas de preparación que se harán antes de comenzar la plantación son:

- Accesibilidad del predio

El predio donde se establecerá la reforestación contará con un buen acceso para facilitar los trabajos de plantación y mantenimiento.

- Limpieza del terreno (deshierbe o chaponeo)

Actividad destinada a eliminar la maleza existente en el lugar donde se establecerá la planta para que no haya competencia por luz, agua y nutrientes.

- Preparación manual

La mayoría de los trabajos de preparación se realizarán con la ayuda de herramientas básicas como azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha o machete, entre otras.

Estos trabajos son útiles en terrenos muy accidentados y son recomendables para superficies menores de 10 hectáreas (ha). Con este método sólo se trabajará el área donde se colocará la planta, evitando alteraciones innecesarias y la pérdida de suelo por la remoción no requerida.

Diseño de la plantación

En esta parte del proceso se determina en qué puntos del terreno se van a plantar los árboles de acuerdo con las diferentes condiciones topográficas del mismo.

Considerando el espaciamiento que las especies a reforestar (varaduz y mezquite), demandan al ser adultas se tomó la densidad de 816 especies por hectárea, tomando en cuenta que en sus etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta.

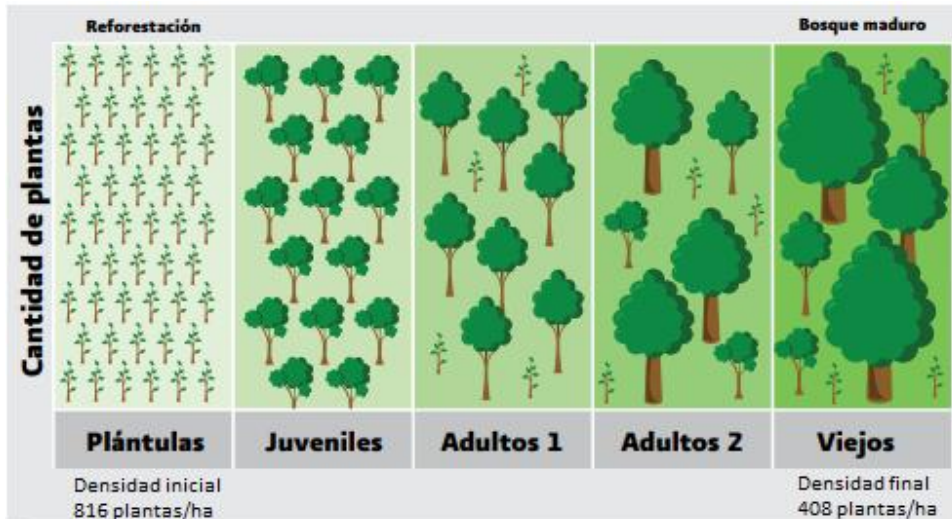


Figura 83. Sucesión de una reforestación hacia la formación de un bosque maduro

Por las características del terreno, se utilizará el sistema de plantación Tres bolillo, en el cual las plantas se colocaran formando triángulos equiláteros (lados iguales) dejando un espaciamiento de 3.5 m entre planta y planta pensando en su adultez. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logrará minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.



Figura 84. Diseño de plantación Tres bolillo

Establecimiento de la plantación

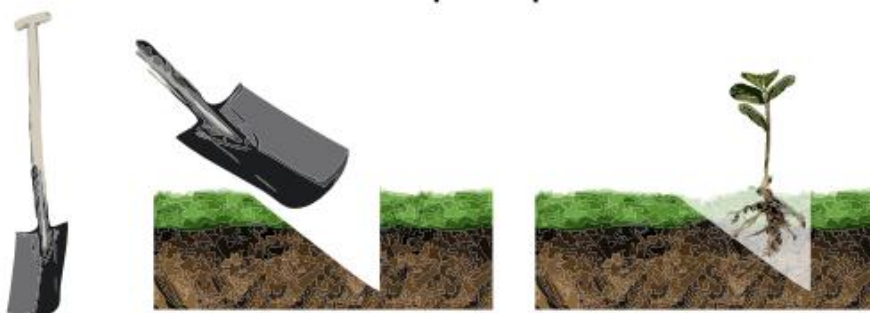
Para el establecimiento de la plantación acorde al sistema y la superficie a reforestar, se emplearán diversos tipos de herramientas para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la reforestación con mayor eficiencia y economía.

Algunas herramientas utilizadas serán:

- Pala recta
- Pala plantadora
- Barra o barreta plantadora
- Azadón
- Talacho

Técnicas de plantación

La técnica de la plantación de acuerdo a la superficie y condiciones del terreno será Golpe o pico de pala, la cual consiste en aperturar el suelo de un solo golpe, con pala o pico, creando un espacio suficiente para colocar la raíz de la planta. Se utiliza de preferencia planta con raíz desnuda y últimamente se ha utilizado para planta producida en contenedor de plástico rígido o poliestireno. Este método es aplicable en aquellos terrenos manejables y no pedregosos.



Técnica de plantación por medio de golpe o pico de pala.



Figura 85. Técnica de plantación por medio de golpe o pico de pala

Protección

Acorde al estudio realizado y visitas de campo se logró identificar la presencia de posibles agentes causales de daño a la reforestación, es por eso que se establecerán medidas adecuadas de protección y mantenimiento.

Animales de porte mayor: Se refiere al ganado vacuno, equino y a todo tipo de animales que se pueda controlar con un cercado de tres a cuatro líneas de alambre. El daño que provocan a las plantas es por pisoteo de las plantas, además de que compactan el suelo impidiendo la correcta oxigenación de las raíces y el paso del agua.

Animales de porte bajo: Abarca todo tipo de animales silvestres como conejos, liebres, ciervos, tuzas y algunas especies de aves, entre otros. Para impedir el acceso de éstos al área reforestada, se pueden construir murallas de piedra o colocar cercos con malla ciclónica o borreguera.

Dado que la reforestación se realizará dentro del área de reserva contemplada para amortiguar algunos impactos por el desarrollo del proyecto, todo el predio ya cuenta con cercado perimetral que permitirá la protección de las obras y actividades de reforestación.

Manejo integrado de plagas y enfermedades

Diversos agentes patógenos pueden afectar una o más partes de los árboles, dando como resultado la reducción del crecimiento o, en casos severos, la muerte del arbolado (Sharov y col. 1998). Por este motivo se implementarán acciones de prevención, y en su caso de control, para reducir sus efectos. El manejo integrado de plagas consiste en una estrategia que combina diversas acciones para tratar de reducir el uso de agroquímicos, disminuyendo así los efectos negativos para el ambiente y la salud humana.

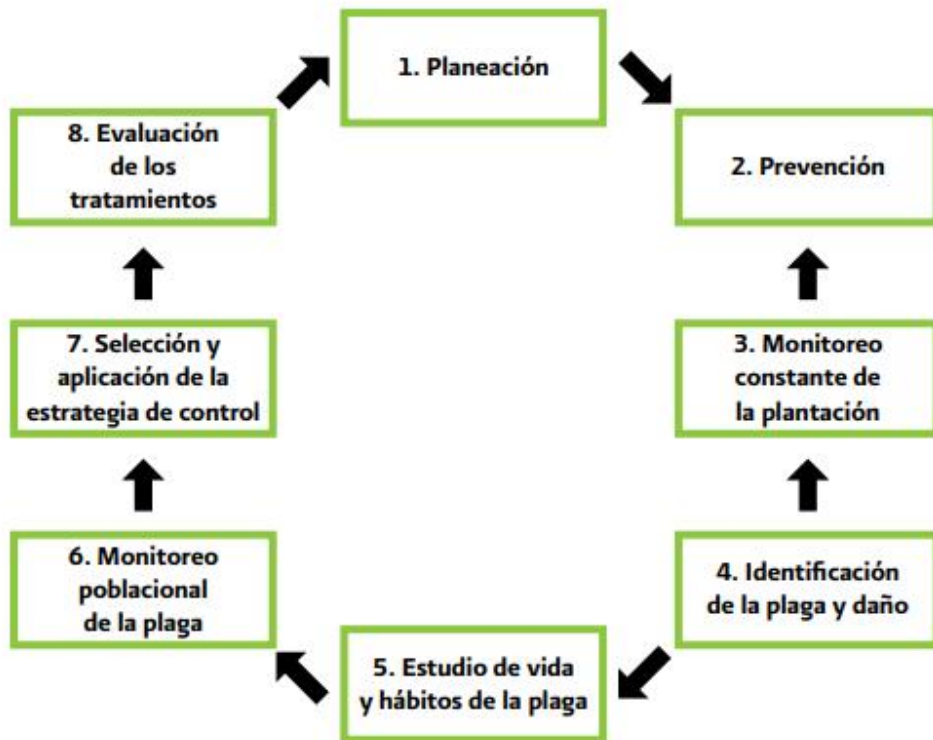


Figura 86. Proceso de manejo integrado de plagas

Detección de plagas y enfermedades

La detección de plagas y enfermedades se realizará mediante monitoreos continuos, que implicaran la realización de recorridos en campo o sitios donde se establecerá la reforestación.

Medidas preventivas

Para garantizar el éxito de la plantación nos aseguraremos de que la planta al salir del vivero esté libre de plagas y enfermedades. Si se llegara a detectar algún patógeno que afecte el buen desarrollo de la planta se optara por las siguientes medidas:

- *Aislamiento*: Consiste en delimitar con barreras físicas una o varias partes de la plantación con el fin de evitar la dispersión de la plaga o enfermedad, restringiendo el tráfico de personal y vehículos en esa área.
- *Eliminación de hospederos alternos*: Se trata de la eliminación de plantas dentro del sembradío y sus alrededores que pueden ser hospederas alternas de plagas o enfermedades.

- *Canales de drenaje:* La construcción de canales de drenaje evita la anegación de las zonas bajas de la plantación, dificultando así el desarrollo de plagas o enfermedades.


Medidas de control

Una vez que se identifican las plagas o enfermedades que afectan a la plantación, se emplearán diversos métodos para su control y combate.

- *Remoción y destrucción manual:* Cuando se encuentre la presencia de insectos que pupen en ramas, corteza o suelo, es necesario hacer la remoción manual de las pupas y destruirlas en el sitio para cortar el ciclo del insecto.
- *Control mecánico y físico:* Incluye una serie de prácticas que pueden eliminar directamente a las plagas o cambiar las condiciones favorables del medio a condiciones adversas para el desarrollo de las mismas (Andrews, 1989).
- *Tala de salvamento:* Consiste en la eliminación total del arbolado en una o más áreas de la plantación con el fin de erradicar la plaga o enfermedad en un área determinada, éstas se denominados focos de infección debido a su condición. Los árboles derribados y el material secundario (ramas y ramillas) se deben de tratar en el sitio.
- *Podas sanitaria:* Es la remoción de una o más partes del árbol que han sido severamente afectadas por plagas o enfermedades. La remoción se efectúa por medio de podas.
- *Raleo sanitario:* Es el derribo de árboles aislados dentro de la plantación que están afectados severamente y cuya condición no puede revertirse.
- *Control etológico:* Consiste en aprovechar el comportamiento de la plaga ante ciertos estímulos, aprovechándolos para su control. Incluye el uso de feromonas sexuales, de agregación o antiagregación, atrayentes en trampas y cebos, repelentes e inhibidores de alimentación, entre otros.
- *Control biológico:* Es la regulación de la población de un organismo por medio de otro. Parte del principio de que en la naturaleza todo organismo tiene uno o más antagonistas que lo eliminan o compiten con él.
 - *Control por conservación* Consiste en conservar y promover la sobrevivencia y reproducción de los enemigos naturales nativos presentes en la plantación, con el fin de ampliar su impacto sobre las plagas.
 - *Control biológico clásico* Consiste en la introducción y establecimiento de nuevas especies de enemigos naturales altamente específicas para el control de las plagas en la plantación.
- *Control químico:* Plagas y enfermedades se controlan por medio de sustancias químicas o biológicas.

Protección contra incendios forestales

El peligro de incendios es un factor de alta consideración en materia de reforestación. Para minimizar riesgos se implementarán acciones preventivas y, en el caso de registrarse un incendio, se emplearán las técnicas de combate más apropiadas de acuerdo con las herramientas y personas disponibles, así como la peligrosidad del mismo.

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	<u>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR</u>

Prácticas para la prevención de incendios

Apertura de brechas cortafuego: Consistirá en abrir líneas o franjas de tres metros de ancho. Con la apertura de las brechas se eliminará todo el material combustible que se encuentre en las zonas críticas de la plantación para evitar que pueda provocar un incendio. Con este trabajo se logrará aislar y proteger las áreas reforestadas.

Rehabilitación de brechas corta fuego: Una vez que se tienen las brechas corta fuego, se rehabilitaran cada año, eliminando todo el material que pueda convertirse en combustible y dañar la reforestación en caso de incendio. Conviene no esperar a que la brecha haya sido cubierta en su totalidad.

Líneas negras: Consistirá en la limpieza de vegetación forestal mediante el uso planificado del fuego, asesorados y supervisados por dependencias y especialistas en el desarrollo de esta práctica.

Mantenimiento de la reforestación

En esta etapa se realizarán diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Las actividades de mantenimiento se realizarán por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la reforestación, para asegurar su permanencia.

Control de maleza

El control de la maleza consistirá en eliminar toda vegetación indeseable que limite su desarrollo. Este trabajo será de manera manual empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arroyo para guardar humedad.

Fertilización

La fertilización será mediante el uso de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente.

Reposición de planta muerta

Para mantener la densidad definida de la plantación se repondrán las plantas muertas en cada ciclo de lluvias.

Podas

Consistirá en la eliminación de las ramas inferiores. Esta práctica tendrá el fin de incrementar la calidad de la madera y simplificar otras labores ya que facilitará el acceso para tareas de supervisión y mantenimiento. Además, reducirá el riesgo de incendios y permitirá el aprovechamiento de leña.

Evaluación y seguimiento

La evaluación de la sobrevivencia, se efectuará después del primer periodo de sequía. Además de la sobrevivencia, se obtendrán diferentes variables al momento de la toma de datos en campo, como estado sanitario y vigor de la planta.

Conclusiones

El proyecto tiene las siguientes características:

- No se afectarán ejemplares de fauna o sitios que la fauna ocupe para sus actividades de importancia (guardias, sitios de anidación, etc.), en caso que existan dentro del área de construcción, se aplicarán las medidas de prevención y mitigación para reubicación de fauna.

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto presenta las siguientes características ambientales:

- No se encuentra dentro de un área natural protegida, o sometida a algún tipo de manejo ambiental.
- El sitio donde se desarrollará el proyecto no presenta cualidades ambientales únicas o especiales, la vegetación es secundaria, y hay presencia de fauna silvestre típica de la región ecológica.
- En el sitio solo se observó una especie de flora con categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 *Ferocactus latispinus*, y una especie poco común, *Erythrina montana* (Colorín enano), de las cuales se contempla dentro del Programa de reforestación un plan rescate, reubicación y establecimiento en el área de reserva.

Parabuteo unicinctus

Es un ave rapaz diurna que habita generalmente en las zonas áridas y en zonas tropicales subhúmedas; se alimenta principalmente de mamíferos medianos aunque también lo hace de aves, lagartijas e insectos; es altamente social y forma grupos de reproducción y de cacería; anida en estructuras altas como los sahuaros o los postes de la luz, su época de reproducción por lo general es de febrero-junio y en ocasiones tiene un doble periodo, pone de 2-4 huevos y los incuba por 31-36 días, los polluelos son capaces de volar a los 45 días. Entre sus principales competidores por el territorio se encuentran otras rapaces como la aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) y entre sus principales depredadores se encuentran el ser humano, los coyotes (*Canis latrans*), los cuervos

comunes (*Corvus corax*), y el búho cornudo (*Bubo virginianus*). (Howell y Webb 1995; Baicich y Colin 1997; Gerstell y Bednarz 2003).

Durante los recorridos en campo no se detectaron estructuras altas donde fueran sitios adecuados para anidación, la topografía y los estratos vegetativos no son propios para la presencia de nidos de esta ave. Los avistamientos fueron durante el día en el horario de mayor actividad del ave para la captura de presas. No se detectaron juveniles o pichones en las visitas de campo al predio. A pesar de esto, se realizarán recorridos periódicos para cerciorarse de la ausencia de anidamientos de esta ave. En caso de encontrarse indicios de la presencia, se tendrá entendido por todo el personal del proyecto los protocolos a seguir en caso de avistamiento de alguna especie de fauna silvestre.

En cuanto al hábitat requerido por esta especie, no se pueden establecer las condiciones de hábitat requeridas para el desarrollo de esta ave, dado que en el predio mismo no existen de forma natural, por lo que no será necesario considera el empleo de recursos para satisfacer las necesidades de una especie que no tiene su nicho ecológico en este sitio del proyecto. Sin embargo, la supervisión ambiental del proyecto estará pendiente de cualquier indicio que pudiera requerir del apoyo económico oportuno para su cuidado y conservación.

VII.2. Impactos residuales.

Al concluirse el proyecto y a pesar de la aplicación de las medidas de mitigación, aún permanecerán algunos impactos debido al cambio de uso de suelo y las características de las obras realizadas en la zona de celdas, este tipo de impactos que no se eliminan totalmente, son los denominados impactos residuales. Para el caso del presente proyecto, se identificó la posible persistencia de los siguientes impactos residuales:

- La eliminación de la vegetación del predio, aunque no será total, tendrá como impacto residual negativo un decremento en los servicios ambientales que ésta provee, como la captación de carbono, regulación de la temperatura, retención de humedad, y hábitat para la fauna.
- La eliminación de la capa de suelo fértil del predio, aunque no será de forma total, tendrá como impacto residual negativo un decremento en los servicios ambientales que ésta provee, como sustrato para la vegetación, absorción de calor, retención e infiltración de humedad, y hábitat para la fauna.
- La etapa de operación de las infraestructuras de las celdas y de la infraestructura complementaria, implicará un decremento en los servicios ecosistémicos en el área de celdas, lo cual será impacto residual negativo. Sin embargo, se espera que, con el Programa de reforestación integral, se superen los servicios ecosistémicos perdidos por la operación del monorelleno.

VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

Para establecer el monto de la garantía correspondiente al proyecto, se realizó el siguiente análisis para determinar el costo de la reparación de los daños que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto.

Daño a Reparar	Equipo, Maquinaria, Materiales y Servicios requeridos	Costo	Personal requerido	Costo	Costos de la Reparación del Daño (pesos)
Azolves en un tramo de 100 m del cauce del arroyo La Trinidad, por arrastre de partículas de suelo	1 Retroexcavadora	\$300/hora (4 horas)	1 operador	\$300/día	\$1500
	2 palas	\$100 c/u			\$200
			2 trabajadores	\$150/día c/u (1 día)	\$300
					\$2000
Contaminación del cauce del arroyo La Trinidad por residuos sólidos arrastrados.	2 palas	\$100 c/u			\$200 (ya contemplado)
	Costales para basura	\$100/paquete			\$100
	4 pares de guantes de hule	\$ 20/par			\$80
			4 trabajadores	\$150/día c/u (1 día)	\$600
				\$780	
Contaminación del agua en el arroyo La Trinidad por derrame accidental de aceites lubricantes	1 Retroexcavadora	\$300/hora (4 horas)	1 operador	\$300/día	\$1500
	Bobcat	\$160/hora (4 horas)	1 operador	\$300/día (1 día)	\$940
	1 bomba de 1/2 HP	\$1200			\$1200
	1 manguera	\$300			\$300
	4 Pliegues de plástico negro de 10 x 6 m	\$100 c/u			\$400
	Grava, arena y tierra	\$800		\$800	\$800
	Disposición final de agua contaminada con aceites lubricantes	\$3000			\$3000
	3 Tambos plásticos de 200 L	\$150 c/u			\$450
		4 trabajadores	\$150/día c/u	\$600	
				\$11030	
Contaminación del suelo por residuos sólidos.	2 palas	\$100 c/u			\$200 (ya contemplado)
	1 Retroexcavadora	\$300/hora (12 horas)	1 operador	\$300/día	\$4500
			4 trabajadores	\$150/día c/u	\$600
				\$5300	
Contaminación del suelo por	1 pala	\$100 c/u			\$100 (ya contemplado)

derrame accidental de aceites lubricantes			1 trabajador	\$150/día	\$150
	Disposición final de suelo contaminado con aceites lubricantes				\$2000
					\$2150
Daños a la vegetación no sujeta a remover, retiro de árboles y arbustos o por daños a sus raíces durante los trabajos.	2 palas	\$100 c/u			\$200 (ya contemplado)
	2 picos	\$150 c/u			\$300
	4 pares de guantes de carnaza	\$40 c/u			\$160
	Árboles (mezquites y/o huizaches) para reforestación en proporción 3 a 1 respecto al número de individuos removidos	\$50 c/u (18 árboles)			\$900
	1 pipa para riegos de apoyo	\$300/viaje		1 pipa/semana por 3 meses (total 12 semanas)	\$3600
			4 trabajadores	\$150/día c/u (1 día)	\$600
				\$5560	
COSTO TOTAL POR LA REPARACIÓN DE LOS DAÑOS (PESOS MEXICANOS)					\$26,820.00

El costo total por la reparación de los daños, en caso de presentarse todos ellos durante la operación del proyecto, alcanzaría un monto de \$26,820.00, que sería el monto propuesto para la obtención de una garantía para cubrir dichos costos.

VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo.

Considerando el supuesto escenario en el que al terreno sujeto a cambio de uso de suelo se le retire toda la vegetación y la capa de tierra vegetal, y se desea lograr que se restauren las condiciones naturales en las que se encontraba el predio previo a la obra, implicaría realizar una inversión económica. Esta se estima a partir de los costos en referencia a los pagos que emite la Comisión Nacional Forestal para programas de restauración de terrenos forestales para este año, adicionalmente se emplearán otros costos de actividades extra requeridas para el mantenimiento y mejora de la plantación.

A grandes rasgos, el programa de restauración incluye el movimiento de tierras, para restituir el suelo vegetal. Enseguida se requieren obras de conservación de suelos para evitar su erosión y deslave. Ya conformado el suelo, se realiza el sembrado de árboles, preferentemente planta nativa (mezquite/huizache/varaduz/mimbre) a una densidad de 950 plantas por hectárea, que es la densidad de referencia para esta especie en este tipo de ecosistemas. Y de acuerdo al programa, se requerirá mantenimiento por un periodo mínimo de 20 años, que es el periodo que se considera cuando se siniestra un terreno forestal por incendio.

Tabla 85. Estimación del valor económico de la restauración.

Concepto	Costo (\$)
Programa de restauración integral	40,000.00
Conformación de suelo	300,000.00
Obras de conservación de suelos (cada 5 años)	505,400.00
Mantenimiento de obras de suelos	29,985.00
Planta 50 cm (16,550)	132,468.00
Sembrado (mano de obra) 1er ciclo	54,150.00
Mantenimiento reforestación 20 años	7,200,000.00
Imprevistos	120,000.00
Material	80,000.00
TOTAL	8,462,003.00

Los servicios ambientales adicionales a los que brindan directamente los árboles ya establecidos, ser irán integrando con el desarrollo de los árboles reforestados de forma paulatina.

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

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

El análisis del SA y sus componentes, arrojó un diagnóstico ambiental actual en el que se define el SA ambiental con una calidad ambiental media. Existen pocos elementos de presión sobre los recursos naturales, dado que solo se encontró un asentamiento urbano al final de la microcuenca, que fue la delimitación utilizada para el SA. Se pudo observar que las zonas con mayor disturbio son las que se acercaban a la localidad, y a medida que se distanciaban, se presentaba un gradiente de mayor conservación de la calidad ecosistémica. Sin embargo, solamente pudo encontrarse vegetación conservada y en estado primario en las partes altas de la cuenca, a donde existe escaso o nulo acceso a actividades humanas.

El predio presentó un estado de disturbio medio, pudiéndose constatar con las especies de flora encontradas en el predio del Proyecto, las cuales, por su biología y capacidad adaptativa, se consideran como indicadoras de disturbio, por la presencia de pastoreo y agricultura de temporal.

El SA sufre de un constante aprovechamiento insostenible del recurso vegetación y suelo, por la extensa actividad ganadera, dado que el 89% de las tierras del SA se usan para pastoreo. Y el restante se utiliza para cultivos de temporal y zona urbana. No se encontraron predios en condiciones de conservación o preservación, incluso en el ANP del Cerro del Muerto (parte norte del SA), se encontró pastoreo. Este ritmo de degradación es una constante en el campo mexicano, debido a la carencia de alternativas productivas sustentables, ya sea por nula voluntad por parte del propietario o por la ausencia de información hacia los productores. Por lo tanto, la tendencia del área del Proyecto, así como de gran parte del SA es hacia la degradación del ecosistema, por la presencia de sistemas productivos poco redituables tanto económica, social y ambientalmente.

Esta tendencia va a llevar al SA a un punto donde no sea posible la resiliencia y recuperación de este, una vez que se elimine la fuente de presión sobre los recursos naturales.

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Como se describió y se demostró en secciones anteriores, el SA sufrirá cambios de poco impacto y significancia por la magnitud y extensión de los posibles impactos que genere la presencia del proyecto. Esto a pesar de no contar con medidas de mitigación, se evaluaron y se simularon efectos sobre los servicios ambientales, de llevarse a cabo el proyecto sin medidas de mitigación, el efecto representa un porcentaje menor al 0.1% del SA.

En caso de que se realice el proyecto, en este escenario, la capacidad de captación de agua se vería reducida un 21.5% en el sitio del proyecto, o incluso de removerse el 100% de la vegetación en el predio, se podría perder una capacidad de captación de agua hacia el subsuelo de alrededor de

85,953 m³ de agua. Esto generaría incremento en la erosión laminar, llegándose a presentar canalillos o incluso cárcavas, que son situaciones de difícil remediación.

Otro efecto, sin medidas, es la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por el arrastre de partícula por la presencia de precipitación, que llega a generar lixiviados. Al no contar con geomembranas que retienen estos escurrimientos, se llegaría a presentar contaminación de agua a nivel freático. La entrada de escurrimientos a la zona de relleno puede arrastrar partículas y contaminar los cuerpos de agua aledaños al predio y por consiguiente a la localidad cercana.

Los residuos, al no contar con control de la humedad, pueden liberar olores, y partículas contaminantes al aire. Se generarían focos de infección por la presencia de organismos descomponedores.

Una falta de control en las actividades de la remoción de la vegetación produciría un efecto grave sobre las poblaciones de fauna del sitio. Debido a la ausencia de un programa de rescate y reubicación de fauna, se podrían dañar poblaciones de flora y fauna, incluso en estatus de protección.

Finalmente, la degradación del predio se aceleraría por la presencia del proyecto, incluso podrían verse afectados predios aledaños. El microclima del sitio se vería severamente afectado por la incidencia directa del sol sobre el suelo desnudo, expuesto al intemperismo de la sequía o la erosión hídrica y eólica.

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación propuestas y analizadas en secciones anteriores y en el DTU-BP se presentan como una alternativa viable para la mitigación y compensación de los efectos que provocará el desarrollo del proyecto en este sitio particular. Se realizó un análisis sistémico sobre los recursos naturales que podrían llegar a afectarse y se determinaron diversas medidas de control, mitigación y compensación que en el análisis resultó plausible su implementación para reducir en lo posible los impactos ambientales.

Los principales recursos naturales afectados por este tipo de proyecto son la vegetación, el suelo y el agua. Por lo tanto, además de las medidas generales de control en los procesos del proyecto, se estableció que deberá llevarse a cabo un programa integral de restauración forestal, que involucre obras de conservación de suelo y agua, la reubicación de especies prioritarias de fauna y flora, y la reproducción y plantación de elementos vegetativos del sitio y propios del tipo de vegetación.

Con la puesta en marcha del programa de restauración y compensación, se reducirá y en algunos casos se recuperará el efecto del cambio de uso de suelo y la construcción del proyecto. En el caso de la capacidad de captación de agua, el proyecto contempla una recuperación de la capacidad de infiltrar de 12,839.20 m³ de lo que originalmente se captaba en la zona de reserva, esto conlleva a

que en lugar de perderse 18,847 m², con esta medida únicamente se perderá la infiltración de 6,008 m³, los cuales son fácilmente captables aguas abajo en el SA.

De la misma manera, la erosión se verá controlada y superada a la tasa que actualmente se venía perdiendo de suelo en el predio. La erosión actual se estimó en 222.94 ton/año en el área destinada a CUSTF, pero con el programa de compensación y restauración en marcha, se estarían reteniendo alrededor de 1220 toneladas anuales de suelo en una superficie menor a la afectada por el CUSTF.

Otro efecto positivo de gran importancia que se podrá visualizar a mediano plazo es la recuperación e incremento en la cobertura vegetal y la redensificación de vegetación en este sitio de reserva. Se ha contemplado mantener una densidad de 950 plantas forestales por ha, que superaría en densidad a la encontrada actualmente en el predio. Adicionalmente, los servicios ambientales de captura de carbono y contaminantes atmosféricos, la generación de oxígeno y el incremento de refugio para la fauna se podrán restaurar y mejorar en un lapso menor al que se llevaría naturalmente de recuperar el sitio.

La eliminación del pastoreo es un efecto que ayudará o evitará la continua degradación del suelo y la vegetación del predio. Por lo que se ha proyectado la protección del área de reserva para evitar la entrada de ganado a compactar el suelo, así como prevenir mediante algunas prácticas forestales, los incendios de pastizal.

Por último, las medidas de control en el proceso del proyecto, evitarán la proliferación de organismos descomponedores de residuos, evitando otra fauna nociva, malos olores o contaminación de agua superficial o subterránea por los lixiviados del residuo.

VIII.4. Pronóstico ambiental.

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto presenta las siguientes características ambientales:

- Tiene un suelo del tipo feozem y litosol, con rocas del tipo arenisca-conglomerado, y se encuentra en una zona de baja sismicidad, lo cual es conveniente para desarrollar el monorelleno.
- Se encuentra dentro de la Subcuenca Río Aguascalientes y la Región Hidrológica Prioritaria No. 56 Valle de Aguascalientes – Río Calvillo, y no afecta superficies de Áreas Naturales Protegidas, AICAs, Sitios RAMSAR, o de Regiones Terrestres Prioritarias.
- Forma parte de la Provincia Eje Neovolcánico, y de la Subprovincia Altos de Jalisco.
- Posee vegetación de tipo matorral espinoso/crasicaule, en fase secundaria, con un grado de disturbio medio a alto, compuesta por los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo; así mismo hay áreas de cultivo, camino de acceso y una fracción del cauce del arroyo La Trinidad.

- En el sitio se observó a un individuo de aguililla de Harris (*Parabuteo unicinctus*), catalogada como Sujeta a Protección Especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como un nido hecho por esta especie, por lo que se deberán implementar medidas para protegerla y asegurar su sobrevivencia, más aún si hay apareamiento y reproducción de la misma en la zona.

- Es un predio que en una parte de su superficie ha sido empleado para actividades agrícolas, por lo que ya ha sido impactado previamente, así como por actividades de pastoreo, remoción de vegetación en algunas áreas donde se observa que anteriormente se realizó extracción de material pétreo, incluyendo algunas partes del cauce del arroyo que también fueron alteradas por dicha actividad.

- No presenta cualidades ambientales únicas o especiales, ya que es un sitio con calidad ecológica baja y fragilidad natural media.

Dado lo anterior, durante la vida útil del proyecto observará lo siguiente:

La calidad y naturalidad en el sistema ambiental no se verá afectada de forma significativa, ya que la superficie del proyecto (30.5 has) sólo representa el 0.17 % de la del sistema ambiental (17,921.3 has), por lo que los impactos serán muy localizados, limitados al predio del proyecto, y con la aplicación de medidas de prevención y mitigación de impactos, se reducirán los efectos de éstos sobre los factores bióticos y abióticos.



Por otra parte, en el sitio del proyecto se desarrollará un monorelleno para disponer los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Aguascalientes, el cual cumplirá con los requerimientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003, será parte de la infraestructura de servicios que requiere la modernización y ampliación de la planta, evitando así la contaminación del suelo y el agua, y la proliferación de fauna nociva que funge como vectores de enfermedades.

Al finalizar el proyecto se ejecutará un plan de abandono, para disminuir el impacto total del mismo, y por otra parte, la flora y fauna podrá volver a ocupar el sitio conforme se vayan restableciendo las condiciones necesarias para su desarrollo, para lo cual se realizarán reforestaciones a fin de coadyuvar a dicho proceso de recuperación.

VIII.5. Programa de manejo ambiental.

Introducción.

Con motivo del Proyecto “*DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO*”, se necesita contar con un programa de supervisión ambiental, el cual asegure que se cumplan las medidas de mitigación propuestas en DTU-B.

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

Los alcances del Programa están dirigidos a evidenciar el seguimiento de la evolución de la aplicación de medidas para la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales. Para ello, se cuantificarán sistemáticamente los efectos del desarrollo del Proyecto sobre el ambiente, integrando así, un análisis del grado de conservación, recuperación y restauración del ambiente, por efecto de la aplicación de las medidas establecidas (prevención, mitigación y compensación). En su conjunto, lo anterior aportará los elementos que permitan justificar técnica y ecológicamente la sustentabilidad del Proyecto.

El Proyecto se desarrollará en una zona que ha sufrido una fuerte actividad antropogénica, al ser un área de desarrollo agrícola y pecuario. No obstante, el proyecto contempla mitigar las afectaciones que pudieran darse por el desarrollo del proyecto y propiciar el manejo sustentable de los recursos agua, suelo, aire y biodiversidad. Por lo que, para ello, deberán ser monitoreadas y vigiladas las medidas de mitigación establecidos en el DTU-B.

El Programa de Supervisión constituye un documento técnico de control, en el que se establecen los parámetros a medir para llevar a cabo el seguimiento de las condiciones de los diferentes componentes ambientales que pueden resultar afectados por la ejecución de las obras del Proyecto, así como los sistemas de control de estos parámetros.

Las especificaciones del Programa de Supervisión se refieren esencialmente al monitoreo y vigilancia de que las actividades del Proyecto se apeguen a la normatividad ambiental, la definición de los parámetros a medir, la frecuencia recomendada para efectuar las mediciones, los sitios o los momentos en los cuales se deben realizar éstas, así como las técnicas aplicables y el sustento normativo o jurídico que justifica el cumplimiento de este tipo de requerimientos.

Objetivo general.

Dar seguimiento a las medidas de mitigación, compensación y restauración planteadas en el DTU-B propuesto, con el fin de reducir los impactos ambientales ocasionados por el Proyecto y cumplir con la normatividad ambiental.

Medidas de Ubicación y de Diseño.

Durante la planeación del proyecto se integraron criterios para que el diseño y construcción del proyecto estuviera lo más acorde a la topografía del sitio, aprovechando pendientes y sitios aptos para la colocación de las plataformas de disposición final de los residuos. Esto permite que se afecte en la medida de lo posible, la calidad paisajística del sitio. De la misma manera se plantea que se utilice la superficie con menor densidad forestal encontrada en el predio, al mismo tiempo, al encontrarse en la parte más baja de la ladera, propicia realizar programas de rescate, restauración y compensación en las partes altas del sitio.

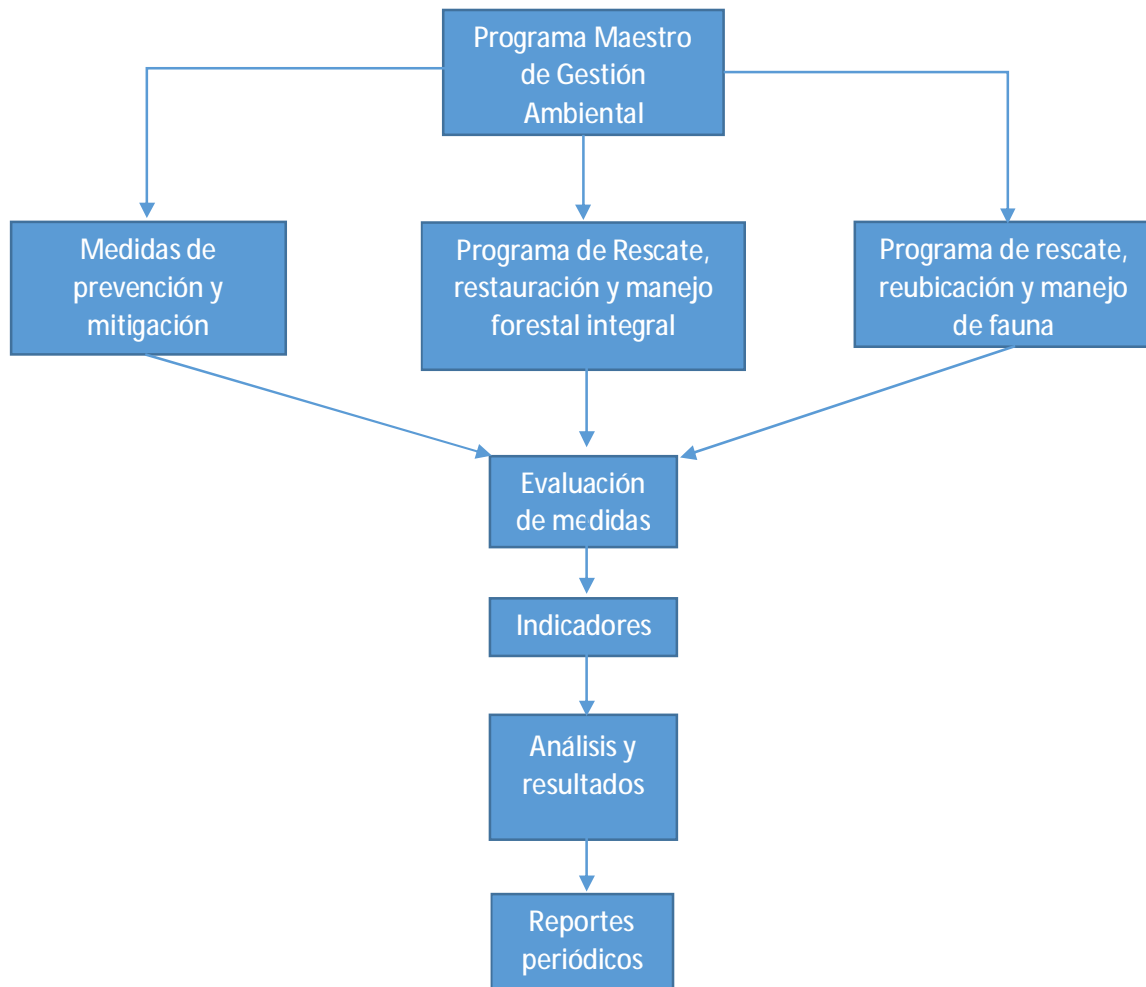
Procedimientos de Construcción y Operaciones.

Todos los procesos constructivos y operativos del proyecto involucran un enfoque transversal de gestión ambiental. Desde la preparación del sitio, el diseño, la construcción y la operación estarán regidos por un programa maestro de gestión y monitoreo ambiental, el cual estará supervisado por personal especializado y asignado únicamente a la atención del correcto funcionamiento del programa ambiental del proyecto.

Programa Monitoreo.

Será ejecutado por personal especializado y dedicado exclusivamente para el monitoreo del programa maestro de gestión ambiental. Este programa está diseñado en base a las etapas del proyecto, así como en los procesos de la etapa operativa y final del proyecto. Adicionalmente se le integran los programas complementarios de mitigación y compensación de impactos ambientales como son el de Restauración y manejo forestal integral del sitio y el de Rescate y manejo de fauna.

El Programa Maestro de Gestión Ambiental tiene tres vertientes principales que son los dos programas de flora y fauna y el seguimiento a las medidas de prevención y mitigación generales directamente en el proyecto.



Cada programa cuenta con sus propias medidas de mitigación, prevención, control y/o compensación, que estarán medidos con sus respectivos indicadores. Periódicamente se estarán levantando registros del resultado de las medidas aplicadas en cada programa, los cuales se analizarán y se realizarán reportes del comportamiento de las medidas. En caso de resultar positiva la respuesta del sistema, se continuará con la medida, en caso contrario se evaluarán alternativas.

Planes de Contingencia y Respuesta de Emergencia.

Se elaborarán planes de contingencia para cada uno de los tres programas establecidos para el seguimiento de las medidas de mitigación y prevención de impactos.

Compensación por Pérdidas o Daños.

Para establecer el monto de la garantía correspondiente al proyecto, se realizó el siguiente análisis para determinar el costo de la reparación de los daños que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto.

Tabla 86. Costo de reparación de daños.

Daño a Reparar	Equipo, Maquinaria, Materiales y Servicios requeridos	Costo	Personal requerido	Costo	Costos de la Reparación del Daño (pesos)
Azolves en un tramo de 100 m del cauce del arroyo La Trinidad, por arrastre de partículas de suelo	1 Retroexcavadora	\$300/hora (4 horas)	1 operador	\$300/día	\$1500
	2 palas	\$100 c/u			\$200
			2 trabajadores	\$150/día c/u (1 día)	\$300
					\$2000
Contaminación del cauce del arroyo La Trinidad por residuos sólidos arrastrados.	2 palas	\$100 c/u			\$200 (ya contemplado)
	Costales para basura	\$100/paquete			\$100
	4 pares de guantes de hule	\$ 20/par			\$80
			4 trabajadores	\$150/día c/u (1 día)	\$600
					\$780
Contaminación del agua en el arroyo La Trinidad por derrame accidental de aceites lubricantes	1 Retroexcavadora	\$300/hora (4 horas)	1 operador	\$300/día	\$1500
	Bobcat	\$160/hora (4 horas)	1 operador	\$300/día (1 día)	\$940
	1 bomba de 1/2 HP	\$1200			\$1200
	1 manguera	\$300			\$300
	4 Pliegues de plástico negro de 10 x 6 m	\$100 c/u			\$400
	Grava, arena y tierra	\$800		\$800	\$800
	Disposición final de agua contaminada con aceites lubricantes	\$3000			\$3000
	3 Tambos plásticos de 200 L	\$150 c/u			\$450
			4 trabajadores	\$150/día c/u	\$600
					\$11030
Contaminación del suelo por residuos sólidos.	2 palas	\$100 c/u			\$200 (ya contemplado)
	1 Retroexcavadora	\$300/hora (12 horas)	1 operador	\$300/día	\$4500
			4 trabajadores	\$150/día c/u	\$600
					\$5300

Contaminación del suelo por derrame accidental de aceites lubricantes	1 pala	\$100 c/u			\$100 (ya contemplado)
			1 trabajador	\$150/día	\$150
	Disposición final de suelo contaminado con aceites lubricantes				\$2000
					\$2150
Daños a la vegetación no sujeta a remover, retiro de árboles y arbustos o por daños a sus raíces durante los trabajos.	2 palas	\$100 c/u			\$200 (ya contemplado)
	2 picos	\$150 c/u			\$300
	4 pares de guantes de carnaza	\$40 c/u			\$160
	Árboles (mezquites y/o huizaches) para reforestación en proporción 3 a 1 respecto al número de individuos removidos	\$50 c/u (18 árboles)			\$900
	1 pipa para riegos de apoyo	\$300/viaje		1 pipa/semana por 3 meses (total 12 semanas)	\$3600
			4 trabajadores	\$150/día c/u (1 día)	\$600
				\$5560	
COSTO TOTAL POR LA REPARACIÓN DE LOS DAÑOS (PESOS MEXICANOS)					\$26,820.00

El costo total por la reparación de los daños, en caso de presentarse todos ellos durante la operación del proyecto, alcanzaría un monto de \$26,820.00, que sería el monto propuesto para la obtención de una garantía para cubrir dichos costos.

Acciones de supervisión.

Estarán realizadas por el personal asignado para el seguimiento de cada programa de gestión ambiental. Cada programa cuenta con la metodología para la supervisión de las medidas de mitigación y prevención de impactos. El coordinador de cada programa seguirá un manual específico para revisión de puntos y registros de actividades de cumplimiento de las medidas de mitigación.

El monitoreo de flora estará orientado a cumplir con las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados en el área de influencia directa del proyecto, los puntos a evaluar son:

- Ø Rescate y reubicación de especies de flora descritas para el área del proyecto.
- Ø Utilización adecuada de las técnicas descritas en el Programa de Rescate, Reubicación y Reforestación de Flora.
- Ø El recorrido en específico de toda el área sujeta a CUSTF.
- Ø Evaluación de la reforestación.

El Programa de Flora hace énfasis en el rescate y reforestación de todas aquellas especies enlistadas en el programa, aclarando que ninguna especie esta incluidas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010.

El monitoreo de fauna estará orientado a cumplir con las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados en el área de influencia directa del proyecto, los puntos a evaluar son:

- Ø Captura y liberación de especies de fauna descritas para el área del proyecto.
- Ø Utilización adecuada de las técnicas descritas en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.
- Ø El recorrido de toda el área del Proyecto.
- Ø Evaluación de las áreas de liberación de los organismos capturados.

El Programa de Fauna hace énfasis en el rescate de todas aquellas especies de lento desplazamiento, así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010.



El monitoreo de los componentes ambientales estará orientado a cumplir con las medidas de mitigación complementarias de los impactos ambientales identificados en el área de influencia directa del proyecto, los elementos a evaluar son:

- Ø Paisaje
- Ø Aire
- Ø Suelo
- Ø Agua
- Ø Procesos del medio físico

Evaluación del desempeño ambiental.

La evaluación se realizará mediante la medición, registros y análisis de indicadores ambientales específicos para cada tipo de programa de seguimiento ambiental, definidos en los programas específicos de cada medida de mitigación de impacto ambiental.

Los informes de avance darán cumplimiento a las obligaciones y requerimientos en materia ambiental. Éstos tienen como propósito realizar una autoevaluación de la gestión ambiental y

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

constituyen una herramienta para informar periódicamente a las autoridades ambientales sobre la ejecución y funcionamiento de los procedimientos, obras y sistemas de control ambiental propuestos en los tres programas de gestión ambiental.

En estos informes también se detallarán las acciones desarrolladas para la solución de imprevistos y problemas que conduzcan al cumplimiento de las metas ambientales señaladas en cada uno de los Programas Ambientales.

Informes bimestrales para consumo interno: Informe que describe los aspectos más importantes relativos a los avances del Programa y de las acciones Ambientales, aplicación de medidas de mitigación, compensación y restauración. El informe incluirá:

- Ø Comentario general; incluyendo los hechos más destacados relativos a los aspectos ambientales
- Ø Breve descripción del avance de obra y su incidencia en las medidas de mitigación (correctivas y compensatorias)
- Ø Niveles de impacto provocados
- Ø Desarrollo de las medidas de mitigación complementarias
- Ø Desarrollo de los Programas Ambientales
- Ø Adecuación de los trabajos al medio ambiente
- Ø Memoria fotográfica de las acciones realizadas
- Ø Conclusiones

Informes semestrales a las Autoridades Ambientales durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción: Informe que describe los aspectos más importantes relativos a los avances de los Programas y Acciones Ambientales, aplicación de medidas de mitigación, compensación y restauración. A diferencia de los informes para consumo interno, estos informes darán un mayor énfasis a señalar de forma puntual el cumplimiento de cada uno de los aspectos del Resolutivo de Impacto Ambiental y las medidas propuestas en el DTU-B. El informe incluirá:

- Ø Comentario general; incluyendo los hechos más destacados relativos a los aspectos ambientales
- Ø Breve descripción del avance de obra y su incidencia en las medidas de mitigación (correctivas y compensatorias)
- Ø Niveles de impacto provocados
- Ø Desarrollo de las medidas de mitigación complementarias y grado de avance
- Ø Desarrollo del Programa de Fauna y grado de avance
- Ø Cumplimiento con la normatividad específica
- Ø Memoria fotográfica de las acciones realizadas
- Ø Conclusiones

Estos informes semestrales se ingresarán en forma electrónica a las Delegaciones Federales de PROFEPA del estado de Aguascalientes, con copia para la DGIRA junto con los acuses de recibo de la PROFEPA.

Informes específicos: serán aquellos informes exigidos de forma expresa por la autoridad ambiental o por medidas correctivas derivados del Resolutivo, referidos a alguna variable concreta y con una especificidad definida.

Informes extraordinarios: se emitirán cuando exista alguna afectación no prevista o cualquier aspecto que precise de una actuación inmediata y que, por su importancia, merezca la emisión de un informe especial. Estarán referidos a un único tema, no sustituyendo a ningún otro informe.

Además de estos informes, cuando finalice la construcción del Proyecto, se elaborará un Informe Final. En este informe se recogerán todas las actividades realizadas relativas a temas ambientales, detallando las medidas realizadas, las incidencias presentadas y los estudios complementarios efectuados relativos a cada obra. Para ello se tomarán en cuenta todos los informes generados durante la planificación, la ejecución y el seguimiento ambiental.

Informe final: este informe incluirá un resumen de las obras realizadas, su incidencia ambiental y otros problemas adicionales, las actuaciones que se han realizado (mejoras) y estado final de las obras, todo ello con relación al medio ambiente.

En la elaboración de todos los informes se tendrán en consideración los siguientes aspectos:

- Grado de eficacia de las medidas correctoras adoptadas.
- Evaluación de las medidas adoptadas anteriormente, adjuntando material fotográfico.

Nuevas medidas a adoptar, basadas en los posibles desvíos de impactos no detectados anteriormente o en la corrección de las medidas propuestas.

Procedimientos para instrumentar medidas de mejora.

Se establecerán de acuerdo con el avance y monitoreo de las medidas de mitigación de impactos implementadas originalmente, mediante la observación del comportamiento de cada medida, en caso de que el indicador arroje resultados pobres se implementarían cambios. De la misma manera, se pueden realizar pruebas con algunas medidas para verificar mejoras en su funcionamiento.

Líneas estratégicas.

Derivado del análisis de impactos ambientales identificados y evaluados que pueden presentarse por la ejecución del proyecto, se establecieron las respectivas medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales. A partir de esta información, se regirá el presente programa de manejo, que buscará seguir y ejecutar las etapas del proyecto con el mínimo impacto posible sobre los recursos naturales del sitio y del sistema ambiental. Para un efectivo seguimiento de estas medidas, se trazaron las diferentes líneas estratégicas que concuerdan con las medidas previamente establecidas para prevenir y mitigar los posibles impactos ambientales. A continuación, se analiza cada una de las líneas estratégicas a seguir en el presente programa:

Tabla 87. Líneas estratégicas para el seguimiento ambiental.

Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
LÍNEA ESTRATÉGICA: Compensar el impacto sobre el patrón de escurrimientos pluviales.				
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio.				
Incremento en el gasto de agua que escurre en el área desprovista de vegetación.	Se realizarán desagües y redirección de algunos escurrimientos hacia las áreas provistas de vegetación y de tal forma que no provoquen nuevos arroyos y cárcavas.	A partir de la etapa de construcción hasta la clausura de la última plataforma del relleno.	<ul style="list-style-type: none"> - Maquinaria - Trabajadores - Herramienta - Obras de suelos - Material edáfico y - \$300,000.00 anual 	Se tendrá personal especializado dirigiendo cuadrillas de obras y mantenimiento de estas. Se cubrirá 100% de la superficie destinada para la compensación. El mantenimiento elevará la eficiencia de las obras para el control de escurrimientos.
Compactación y sellamiento de suelo, pérdida de permeabilidad del suelo por la presencia de la geomembrana.	Se protegerá el área de reserva y alrededores que quedarán provistas de vegetación, adicionalmente se le aplicarán obras de retención de suelo.	A partir de la etapa de construcción hasta la clausura de la última plataforma del relleno.	<ul style="list-style-type: none"> - Maquinaria - Trabajadores - Herramienta - Obras de suelos - Material edáfico y - \$300,000.00 anual 	Se tendrá personal especializado dirigiendo cuadrillas de obras y mantenimiento de estas. Como se proyectó en la sección VI. Las obras de captación de suelo, retendrán al menos 50% más del escurrimiento con el proyecto.

LÍNEA ESTRATÉGICA: Compensar el impacto sobre la infiltración de agua.

ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio.

Pérdida de capacidad de infiltración en las plataformas de relleno.	Se compensará la captura e infiltración de agua con obras de captación de suelo y reforestación en el área de reserva y sitios provistos con vegetación.	A partir de la etapa de construcción hasta la clausura de la última plataforma del relleno.	<ul style="list-style-type: none"> - Maquinaria - Trabajadores - Herramienta - Obras de suelos - Material edáfico y pétreo. - Plántulas forestales. - \$200,000.00 anual 	Se tendrá personal especializado dirigiendo cuadrillas de obras y mantenimiento de estas. Como se proyectó en la sección VI. Las obras de captación de suelo, infiltrarán al menos 50% más del escurrimiento con el proyecto.
LÍNEA ESTRATÉGICA: Compensar y reducir el impacto sobre la pérdida del suelo.				
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio.				
Pérdida de las características físicas del suelo por remoción de capas profundas de material.	El suelo removido se estará utilizando paulatinamente para cubrir las plataformas al irse llenando. Una medida de compensación estará cubierta por las obras de retención de suelo en el programa integral de reforestación.	Durante la etapa de operación hasta 3 años después de la clausura.	<ul style="list-style-type: none"> - Maquinaria - Trabajadores - Herramienta - Obras de suelos - Material edáfico y pétreo. - Plántulas forestales. - \$200,000.00 anual 	Se tendrá personal especializado dirigiendo cuadrillas de obras y mantenimiento de estas. Como se proyectó en la sección VI. Las obras de captación de suelo, retendrán al menos 50% más del suelo con el proyecto.
LÍNEA ESTRATÉGICA: Prevenir y reducir el impacto sobre la calidad del aire.				
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio.				
Emisión de partículas suspendidas.	La zona de excavación y principales vías de tránsito de los vehículos se regarán	Durante la etapa de preparación y construcción.	<ul style="list-style-type: none"> - Pipas de agua. - Operadores. - \$48,000.00 anual 	Se tendrá personal designado para monitorear el estado de humedad de los caminos



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

	periódicamente con agua del bordo.			para evitar la volatilidad de polvos.
Emisión de gases de combustión de motores a gasolina/diesel.	Mantener en buen estado mecánico los vehículos de carga, transporte, maquinaria y supervisión que participen en el proyecto, y realizarles la verificación vehicular correspondiente o requerirla al contratista.	Durante toda la vida útil del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor. - Servicios técnicos. - \$70,000.00 anual 	Se tendrá personal designado para monitorear el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos.
Emisión de otros gases o partículas suspendidas.	Durante el desmote y limpieza no se permitirá el uso de fuego ni agroquímicos, así como tampoco se realizarán actividades de quema de ningún tipo de residuo.	Durante la preparación del sitio.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor 	Se tendrá personal supervisando.
LÍNEA ESTRATÉGICA: Compensar el impacto producido por la remoción de la vegetación.				
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio.				
Perturbación del hábitat de fauna e individuos directos.	Previo a las actividades de desmote y despalme se realizarán recorridos para la detección de nidos, guaridas y/o refugios de la fauna silvestre, en cuyo caso de ahuyentará a los animales que lo ocupen. Para esto se tendrá un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre. El desmote se llevará a cabo preferentemente por medios	Durante la preparación del sitio.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor. - Equipo de especialistas en manejo de fauna. - Instrumentos y material para manejo de fauna. - Trampas, jaulas, etc. - \$2,038,731.09 	Se asigna la ejecución, seguimiento y reporte de resultados del programa a un equipo de especialistas. Se proyecta incrementar el índice de biodiversidad actual.



INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

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

	<p>manuales (hachas, machetes y motosierras) y maquinaria pesada, de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las especies de fauna silvestre tengan posibilidad de alejarse del sitio.</p> <p>No se permitirá la caza, captura y/o extracción de especies silvestres del sitio.</p>			
<p>Pérdida de servicios ecosistémicos: hábitat de fauna, refugios de fauna, captura de carbono, regulación de microclima, cobertura de suelo, infiltración pluvial e incremento de erosión de suelo, decremento en la calidad paisajística.</p>	<p>Programa integral de conservación, restauración y manejo forestal del sitio.</p>	<p>Durante la etapa de operación y 5 años después del abandono del sitio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Especialistas en manejo de ecosistemas. - Personal de campo. - Maquinaria. - Plántulas. - Vivero - Insumos de producción forestal. - Herramienta. - \$ 3,094,873.29 	<p>Se asigna la ejecución, seguimiento y reporte de resultados del programa a un equipo de especialistas. Se espera una supervivencia del 80% al tercer año del programa. Se proyecta superar la cobertura y densidad actual del sitio. Se proyecta incrementar el índice de biodiversidad actual.</p>

VIII.6. Seguimiento y control.

Como se estableció en el programa maestro de gestión ambiental, cada programa derivado tendrá su propio coordinador y será el responsable de supervisar y verificar que se cumplan las actividades regidas por las medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales.

De la misma manera como se indicó en el programa, se elaborarán Informes de Avance y Cumplimiento de la aplicación de las medidas y de los programas de fauna y de flora del proyecto completo de manera periódica.

En cada programa se abordarán a grandes rasgos los siguientes puntos:

Del programa de Restauración Forestal, se estableció dar seguimiento a los siguientes elementos:

Acciones	Frecuencia	Indicador	Medidas correctivas
1. Rescate	Supervisión continua durante toda la duración de la ejecución del Programa de Restauración Forestal	Cobertura de superficie forestal donde se han rescatado especies sujetas a manejo.	Repasar áreas donde no se cumpla la superficie de rescate.
2. Obras de suelo	Supervisión periódica de la ejecución de obras de suelo sobre las áreas destinadas a esta actividad.	Cobertura en superficie de obra.	Corregir la obra.
3. Reforestación	Supervisión continua durante toda la duración de la ejecución del Programa de Restauración Forestal	Densidad de plantas por hectárea.	Redensificar en zonas donde no se cumpla la densidad.
4. Evaluación	Supervisión continua durante toda la duración de la ejecución del Programa de Restauración Forestal	Verificación de la sobrevivencia del 80% de las especies reforestadas.	Reemplazo de plántulas muertas.

Del programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre se contempla dar seguimiento a los siguientes elementos:

Acciones	Frecuencia	Indicador	Medidas correctivas
1. Amedrentamiento	Supervisión continua durante toda la duración de la ejecución del PRRFS	Recorridos por el área del Proyecto para constatar que los organismos se han desplazado.	En caso de avistamiento, avisar al especialista para captura y reubicación.
3. Captura de fauna	Supervisión continua durante toda la	Verificación del uso adecuado de las	Asesoramiento de las técnicas correctas.

	duración de la ejecución del PRRFS	técnicas de captura propuestas para el caso de pequeños mamíferos, reptiles y aves.	
4. Liberación de fauna	Supervisión continua durante toda la duración de la ejecución del PRRFS	Verificación del uso adecuado de las técnicas de liberación propuestas para el caso de pequeños mamíferos, reptiles y aves.	Asesoramiento de las técnicas correctas.
5. Capacitación Ambiental	Dos meses a los trabajadores de la obra	Sensibilización a los trabajadores sobre la importancia de la fauna y la ejecución del programa.	Aviso al jefe inmediato

Las medidas generales de mitigación de impactos se supervisarán de acuerdo al siguiente plan:

Elemento Ambiental	Medidas de mitigación	Frecuencia	Corrección
Paisaje	De acuerdo a las medidas mencionadas en el Capítulo VII del DTU.	Observación continua y directa de las medidas. Reporte bimensual	Justificar por escrito los cambios.
Calidad del Aire	De acuerdo a las medidas mencionadas en el Capítulo VII del DTU.	Observación continua y directa de las medidas. Reporte bimensual	Justificar por escrito los cambios.
Suelo	De acuerdo a las medidas mencionadas en el Capítulo VII del DTU.	Observación continua y directa de las medidas. Reporte bimensual	Justificar por escrito los cambios.
Agua	De acuerdo a las medidas mencionadas en el Capítulo VII del DTU.	Observación continua y directa de las medidas. Reporte bimensual	Justificar por escrito los cambios.
Procesos del medio físico	De acuerdo a las medidas mencionadas en el Capítulo VII del DTU.	Observación continua y directa de las medidas. Reporte bimensual	Justificar por escrito los cambios.

- Cualquier desviación del Programa de fauna y/o medidas propuestas en el DTU se justificarán por escrito y se solicitará la autorización de las Autoridades Ambientales correspondientes para algún cambio.
- La Supervisión Ambiental se llevará a cabo mediante personal de campo asignado al Proyecto de tiempo completo y cuando se requiera, especialistas en los diferentes materias y factores ambientales. Estos supervisores ambientales coordinarán sus acciones con las del personal de obra y personal ejecutor del programa de Restauración Forestal, Manejo de Fauna y Medidas Ambientales.
- El personal asignado a la Gestión Ambiental actuará de forma preventiva, correctiva y también como capacitadores y sensibilizadores a la necesidad de cumplir con la normatividad ambiental y las obligaciones impuestas por las Autoridades Ambientales mediante el Oficio Resolutivo. Asimismo, se conservarán dentro de la obra, los Programas y las diferentes autorizaciones en materia ambiental.
- Las personas que conformen el equipo técnico de la ejecución del Programa de Gestión Ambiental o complementarios, así como el Equipo Supervisor Ambiental, deberán tener los conocimientos necesarios para la ejecución correcta de las actividades a realizar.
- Los supervisores ambientales del Programa de Supervisión estarán capacitados para identificar con oportunidad cualquier desviación para garantizar el éxito del Programa de Supervisión.

Bibliografía:

- Barrantes, G. & Castro, E. 1999. *Aportes de la biodiversidad silvestre de las Áreas de Conservación a la economía nacional*. Servicios de Economía Ecológica para el Desarrollo. Consultoría elaborada para el INBio, dentro del proyecto INBio-BM. 55 p.
- Barrantes, G. y E., Castro. 1999. *“Estructura tarifaria hídrica ambiental ajustada: Internalización del valor de variables ambientales.”* Heredia: ESPH
- Benjamín, O. J., & Maser, O. (2001). *Captura de carbono ante el cambio climático*. Madera y Bosques, 3-12.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (junio de 2015). *Biodiversidad Mexicana*. Obtenido de <http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2001). *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México*. México: Secretaría de Gobernación y Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- FAO. (enero de 2011). Unasylva. *Servicios ambientales*. págs. 36-52.
- Flores-Ramírez, N., Mendizábal-Hernández, L., & Alba-Landa, J. (2012). *Potencial de captura y almacenamiento de CO2 en el valle de Perote. Estudio caso: Pinus cembroides subsp. orizabensis* D.K. Bailey. Foresta Veracruzana, 14(1), 17-22.

- García E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Universidad Autónoma de México, D.F. 176 pp.
- Jurado-Guerra, P., Saucedo-Terán, R., Morales-Nieto, C., y Martín-Martínez, S. (2013). *Almacén y captura de carbono en pastizales y matorrales de Chihuahua*. Aldama: INIFAP.
- Muñoz-Piña, C., A. Guevara, J. M. Torres, and J. Braña. 2008. *Paying for the hydrological services of Mexico's forests: analysis, negotiations and results*. Ecological Economics, 65(4):725-736.
- SAGARPA, 2014.
- http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D2_AGRIGAN04_06&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=*
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003). *Introducción a los servicios ambientales*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Rosa, L. P., dos Santos, M. A., Matvienko, B., dos Santos, E. O. and Sikar, E.: 2004, "Greenhouse gases emissions by hydroelectric reservoirs in tropical regions". Climatic Change 66(1-2), 9-21.
- Troll, C. (1971). *Landscape Ecology (Geoecology) and Biogeocenology-A Terminological Study*. Geoforum: 43-46.
- Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning*. USDA Agricultural Handbook. N° 537, 58p.

IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

IX.1. Presentación de la información.

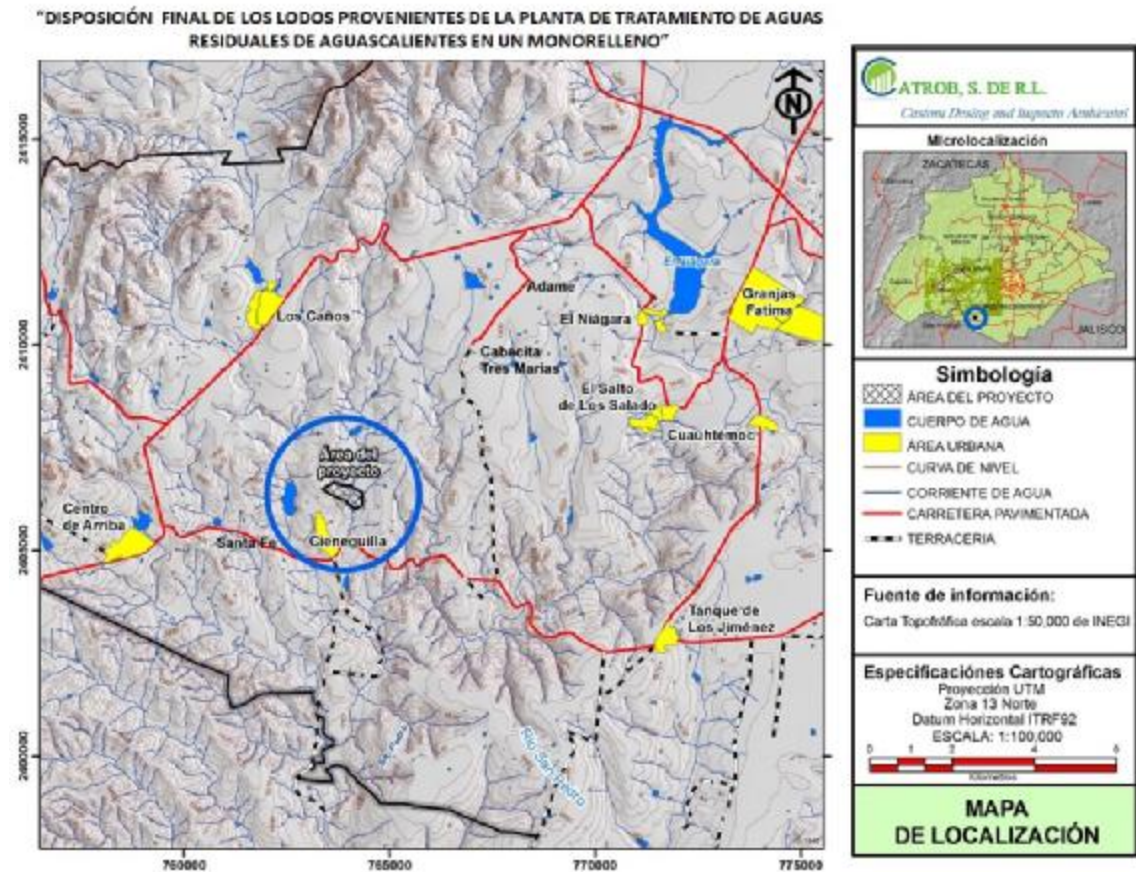
En el entendido de lo solicitado en el artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se presenta el Documento Técnico Unificado Modalidad B-Particular en dos tantos impresos y 4 en archivo electrónico.

Uno de los impresos y con sus 3 copias en archivo electrónico contemplan el entero del proyecto denominado "*DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO*", que podrán ser utilizados en el Proceso de evaluación y los restantes serán utilizados para consulta pública.

Asimismo, se incluyen los archivos electrónicos, las imágenes, planos e información que complementa el estudio.

IX.1.1. Cartografía.

Localización del Predio.



Coordenadas de los vértices del polígono de la zona sujeta a CUSTF.

Sistema de coordenadas proyectadas UTM, datum WGS84, zona 13 N.

Vértice	Coord. X	Coord. Y
1	763534.06	2406472.68
2	763547.41	2406481.96
3	763563.95	2406490.34
4	763585.74	2406490.14
5	763603.32	2406505.96

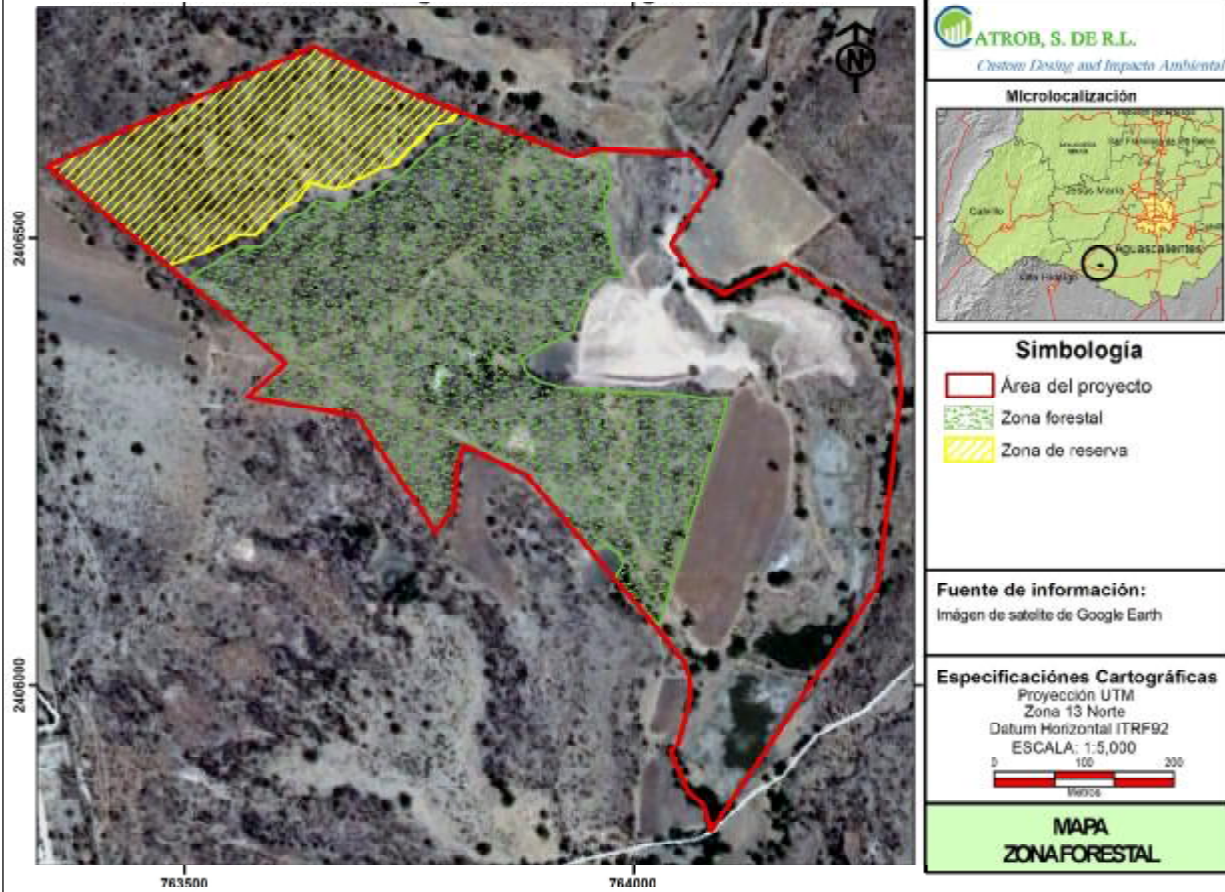
6	763615.92	2406522.27
7	763633.60	2406529.97
8	763647.72	2406543.22
9	763669.09	2406537.90
10	763690.11	2406542.94
11	763709.67	2406550.95

12	763725.57	2406563.51
13	763744.16	2406571.44
14	763758.96	2406586.41
15	763774.09	2406599.28
16	763788.56	2406611.23
17	763795.40	2406614.08
18	763807.56	2406618.82
19	763821.46	2406634.88
20	763822.45	2406635.91
21	763935.51	2406591.71
22	763960.27	2406600.12
23	763970.24	2406599.59
24	763970.27	2406596.15
25	763971.57	2406580.54
26	763971.91	2406576.53
27	763976.59	2406560.33
28	763967.79	2406542.79
29	763971.66	2406522.18
30	763971.72	2406521.85
31	763975.32	2406502.27
32	763977.79	2406478.48
33	763989.68	2406457.28
34	763983.93	2406456.63
35	763968.43	2406456.78
36	763954.87	2406444.59
37	763950.39	2406439.98
38	763938.98	2406410.09

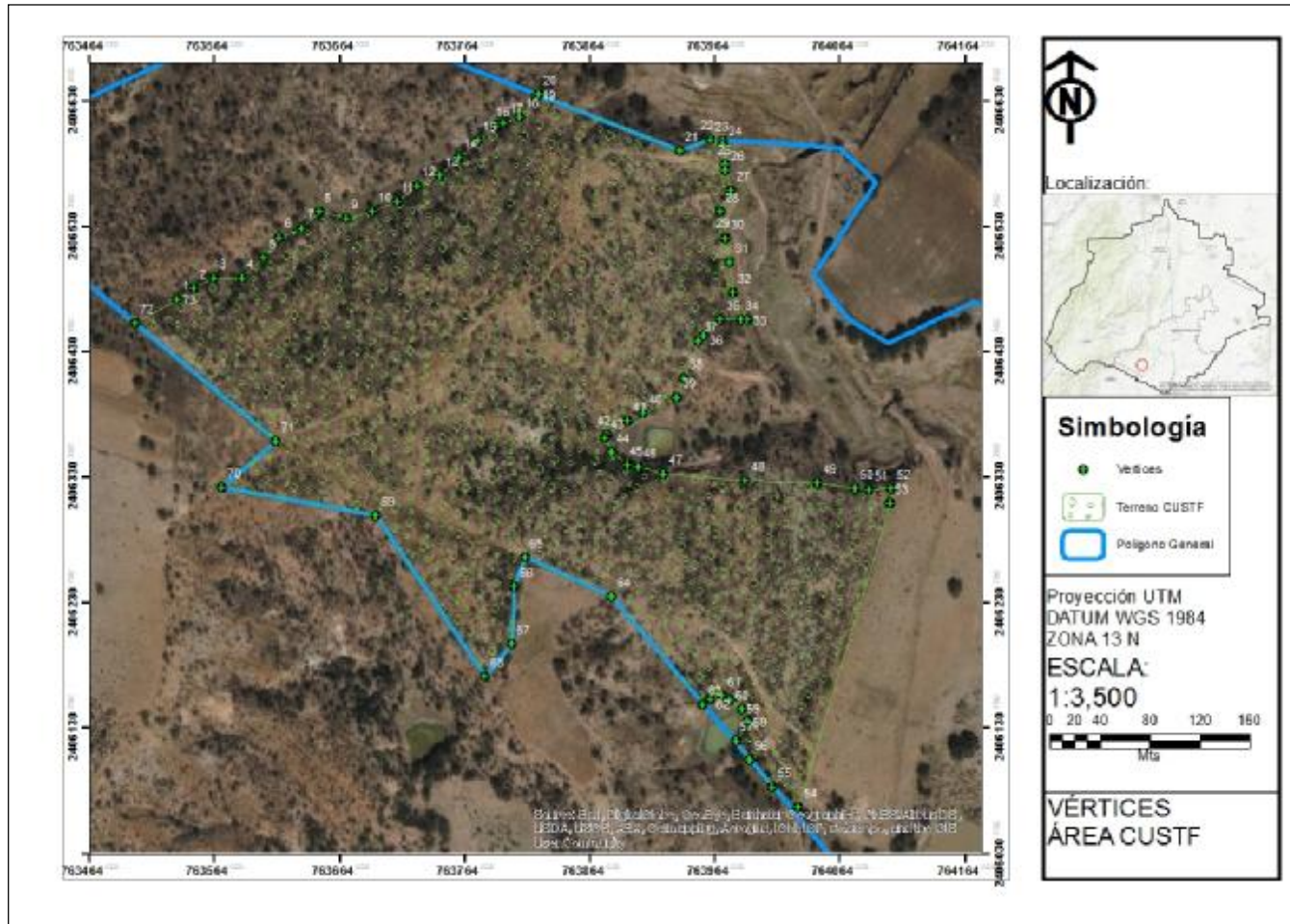
39	763933.43	2406394.82
40	763906.68	2406382.55
41	763893.69	2406375.78
42	763877.50	2406365.43
43	763876.10	2406362.63
44	763881.28	2406350.79
45	763893.98	2406341.27
46	763902.44	2406339.15
47	763922.55	2406333.86
48	763987.93	2406328.92
49	764045.30	2406327.20
50	764076.13	2406322.28
51	764086.71	2406321.02
52	764104.90	2406322.32
53	764103.53	2406310.58
54	764030.09	2406068.27
55	764009.66	2406084.40
56	763991.20	2406106.38
57	763980.47	2406121.66
58	763990.00	2406137.54
59	763984.92	2406146.86
60	763975.61	2406153.84
61	763969.47	2406157.65
62	763960.37	2406154.90
63	763953.86	2406150.36
64	763881.59	2406235.92
65	763811.81	2406268.01

66	763803.38	2406243.95
67	763801.07	2406198.52
68	763780.19	2406172.40
69	763693.03	2406301.01
70	763570.17	2406323.18
71	763613.26	2406360.40
72	763500.51	2406454.08
73	763534.06	2406472.68

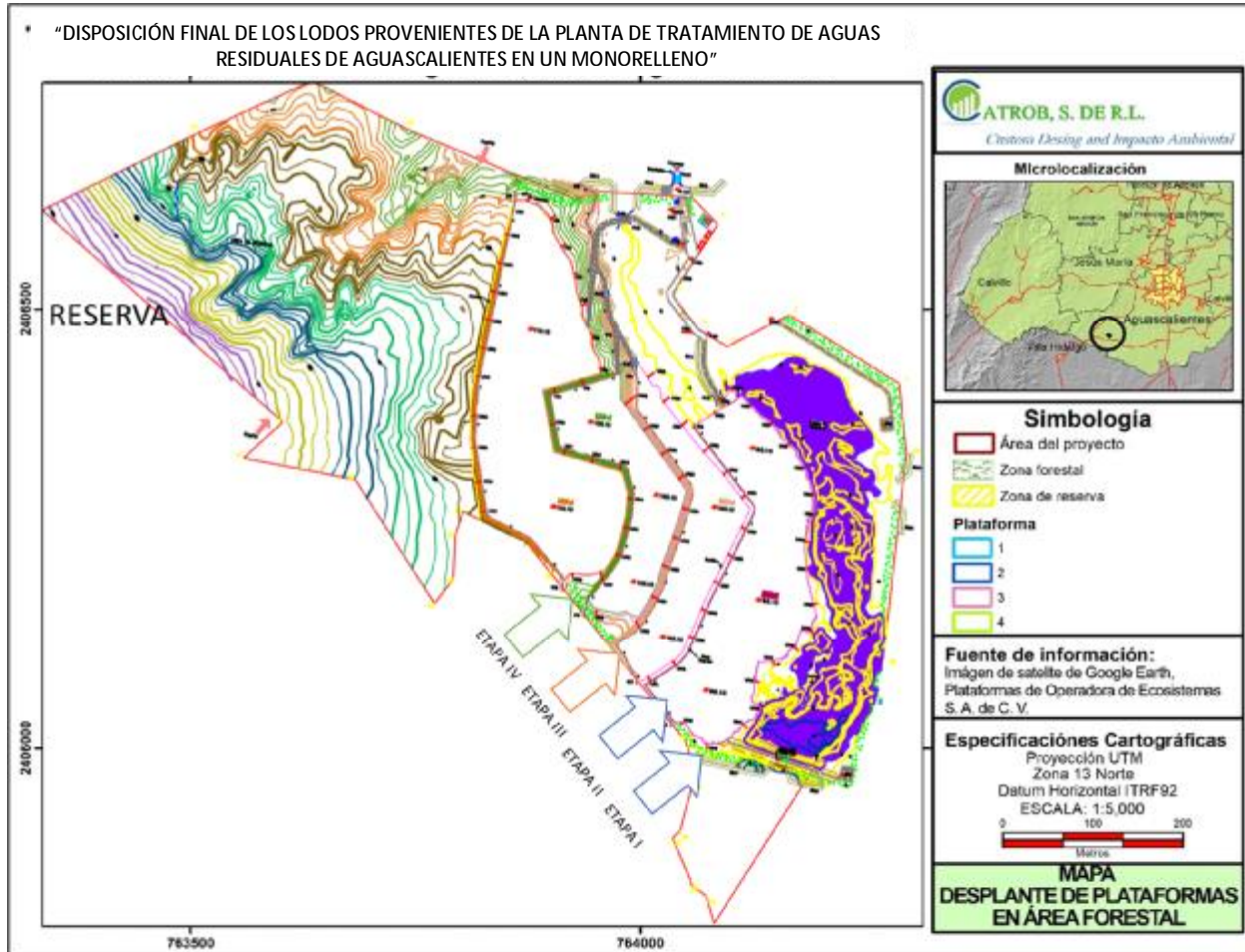
“DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES EN UN MONORELLENO”





Planogeorreferenciado de la zona sujeta a CUSTF.



Proyecto ejecutivo de construcción.



 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

Así mismo, se anexa cartografía en tamaño tabloide de los siguientes elementos.

- Mapa de Localización Topografía (Levantamiento Topográfico) escala 1:50,000 INEGI
- Mapa de Áreas de interés para la conservación de aves sitios prioritarios terrestres.
- Mapa de Áreas naturales Protegidas Estatales y Municipales.
- Mapa de Áreas Naturales Protegidas Federales.
- Mapa de Regiones Hidrológicas Prioritarias.
- Mapa de Cartografía Clima Cartografía INEGI, 1: 50,000
- Mapa de Cartografía Fracturas y Fallas INEGI, 1: 50,000
- Mapa de Cartografía Geohidrológico carta topografía escala 1:50,000 y Unidades Geohidrológica 1:250,000. INEGI
- Mapa de Cartografía Geológico, topografía escala 1:50,000 y Geología 1:250,000 INEGI
- Mapa de Cartografía hidrología superficial topografía escala 1:50,000 INEGI
- Mapa de Mosaico, Imagen Satelital Google Earth 2017.
- Mapa de Polígono e imagen satelital base levantamiento topográfico e imagen satelital 2017 Google Earth.
- Mapa de Cartográfica Precipitación Normales Climáticas CONAGUA 1981-2010.
- Mapa de Provincia fisiográfica, Carta Fisiográfica 1:1,000,000 INEGI.
- Mapa de Edafológico, Geológica 1: 250,000.
- Mapa de Temperatura Media Normales Climáticas CONAGUA 1981-2010.
- Mapa de 2 Topográfico 2016, levantamiento en sitio.
- Mapa de Uso de Suelo y vegetación Serie V de INEGI.
- Mapa Zona Forestal, base levantamiento de flora y fauna en sitio y topografía.


Se anexan planos del proyecto en tamaño 60 x 90, mismos que se identifican a continuación:

Diseño de ingeniería impermeabilización

- PLANO GENERAL DE LA PLANTA
- MORA-IMP-01
- MORA-IMP-02

Diseño de las áreas de Confinamiento (topografía y plataformas)

- MORA-DI-CB-01 (04/04)
- MORA DI-CLP-01 (03/04)
- MORA-TOPO.01
- MORA-TOPO.02
- MORA-TOPO.06
- MORA-TOPO.07
- MORA-TOPO.14
- MORA-TOPO.15

	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

- MORA-TOPO.18
- RENDERS DE Aguascalientes del 1.1 al 6.3

Hidrológicos (drenaje pluvial)

- HID-AG2-01
- HID-AG2-02
- HID-AG2-03
- HID-AG2-04
- HID-AG2-05
- HID-AG2-06
- HID-AG2-07

Obras civiles

- MORA-INFRA-01
- MORA-INFRA-03
- MORA-INFRA-04
- MORA-INFRA-05
- MORA-INFRA-06

Plano Alcantarillado



- DI-ALC-01
- PLANO CONAGUA 1.900.E014.S034/P499
- PLANO CONAGUA 1.900.E014.S034/P500

IX.1.2. Fotografías.

- Se Anexa elementos fotográficos de Flora, Fauna y Fotografías Áreas DRONE MAVIC PRO

IX.1.3. Videos.

No aplica (No hay elemento que se Anexe)

 	INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

IX.2. Otros anexos.

IX.2.1. Memorias.

1. Se anexa las resoluciones administrativas de la PROFEPA de la conclusión del procedimiento administrativo y sus acuerdos derivados del Allanamiento para regularización en materia ambiental.
2. Anexo legal.
3. Estudio Geofísico.
4. Estudio Geológico, Geohidráulico,
5. Estudio Hidráulico e Hidrológico.
6. Estudio Topográfico.
7. Estudio de Permeabilidad.
8. Planos emitidos por la CONAGUA, con número de control de fecha 23 de agosto de 2017.
9. Estudio y caracterización de lodos similares a los que se pretende incorporar en el proyecto.
10. Catálogo de Conceptos
11. Memorias del proyecto.
12. Información climatológica
13. Programa Diagrama de Gantt
14. Memoria de cálculo de volúmenes forestales que se menciona a continuación. (se Anexa en digital para su mejor lectura).

Inventario.

parcela de muestreo	n especie	perimetro basal (m)	altura	Φ copa (m)	DAP (m)	Seccion basal 'g' (m ²)	RTA (m ³)	Categoría Diamétrica
1	2 Acacia sp	0.67	3.50	4.91	0.2133	0.0714	0.2501	0.20
1	2 Acacia sp	0.53	3.50	4.91	0.1687	0.0447	0.1565	0.15
1	3 Acacia sp	0.45	2.00	3.8	0.1432	0.0322	0.0645	0.15
1	3 Acacia sp	0.34	2.00	3.8	0.1082	0.0184	0.0368	0.10
1	4 Acacia sp	0.39	2.00	2.74	0.1241	0.0242	0.0484	0.10
1	4 Acacia sp	0.40	2.00	2.74	0.1273	0.0255	0.0509	0.15
1	8 Eysenhardtia polystachya	0.18	2.00	1.5	0.0573	0.0052	0.0103	0.05
1	6 Opuntia sp	1.24	3.50	6.75	0.3947	0.2447	0.8565	0.40
1	7 Opuntia sp	0.67	2.50	6.75	0.2133	0.0714	0.1786	0.20
1	7 Opuntia sp	0.53	2.50	6.75	0.1687	0.0447	0.1118	0.15
1	1 Prosopis laevigata	0.25	3.00	6.76	0.0796	0.0099	0.0298	0.10
1	1 Prosopis laevigata	0.40	3.00	6.76	0.1273	0.0255	0.0764	0.15
1	1 Prosopis laevigata	0.50	3.00	6.76	0.1592	0.0398	0.1194	0.15
1	1 Prosopis laevigata	0.52	3.00	6.76	0.1655	0.0430	0.1291	0.15
1	5 Prosopis laevigata	0.23	3.00	6.75	0.0732	0.0084	0.0253	0.05
1	5 Prosopis laevigata	0.26	3.00	6.75	0.0828	0.0108	0.0323	0.10
1	5 Prosopis laevigata	0.29	3.00	6.75	0.0923	0.0134	0.0402	0.10
1	5 Prosopis laevigata	0.33	3.00	6.75	0.1050	0.0173	0.0520	0.10
1	5 Prosopis laevigata	0.38	3.00	6.75	0.1210	0.0230	0.0689	0.10
1	5 Prosopis laevigata	0.39	3.00	6.75	0.1241	0.0242	0.0726	0.10
1	9 Prosopis laevigata	0.22	2.50	2.9	0.0700	0.0077	0.0193	0.05
1	9 Prosopis laevigata	0.29	2.50	2.9	0.0923	0.0134	0.0335	0.10
1	9 Prosopis laevigata	0.33	2.50	2.9	0.1050	0.0173	0.0433	0.10
2	3 Acacia sp	0.37	2.50	4.1	0.1178	0.0218	0.0545	0.10
2	3 Acacia sp	0.48	2.50	4.1	0.1528	0.0367	0.0917	0.15
2	11 Acacia sp	0.30	2.00	2.7	0.0955	0.0143	0.0286	0.10
2	14 Acacia sp	0.35	2.00	3.17	0.1114	0.0195	0.0390	0.10
2	14 Acacia sp	0.42	2.00	3.17	0.1337	0.0281	0.0561	0.15
2	9 Forestiera tomentosa	0.23	2.50	4.7	0.0732	0.0084	0.0210	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.22	2.50	4.7	0.0700	0.0077	0.0193	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.17	2.50	4.7	0.0541	0.0046	0.0115	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.16	2.50	4.7	0.0509	0.0041	0.0102	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.24	2.50	4.7	0.0764	0.0092	0.0229	0.10
2	9 Forestiera tomentosa	0.25	2.50	4.7	0.0796	0.0099	0.0249	0.10
2	9 Forestiera tomentosa	0.22	2.50	4.7	0.0700	0.0077	0.0193	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.23	2.50	4.7	0.0732	0.0084	0.0210	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.16	2.50	4.7	0.0509	0.0041	0.0102	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.20	2.50	4.7	0.0637	0.0064	0.0159	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.16	2.50	4.7	0.0509	0.0041	0.0102	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.20	2.50	4.7	0.0637	0.0064	0.0159	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.24	2.50	4.7	0.0764	0.0092	0.0229	0.10
2	9 Forestiera tomentosa	0.24	2.50	4.7	0.0764	0.0092	0.0229	0.10
2	9 Forestiera tomentosa	0.15	2.50	4.7	0.0477	0.0036	0.0090	0.05
2	9 Forestiera tomentosa	0.17	2.50	4.7	0.0541	0.0046	0.0115	0.05
2	1 Opuntia sp	0.65	2.50	0	0.2069	0.0672	0.1681	0.20
2	1 Opuntia sp	0.45	2.50	0	0.1432	0.0322	0.0806	0.15
2	4 Opuntia sp	0.57	2.50	4.1	0.1814	0.0517	0.1293	0.20
2	6 Opuntia sp	0.48	3.00	2.6	0.1528	0.0367	0.1100	0.15
2	7 Opuntia sp	0.41	3.00	2.6	0.1305	0.0268	0.0803	0.15

2	7	Opuntia sp	0.42	3.00	2.6	0.1337	0.0281	0.0842	0.15
2	7	Opuntia sp	0.50	3.00	2.6	0.1592	0.0398	0.1194	0.15
2	8	Opuntia sp	0.69	3.50	2.6	0.2196	0.0758	0.2652	0.20
2	13	Opuntia sp	0.43	1.80	1.4	0.1369	0.0294	0.0530	0.15
2	13	Opuntia sp	0.47	1.80	1.4	0.1496	0.0352	0.0633	0.15
2	15	Opuntia sp	0.45	3.00	0	0.1432	0.0322	0.0967	0.15
2	15	Opuntia sp	0.42	3.00	0	0.1337	0.0281	0.0842	0.15
2	15	Opuntia sp	0.53	3.00	0	0.1687	0.0447	0.1341	0.15
2	15	Opuntia sp	0.56	3.00	0	0.1783	0.0499	0.1497	0.20
2	15	Opuntia sp	0.55	3.00	0	0.1751	0.0481	0.1444	0.20
2	15	Opuntia sp	0.39	3.00	0	0.1241	0.0242	0.0726	0.10
2	16	Opuntia sp	0.72	4.00	0	0.2292	0.0825	0.3300	0.25
2	16	Opuntia sp	0.54	4.00	0	0.1719	0.0464	0.1856	0.15
2	16	Opuntia sp	0.44	4.00	0	0.1401	0.0308	0.1232	0.15
2	2	Prosopis laevigata	0.26	2.00	2.85	0.0828	0.0108	0.0215	0.10
2	5	Prosopis laevigata	0.16	2.00	2.6	0.0509	0.0041	0.0081	0.05
2	5	Prosopis laevigata	0.21	2.00	2.6	0.0668	0.0070	0.0140	0.05
2	5	Prosopis laevigata	0.24	2.00	2.6	0.0764	0.0092	0.0183	0.10
2	10	Prosopis laevigata	0.34	1.80	2	0.1082	0.0184	0.0331	0.10
2	12	Prosopis laevigata	0.65	1.50	1.4	0.2069	0.0672	0.1009	0.20
4	1	Prosopis laevigata	0.23	1.70	2.4	0.0732	0.0084	0.0143	0.05
4	2	Prosopis laevigata	0.22	1.90	2.95	0.0700	0.0077	0.0146	0.05
4	2	Prosopis laevigata	0.24	1.90	2.95	0.0764	0.0092	0.0174	0.10
5	2	Forestiera tomentosa	0.16	2.80	2.9	0.0509	0.0041	0.0114	0.05
5	2	Forestiera tomentosa	0.21	2.80	2.9	0.0668	0.0070	0.0197	0.05
5	2	Forestiera tomentosa	0.09	2.80	2.9	0.0286	0.0013	0.0036	0.05
5	2	Forestiera tomentosa	0.13	2.80	2.9	0.0414	0.0027	0.0075	0.05
5	2	Forestiera tomentosa	0.17	2.80	2.9	0.0541	0.0046	0.0129	0.05
5	2	Forestiera tomentosa	0.12	2.80	2.9	0.0382	0.0023	0.0064	0.05
5	5	Forestiera tomentosa	0.15	2.30	3.43	0.0477	0.0036	0.0082	0.05
5	5	Forestiera tomentosa	0.16	2.30	3.43	0.0509	0.0041	0.0094	0.05
5	5	Forestiera tomentosa	0.16	2.30	3.43	0.0509	0.0041	0.0094	0.05
5	5	Forestiera tomentosa	0.13	2.30	3.43	0.0414	0.0027	0.0062	0.05
5	5	Forestiera tomentosa	0.08	2.30	3.43	0.0255	0.0010	0.0023	0.05
5	7	Forestiera tomentosa	0.24	3.10	6.17	0.0764	0.0092	0.0284	0.10
5	7	Forestiera tomentosa	0.19	3.10	6.17	0.0605	0.0057	0.0178	0.05
5	7	Forestiera tomentosa	0.28	3.10	6.17	0.0891	0.0125	0.0387	0.10
5	7	Forestiera tomentosa	0.25	3.10	6.17	0.0796	0.0099	0.0308	0.10
5	7	Forestiera tomentosa	0.11	3.10	6.17	0.0350	0.0019	0.0060	0.05
5	7	Forestiera tomentosa	0.10	3.10	6.17	0.0318	0.0016	0.0049	0.05
5	7	Forestiera tomentosa	0.18	3.10	6.17	0.0573	0.0052	0.0160	0.05
5	7	Forestiera tomentosa	0.43	3.10	6.17	0.1369	0.0294	0.0912	0.15
5	7	Forestiera tomentosa	0.23	3.10	6.17	0.0732	0.0084	0.0261	0.05
5	8	Opuntia sp	0.39	1.80	0	0.1241	0.0242	0.0436	0.10
5	8	Opuntia sp	0.46	1.80	0	0.1464	0.0337	0.0606	0.15
5	9	Opuntia sp	1.07	2.00	0	0.3406	0.1822	0.3644	0.35
5	10	Opuntia sp	0.10	2.60	0	0.0306	0.0015	0.0038	0.05
5	10	Opuntia sp	0.54	2.60	0	0.1719	0.0464	0.1207	0.15
5	10	Opuntia sp	0.38	2.60	0	0.1210	0.0230	0.0598	0.10
5	10	Opuntia sp	0.47	2.60	0	0.1496	0.0352	0.0914	0.15

5	10	Opuntia sp	0.70	2.60	0	0.2228	0.0780	0.2028	0.20
5	13	Opuntia sp	1.08	1.90	0	0.3438	0.1856	0.3527	0.35
5	13	Opuntia sp	1.14	1.90	0	0.3629	0.2068	0.3930	0.35
5	13	Opuntia sp	1.14	1.90	0	0.3629	0.2068	0.3930	0.35
5	13	Opuntia sp	0.91	1.90	0	0.2897	0.1318	0.2504	0.30
5	14	Opuntia sp	0.70	2.20	0	0.2228	0.0780	0.1716	0.20
5	15	Opuntia sp	0.41	2.00	0	0.1305	0.0268	0.0535	0.15
5	15	Opuntia sp	0.82	2.00	0	0.2610	0.1070	0.2140	0.25
5	19	Opuntia sp	1.05	1.90	0	0.3342	0.1755	0.3334	0.35
5	1	Prosopis laevigata	1.11	5.70	3.2	0.3533	0.1961	1.1177	0.35
5	3	Prosopis laevigata	0.80	3.40	6.95	0.2546	0.1019	0.3463	0.25
5	4	Prosopis laevigata	0.12	2.00	2.2	0.0382	0.0023	0.0046	0.05
5	4	Prosopis laevigata	0.13	2.00	2.2	0.0414	0.0027	0.0054	0.05
5	6	Prosopis laevigata	0.63	3.80	5.15	0.2005	0.0632	0.2400	0.20
5	11	Prosopis laevigata	0.12	2.30	2.3	0.0382	0.0023	0.0053	0.05
5	11	Prosopis laevigata	0.19	2.30	2.3	0.0605	0.0057	0.0132	0.05
5	12	Prosopis laevigata	0.09	1.70	2.2	0.0286	0.0013	0.0022	0.05
5	12	Prosopis laevigata	0.11	1.70	2.2	0.0350	0.0019	0.0033	0.05
5	12	Prosopis laevigata	0.12	1.70	2.2	0.0382	0.0023	0.0039	0.05
5	16	Prosopis laevigata	0.09	1.90	2.44	0.0286	0.0013	0.0024	0.05
5	16	Prosopis laevigata	0.12	1.90	2.44	0.0382	0.0023	0.0044	0.05
5	16	Prosopis laevigata	0.18	1.90	2.44	0.0573	0.0052	0.0098	0.05
5	17	Prosopis laevigata	0.18	2.50	3.21	0.0573	0.0052	0.0129	0.05
5	17	Prosopis laevigata	0.20	2.50	3.21	0.0637	0.0064	0.0159	0.05
5	18	Prosopis laevigata	0.07	1.90	1.86	0.0223	0.0008	0.0015	0.00
5	18	Prosopis laevigata	0.14	1.90	1.86	0.0446	0.0031	0.0059	0.05
6	1	Acacia sp	0.68	3.00	5.1	0.2165	0.0736	0.2208	0.20
6	1	Acacia sp	0.13	3.00	5.1	0.0414	0.0027	0.0081	0.05
6	1	Acacia sp	0.15	3.00	5.1	0.0477	0.0036	0.0107	0.05
6	5	Acacia sp	0.09	2.00	2.55	0.0286	0.0013	0.0026	0.05
6	5	Acacia sp	0.16	2.00	2.55	0.0509	0.0041	0.0081	0.05
6	11	Acacia sp	0.13	2.10	2.6	0.0414	0.0027	0.0056	0.05
6	11	Acacia sp	0.12	2.10	2.6	0.0382	0.0023	0.0048	0.05
6	11	Acacia sp	0.17	2.10	2.6	0.0541	0.0046	0.0097	0.05
6	12	Acacia sp	0.41	2.30	3.3	0.1305	0.0268	0.0615	0.15
6	14	Acacia sp	0.29	2.00	2.9	0.0923	0.0134	0.0268	0.10
6	14	Acacia sp	0.17	2.00	2.9	0.0541	0.0046	0.0092	0.05
6	14	Acacia sp	0.21	1.00	2.9	0.0668	0.0070	0.0070	0.05
6	6	Opuntia sp	0.61	1.80	0	0.1942	0.0592	0.1066	0.20
6	7	Opuntia sp	0.62	1.60	0	0.1974	0.0612	0.0979	0.20
6	8	Opuntia sp	1.06	1.70	0	0.3374	0.1788	0.3040	0.35
6	9	Opuntia sp	0.78	1.60	0	0.2483	0.0968	0.1549	0.25
6	10	Opuntia sp	0.45	1.50	0	0.1432	0.0322	0.0483	0.15
6	2	Prosopis laevigata	0.66	3.20	6.85	0.2101	0.0693	0.2218	0.20
6	3	Prosopis laevigata	0.10	1.70	2.11	0.0318	0.0016	0.0027	0.05
6	3	Prosopis laevigata	0.12	1.70	2.11	0.0382	0.0023	0.0039	0.05
6	4	Prosopis laevigata	0.27	3.30	4.8	0.0859	0.0116	0.0383	0.10
6	4	Prosopis laevigata	0.28	3.30	4.8	0.0891	0.0125	0.0412	0.10
6	4	Prosopis laevigata	0.35	3.30	4.8	0.1114	0.0195	0.0643	0.10
6	13	Prosopis laevigata	0.27	1.90	3.1	0.0859	0.0116	0.0220	0.10

7	2	Acacia sp	0.46	2.30	5.1	0.1464	0.0337	0.0775	0.15
7	2	Acacia sp	0.40	2.30	5.1	0.1273	0.0255	0.0586	0.15
7	2	Acacia sp	0.58	2.30	5.1	0.1846	0.0535	0.1231	0.20
7	5	Acacia sp	0.17	2.20	3.8	0.0541	0.0046	0.0101	0.05
7	5	Acacia sp	0.19	2.20	3.8	0.0605	0.0057	0.0126	0.05
7	5	Acacia sp	0.19	2.20	3.8	0.0605	0.0057	0.0126	0.05
7	7	Acacia sp	0.34	1.90	3.4	0.1082	0.0184	0.0350	0.10
7	7	Acacia sp	0.29	1.90	3.4	0.0923	0.0134	0.0254	0.10
7	8	Acacia sp	0.38	1.80	2.62	0.1210	0.0230	0.0414	0.10
7	8	Acacia sp	0.10	1.80	2.62	0.0318	0.0016	0.0029	0.05
7	8	Acacia sp	0.11	1.80	2.62	0.0350	0.0019	0.0035	0.05
7	10	Acacia sp	0.50	2.00	3.38	0.1592	0.0398	0.0796	0.15
7	10	Acacia sp	0.44	2.00	3.38	0.1401	0.0308	0.0616	0.15
7	3	Eysenhardtia polystachya	0.22	2.50	5.1	0.0700	0.0077	0.0193	0.05
7	3	Eysenhardtia polystachya	0.21	2.50	5.1	0.0668	0.0070	0.0175	0.05
7	3	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.50	5.1	0.0286	0.0013	0.0032	0.05
7	3	Eysenhardtia polystachya	0.11	2.50	5.1	0.0350	0.0019	0.0048	0.05
7	4	Eysenhardtia polystachya	0.12	1.40	2.8	0.0382	0.0023	0.0032	0.05
7	4	Eysenhardtia polystachya	0.14	1.40	2.8	0.0446	0.0031	0.0044	0.05
7	9	Eysenhardtia polystachya	0.19	2.00	1.62	0.0605	0.0057	0.0115	0.05
7	1	Opuntia sp	0.85	3.80	0	0.2706	0.1150	0.4370	0.25
7	1	Opuntia sp	0.44	3.80	0	0.1401	0.0308	0.1171	0.15
7	1	Opuntia sp	0.37	3.80	0	0.1178	0.0218	0.0828	0.10
7	6	Opuntia sp	0.73	2.30	0	0.2324	0.0848	0.1951	0.25
8	2	Acacia sp	0.45	1.80	4.08	0.1432	0.0322	0.0580	0.15
8	2	Acacia sp	0.23	1.80	4.08	0.0732	0.0084	0.0152	0.05
8	6	Acacia sp	0.14	2.50	2.3	0.0446	0.0031	0.0078	0.05
8	6	Acacia sp	0.24	2.50	2.3	0.0764	0.0092	0.0229	0.10
8	6	Acacia sp	0.10	2.50	2.3	0.0318	0.0016	0.0040	0.05
8	12	Acacia sp	0.52	2.20	4.05	0.1655	0.0430	0.0947	0.15
8	17	Acacia sp	0.21	1.90	1.2	0.0668	0.0070	0.0133	0.05
8	18	Acacia sp	0.26	1.90	2.1	0.0828	0.0108	0.0204	0.10
8	21	Acacia sp	0.17	1.60	1.7	0.0541	0.0046	0.0074	0.05
8	30	Acacia sp	0.31	1.80	4	0.0987	0.0153	0.0275	0.10
8	30	Acacia sp	0.23	1.80	4	0.0732	0.0084	0.0152	0.05
8	36	Acacia sp	0.37	2.20	2.31	0.1178	0.0218	0.0479	0.10
8	1	Bursera fagaroides	0.30	2.10	1.84	0.0955	0.0143	0.0301	0.10
8	4	Bursera fagaroides	0.43	2.80	3.93	0.1369	0.0294	0.0824	0.15
8	4	Bursera fagaroides	0.48	2.80	3.93	0.1528	0.0367	0.1027	0.15
8	4	Bursera fagaroides	0.42	2.80	3.93	0.1337	0.0281	0.0786	0.15
8	26	Bursera fagaroides	0.20	2.10	2.26	0.0637	0.0064	0.0134	0.05
8	26	Bursera fagaroides	0.39	2.10	2.26	0.1241	0.0242	0.0508	0.10
8	28	Bursera fagaroides	0.35	2.10	3.3	0.1114	0.0195	0.0409	0.10
8	28	Bursera fagaroides	0.21	2.10	3.3	0.0668	0.0070	0.0147	0.05
8	11	Eysenhardtia polystachya	0.18	2.10	3.8	0.0573	0.0052	0.0108	0.05
8	11	Eysenhardtia polystachya	0.13	2.10	3.8	0.0414	0.0027	0.0056	0.05
8	11	Eysenhardtia polystachya	0.11	2.10	3.8	0.0350	0.0019	0.0040	0.05
8	13	Eysenhardtia polystachya	0.17	2.30	2.42	0.0541	0.0046	0.0106	0.05
8	24	Eysenhardtia polystachya	0.11	2.20	2.4	0.0350	0.0019	0.0042	0.05
8	24	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.20	2.4	0.0286	0.0013	0.0028	0.05

8	24	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.20	2.4	0.0286	0.0013	0.0028	0.05
8	24	Eysenhardtia polystachya	0.14	2.20	2.4	0.0446	0.0031	0.0069	0.05
8	24	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.20	2.4	0.0286	0.0013	0.0028	0.05
8	25	Eysenhardtia polystachya	0.12	1.90	1.2	0.0382	0.0023	0.0044	0.05
8	25	Eysenhardtia polystachya	0.08	1.90	1.2	0.0255	0.0010	0.0019	0.05
8	33	Forestiera tomentosa	0.30	3.20	5.24	0.0955	0.0143	0.0458	0.10
8	33	Forestiera tomentosa	0.11	3.20	5.24	0.0350	0.0019	0.0062	0.05
8	33	Forestiera tomentosa	0.26	3.20	5.24	0.0828	0.0108	0.0344	0.10
8	33	Forestiera tomentosa	0.35	3.20	5.24	0.1114	0.0195	0.0624	0.10
8	33	Forestiera tomentosa	0.29	3.20	5.24	0.0923	0.0134	0.0428	0.10
8	33	Forestiera tomentosa	0.21	3.20	5.24	0.0668	0.0070	0.0225	0.05
8	5	Opuntia sp	0.62	2.80	0	0.1974	0.0612	0.1713	0.20
8	7	Opuntia sp	0.58	2.70	0	0.1846	0.0535	0.1446	0.20
8	7	Opuntia sp	0.32	2.70	0	0.1019	0.0163	0.0440	0.10
8	7	Opuntia sp	0.55	2.70	0	0.1751	0.0481	0.1300	0.20
8	8	Opuntia sp	0.46	2.60	0	0.1464	0.0337	0.0876	0.15
8	8	Opuntia sp	0.35	2.60	0	0.1114	0.0195	0.0507	0.10
8	9	Opuntia sp	0.54	2.40	0	0.1719	0.0464	0.1114	0.15
8	9	Opuntia sp	0.45	2.40	0	0.1432	0.0322	0.0773	0.15
8	9	Opuntia sp	0.45	2.40	0	0.1432	0.0322	0.0773	0.15
8	9	Opuntia sp	0.48	2.40	0	0.1528	0.0367	0.0880	0.15
8	19	Opuntia sp	0.74	2.50	0	0.2355	0.0872	0.2179	0.25
8	22	Opuntia sp	0.59	2.60	0	0.1878	0.0554	0.1440	0.20
8	23	Opuntia sp	0.60	2.10	0	0.1910	0.0573	0.1203	0.20
8	27	Opuntia sp	0.79	2.80	0	0.2515	0.0993	0.2781	0.25
8	27	Opuntia sp	0.44	2.80	0	0.1401	0.0308	0.0863	0.15
8	29	Opuntia sp	0.78	2.40	0	0.2483	0.0968	0.2324	0.25
8	34	Opuntia sp	0.36	3.00	0	0.1146	0.0206	0.0619	0.10
8	34	Opuntia sp	0.70	3.00	0	0.2228	0.0780	0.2340	0.20
8	34	Opuntia sp	0.37	3.00	0	0.1178	0.0218	0.0654	0.10
8	34	Opuntia sp	0.60	3.00	0	0.1910	0.0573	0.1719	0.20
8	34	Opuntia sp	0.55	3.00	0	0.1751	0.0481	0.1444	0.20
8	35	Opuntia sp	0.48	2.10	0	0.1528	0.0367	0.0770	0.15
8	37	Opuntia sp	0.52	2.00	0	0.1655	0.0430	0.0861	0.15
8	3	Prosopis laevigata	0.24	2.80	4.18	0.0764	0.0092	0.0257	0.10
8	3	Prosopis laevigata	0.34	2.80	4.18	0.1082	0.0184	0.0515	0.10
8	10	Prosopis laevigata	0.44	2.60	4.88	0.1401	0.0308	0.0801	0.15
8	10	Prosopis laevigata	0.52	2.60	4.88	0.1655	0.0430	0.1119	0.15
8	14	Prosopis laevigata	0.28	1.90	2	0.0891	0.0125	0.0237	0.10
8	14	Prosopis laevigata	0.37	2.40	4.4	0.1178	0.0218	0.0523	0.10
8	15	Prosopis laevigata	0.21	1.90	2	0.0668	0.0070	0.0133	0.05
8	16	Prosopis laevigata	0.29	2.10	3.68	0.0923	0.0134	0.0281	0.10
8	16	Prosopis laevigata	0.53	2.10	3.68	0.1687	0.0447	0.0939	0.15
8	20	Prosopis laevigata	0.18		0	0.0573	0.0052	0.0000	0.05
8	20	Prosopis laevigata	0.30	2.40	4.34	0.0955	0.0143	0.0344	0.10
8	31	Prosopis laevigata	0.63	3.40	5.1	0.2005	0.0632	0.2148	0.20
8	31	Prosopis laevigata	0.63	3.40	5.1	0.2005	0.0632	0.2148	0.20
8	32	Prosopis laevigata	0.52	3.20	3.1	0.1655	0.0430	0.1377	0.15
9	2	Eysenhardtia polystachya	0.11	1.80	1.1	0.0350	0.0019	0.0035	0.05
9	2	Eysenhardtia polystachya	0.13	1.80	1.1	0.0414	0.0027	0.0048	0.05

9	4	Eysenhardtia polystachya	0.15	2.00	2.7	0.0477	0.0036	0.0072	0.05
9	4	Eysenhardtia polystachya	0.13	2.00	2.7	0.0414	0.0027	0.0054	0.05
9	4	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.00	2.7	0.0286	0.0013	0.0026	0.05
9	5	Eysenhardtia polystachya	0.08	2.10	2	0.0255	0.0010	0.0021	0.05
9	5	Eysenhardtia polystachya	0.10	2.10	2	0.0318	0.0016	0.0033	0.05
9	5	Eysenhardtia polystachya	0.07	2.10	2	0.0223	0.0008	0.0016	0.00
9	5	Eysenhardtia polystachya	0.13	2.10	2	0.0414	0.0027	0.0056	0.05
9	5	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.10	2	0.0286	0.0013	0.0027	0.05
9	5	Eysenhardtia polystachya	0.08	2.10	2	0.0255	0.0010	0.0021	0.05
9	6	Eysenhardtia polystachya	0.17	2.10	2.8	0.0541	0.0046	0.0097	0.05
9	6	Eysenhardtia polystachya	0.20	2.10	2.8	0.0637	0.0064	0.0134	0.05
9	6	Eysenhardtia polystachya	0.27	2.10	2.8	0.0859	0.0116	0.0244	0.10
9	6	Eysenhardtia polystachya	0.18	2.10	2.8	0.0573	0.0052	0.0108	0.05
9	8	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.10	1.5	0.0286	0.0013	0.0027	0.05
9	8	Eysenhardtia polystachya	0.12	2.10	1.5	0.0382	0.0023	0.0048	0.05
9	8	Eysenhardtia polystachya	0.14	2.10	1.5	0.0446	0.0031	0.0066	0.05
9	9	Eysenhardtia polystachya	0.32	2.20	3.6	0.1019	0.0163	0.0359	0.10
9	9	Eysenhardtia polystachya	0.15	2.20	3.6	0.0477	0.0036	0.0079	0.05
9	11	Eysenhardtia polystachya	0.10	2.40	4.4	0.0318	0.0016	0.0038	0.05
9	11	Eysenhardtia polystachya	0.13	2.40	4.4	0.0414	0.0027	0.0065	0.05
9	11	Eysenhardtia polystachya	0.61	2.40	4.4	0.1942	0.0592	0.1421	0.20
9	11	Eysenhardtia polystachya	0.24	2.40	4.4	0.0764	0.0092	0.0220	0.10
9	11	Eysenhardtia polystachya	0.13	2.40	4.4	0.0414	0.0027	0.0065	0.05
9	13	Eysenhardtia polystachya	0.15	2.50	4.55	0.0477	0.0036	0.0090	0.05
9	13	Eysenhardtia polystachya	0.21	2.50	4.55	0.0668	0.0070	0.0175	0.05
9	13	Eysenhardtia polystachya	0.06	2.50	4.55	0.0191	0.0006	0.0014	0.00
9	13	Eysenhardtia polystachya	0.16	2.50	4.55	0.0509	0.0041	0.0102	0.05
9	13	Eysenhardtia polystachya	0.23	2.50	4.55	0.0732	0.0084	0.0210	0.05
9	13	Eysenhardtia polystachya	0.15	2.50	4.55	0.0477	0.0036	0.0090	0.05
9	13	Eysenhardtia polystachya	0.08	2.50	4.55	0.0255	0.0010	0.0025	0.05
9	14	Eysenhardtia polystachya	0.20	2.10	2.4	0.0637	0.0064	0.0134	0.05
9	14	Eysenhardtia polystachya	0.23	2.10	2.4	0.0732	0.0084	0.0177	0.05
9	14	Eysenhardtia polystachya	0.08	2.10	2.4	0.0255	0.0010	0.0021	0.05
9	15	Eysenhardtia polystachya	0.10	1.70	2.2	0.0318	0.0016	0.0027	0.05
9	15	Eysenhardtia polystachya	0.08	1.70	2.2	0.0255	0.0010	0.0017	0.05
9	15	Eysenhardtia polystachya	0.16	1.70	2.2	0.0509	0.0041	0.0069	0.05
9	3	Forestiera tomentosa	0.17	2.40	3.7	0.0541	0.0046	0.0110	0.05
9	3	Forestiera tomentosa	0.16	2.40	3.7	0.0509	0.0041	0.0098	0.05
9	3	Forestiera tomentosa	0.17	2.40	3.7	0.0541	0.0046	0.0110	0.05
9	3	Forestiera tomentosa	0.16	2.40	3.7	0.0509	0.0041	0.0098	0.05
9	3	Forestiera tomentosa	0.22	2.40	3.7	0.0700	0.0077	0.0185	0.05
9	3	Forestiera tomentosa	0.24	2.40	3.7	0.0764	0.0092	0.0220	0.10
9	3	Forestiera tomentosa	0.32	2.40	3.7	0.1019	0.0163	0.0391	0.10
9	1	Opuntia sp	1.20	3.90	0	0.3820	0.2292	0.8938	0.40
9	7	Opuntia sp	0.50	2.10	0	0.1592	0.0398	0.0836	0.15
9	7	Opuntia sp	0.53	2.30	0	0.1687	0.0447	0.1028	0.15
9	10	Prosopis laevigata	0.13	2.10	3.3	0.0414	0.0027	0.0056	0.05
9	10	Prosopis laevigata	0.15	2.10	3.3	0.0477	0.0036	0.0075	0.05
9	10	Prosopis laevigata	0.16	2.10	3.3	0.0509	0.0041	0.0086	0.05
9	10	Prosopis laevigata	0.17	2.10	3.3	0.0541	0.0046	0.0097	0.05

9	12	Prosopis laevigata	0.14	2.30	3.4	0.0446	0.0031	0.0072	0.05
9	12	Prosopis laevigata	0.24	2.30	3.4	0.0764	0.0092	0.0211	0.10
9	12	Prosopis laevigata	0.25	2.30	3.4	0.0796	0.0099	0.0229	0.10
10	1	Acacia sp	0.30	2.00	3.7	0.0955	0.0143	0.0286	0.10
10	1	Acacia sp	0.33	2.00	3.7	0.1050	0.0173	0.0347	0.10
10	2	Acacia sp	0.31	1.70	1.8	0.0987	0.0153	0.0260	0.10
10	3	Acacia sp	0.28	1.60	2.4	0.0891	0.0125	0.0200	0.10
10	4	Acacia sp	0.20	2.30	3.15	0.0637	0.0064	0.0146	0.05
10	4	Acacia sp	0.23	2.30	3.15	0.0732	0.0084	0.0194	0.05
10	4	Acacia sp	0.02	2.30	3.15	0.0064	0.0001	0.0001	0.00
10	5	Acacia sp	0.26	2.20	3.57	0.0828	0.0108	0.0237	0.10
10	5	Acacia sp	0.29	2.20	3.57	0.0923	0.0134	0.0294	0.10
10	5	Acacia sp	0.33	2.20	3.57	0.1050	0.0173	0.0381	0.10
10	6	Acacia sp	0.11	1.50	1	0.0350	0.0019	0.0029	0.05
10	6	Acacia sp	0.09	1.50	1	0.0286	0.0013	0.0019	0.05
10	7	Acacia sp	0.16	2.30	2.3	0.0509	0.0041	0.0094	0.05
10	7	Acacia sp	0.16	2.30	2.3	0.0509	0.0041	0.0094	0.05
10	7	Acacia sp	0.25	2.30	2.3	0.0796	0.0099	0.0229	0.10
10	9	Acacia sp	0.31	1.80	2.16	0.0987	0.0153	0.0275	0.10
10	9	Acacia sp	0.12	1.80	2.16	0.0382	0.0023	0.0041	0.05
10	8	Opuntia sp	0.52	1.70	0	0.1655	0.0430	0.0732	0.15
11	4	Acacia sp	0.18	2.20	3.13	0.0573	0.0052	0.0113	0.05
11	4	Acacia sp	0.13	2.20	3.13	0.0414	0.0027	0.0059	0.05
11	4	Acacia sp	0.15	2.20	3.13	0.0477	0.0036	0.0079	0.05
11	12	Acacia sp	0.10	1.60	1.44	0.0318	0.0016	0.0025	0.05
11	12	Acacia sp	0.07	1.60	1.44	0.0223	0.0008	0.0012	0.00
11	12	Acacia sp	0.08	1.60	1.44	0.0255	0.0010	0.0016	0.05
11	13	Acacia sp	0.44	2.80	3.32	0.1401	0.0308	0.0863	0.15
11	13	Acacia sp	0.25	2.80	3.32	0.0796	0.0099	0.0279	0.10
11	13	Acacia sp	0.18	2.80	3.32	0.0573	0.0052	0.0144	0.05
11	22	Acacia sp	0.09	1.80	1.88	0.0286	0.0013	0.0023	0.05
11	22	Acacia sp	0.10	1.80	1.88	0.0318	0.0016	0.0029	0.05
11	22	Acacia sp	0.07	1.80	1.88	0.0223	0.0008	0.0014	0.00
11	25	Acacia sp	0.21	2.00	1.89	0.0668	0.0070	0.0140	0.05
11	25	Acacia sp	0.10	2.00	1.89	0.0318	0.0016	0.0032	0.05
11	25	Acacia sp	0.08	2.00	1.89	0.0255	0.0010	0.0020	0.05
11	25	Acacia sp	0.10	2.00	1.89	0.0318	0.0016	0.0032	0.05
11	3	Bursera fagaroides	0.14	1.90	2.1	0.0446	0.0031	0.0059	0.05
11	11	Bursera fagaroides	0.28	2.60	1.38	0.0891	0.0125	0.0324	0.10
11	5	Eysenhardtia polystachya	0.12	2.00	2.72	0.0382	0.0023	0.0046	0.05
11	5	Eysenhardtia polystachya	0.16	2.00	2.72	0.0509	0.0041	0.0081	0.05
11	5	Eysenhardtia polystachya	0.15	2.00	2.72	0.0477	0.0036	0.0072	0.05
11	8	Eysenhardtia polystachya	0.16	2.30	2.56	0.0509	0.0041	0.0094	0.05
11	8	Eysenhardtia polystachya	0.10	2.30	2.56	0.0318	0.0016	0.0037	0.05
11	8	Eysenhardtia polystachya	0.13	2.30	2.56	0.0414	0.0027	0.0062	0.05
11	20	Eysenhardtia polystachya	0.21	2.20	0.021	0.0668	0.0070	0.0154	0.05
11	20	Eysenhardtia polystachya	0.18	2.20	0.021	0.0573	0.0052	0.0113	0.05
11	20	Eysenhardtia polystachya	0.18	2.20	0.021	0.0573	0.0052	0.0113	0.05
11	27	Eysenhardtia polystachya	0.06	2.70	3.52	0.0191	0.0006	0.0015	0.00
11	27	Eysenhardtia polystachya	0.06	2.70	3.52	0.0191	0.0006	0.0015	0.00

11	27	Eysenhardtia polystachya	0.13	2.70	3.52	0.0414	0.0027	0.0073	0.05
11	27	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.70	3.52	0.0286	0.0013	0.0035	0.05
11	27	Eysenhardtia polystachya	0.16	2.70	3.52	0.0509	0.0041	0.0110	0.05
11	29	Eysenhardtia polystachya	0.13	1.80	1.44	0.0414	0.0027	0.0048	0.05
11	29	Eysenhardtia polystachya	0.15	1.80	1.44	0.0477	0.0036	0.0064	0.05
11	29	Eysenhardtia polystachya	0.11	1.80	1.44	0.0350	0.0019	0.0035	0.05
11	6	Forestiera tomentosa	0.20	2.70	4.45	0.0637	0.0064	0.0172	0.05
11	6	Forestiera tomentosa	0.11	2.70	4.45	0.0350	0.0019	0.0052	0.05
11	6	Forestiera tomentosa	0.15	2.70	4.45	0.0477	0.0036	0.0097	0.05
11	6	Forestiera tomentosa	0.19	2.70	4.45	0.0605	0.0057	0.0155	0.05
11	6	Forestiera tomentosa	0.15	2.70	4.45	0.0477	0.0036	0.0097	0.05
11	6	Forestiera tomentosa	0.11	2.70	4.45	0.0350	0.0019	0.0052	0.05
11	6	Forestiera tomentosa	0.17	2.70	4.45	0.0541	0.0046	0.0124	0.05
11	10	Forestiera tomentosa	0.20	4.40	7.91	0.0637	0.0064	0.0280	0.05
11	10	Forestiera tomentosa	0.25	4.40	7.91	0.0796	0.0099	0.0438	0.10
11	10	Forestiera tomentosa	0.26	4.40	7.91	0.0828	0.0108	0.0473	0.10
11	10	Forestiera tomentosa	0.29	4.40	7.91	0.0923	0.0134	0.0589	0.10
11	10	Forestiera tomentosa	0.34	4.40	7.91	0.1082	0.0184	0.0810	0.10
11	10	Forestiera tomentosa	0.15	4.40	7.91	0.0477	0.0036	0.0158	0.05
11	10	Forestiera tomentosa	0.23	4.40	7.91	0.0732	0.0084	0.0370	0.05
11	10	Forestiera tomentosa	0.21	4.40	7.91	0.0668	0.0070	0.0309	0.05
11	10	Forestiera tomentosa	0.08	4.40	7.91	0.0255	0.0010	0.0045	0.05
11	10	Forestiera tomentosa	0.09	4.40	7.91	0.0286	0.0013	0.0057	0.05
11	10	Forestiera tomentosa	0.53	4.40	7.91	0.1687	0.0447	0.1967	0.15
11	7	Opuntia sp	0.57	1.90	0	0.1814	0.0517	0.0982	0.20
11	7	Opuntia sp	0.42	1.90	0	0.1337	0.0281	0.0533	0.15
11	7	Opuntia sp	0.30	1.90	0	0.0955	0.0143	0.0272	0.10
11	9	Opuntia sp	1.30	4.20	2.56	0.4138	0.2690	1.1297	0.40
11	14	Opuntia sp	0.61	3.30	0	0.1942	0.0592	0.1954	0.20
11	14	Opuntia sp	0.33	3.20	0	0.1050	0.0173	0.0555	0.10
11	15	Opuntia sp	0.66	1.80	0	0.2101	0.0693	0.1248	0.20
11	16	Opuntia sp	0.77	3.00	0	0.2451	0.0944	0.2831	0.25
11	16	Opuntia sp	0.52	3.00	0	0.1655	0.0430	0.1291	0.15
11	17	Opuntia sp	0.44	2.10	0	0.1401	0.0308	0.0647	0.15
11	17	Opuntia sp	0.27	2.10	0	0.0859	0.0116	0.0244	0.10
11	17	Opuntia sp	0.40	2.10	0	0.1273	0.0255	0.0535	0.15
11	21	Opuntia sp	0.38	2.50	0	0.1210	0.0230	0.0575	0.10
11	21	Opuntia sp	0.42	2.50	0	0.1337	0.0281	0.0702	0.15
11	21	Opuntia sp	0.53	2.50	0	0.1687	0.0447	0.1118	0.15
11	21	Opuntia sp	0.47	2.50	0	0.1496	0.0352	0.0879	0.15
11	24	Opuntia sp	0.41	1.90	0	0.1305	0.0268	0.0508	0.15
11	24	Opuntia sp	0.43	1.90	0	0.1369	0.0294	0.0559	0.15
11	1	Prosopis laevigata	0.50	4.50	4.4	0.1592	0.0398	0.1790	0.15
11	2	Prosopis laevigata	0.11	2.80	2.68	0.0350	0.0019	0.0054	0.05
11	2	Prosopis laevigata	0.14	2.80	2.68	0.0446	0.0031	0.0087	0.05
11	2	Prosopis laevigata	0.15	2.80	2.68	0.0477	0.0036	0.0100	0.05
11	2	Prosopis laevigata	0.20	2.80	2.68	0.0637	0.0064	0.0178	0.05
11	18	Prosopis laevigata	0.10	2.30	3.42	0.0318	0.0016	0.0037	0.05
11	18	Prosopis laevigata	0.12	2.30	3.42	0.0382	0.0023	0.0053	0.05
11	18	Prosopis laevigata	0.14	2.30	3.42	0.0446	0.0031	0.0072	0.05

11	19	Prosopis laevigata	0.15	2.40	0.018	0.0477	0.0036	0.0086	0.05
11	23	Prosopis laevigata	0.11	2.10	3.12	0.0350	0.0019	0.0040	0.05
11	23	Prosopis laevigata	0.23	2.10	3.12	0.0732	0.0084	0.0177	0.05
11	26	Prosopis laevigata	0.06	1.90	1.66	0.0191	0.0006	0.0011	0.00
11	26	Prosopis laevigata	0.11	1.90	1.66	0.0350	0.0019	0.0037	0.05
11	26	Prosopis laevigata	0.13	1.90	1.66	0.0414	0.0027	0.0051	0.05
11	28	Prosopis laevigata	0.10	2.60	3.33	0.0318	0.0016	0.0041	0.05
11	28	Prosopis laevigata	0.19	2.60	3.33	0.0605	0.0057	0.0149	0.05
11	28	Prosopis laevigata	0.21	2.60	3.33	0.0668	0.0070	0.0182	0.05
12	5	Acacia sp	0.09	1.70	2.3	0.0286	0.0013	0.0022	0.05
12	5	Acacia sp	0.07	1.70	2.3	0.0223	0.0008	0.0013	0.00
12	5	Acacia sp	0.04	1.70	2.3	0.0127	0.0003	0.0004	0.00
12	5	Acacia sp	0.09	1.70	2.3	0.0286	0.0013	0.0022	0.05
12	6	Acacia sp	0.10	210.00	2.6	0.0318	0.0016	0.3342	0.05
12	6	Acacia sp	0.11	210.00	2.6	0.0350	0.0019	0.4044	0.05
12	6	Acacia sp	0.16	210.00	2.6	0.0509	0.0041	0.8556	0.05
12	6	Acacia sp	0.09	210.00	2.6	0.0286	0.0013	0.2707	0.05
12	6	Acacia sp	0.09	210.00	2.6	0.0286	0.0013	0.2707	0.05
12	6	Acacia sp	0.08	210.00	2.6	0.0255	0.0010	0.2139	0.05
12	10	Acacia sp	0.19	3.00	4.4	0.0605	0.0057	0.0172	0.05
12	10	Acacia sp	0.27	3.00	4.4	0.0859	0.0116	0.0348	0.10
12	10	Acacia sp	0.26	3.00	4.4	0.0828	0.0108	0.0323	0.10
12	10	Acacia sp	0.13	3.00	4.4	0.0414	0.0027	0.0081	0.05
12	10	Acacia sp	0.17	3.00	4.4	0.0541	0.0046	0.0138	0.05
12	2	Bursera fagaroides	0.16	2.00	3.13	0.0509	0.0041	0.0081	0.05
12	2	Bursera fagaroides	0.14	2.00	3.13	0.0446	0.0031	0.0062	0.05
12	2	Bursera fagaroides	0.16	2.00	3.13	0.0509	0.0041	0.0081	0.05
12	2	Bursera fagaroides	0.21	2.00	3.13	0.0668	0.0070	0.0140	0.05
12	2	Bursera fagaroides	0.08	2.00	3.13	0.0255	0.0010	0.0020	0.05
12	4	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.10	0.018	0.0286	0.0013	0.0027	0.05
12	4	Eysenhardtia polystachya	0.10	2.10	0.018	0.0318	0.0016	0.0033	0.05
12	4	Eysenhardtia polystachya	0.05	2.10	0.018	0.0159	0.0004	0.0008	0.00
12	14	Eysenhardtia polystachya	0.14	1.90	0.5	0.0446	0.0031	0.0059	0.05
12	16	Eysenhardtia polystachya	0.07	2.10	2.05	0.0223	0.0008	0.0016	0.00
12	16	Eysenhardtia polystachya	0.06	2.10	2.05	0.0191	0.0006	0.0012	0.00
12	16	Eysenhardtia polystachya	0.08	2.10	2.05	0.0255	0.0010	0.0021	0.05
12	16	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.10	2.05	0.0286	0.0013	0.0027	0.05
12	16	Eysenhardtia polystachya	0.06	2.10	2.05	0.0191	0.0006	0.0012	0.00
12	16	Eysenhardtia polystachya	0.07	2.10	2.05	0.0223	0.0008	0.0016	0.00
12	17	Eysenhardtia polystachya	0.11	2.10	2.1	0.0350	0.0019	0.0040	0.05
12	17	Eysenhardtia polystachya	0.06	2.10	2.1	0.0191	0.0006	0.0012	0.00
12	17	Eysenhardtia polystachya	0.10	2.10	2.1	0.0318	0.0016	0.0033	0.05
12	1	Forestiera tomentosa	0.11	2.10	3.57	0.0350	0.0019	0.0040	0.05
12	1	Forestiera tomentosa	0.13	2.10	3.57	0.0414	0.0027	0.0056	0.05
12	1	Forestiera tomentosa	0.14	2.10	3.57	0.0446	0.0031	0.0066	0.05
12	1	Forestiera tomentosa	0.16	2.10	3.57	0.0509	0.0041	0.0086	0.05
12	1	Forestiera tomentosa	0.15	2.10	3.57	0.0477	0.0036	0.0075	0.05
12	1	Forestiera tomentosa	0.11	2.10	3.57	0.0350	0.0019	0.0040	0.05
12	3	Forestiera tomentosa	0.11	2.20	3.3	0.0350	0.0019	0.0042	0.05
12	3	Forestiera tomentosa	0.11	2.20	3.3	0.0350	0.0019	0.0042	0.05

12	3	Forestiera tomentosa	0.08	2.20	3.3	0.0255	0.0010	0.0022	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.30	4.50	10.5	0.0955	0.0143	0.0645	0.10
12	11	Forestiera tomentosa	0.19	4.50	10.5	0.0605	0.0057	0.0259	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.15	4.50	10.5	0.0477	0.0036	0.0161	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.14	4.50	10.5	0.0446	0.0031	0.0140	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.23	4.50	10.5	0.0732	0.0084	0.0379	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.18	4.50	10.5	0.0573	0.0052	0.0232	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.15	4.50	10.5	0.0477	0.0036	0.0161	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.23	4.50	10.5	0.0732	0.0084	0.0379	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.29	4.50	10.5	0.0923	0.0134	0.0602	0.10
12	11	Forestiera tomentosa	0.24	4.50	10.5	0.0764	0.0092	0.0413	0.10
12	11	Forestiera tomentosa	0.26	4.50	10.5	0.0828	0.0108	0.0484	0.10
12	11	Forestiera tomentosa	0.20	4.50	10.5	0.0637	0.0064	0.0286	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.20	4.50	10.5	0.0637	0.0064	0.0286	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.20	4.50	10.5	0.0637	0.0064	0.0286	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.15	4.50	10.5	0.0477	0.0036	0.0161	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.24	4.50	10.5	0.0764	0.0092	0.0413	0.10
12	11	Forestiera tomentosa	0.20	4.50	10.5	0.0637	0.0064	0.0286	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.10	4.50	10.5	0.0318	0.0016	0.0072	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.20	4.50	10.5	0.0637	0.0064	0.0286	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.17	4.50	10.5	0.0541	0.0046	0.0207	0.05
12	11	Forestiera tomentosa	0.44	2.30	10.5	0.1401	0.0308	0.0709	0.15
12	7	Opuntia sp	0.34	1.50	2.6	0.1082	0.0184	0.0276	0.10
12	7	Opuntia sp	0.40	1.50	2.6	0.1273	0.0255	0.0382	0.15
12	9	Opuntia sp	0.39	1.70	3.7	0.1241	0.0242	0.0412	0.10
12	12	Opuntia sp	0.28	2.30	10.5	0.0891	0.0125	0.0287	0.10
12	12	Opuntia sp	0.35	2.50	10.5	0.1114	0.0195	0.0487	0.10
12	13	Opuntia sp	0.23	2.50	10.5	0.0732	0.0084	0.0210	0.05
12	13	Opuntia sp	0.29	2.50	10.5	0.0923	0.0134	0.0335	0.10
12	13	Opuntia sp	0.26	2.50	10.5	0.0828	0.0108	0.0269	0.10
12	13	Opuntia sp	0.36	2.50	10.5	0.1146	0.0206	0.0516	0.10
12	13	Opuntia sp	0.38	2.50	10.5	0.1210	0.0230	0.0575	0.10
12	13	Opuntia sp	0.30	2.50	10.5	0.0955	0.0143	0.0358	0.10
12	13	Opuntia sp	0.24	2.50	10.5	0.0764	0.0092	0.0229	0.10
12	15	Opuntia sp	0.45	3.20	0.5	0.1432	0.0322	0.1031	0.15
12	15	Opuntia sp	0.45	3.20	0.5	0.1432	0.0322	0.1031	0.15
12	15	Opuntia sp	0.61	3.20	0.5	0.1942	0.0592	0.1895	0.20
12	15	Opuntia sp	0.38	3.20	0.5	0.1210	0.0230	0.0735	0.10
12	15	Opuntia sp	0.44	3.20	0.5	0.1401	0.0308	0.0986	0.15
12	8	Prosopis laevigata	0.39	3.30	3.7	0.1241	0.0242	0.0799	0.10
12	18	Prosopis laevigata	0.38	2.30	3.6	0.1210	0.0230	0.0529	0.10
13	7	Acacia sp	0.10	2.00	3	0.0318	0.0016	0.0032	0.05
13	7	Acacia sp	0.17	2.00	3	0.0541	0.0046	0.0092	0.05
13	7	Acacia sp	0.18	2.00	3	0.0573	0.0052	0.0103	0.05
13	8	Acacia sp	0.13	1.80	2.98	0.0414	0.0027	0.0048	0.05
13	8	Acacia sp	0.12	1.80	2.98	0.0382	0.0023	0.0041	0.05
13	8	Acacia sp	0.11	1.80	2.98	0.0350	0.0019	0.0035	0.05
13	8	Acacia sp	0.10	1.80	2.98	0.0318	0.0016	0.0029	0.05
13	8	Acacia sp	0.13	1.80	2.98	0.0414	0.0027	0.0048	0.05
13	16	Acacia sp	0.33	1.70	3.07	0.1050	0.0173	0.0295	0.10

13	16	Acacia sp	0.27	1.70	3.07	0.0859	0.0116	0.0197	0.10
13	16	Acacia sp	0.12	1.70	3.07	0.0382	0.0023	0.0039	0.05
13	19	Acacia sp	0.14	1.60	2.3	0.0446	0.0031	0.0050	0.05
13	19	Acacia sp	0.09	1.60	2.3	0.0286	0.0013	0.0021	0.05
13	19	Acacia sp	0.08	1.60	2.3	0.0255	0.0010	0.0016	0.05
13	1	Bursera fagaroides	0.31	3.60	4.9	0.0987	0.0153	0.0551	0.10
13	1	Bursera fagaroides	0.28	3.60	4.9	0.0891	0.0125	0.0449	0.10
13	1	Bursera fagaroides	0.32	3.60	4.9	0.1019	0.0163	0.0587	0.10
13	1	Bursera fagaroides	0.34	3.60	4.9	0.1082	0.0184	0.0662	0.10
13	1	Bursera fagaroides	0.36	3.60	4.9	0.1146	0.0206	0.0743	0.10
13	1	Bursera fagaroides	0.27	3.60	4.9	0.0859	0.0116	0.0418	0.10
13	1	Bursera fagaroides	0.59	3.60	4.9	0.1878	0.0554	0.1994	0.20
13	6	Bursera fagaroides	0.10	1.80	1.6	0.0318	0.0016	0.0029	0.05
13	6	Bursera fagaroides	0.08	1.80	1.6	0.0255	0.0010	0.0018	0.05
13	6	Bursera fagaroides	0.08	1.80	1.6	0.0255	0.0010	0.0018	0.05
13	11	Bursera fagaroides	0.11	1.60	2	0.0350	0.0019	0.0031	0.05
13	11	Bursera fagaroides	0.06	1.60	2	0.0191	0.0006	0.0009	0.00
13	11	Bursera fagaroides	0.05	1.60	2	0.0159	0.0004	0.0006	0.00
13	11	Bursera fagaroides	0.08	1.60	2	0.0255	0.0010	0.0016	0.05
13	11	Bursera fagaroides	0.05	1.60	2	0.0159	0.0004	0.0006	0.00
13	14	Bursera fagaroides	0.12	1.60	1.34	0.0382	0.0023	0.0037	0.05
13	21	Bursera fagaroides	0.08	1.40	1.24	0.0255	0.0010	0.0014	0.05
13	21	Bursera fagaroides	0.07	1.40	1.24	0.0223	0.0008	0.0011	0.00
13	5	Eysenhardtia polystachya	0.13	1.90	2.2	0.0414	0.0027	0.0051	0.05
13	5	Eysenhardtia polystachya	0.06	1.90	2.2	0.0191	0.0006	0.0011	0.00
13	5	Eysenhardtia polystachya	0.10	1.90	2.2	0.0318	0.0016	0.0030	0.05
13	5	Eysenhardtia polystachya	0.09	1.90	2.2	0.0286	0.0013	0.0024	0.05
13	9	Eysenhardtia polystachya	0.12	1.90	2.45	0.0382	0.0023	0.0044	0.05
13	9	Eysenhardtia polystachya	0.06	1.90	2.45	0.0191	0.0006	0.0011	0.00
13	12	Eysenhardtia polystachya	0.06	1.80	1.37	0.0191	0.0006	0.0010	0.00
13	12	Eysenhardtia polystachya	0.04	1.80	1.37	0.0127	0.0003	0.0005	0.00
13	13	Eysenhardtia polystachya	0.05	1.80	2.38	0.0159	0.0004	0.0007	0.00
13	13	Eysenhardtia polystachya	0.06	1.80	2.38	0.0191	0.0006	0.0010	0.00
13	13	Eysenhardtia polystachya	0.04	1.80	2.38	0.0127	0.0003	0.0005	0.00
13	13	Eysenhardtia polystachya	0.04	1.80	2.38	0.0127	0.0003	0.0005	0.00
13	13	Eysenhardtia polystachya	0.04	1.80	2.38	0.0127	0.0003	0.0005	0.00
13	17	Eysenhardtia polystachya	0.07	1.80	1.43	0.0223	0.0008	0.0014	0.00
13	17	Eysenhardtia polystachya	0.03	1.80	1.43	0.0095	0.0001	0.0003	0.00
13	18	Eysenhardtia polystachya	0.07	1.90	2.2	0.0223	0.0008	0.0015	0.00
13	18	Eysenhardtia polystachya	0.05	1.90	2.2	0.0159	0.0004	0.0008	0.00
13	18	Eysenhardtia polystachya	0.07	1.90	2.2	0.0223	0.0008	0.0015	0.00
13	18	Eysenhardtia polystachya	0.08	1.90	2.2	0.0255	0.0010	0.0019	0.05
13	18	Eysenhardtia polystachya	0.10	1.90	2.2	0.0318	0.0016	0.0030	0.05
13	18	Eysenhardtia polystachya	0.07	1.90	2.2	0.0223	0.0008	0.0015	0.00
13	3	Forestiera tomentosa	0.24	2.80	5.2	0.0764	0.0092	0.0257	0.10
13	3	Forestiera tomentosa	0.13	2.80	5.2	0.0414	0.0027	0.0075	0.05
13	3	Forestiera tomentosa	0.17	2.80	5.2	0.0541	0.0046	0.0129	0.05
13	3	Forestiera tomentosa	0.16	2.80	5.2	0.0509	0.0041	0.0114	0.05
13	3	Forestiera tomentosa	0.19	2.40	3.9	0.0605	0.0057	0.0138	0.05
13	3	Forestiera tomentosa	0.18	2.40	3.9	0.0573	0.0052	0.0124	0.05

13	3	Forestiera tomentosa	0.08	2.40	3.9	0.0255	0.0010	0.0024	0.05
13	3	Forestiera tomentosa	0.09	2.40	3.9	0.0286	0.0013	0.0031	0.05
13	3	Forestiera tomentosa	0.09	2.40	3.9	0.0286	0.0013	0.0031	0.05
13	4	Forestiera tomentosa	0.11	2.10	3.9	0.0350	0.0019	0.0040	0.05
13	4	Forestiera tomentosa	0.10	2.10	3.9	0.0318	0.0016	0.0033	0.05
13	4	Forestiera tomentosa	0.05	2.10	3.9	0.0159	0.0004	0.0008	0.00
13	4	Forestiera tomentosa	0.18	2.10	3.9	0.0573	0.0052	0.0108	0.05
13	4	Forestiera tomentosa	0.08	2.10	3.9	0.0255	0.0010	0.0021	0.05
13	10	Forestiera tomentosa	0.10	2.50	4.42	0.0318	0.0016	0.0040	0.05
13	10	Forestiera tomentosa	0.13	2.50	4.42	0.0414	0.0027	0.0067	0.05
13	10	Forestiera tomentosa	0.15	2.50	4.42	0.0477	0.0036	0.0090	0.05
13	10	Forestiera tomentosa	0.10	2.50	4.42	0.0318	0.0016	0.0040	0.05
13	10	Forestiera tomentosa	0.11	2.50	4.42	0.0350	0.0019	0.0048	0.05
13	10	Forestiera tomentosa	0.11	2.50	4.42	0.0350	0.0019	0.0048	0.05
13	10	Forestiera tomentosa	0.09	2.50	4.42	0.0286	0.0013	0.0032	0.05
13	10	Forestiera tomentosa	0.08	2.50	4.42	0.0255	0.0010	0.0025	0.05
13	10	Forestiera tomentosa	0.09	2.50	4.42	0.0286	0.0013	0.0032	0.05
13	15	Forestiera tomentosa	0.10	1.90	1.8	0.0318	0.0016	0.0030	0.05
13	15	Forestiera tomentosa	0.06	1.90	1.8	0.0191	0.0006	0.0011	0.00
13	15	Forestiera tomentosa	0.15	1.90	1.8	0.0477	0.0036	0.0068	0.05
13	15	Forestiera tomentosa	0.13	1.90	1.8	0.0414	0.0027	0.0051	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.26	2.80	6.95	0.0828	0.0108	0.0301	0.10
13	22	Forestiera tomentosa	0.09	2.80	6.95	0.0286	0.0013	0.0036	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.25	2.80	6.95	0.0796	0.0099	0.0279	0.10
13	22	Forestiera tomentosa	0.25	2.80	6.95	0.0796	0.0099	0.0279	0.10
13	22	Forestiera tomentosa	0.16	2.80	6.95	0.0509	0.0041	0.0114	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.10	2.80	6.95	0.0318	0.0016	0.0045	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.21	2.80	6.95	0.0668	0.0070	0.0197	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.10	2.80	6.95	0.0318	0.0016	0.0045	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.27	2.80	6.95	0.0859	0.0116	0.0325	0.10
13	22	Forestiera tomentosa	0.19	2.80	6.95	0.0605	0.0057	0.0161	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.15	2.80	6.95	0.0477	0.0036	0.0100	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.22	2.80	6.95	0.0700	0.0077	0.0216	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.20	2.80	6.95	0.0637	0.0064	0.0178	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.17	2.80	6.95	0.0541	0.0046	0.0129	0.05
13	22	Forestiera tomentosa	0.34	2.80	6.95	0.1082	0.0184	0.0515	0.10
13	2	Opuntia sp	0.25	2.80	5.2	0.0796	0.0099	0.0279	0.10
13	20	Opuntia sp	0.83	1.40	2.3	0.2642	0.1096	0.1535	0.25
14	2	Bursera fagaroides	0.23	3.80	4.27	0.0732	0.0084	0.0320	0.05
14	2	Bursera fagaroides	0.23	3.80	4.27	0.0732	0.0084	0.0320	0.05
14	2	Bursera fagaroides	0.32	3.80	4.27	0.1019	0.0163	0.0619	0.10
14	2	Bursera fagaroides	0.23	3.80	4.27	0.0732	0.0084	0.0320	0.05
14	2	Bursera fagaroides	0.34	3.80	4.27	0.1082	0.0184	0.0699	0.10
14	2	Bursera fagaroides	0.39	3.80	4.27	0.1241	0.0242	0.0920	0.10
14	2	Bursera fagaroides	0.45	3.80	4.27	0.1432	0.0322	0.1225	0.15
14	3	Bursera fagaroides	1.20	3.50	6.7	0.3820	0.2292	0.8021	0.40
14	9	Bursera fagaroides	0.21	1.80	2.58	0.0668	0.0070	0.0126	0.05
14	9	Bursera fagaroides	0.24	1.80	2.58	0.0764	0.0092	0.0165	0.10
14	9	Bursera fagaroides	0.19	1.80	2.58	0.0605	0.0057	0.0103	0.05
14	11	Bursera fagaroides	0.28	3.90	4.7	0.0891	0.0125	0.0487	0.10

14	11	Bursera fagaroides	0.22	3.90	4.7	0.0700	0.0077	0.0300	0.05
14	11	Bursera fagaroides	0.45	3.90	4.7	0.1432	0.0322	0.1257	0.15
14	11	Bursera fagaroides	0.54	3.90	4.7	0.1719	0.0464	0.1810	0.15
14	11	Bursera fagaroides	0.49	3.90	4.7	0.1560	0.0382	0.1490	0.15
14	11	Bursera fagaroides	0.19	3.90	4.7	0.0605	0.0057	0.0224	0.05
14	11	Bursera fagaroides	0.35	3.90	4.7	0.1114	0.0195	0.0760	0.10
14	11	Bursera fagaroides	0.53	3.90	4.7	0.1687	0.0447	0.1744	0.15
14	14	Bursera fagaroides	0.18	3.40	2.6	0.0573	0.0052	0.0175	0.05
14	14	Bursera fagaroides	0.37	3.40	2.6	0.1178	0.0218	0.0741	0.10
14	14	Bursera fagaroides	0.19	3.40	2.6	0.0605	0.0057	0.0195	0.05
14	14	Bursera fagaroides	0.13	3.40	2.6	0.0414	0.0027	0.0091	0.05
14	14	Bursera fagaroides	0.34	3.40	2.6	0.1082	0.0184	0.0626	0.10
14	18	Bursera fagaroides	0.66	3.80	3.73	0.2101	0.0693	0.2634	0.20
14	18	Bursera fagaroides	0.25	3.80	3.73	0.0796	0.0099	0.0378	0.10
14	22	Bursera fagaroides	0.35	3.00	2.58	0.1114	0.0195	0.0585	0.10
14	22	Bursera fagaroides	0.27	3.00	2.58	0.0859	0.0116	0.0348	0.10
14	22	Bursera fagaroides	0.28	3.00	2.58	0.0891	0.0125	0.0374	0.10
14	22	Bursera fagaroides	0.27	3.00	2.58	0.0859	0.0116	0.0348	0.10
14	24	Bursera fagaroides	0.20	2.90	2.58	0.0637	0.0064	0.0185	0.05
14	24	Bursera fagaroides	0.33	2.90	2.58	0.1050	0.0173	0.0503	0.10
14	24	Bursera fagaroides	0.30	2.90	2.58	0.0955	0.0143	0.0415	0.10
14	24	Bursera fagaroides	0.32	2.90	2.58	0.1019	0.0163	0.0473	0.10
14	24	Bursera fagaroides	0.22	2.90	2.58	0.0700	0.0077	0.0223	0.05
14	24	Bursera fagaroides	0.29	2.90	2.58	0.0923	0.0134	0.0388	0.10
14	30	Bursera fagaroides	0.39	2.20	2.4	0.1241	0.0242	0.0533	0.10
14	31	Bursera fagaroides	0.28	1.90	2.59	0.0891	0.0125	0.0237	0.10
14	31	Bursera fagaroides	0.24	1.90	2.2	0.0764	0.0092	0.0174	0.10
14	33	Bursera fagaroides	0.28	2.70	1.8	0.0891	0.0125	0.0337	0.10
14	33	Bursera fagaroides	0.26	1.90	1.7	0.0828	0.0108	0.0204	0.10
14	33	Bursera fagaroides	0.12	1.90	1.7	0.0382	0.0023	0.0044	0.05
14	34	Bursera fagaroides	0.23	2.10	2.3	0.0732	0.0084	0.0177	0.05
14	34	Bursera fagaroides	0.23	2.10	2.3	0.0732	0.0084	0.0177	0.05
14	34	Bursera fagaroides	0.17	2.10	2.3	0.0541	0.0046	0.0097	0.05
14	4	Eysenhardtia polystachya	0.09	1.80	1.4	0.0286	0.0013	0.0023	0.05
14	4	Eysenhardtia polystachya	0.07	1.80	1.4	0.0223	0.0008	0.0014	0.00
14	6	Eysenhardtia polystachya	0.06	2.10	2.46	0.0191	0.0006	0.0012	0.00
14	6	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.10	2.46	0.0286	0.0013	0.0027	0.05
14	6	Eysenhardtia polystachya	0.13	2.10	2.46	0.0414	0.0027	0.0056	0.05
14	6	Eysenhardtia polystachya	0.09	2.10	2.46	0.0286	0.0013	0.0027	0.05
14	8	Eysenhardtia polystachya	0.14	1.80	1.6	0.0446	0.0031	0.0056	0.05
14	8	Eysenhardtia polystachya	0.06	1.80	1.6	0.0191	0.0006	0.0010	0.00
14	8	Eysenhardtia polystachya	0.07	1.80	1.6	0.0223	0.0008	0.0014	0.00
14	8	Eysenhardtia polystachya	0.06	1.80	1.6	0.0191	0.0006	0.0010	0.00
14	8	Eysenhardtia polystachya	0.09	1.80	1.6	0.0286	0.0013	0.0023	0.05
14	15	Eysenhardtia polystachya	0.22	2.80	3.32	0.0700	0.0077	0.0216	0.05
14	15	Eysenhardtia polystachya	0.10	2.80	3.32	0.0318	0.0016	0.0045	0.05
14	15	Eysenhardtia polystachya	0.12	2.80	3.32	0.0382	0.0023	0.0064	0.05
14	15	Eysenhardtia polystachya	0.08	2.80	3.32	0.0255	0.0010	0.0029	0.05
14	26	Eysenhardtia polystachya	0.77	3.10	4.17	0.2451	0.0944	0.2925	0.25
14	26	Eysenhardtia polystachya	0.14	3.10	4.17	0.0446	0.0031	0.0097	0.05

14	26	Eysenhardtia polystachya	0.17	3.10	4.17	0.0541	0.0046	0.0143	0.05
14	26	Eysenhardtia polystachya	0.11	3.10	4.17	0.0350	0.0019	0.0060	0.05
14	28	Eysenhardtia polystachya	0.07	1.90	2.53	0.0223	0.0008	0.0015	0.00
14	28	Eysenhardtia polystachya	0.07	1.90	2.53	0.0223	0.0008	0.0015	0.00
14	28	Eysenhardtia polystachya	0.11	1.90	2.53	0.0350	0.0019	0.0037	0.05
14	28	Eysenhardtia polystachya	0.09	1.90	2.53	0.0286	0.0013	0.0024	0.05
14	28	Eysenhardtia polystachya	0.11	1.90	2.53	0.0350	0.0019	0.0037	0.05
14	28	Eysenhardtia polystachya	0.09	1.90	2.53	0.0286	0.0013	0.0024	0.05
14	29	Eysenhardtia polystachya	0.10	1.70	2.6	0.0318	0.0016	0.0027	0.05
14	29	Eysenhardtia polystachya	0.07	1.70	2.6	0.0223	0.0008	0.0013	0.00
14	29	Eysenhardtia polystachya	0.06	1.70	2.6	0.0191	0.0006	0.0010	0.00
14	29	Eysenhardtia polystachya	0.07	1.70	2.6	0.0223	0.0008	0.0013	0.00
14	35	Eysenhardtia polystachya	0.19	2.20	2.9	0.0605	0.0057	0.0126	0.05
14	35	Eysenhardtia polystachya	0.14	2.20	2.9	0.0446	0.0031	0.0069	0.05
14	35	Eysenhardtia polystachya	0.07	2.20	2.9	0.0223	0.0008	0.0017	0.00
14	36	Eysenhardtia polystachya	0.16	2.30	2	0.0509	0.0041	0.0094	0.05
14	36	Eysenhardtia polystachya	0.08	2.30	2	0.0255	0.0010	0.0023	0.05
14	37	Eysenhardtia polystachya	0.20	2.20	2.4	0.0637	0.0064	0.0140	0.05
14	37	Eysenhardtia polystachya	0.08	2.20	2.4	0.0255	0.0010	0.0022	0.05
14	5	Forestiera tomentosa	0.12	2.90	5.27	0.0382	0.0023	0.0066	0.05
14	5	Forestiera tomentosa	0.13	2.90	5.27	0.0414	0.0027	0.0078	0.05
14	5	Forestiera tomentosa	0.13	2.90	5.27	0.0414	0.0027	0.0078	0.05
14	5	Forestiera tomentosa	0.12	2.90	5.27	0.0382	0.0023	0.0066	0.05
14	5	Forestiera tomentosa	0.15	2.90	5.27	0.0477	0.0036	0.0104	0.05
14	5	Forestiera tomentosa	0.13	2.90	5.27	0.0414	0.0027	0.0078	0.05
14	5	Forestiera tomentosa	0.11	2.90	5.27	0.0350	0.0019	0.0056	0.05
14	5	Forestiera tomentosa	0.16	2.90	5.27	0.0509	0.0041	0.0118	0.05
14	5	Forestiera tomentosa	0.15	2.90	5.27	0.0477	0.0036	0.0104	0.05
14	12	Forestiera tomentosa	0.12	2.70	3.3	0.0382	0.0023	0.0062	0.05
14	12	Forestiera tomentosa	0.14	2.70	3.3	0.0446	0.0031	0.0084	0.05
14	12	Forestiera tomentosa	0.05	2.70	3.3	0.0159	0.0004	0.0011	0.00
14	12	Forestiera tomentosa	0.10	2.70	3.3	0.0318	0.0016	0.0043	0.05
14	12	Forestiera tomentosa	0.15	2.70	3.3	0.0477	0.0036	0.0097	0.05
14	12	Forestiera tomentosa	0.10	2.70	3.3	0.0318	0.0016	0.0043	0.05
14	12	Forestiera tomentosa	0.09	2.70	3.3	0.0286	0.0013	0.0035	0.05
14	13	Forestiera tomentosa	0.17	2.50	4.26	0.0541	0.0046	0.0115	0.05
14	13	Forestiera tomentosa	0.13	2.50	4.26	0.0414	0.0027	0.0067	0.05
14	13	Forestiera tomentosa	0.14	2.50	4.26	0.0446	0.0031	0.0078	0.05
14	13	Forestiera tomentosa	0.15	2.50	4.26	0.0477	0.0036	0.0090	0.05
14	13	Forestiera tomentosa	0.12	2.50	4.26	0.0382	0.0023	0.0057	0.05
14	13	Forestiera tomentosa	0.08	2.50	4.26	0.0255	0.0010	0.0025	0.05
14	13	Forestiera tomentosa	0.07	2.50	4.26	0.0223	0.0008	0.0019	0.00
14	13	Forestiera tomentosa	0.07	2.50	4.26	0.0223	0.0008	0.0019	0.00
14	20	Forestiera tomentosa	0.14	2.10	2.4	0.0446	0.0031	0.0066	0.05
14	20	Forestiera tomentosa	0.18	2.10	2.4	0.0573	0.0052	0.0108	0.05
14	20	Forestiera tomentosa	0.09	2.10	2.4	0.0286	0.0013	0.0027	0.05
14	21	Forestiera tomentosa	0.10	3.20	4.3	0.0318	0.0016	0.0051	0.05
14	21	Forestiera tomentosa	0.10	3.20	4.3	0.0318	0.0016	0.0051	0.05
14	21	Forestiera tomentosa	0.12	3.20	4.3	0.0382	0.0023	0.0073	0.05
14	21	Forestiera tomentosa	0.14	3.20	4.3	0.0446	0.0031	0.0100	0.05

14	21	Forestiera tomentosa	0.16	3.20	4.3	0.0509	0.0041	0.0130	0.05
14	21	Forestiera tomentosa	0.12	3.20	4.3	0.0382	0.0023	0.0073	0.05
14	21	Forestiera tomentosa	0.12	3.20	4.3	0.0382	0.0023	0.0073	0.05
14	32	Forestiera tomentosa	0.13	2.20	2	0.0414	0.0027	0.0059	0.05
14	32	Forestiera tomentosa	0.11	2.20	2	0.0350	0.0019	0.0042	0.05
14	32	Forestiera tomentosa	0.09	2.20	2	0.0286	0.0013	0.0028	0.05
14	32	Forestiera tomentosa	0.09	2.20	2	0.0286	0.0013	0.0028	0.05
14	7	Opuntia sp	0.71	2.60	2.46	0.2260	0.0802	0.2086	0.25
14	10	Opuntia sp	0.55	2.40	2.58	0.1751	0.0481	0.1155	0.20
14	16	Opuntia sp	0.58	3.10	3.32	0.1846	0.0535	0.1660	0.20
14	17	Opuntia sp	0.78	4.00	3.32	0.2483	0.0968	0.3873	0.25
14	23	Opuntia sp	0.63	3.40	2.58	0.2005	0.0632	0.2148	0.20
14	25	Opuntia sp	0.39	0.70	2.58	0.1241	0.0242	0.0169	0.10
14	27	Opuntia sp	0.48	0.90	2.53	0.1528	0.0367	0.0330	0.15
14	1	Prosopis laevigata	0.21	3.80	5	0.0668	0.0070	0.0267	0.05
14	1	Prosopis laevigata	0.30	3.80	5	0.0955	0.0143	0.0544	0.10
14	1	Prosopis laevigata	0.40	3.80	5	0.1273	0.0255	0.0968	0.15
14	19	Prosopis laevigata	0.09	3.70	3.59	0.0286	0.0013	0.0048	0.05
14	19	Prosopis laevigata	0.09	3.70	3.59	0.0286	0.0013	0.0048	0.05
14	19	Prosopis laevigata	0.22	3.70	3.59	0.0700	0.0077	0.0285	0.05
14	19	Prosopis laevigata	0.22	3.70	3.59	0.0700	0.0077	0.0285	0.05

Encabezados:

Parcela de muestreo: número designado a cada punto de muestreo. Se hicieron parcelas circulares de 17.84 m de radio, para cubrir una superficie de 1000 m².

n: es el número asignado a cada individuo encontrado en la parcela de muestreo. Cuando aparecen repetidos significa que es el mismo individuo con 2 o más ramas medidas a la altura de DAP (diámetro a la altura de pecho).

especie: nombre científico de la especie identificada en el muestreo.

perímetro basal: perímetro calculado a partir de la medición del DAP.

altura: altura total del árbol.

Ø copa: diámetro de la copa expresado en metros.

DAP: diámetro a la altura de pecho, expresada en metros.

Sección basal: área calculada con el DAP, expresada en metro cuadrado.

RTA: rollo total árbol. Volumen de materia forestal, expresada en metro cúbico.

Categoría diamétrica: clases de tamaño de acuerdo al DAP, establecido por rangos de 0.05 m de diámetro.

Condensado del inventario por parcela.

Parcela	No. Individuos	Especie	Nombre común
1	3	Prosopis laevigata	mezquite
	3	Acacia sp	huizache
	1	Eysenhardtia polystachya	varaduz
2	3	Opuntia sp	nopal
	3	Acacia sp	huizache
	1	Forestiera phyllireoides	Mimbres
4	7	Opuntia sp	nopal
	4	Prosopis laevigata	mezquite
5	2	Prosopis laevigata	mezquite
	3	Forestiera phyllireoides	Mimbres
	4	Opuntia sp	nopal
6	9	Prosopis laevigata	mezquite
	5	Acacia sp	huizache
	5	Opuntia sp	nopal
7	4	Prosopis laevigata	mezquite
	5	Acacia sp	huizache
8	3	Eysenhardtia polystachya	varaduz
	2	Opuntia sp	nopal
	8	Acacia sp	huizache
	4	Bursera fagaroides	venadilla
	3	Eysenhardtia polystachya	varaduz
9	1	Forestiera phyllireoides	Mimbres
	12	Opuntia sp	nopal
	8	Prosopis laevigata	mezquite
	10	Eysenhardtia polystachya	varaduz
10	1	Forestiera phyllireoides	mimbres
	2	Opuntia sp	nopal
	2	Prosopis laevigata	mezquite
11	8	Acacia sp	huizache
	1	Opuntia sp	nopal
	4	Acacia sp	huizache
	2	Bursera fagaroides	venadilla
	5	Eysenhardtia polystachya	varaduz
12	2	Forestiera phyllireoides	Mimbres
	8	Opuntia sp	nopal
	7	Prosopis laevigata	mezquite
	3	Acacia sp	huizache
	1	Bursera fagaroides	venadilla
	3	Eysenhardtia polystachya	varaduz
	3	Forestiera phyllireoides	Mimbres
13	5	Opuntia sp	nopal
	2	Prosopis laevigata	mezquite
	4	Acacia sp	huizache
	5	Bursera fagaroides	venadilla
	6	Eysenhardtia polystachya	varaduz

Análisis estadístico.

No. Sitios de muestreo: 13*

Intensidad de muestreo: 8.65%

Promedio de árboles por parcela: 18.23

Desviación estándar: 10.26

Estimado poblacional para 15.0258 has: 2106 ± 154 árboles.

Estimado árbol/ha: 140 ± 10

Error estándar: 2.41

Error de muestreo: 3.22

% error: 21.48 %

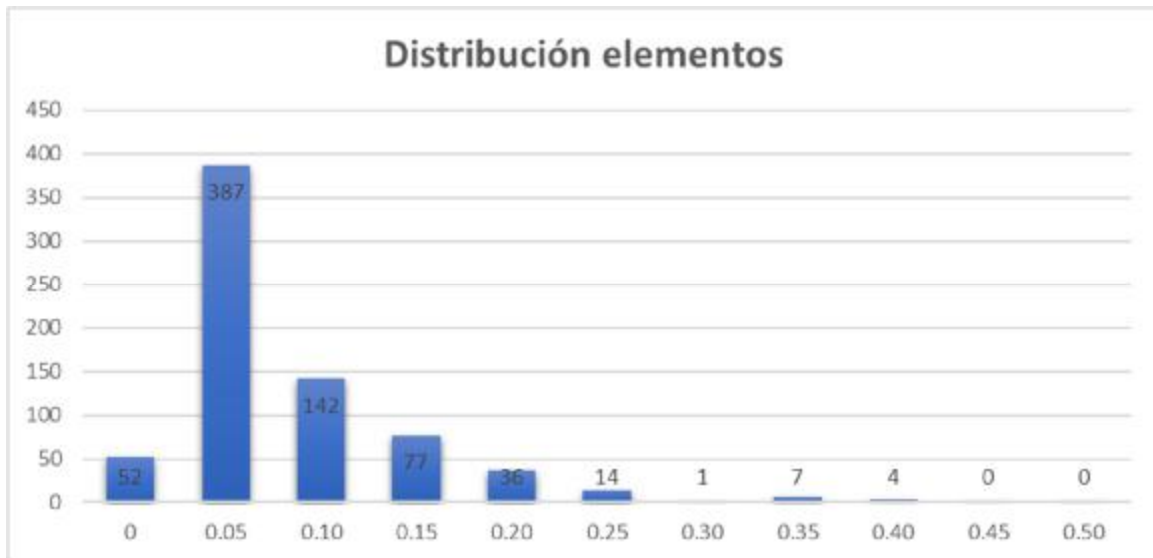
* Por rectificación de polígonos de la propiedad se descartaron los sitios 3, 15 - 18. Se contabilizaron únicamente 13 (1,2,4-14) parcelas para el análisis estadístico y cálculo de masa forestal.

CONDENSADO		
Parcela	no. Arboles	$(\bar{x}-x)^2$
1	9	88.1721
2	16	5.7121
3	13	29.0521
4	2	268.6321
5	19	0.3721
6	14	19.2721
7	10	70.3921
8	37	346.3321
9	15	11.4921
10	9	88.1721
11	29	112.5721
12	18	0.1521
13	22	13.0321
14	37	346.3321
15	25	43.6921
16	19	0.3721
17	24	31.4721
18	13	29.0521
Total	237	1370.6373
\bar{x}	18.23	105.4336
arb/ha	140.24	10.2680884
Estimado		
15.02 has	2106.36	154.23

var xls	105.408284
des.std.xls	10.2668537
CV	56.3160749
error std	2.41992061
error muestr	3.22672215
%error	21.4828372
Individuos	Elementos
Acacia sp	110
Bursera fagaroides	78
Eysenhardtia polystachya	144
Forestiera tomentosa	177
Opuntia sp	118
Prosopis laevigata	93
	720

Categoría diamétrica

C.D.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total Muestra
0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	5	8	21	14	0	0	0	0	52
0.05	3	14	0	2	30	11	12	23	42	7	56	48	59	80	0	0	0	0	387
0.10	10	11	0	1	5	5	4	21	7	9	10	20	15	24	0	0	0	0	142
0.15	7	14	0	0	5	2	5	17	2	1	12	5	0	7	0	0	0	0	77
0.20	2	6	0	0	3	4	1	10	1	0	3	1	1	4	0	0	0	0	36
0.25	0	1	0	0	2	1	2	3	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	14
0.30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0.35	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
0.40	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
																			720



Distribución del número de individuos por categoría diamétrica.

Cálculo de volúmenes.

Sitio	Vol. R.T.A muestreo	$(\bar{X}-X)^2$	suma cuadrados
1	2.5063	0.06880314	6.2817
2	3.2085	0.19350433	10.2947
3	5.2271	6.04405577	27.3227
4	0.0464	7.41079277	0.0021
5	5.2603	6.20851901	27.6711
6	1.4810	1.65797207	2.1934
7	1.4397	1.76614725	2.0727
8	5.0030	4.99248581	25.0303
9	1.7371	1.06407631	3.0175
10	0.3859	5.6772942	0.1489
11	3.9553	1.40822	15.6446
12	4.3985	2.65659196	19.3472
13	1.3430	2.03235927	1.8037
TOTAL	35.9924	3.1678	140.8309
PROMEDIO	2.7686	1.7798	
DESVIACIÓN	1.7798		

Volumen por
parcela
(1000 m²)

Tabla resumen

Estimación de los volúmenes forestales por especie por categoría diamétrica.

no. de elem	ESPECIE	CAT. DIAM. (m)	ALTURA	SECCIÓN NORMAL g (m ²)	VOL/Elem (m ³)	S _{vol(ele m)}	Vol. R.T.A (m ³)	# Elem/HA	m ³ /ha	Total no. Elem en TF	Vol. R.T.A (m ³)
5	Acacia sp	0.00	1.8200	0.0005	0.0009	0.0005	0.0046	3.8462	0.0035	57.7692	0.0526
62	Acacia sp	0.05	2.0371	0.0033	0.0444	0.1321	2.7520	47.6923	2.1169	716.3385	31.7959
27	Acacia sp	0.10	2.1000	0.0152	0.0315	0.0088	0.8497	20.7692	0.6536	311.9538	9.8177
13	Acacia sp	0.15	2.2846	0.0331	0.0767	0.0269	0.9974	10.0000	0.7672	150.2000	11.5239
3	Acacia sp	0.20	2.9333	0.0662	0.1980	0.0543	0.5940	2.3077	0.4569	34.6615	6.8627
110											
4	Bursera fagaroides	0.00	1.55	0.0005	0.0008	0.0002	0.0033	3.0769	0.0025	46.2154	0.0379
31	Bursera fagaroides	0.05	2.41	0.0048	0.0129	0.0096	0.4013	23.8462	0.3087	358.1692	4.6360
32	Bursera fagaroides	0.10	3.01	0.0157	0.0460	0.0181	1.4733	24.6154	1.1333	369.7231	17.0227
8	Bursera fagaroides	0.15	3.48	0.0360	0.1238	0.0364	0.9907	6.1538	0.7620	92.4308	11.4459
2	Bursera fagaroides	0.20	3.70	0.0624	0.2319	0.0320	0.4637	1.5385	0.3567	23.1077	5.3578
1	Bursera fagaroides	0.40	3.50	0.2292	0.2292	0.0000	0.2292	0.7692	0.1763	11.5538	2.6479
78											
0	Eysenhardtia polystachya		1.96	0.0006	0.0012	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
103	Eysenhardtia polystachya	0.05	2.09	0.0029	0.0059	0.0046	0.6128	79.2308	0.4714	1190.0462	7.0798
3	Eysenhardtia polystachya	0.10	2.23	0.0124	0.0274	0.0061	0.0822	2.3077	0.0632	34.6615	0.9500
1	Eysenhardtia polystachya	0.20	2.40	0.0592	0.1421	0.0000	0.1421	0.7692	0.1093	11.5538	1.6422
1	Eysenhardtia polystachya	0.25	3.10	0.0944	0.2925	0.0000	0.2925	0.7692	0.2250	11.5538	3.3798
108											
5	Forestiera tomentosa	0.00	2.3400	0.0006	0.0014	0.0005	0.0069	3.8462	0.0053	57.7692	0.0797
141	Forestiera tomentosa	0.05	2.8652	0.0037	0.0110	0.0079	1.5453	108.4615	1.1887	1629.0923	17.8544
28	Forestiera tomentosa	0.10	3.3500	0.0118	0.0400	0.0149	1.1202	21.5385	0.8617	323.5077	12.9429
3	Forestiera tomentosa	0.15	3.2667	0.0350	0.1196	0.0552	0.3588	2.3077	0.2760	34.6615	4.1456
177											
2	Opuntia sp	0.05	2.55	0.0049	0.0124	0.0086	0.0249	1.5385	0.0191	23.1077	0.2872
25	Opuntia sp	0.10	2.48	0.0184	0.0455	0.0177	1.1378	19.2308	0.8752	288.8462	13.1462
44	Opuntia sp	0.15	2.49	0.0347	0.0869	0.0293	3.8218	33.8462	2.9399	508.3692	44.1569
25	Opuntia sp	0.20	2.65	0.0602	0.1592	0.0413	3.9789	19.2308	3.0607	288.8462	45.9722
12	Opuntia sp	0.25	2.70	0.0959	0.2577	0.0852	3.0919	9.2308	2.3784	138.6462	35.7235
1	Opuntia sp	0.30	1.90	0.1318	0.2504	0.0000	0.2504	0.7692	0.1926	11.5538	2.8932
6	Opuntia sp	0.35	1.88	0.1893	0.3568	0.0317	2.1405	4.6154	1.6466	69.3231	24.7313
3	Opuntia sp	0.40	3.87	0.2476	0.9600	0.1209	2.8800	2.3077	2.2154	34.6615	33.2751
118											
2	Prosopis laevigata	0.00	1.90	0.0007	0.0013	0.0002	0.0026	1.5385	0.0020	23.1077	0.0297
48	Prosopis laevigata	0.05	2.35	0.0042	0.0098	0.0071	0.4710	36.9231	0.3623	554.5846	5.4419
27	Prosopis laevigata	0.10	2.63	0.0149	0.0398	0.0173	1.0757	20.7692	0.8274	311.9538	12.4281
9	Prosopis laevigata	0.15	3.09	0.0372	0.1138	0.0304	1.0243	6.9231	0.7879	103.9846	11.8344
5	Prosopis laevigata	0.20	3.06	0.0652	0.1985	0.0497	0.9923	3.8462	0.7633	57.7692	11.4649
1	Prosopis laevigata	0.25	3.40	0.1019	0.3463	0.0000	0.3463	0.7692	0.2664	11.5538	4.0013
1	Prosopis laevigata	0.35	5.70	0.1961	0.5295	0.0000	0.5295	0.7692	0.4073	11.5538	6.1173
93											

Concentrado de los volúmenes estimados por especie.

Especie	Vol. R. T. A	Categorías Diamétricas										No. Individuos	Num. Elementos
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40			
Acacia sp	60.0529	0.0526	31.7959	9.8177	11.5239	6.8627	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	44	110
Bursera fagaroides	41.1482	0.0379	4.6360	17.0227	11.4459	5.3578	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.6479	24	78
Eysenhardtia polystachya	13.0518	0.5019	7.0798	0.9500	0.0000	1.6422	3.3798	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	43	144
Forestiera tomentosa	35.0225	0.0797	17.8544	12.9429	4.1456	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	22	177
Opuntia sp	200.1856	0.0000	0.2872	13.1462	44.1569	45.9722	35.7235	2.8932	24.7313	33.2751	0.0000	61	118
Prosopis laevigata	51.3177	0.0297	5.4419	12.4281	11.8344	11.4649	4.00134	0.0000	6.1173	0.0000	0.0000	43	93
TOTAL VOL	400.7786	0.7019	67.0953	66.3075	83.1067	71.2997	43.1046	2.8932	30.8485	35.9231	0.0000	237	720.0000

Volumen forestal total.

Especie	Vol. R. T. A	Num. Individuos
Acacia sp	60.0529	44
Bursera fagaroides	41.1482	24
Eysenhardtia polystachya	13.5537	43
Forestiera tomentosa	35.0225	22
Opuntia sp	200.1856	61
Prosopis laevigata	51.3177	43
TOTAL VOL	401.2805	237

2. Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

Parcela	Observación	Elev. Max	Elev. Min	Distancia	Pendiente %	LS	Ponderado					
CUSTF I	1	99	90	260	3.46	0.8001	6.01%	0.04811			Precipitación (mm)	596
CUSTF I	2	106	90	318	5.03	1.7284	7.35%	0.12711			TR 5 años (mm)	15.64
CUSTF I	3	115	90	340	7.35	2.9292	7.86%	0.23033			Superficies	ha
CUSTF I	4	127	90	520	7.12	3.4624	12.03%	0.41639			CUSTFI	15.02
CUSTF I	5	137	91	660	6.97	3.7921	15.26%	0.57881			CUSTFII	5.5
CUSTF I	6	140	92	654	7.34	4.0522	15.12%	0.61290			RESERVA	6.09
CUSTF I	7	140	94	620	7.42	4.0051	14.34%	0.57428				
CUSTF I	8	132	94	570	6.67	3.3186	13.18%	0.43746				
CUSTF I	9	118	96	382	5.76	2.2425	8.83%	0.19811				
					6.4196	3.0110	100%	3.0254				
CUSTF II	1	1832	1830	43	4.65	0.5412						
CUSTF II	2	1830	1828	46	4.35	0.5139						
CUSTF II	3	1828	1826	54	3.70	0.4584						
CUSTF II	4	1826	1824	32	6.25	0.7217						
CUSTF II	5	1824	1822	28	7.14	0.8077						
CUSTF II	6	1822	1820	26	7.69	0.8625						
CUSTF II	7	1820	1818	19	10.53	1.1665						
CUSTF II	8	1818	1816	22	9.09	1.0083						
CUSTF II	9	1816	1814	19	10.53	1.1665						
CUSTF II	10	1814	1812	33	6.06	0.7040						
CUSTF II	11	1812	1810	47	4.26	0.5058						
CUSTF II	12	1810	1808	34	5.88	0.6875						
					6.68	0.76						
RESERVA	1	1850	1848	16	12.50	1.3971						
RESERVA	2	1848	1846	12	16.67	1.9297						
RESERVA	3	1846	1844	14	14.29	1.6181						
RESERVA	4	1844	1842	12	16.67	1.9297						
RESERVA	5	1842	1840	9	22.22	2.7262						
RESERVA	6	1840	1838	14	14.29	1.6181						
RESERVA	7	1838	1836	18	11.11	1.2333						
RESERVA	8	1836	1834	13	15.38	1.7596						
RESERVA	9	1834	1832	14	14.29	1.6181						
RESERVA	10	1832	1830	12	16.67	1.9297						
RESERVA	11	1830	1828	9	22.22	2.7262						
RESERVA	12	1828	1826	27	7.41	0.8339						
RESERVA	13	1826	1824	19	10.53	1.1665						
RESERVA	14	1824	1822	20	10.00	1.1075						
RESERVA	15	1822	1820	27	7.41	0.8339						
RESERVA	16	1820	1818	20	10.00	1.1075						
RESERVA	17	1818	1816	17	11.76	1.3095						
RESERVA	18	1816	1814	11	18.18	2.1376						
RESERVA	19	1814	1812	27	7.41	0.8339						
RESERVA	20	1812	1810	16	12.50	1.3971						
RESERVA	21	1810	1808	18	11.11	1.2333						
RESERVA	22	1808	1806	19	10.53	1.1665						
RESERVA	23	1806	1804	24	8.33	0.9283						
					13.11	1.50						

Tipo de suelo	TEXTURA		
	G	M	F
AC	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013
AN	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026
CM	0.026	0.04	0.013
DU	0.053	0.079	0.026
FL	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007
GL	0.026	0.04	0.013
GY	0.053	0.079	0.026
HS	0.053	0.02	0.007
KS	0.026	0.04	0.013
LP	0.013	0.02	0.007
LV	0.026	0.04	0.013
LX	0.013	0.02	0.007
NT	0.013	0.02	0.007
PH	0.013	0.02	0.007
PL	0.053	0.079	0.026
PT	0.026	0.04	0.013
RG	0.026	0.04	0.013
SC	0.026	0.04	0.013
SN	0.053	0.079	0.026
UM	0.026	0.04	0.013
VR	0.053	0.079	0.026

Ecuación Universal de Pérdida de Suelo			
R =	2785.56573		
K =	0.02		
LS _{CUSTFI} =	3.0254		
LS _{CUSTFII} =	0.7620		
LS _{RES} =	1.5018		
C ₀ =	1		
C ₁ =	0.14		
P ₀ =	1		
	CUSTFI	CUSTFII	RESERVA
E _p =	168.548387	42.4515872	83.6673187
E _a =	23.5967742	5.94322221	11.71342462
E _{sup} =	354.423548	32.6877221	71.33475592
E _{5años} =	1772.11774	163.438611	356.6737796
E _{25años} =	8860.5887	817.193053	1783.368898
Escurrimiento medio			
Q =	15.0844384		
P =	51.06		
S =	61.1364764		
CN =	80.6		
		Erosión actual	longitud (m)
Superficies de Reserva			
Barreras	2.53	740.874107	100
Zanjas	2.73		2
Espaciamiento barreras			Distribución de zanjas
Horizontal	13.9791667		No. Zanja por ha
Vertical	2.23666667		Vol. X zanja (m3)
Pendiente	16		Vol. Agua retenida por ha
Sup/barrera	1397.91667		Vol. En sup de zanja
No. Barreras	18.0983607		vol. TR 5 años
Volumen de suelo retenido por metro de barrera (m2)	0.45		
Masa de suelo retenido por m ³	0.675		
Masa total suelo	1221.63934		
Espaciamiento para presas de llanta sobre los escurrimientos temporales.			
P =	9%		
H =	1.5		
E =	16.6666667		

3. Cálculo de captación de agua.

Tiempo de retorno 5 años

Año	LL. Max 24 h	Año (orden)	LL. Max 24h (ord)	No. Orden	Probabilidad	PR	INTERPOLACION PR 5	
							LL. Max 24h	PR
1979	27	2011	23	1	2.564102564	39.00	32	5.57
1980	27	1998	26	2	5.128205128	19.50	49	4.88
1981	52.5	1979	27	3	7.692307692	13.00	17	0.69
1982	38	1980	27	4	10.25641026	9.75	Intervalo = 2.96 mm	
1983	49	1996	30	5	12.82051282	7.80	por lo tanto 49 mm + 2.96 mm = 51.96 mm de lluvia máxima en 24 hr para un PR 5 años	
1984	53	1997	30	6	15.38461538	6.50	Escorrimento medio = 15.64985	
1985	32	2003	30	7	17.94871795	5.57	Potencial maximo de retención de humedad = 61.14	
1986	49	2016	31	8	20.51282051	4.88	Curva numérica = 80.6	
1987	61.5	1985	32	9	23.07692308	4.33		
1988	42	1994	34	10	25.64102564	3.90		
1989	42	2001	35	11	28.20512821	3.55		
1990	53.5	2014	35	12	30.76923077	3.25		
1991	56	2009	37	13	33.33333333	3.00		
1992	50.5	1982	38	14	35.8974359	2.79		
1993	47	2007	39	15	38.46153846	2.60		
1994	34	2002	39.5	16	41.02564103	2.44		
1995	60	2004	40.4	17	43.58974359	2.29		
1996	30	1988	42	18	46.15384615	2.17		
1997	30	1989	42	19	48.71794872	2.05		
1998	26	2012	42	20	51.28205128	1.95		
1999	43.5	2005	42.5	21	53.84615385	1.86		
2000	47	1999	43.5	22	56.41025641	1.77		
2001	35	2006	45	23	58.97435897	1.70		
2002	39.5	2010	46	24	61.53846154	1.63		
2003	30	1993	47	25	64.1025641	1.56		
2004	40.4	2000	47	26	66.66666667	1.50		
2005	42.5	2013	48	27	69.23076923	1.44		
2006	45	1983	49	28	71.79487179	1.39		
2007	39	1986	49	29	74.35897436	1.34		
2008	64	1992	50.5	30	76.92307692	1.30		
2009	37	1981	52.5	31	79.48717949	1.26		
2010	46	1984	53	32	82.05128205	1.22		
2011	23	1990	53.5	33	84.61538462	1.18		
2012	42	2015	55	34	87.17948718	1.15		
2013	48	1991	56	35	89.74358974	1.11		
2014	35	1995	60	36	92.30769231	1.08		
2015	55	1987	61.5	37	94.87179487	1.05		
2016	31	2008	64	38	97.43589744	1.03		

Ecuación para la estimación del volumen medio anual escurrido.

Precipitación media anual estación agrometeorológica Los Gavilanes, de la red INIFAP.													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumu.
2007	19.4	41.6	0	0	0.4	276.2	169.2	71.6	83.4	15.6	5.8	0	683.2
2008	0	5	0	6.8	18.6	117.2	317.6	257.6	76	1.8	0	0	800.6
2009	0	0	1.2	0.6	10.8	48.2	51	83.6	106.8	35.2	7.4	15.2	360
2010	23.2	113	0	0	2	58.8	149.8	99	138.2	0	0	0	584
2011	0	0	0	0	5.8	74	24.2	124.8	49.2	28	0	0	306
2012	11.2	42.6	1.2	0	8.8	50	180.4	130	76.4	16	5.2	13.8	535.6
2013	55.6	0	1	0	12.2	50.2	247.8	75.8	155.2	43.2	26.6	97.2	764.8
2014	10.8	0	2.6	0	49	114.2	102.2	105.4	96.2	42.2	20.2	5	547.8
2015	4	27.4	94	22.8	33.4	213.6	94.8	94.2	108.8	93.6	4.8	28	819.4
2016	1.2	12.8	10.6	1.2	2.6	63.2	216.8	191.8	35.4	3.2	21.6	0	560.4
Media	12.54	24.24	11.06	3.14	14.36	106.56	155.38	123.38	92.56	27.88	9.16	15.92	596.18

Ecuación para la estimación del Volumen medio anual escurrido							
		Predio	CUSTF	Reserva			
Escurrimiento	Vm =	6673172.09	116027.269	51141.1718	20727.6642	Erosión hídrica	
	Pm =	0.596				Potencial =	41.17
	C _e =	0.57106667				Actual =	5.76
	K =	0.28				Superficies (ha)	
	Ac =	19606463				CUSTF =	15.02
	K _{if} =	0.32				reserva =	6.09
	C _{e(0)} =	0.67				Retención de suelo (ton/m)	
	Vm _{if} =	59726.39				barreras =	0.63
	Cuenca	Predio	CUSTF	Reserva	CUSTF _{if}	Superficie para barreras (ha):	2.53
Volumen total	11688981.1	203237.762	89580.8144	36307.362	29854.42	Espacio entre barreras (m):	14
Escurrimiento	6673172.09	116027.269	51141.1718	20727.6642		Longitud de barreras (m):	100
Infiltración	5015809.02	87210.4925	38439.6427	15579.6978	8585.22	Superficie entre barreras (m ²):	1400
Superficies (ha)	(m)					no. De barreras en 2.53 ha =	18.0714286
Microcuenca	1960.6463	19606463				retención total (ton) =	1138.5 en 2.53 ha
Predio	34.09	340900					
CUSTF	15.0258	150258					
Reserva	6.09	60900					

Vm: volumen medio anual.

Pm: precipitación media.

C_e: coeficiente de escurrimiento.

K: constante de infiltración.

Ac: área de la cuenca.

if: área con infraestructura.

4. Cálculo de captura de suelo y agua por obras de suelos.

Captura de agua.

Escurremientos e Infiltración						
Superficies (m2)		Vol. Anual agua	Escurrido	Infiltrado	+Practicas	Incremento de infiltración
cuenca =	19606463	11685451.95	6473740.38	5211711.57	N/A	0
predio =	332700	198289.20	109852.22	88436.98	N/A	0
CUSTF =	150258	89553.77	49612.79	39940.98	N/A	0
Infraestructura	70905	42259.38	23411.70	18847.68	N/A	0
reserva =	60930	36314.28	20118.11	16196.17	24294.25332	121%
reserva z =	27300	16270.80	9014.02	7256.78	16270.80	
reserva b =	25392	15133.63	8384.03	6749.60	10941.61594	
reserva r =	5521	3290.52	1822.95	1467.57	1822.95	
predio - CUSTF	332700	198289.20	149793.20	-		
predio - inf.	70905	42259.38	128699.90	-		
					21093.30	
Precipitación anual (m)						
	0.596					
Coefficiente escurreimiento						
	0.554					
Superficie con practicas						
		Retención	infiltración			
Zanjas		27369	0.5			
Barreras		25392	0.3			
Retención de agua (m3/ha)						
Zanjas		80				
Barreras		20				

Captura de suelo.

Erosión hídrica		
Potencial =	41.17	
Actual =	5.76	
Superficies (ha)		
CUSTF =	15.02	
reserva =	6.09	
Retención de suelo (ton/m)		
barreras =	0.63	
Superficie para barreras (ha):	2.53	
Espacio entre barreras (m):	14	
Longitud de barreras (m):	100	
Superficie entre barreras (m2)	1400	
no. De barreras en 2.53 ha =	18.0714286	
retención total (ton) =	1138.5	en 2.53 ha