



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

Nombre del proyecto: Colector Sanitario Las Villas

Ubicación del proyecto: Al sur de la ciudad de Durango, inmediaciones del Ejido Sebastián Lerdo de Tejada

Tiempo de vida útil del proyecto: Se estima que el proyecto tenga una vida útil de 99 años.

Promovente Nombre o razón social: "En Confianza Entre Amigos es Mejor Asociación Civil"

Registro Federal de Contribuyentes del Promovente: CEA101005CF6

Nombre y cargo del representante legal: Lic. Carlos Moreno Aragón, Presidente de la mesa directiva.

Dirección del promovente o de su representante legal: Carretera Durango - Parral km.8.5, Poblado José María Morelos y Pavón, Durango, Dgo., C.P. 34390

Número de empleos por generar: 25

Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental: Dr. Hugo Ramirez Aldaba.

Nombre o razón social: Sierra Grande Consultores S.C.

Registro Federal de Contribuyentes o CURP: RAAH7106274k7

Nombre del responsable técnico del estudio: Hugo Ramirez Aldaba

Dirección del responsable técnico del estudio: Del Roció 117 Campestre Jacarandas C.P 34107. Durango, Dgo.



Resumen Ejecutivo del Proyecto Colector “Las Villas”

Al sur de la ciudad de Durango se ubica el conjunto habitacional “Las Villas”, aledaño al Ejido Sebastián Lerdo de Tejada. Como parte de la infraestructura de servicios al nuevo conjunto habitacional se ha proyectado un colector – emisor sanitario que captará las aguas residuales y se conducirán hasta la planta de tratamiento sur en la ciudad de Durango.

El área de influencia del proyecto se ubica al Sur de la localidad Victoria de Durango, en el cauce del Río Tunal que abarcará una longitud de 642 m, sobre los cuales se desarrollará la parte del proyecto que ocupará la zona Federal.

La propuesta consiste en tomar uno de los pozos de visita dentro del conjunto habitacional, y a partir de éste, proyectar el trazo del nuevo colector en dirección a la PTAR Sur, sin embargo, es indispensable diseñar el cruce del colector con el río Tunal.

El punto de llegada del colector Villas será en uno de los pozos de visita existentes que se encuentran a la llegada de la PTAR por la parte norte cuyo diámetro de llegada es de 1.83 metros.

El proyecto se diseñó partiendo del levantamiento topográfico que se realizó siguiendo la trayectoria más conveniente y de mayor factibilidad técnica. La elaboración contempla un análisis hidráulico para los conductos empleando la metodología de Manning, mediante el cual se determinaron los diámetros requeridos, las pendientes necesarias, la selección del material de la tubería del colector, entre otras características.

El colector del proyecto tiene una longitud total de 3,295.98 metros y 50 pozos de visita nuevos. Las dimensiones de la tubería utilizada son de 45, 60, 75 y 90 cm de diámetro.

El cruce del colector villas con el río Tunal está entre el km 1+233.59 y el km 1+343.59, del trayecto total, cubriendo una distancia de 110.0 m. La longitud total del proyecto será de 3,295.979 m, de los cuales, solo 642 m ocuparán la zona Federal del río El Tunal, entre los vértices 21 y 32; de esta forma, considerando un ancho máximo de 2 m, la superficie ocupada por las obras en la zona Federal será de 1,284 m².



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



La solución propuesta para este cruce es un sifón invertido que tiene una estructura de entrada en forma de caja. Al inicio de la estructura, se tiene un pozo desarenador, en el cual se podrán captar las partículas sólidas de mayor peso, en seguida se tienen dos canales, cada uno de ellos de acceso a una de las tuberías del sifón. En cada uno de los canales de 50 cm de ancho, se tienen muescas para colocar compuertas, las cuales podrán ser fabricadas por el contratista o suministradas de fábrica, lo cual será a juicio del contratante.

Los impactos ambientales relevantes son de baja intensidad y están limitados a una superficie mínima con respecto a la totalidad del sistema ambiental y con respecto a las propias dimensiones de la obra. El Proyecto Colector Villas pretende efectuar las obras en un tiempo estimado de 8 meses y con una inversión de \$ 7, 000,000.00 M.N. (Siete millones de pesos).

El arranque del proyecto está planeado para iniciar en el mes de enero de 2019, con la nivelación y trazo.

La etapa de construcción consta de un pozo de visita dentro del conjunto habitacional, cuyo diámetro de llegada es de 30 cm de diámetro de PVC serie 20; la profundidad del pozo existente es de 2.49 metros. Posteriormente se tiene el cruce de una vialidad y un canal revestido de riego, se considera la demolición del pozo de visita existente, que en el proyecto es el número 1, con la finalidad de construir un nuevo pozo de visita, pero con caída de 1 metro, para profundizar el colector y pasar por debajo de la plantilla del canal de riego existente.

El tramo de 1 a 2 se realizará con tubería de 45 cm de diámetro, posteriormente en los tramos subsecuentes el diámetro de la tubería será de 60 cm, ya que es el diámetro que se obtuvo en el análisis de funcionamiento hidráulico con todas sus variables involucradas como son pendientes, velocidades, tirantes entre otras.

El trazo del colector va en dirección sur a norte dirigiéndose hacia la PTAR sur de Durango, su trayectoria es por los límites de predios y por los caminos de terracería entre predios ya conformados.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



En su trayectoria es obligado el cruce del colector con el Río Tunal dado que la PTAR se ubica del otro lado del río. Desde el punto de partida hasta el cruce se tienen 1+233.59 kilómetros.

Una vez que se realiza el cruce, la configuración topográfica del sitio de cruce hasta la PTAR no es favorable ya que en los 1,952.39 metros restantes predominan contrapendientes, lo cual obliga a revisar el diseño en condiciones extremas como son: pendiente mínima y velocidad mínima de tal manera que en la llegada se tenga unión clave con el tubo existente de 1.83 m; lo cual se solucionará haciendo que las variables sean las mínimas recomendadas.

El Sistema Ambiental (SA) se definió con base en la hidrología superficial, así como a partir de rasgos naturales y construidos. Se delimitó partiendo de la derivadora ubicada en el poblado La Ferrería, siguiendo el límite establecido por la avenida Martinica hacia el Este, aguas abajo del Río Tunal, hasta el canal que lo cruza y la carretera que lleva al poblado Sebastián Lerdo de Tejada, abarcando un área de 784.8 ha, con una altitud entre los 1875 y 1886 msnm. El tipo de clima presente en el área de estudio según la clasificación de Köppen, modificada por García, pertenece al grupo de climas Semiseco (BS1kw(w)), Semiárido, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. La precipitación en la época de lluvias de verano con índice P/T mayor de 22.9. La temperatura media anual es de 20.4° C y la precipitación media acumulada es de 662.8 mm.

La temperatura media máxima mensual es de 39.5 ° C en mayo y abril, y la mínima de -1.5 en el mes de enero; mientras que las mayores lluvias ocurren en agosto y las mínimas en el mes de abril. El 66% de las precipitaciones tienen lugar entre julio y septiembre.

El SA está compuesto de llanuras, cuya elevación media alcanza los 1882 msnm, con una máxima de 1886 msnm., con pendientes que presentan una media de 1.5° (suave) en el 77% del área, incluyendo las corrientes principales, seguidas por pendientes moderadas que ocupan el 20% de la zona, y el 3% restante, son pendientes que se presentan en los



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



límites del cauce del río. Ya que se trata de un área sin vegetación desde hace varios años, las excavaciones del proyecto no incrementarán su potencial erosivo, ya que no hay vegetación que eliminar, no será necesario el despalme y las zanjas para la instalación de los ductos, serán cubiertas con el suelo removido durante la excavación; sin embargo, se puede contribuir a que los procesos erosivos tengan mayores probabilidades de ocurrir durante la fase de construcción, por lo que es necesario formular medidas preventivas para evitarlo. Por otra parte, se observa que la vegetación inducida dentro del área de estudio son los cultivos agrícolas presentes a lo largo del colector que se proyecta; cultivos tales como maíz y frijol, que forman parte de la principal actividad económica, en su mayoría cultivos de temporal que los habitantes del área fomentan para su autoconsumo alimenticio y forrajero.

Se registraron 34 especies de aves, 11 de mamíferos y 11 de reptiles y anfibios en 10 sitios de muestreo. Los registros de fauna silvestre están siempre limitados por la estacionalidad; no obstante, se detectan las especies más comunes y representativas del sistema ambiental.

La extensión de la cuenca visual, considerando únicamente aquellas áreas con visibilidad significativa es nula, ya que no existen observadores potenciales de las modificaciones causadas por el proyecto. En consecuencia, el proyecto no tiene capacidad para causar impactos significativos al paisaje, ya que no existe un colectivo relevante de observadores dentro del radio en el cual, el proyecto podría interferir en la apreciación del ambiente natural y/o cultural de los habitantes. Se aplicó el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980), basado en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje, los cuales se describen en los incisos previos de este capítulo. A partir de este primer análisis basado exclusivamente en la información aportada por la matriz de interacciones, se deduce que los factores que recibirían la mayor carga en términos de impacto ambiental negativo, serían por orden de importancia, el suelo, la atmósfera, la fauna, el agua, la vegetación, el paisaje y el uso productivo.

A partir de las interacciones encontradas, se esperan impactos negativos concentrados en la etapa de construcción, generados por las actividades de excavación, entre los cuales destacan la emisión de partículas suspendidas por el movimiento de tierras y circulación de



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



maquinaria pesada, de gases de la combustión interna y ruidos que afectarían la calidad de los atributos atmosféricos.

Se detecta un caso especial de interacción entre la conducción de las aguas residuales y la calidad del agua del río y consecuentemente la fauna acuática. Esta interacción negativa se manifiesta como el riesgo de un derrame de aguas residuales sobre el cauce; no obstante, debe tomarse en cuenta que se trata de un evento potencial fortuito por una falla accidental del sistema de conducción; es decir, la descarga de aguas hacia el río, no es parte de los eventos planeados para el proyecto y no se espera que ocurra de forma periódica o recurrente durante la operación.

Se obtuvo un número moderado de interacciones que, sin embargo, genera un listado de 40 impactos ambientales, con características similares, o bien definitivamente redundantes que debe ser simplificado y ordenado mediante una técnica de cribado. En esta etapa, se realiza un filtrado o eliminación de impactos que resultan redundantes, a la vez que se les designa un nombre que transmita la idea completa e independiente, del efecto que provocan.

El resultado obtenido se reduce a un conjunto de 9 impactos negativos, que pueden representar una amenaza para los ecosistemas y sus procesos. Se identifican 3 impactos potencialmente destacables:

1. Deterioro del índice de calidad del agua por derrame accidental durante el bombeo de aguas residuales en la etapa de operación.
2. Incremento del potencial de erosión en el área donde se realizará la construcción.
3. Riesgo de mortalidad de peces por derrames accidentales de agua residual, durante la etapa de operación.

El índice de Calidad del agua modelando una posible contaminación con Coliformes fecales y con una gran carga orgánica (DQO = 70), así como un oxígeno disuelto con valores muy bajos, ponen en riesgo la protección y supervivencia de la vida acuática, superando los límites establecidos en la NOM 001 SEMARNAT 1996, para DBO.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



La afectación calculada desde el punto de vertido, es de 166 metros y una amplitud de la fuga de 1 hora en la mancha de contaminantes que afectarían potencialmente el cauce del río.

Durante las operaciones de preparación y construcción, será necesaria la excavación de una zanja para la instalación de los ductos que conducirán las aguas residuales. Esta obra cruzará el lecho del río en un tramo de 102 metros y posteriormente recorrerá un tramo de longitud similar a lo largo del margen.

Considerando el estado del suelo en el sitio, descrito en el capítulo IV, existe un potencial de erosión que debe evaluarse para determinar la pérdida potencial de suelo actual y si el proyecto tiene el potencial de magnificar esta variable. Ya que se trata de un área sin vegetación desde hace varios años, las excavaciones del proyecto no incrementarán su potencial erosivo, ya que no hay vegetación que eliminar, no será necesario el despalme y las zanjas para la instalación de los ductos, serán cubiertas con el suelo removido durante la excavación; sin embargo, se puede contribuir a que los procesos erosivos tengan mayores probabilidades de ocurrir durante la fase de construcción, por lo que se requiere formular medidas preventivas para evitarlo.

Dieciséis de las especies de mamíferos, anfibios y reptiles registradas en el inventario de fauna silvestre, presentan períodos de torpor o letargo en el invierno o en la época seca, durante los cuales se refugian bajo tierra. Por otra parte, aún en épocas más favorables, la baja capacidad de la herpetofauna para regular su temperatura corporal, produce una caída en su tasa metabólica, lo que reduce su capacidad de movimiento y escape, haciéndolos vulnerables al desplazamiento de vehículos, maquinaria pesada y excavaciones.

Considerando una anchura de la zanja de aproximadamente 2 metros y una longitud de 110 m del sifón, más 575 m de recorrido sobre el borde de la zona federal, la superficie total excavada en el sitio equivale a 1,370 m², por lo que se esperaría encontrar aproximadamente un total de 47.9 animales durante la excavación, los cuales deberán ser rescatados, protegidos y reubicados.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



Dentro de las medidas de mitigación del impacto se contempla:

Para reducir la erosión del suelo en el área de construcción, se realizará un cuneteo a lo largo del camino.

Se establecerá un Programa de Vigilancia Ambiental para el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales, que podrían ser afectados durante la ejecución del proyecto, así como los sistemas de control y medidas de dichos parámetros. Contemplando los aspectos de atmosfera, suelos, hidrología superficial y fauna. Las actividades derivadas de estas se contemplan en la estrategias de mitigación que se propone para el impacto que se generará en el desarrollo del proyecto.

Etapa Tiempo	Construcción					
	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Apertura de cuneta						X

Realizando dentro de las acciones complementarias al Programa de Vigilancia Ambiental durante la ejecución de la obra las siguientes actividades:

- Recorridos continuos por todos los frentes de trabajo con relación al Proyecto
- Vigilancia de la política ambiental y las reglas generales de Seguridad y Medio Ambiente, al personal involucrado.
- Evaluar la necesidad de cambios en las medidas de prevención y mitigación cuando sea necesario.
- Verificar las condiciones de seguridad e higiene laboral del personal.
- Verificar que la maquinaria y equipos asignados al Proyecto operen en buenas condiciones, y en caso contrario, exigir al personal a cargo la interrupción de la operación y su traslado inmediato a los talleres correspondientes para su mantenimiento.
- Coordinar la aplicación de buenas prácticas operativas para el mejoramiento del desempeño ambiental del Proyecto.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



- Quedará prohibida la quema o combustión a cielo abierto de cualquier tipo de residuo, con el objetivo de evitar emisiones a la atmósfera e incendios.
- En las áreas donde exista el riesgo de que la superficie del terreno se desestabilice a consecuencia de los procesos erosivos del suelo (flujo de corrientes superficiales), sobrecarga, o cualquier otro problema geotécnico o ambiental, la supervisión ambiental tomara las medidas de protección necesarias

Respecto a los pronósticos ambientales, escenario con proyecto; las condiciones actuales conforman un amplio agro-ecosistema sin posibilidades de expansión, ya que se ha ocupado toda la superficie apta para la agricultura, de acuerdo con el modelo de aptitud agrícola desarrollado en el Ordenamiento Ecológico del Municipio de Durango (Periódico Oficial del Estado de Durango, 2013). Además de la agricultura, varios factores externos, actuarán de forma determinante sobre el sistema ambiental. Por un lado, la tendencia de crecimiento demográfico de la ciudad de Durango, es de 2.01 % anual, con base en los resultados de los censos de 1990 y 2010.

Esto demandará la apertura de nuevos núcleos habitacionales en ambientes semiurbanos o rurales como los que existen actualmente en la zona del proyecto, que demandarán servicios básicos. El Gobierno estatal ha puesto en marcha diversas obras de infraestructura hidráulica con el fin de contrarrestar la sobre explotación del acuífero Valle del Guadiana, entre las que destaca la sobreelevación de la cortina de la Presa Guadalupe Victoria para aumentar su volumen de almacenamiento.

No obstante lo anterior, debe señalarse que existe una propuesta para la implementación de caudales ecológicos para el río El Tunal (WWF 2010), la que en caso de aplicarse, aportaría flujos permanentes de 0.27 a 44 m³/seg., considerados como caudales mínimos necesarios en diferentes estaciones, para mejorar los factores bióticos prevalecientes, con lo que se pretende mejorar el estado de conservación del río.

En un escenario sin proyecto, se esperan condiciones ambientales idénticas, con excepción de la franja afectada, ya que las obras y actividades tienen una distribución geográfica restringida al sitio de emplazamiento.

El escenario se modifica solo en el tramo del río relacionado directamente con las obras propuestas. De acuerdo con la caracterización de los impactos, las obras pueden



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



interactuar con los componentes ambientales del sitio, exclusivamente durante las etapas de preparación y construcción, para después estabilizarse y minimizarse por su naturaleza temporal.

Respecto a los pronósticos con proyecto con medidas de mitigación se tiene: El potencial de pérdida de suelo se reduce por debajo del valor basal actual. La construcción de obras de cuneteo paralelas a la zanja, capturarán los escurrimientos producto de la contrapendiente en el lado norte del río. Esto reducirá el flujo de agua de lluvia sobre el suelo susceptible, que cubre la instalación subterránea.

El volumen de caudales no se ve afectado por el proyecto, ya que no se instalará infraestructura que ofrezca resistencia a la corriente. La DBO podrá verse afectada en el caso de una fuga de manera fortuita.

De acuerdo con las expectativas descritas en el capítulo V, sobre la mezcla de las aguas residuales conducidas y aguas pluviales durante un período máximo de 1 hora, la calidad del agua del río superará los límites establecidos en la normatividad para el mantenimiento de la vida acuática sólo en caso de existir caudales mínimos. Los gastos máximos esperados en caso de la aplicación de caudales ecológicos, permitirán la dilución y oxidación rápida de la materia orgánica presente en las aguas residuales. En el supuesto de un caudal mínimo, el impacto quedará contenido en el entorno del proyecto debido a la falta de una corriente rápida.

Concluyendo, las modificaciones a los factores biofísicos más importantes presentes en el sistema ambiental son en el producto de actividades realizadas previamente, a lo largo de varias décadas de ocupación del territorio y de manejo de los recursos naturales. Las modificaciones más notables han ocurrido en el régimen hidrológico del río, lo que ha causado a su vez, de forma directa e indirecta, alteraciones a los factores bióticos como la vegetación y la fauna, así como físicos, como la geomorfología y calidad del suelo.

Los impactos causados por el proyecto, no son significativos en los términos de la legislación aplicable. Se consideran relevantes en los términos de la metodología aplicada para evaluarlos; sin embargo, no tienen el potencial para desarrollar procesos sinérgicos o residuales, en conjunto con los impactos actualmente presentes. Todos los impactos previstos ocurrirán de forma puntual sobre el sitio del proyecto y exclusivamente durante la



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



etapa de construcción, sin superar los límites establecidos en la normatividad. Debido a su corta duración y a su restringida ubicación geográfica, todos los impactos son prevenibles o mitigables, por lo que en síntesis, las actividades y obras del proyecto son altamente compatibles con el estado actual del sistema ambiental, por lo que su realización no representa una amenaza para la conservación o la protección de los recursos naturales, los procesos biológicos o los ecosistemas.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



Índice de Figuras	1
Índice de Tablas	1
II. Descripción del Proyecto.....	2
II.1. Información general del proyecto.....	2
II.1.1. Naturaleza del proyecto	2
II.1.1. Cruce especial del colector villas con el río Tunal.....	5
II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto	6
II.1.3. Inversión requerida	10
II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	10
II.2. Características particulares del proyecto.....	10
II.2.1. Programa de trabajo	10
II.2.2. Representación gráfica local	12
II.2.3. Etapa de Preparación del sitio.....	12
II.2.4. Etapa de construcción.....	12
II.2.5. Etapa de abandono del sitio	14
II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	14

Índice de Figuras

Figura II.1 Plano general del Proyecto.....	3
Figura II. 2 Corte trasversal del Colector.....	4
Figura II. 3 Ubicación del Proyecto.....	7
Figura II.4 Ubicación y Trazo del Proyecto Colector Villas.....	9
Figura II. 5 Contexto Local del Proyecto.....	12

Índice de Tablas

TABLA II. 1 Especificaciones hidráulicas	6
TABLA II. 2 Tabla de construcción-colector Villas en coordenadas UTM.....	7
Tabla II. 3 Gráfica de Gantt para el proyecto colector Villas.....	11
TABLA II. 4 Obras a realizar en el proyecto.....	13
TABLA II. 5 Factores de emisión [mg/s] para maquinaria pesada, establecidos por el INECC 2014.....	15



II. DESCRIPCION DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

Al sur de la ciudad de Durango se ubica el conjunto habitacional Las Villas, aledaño al Ejido Sebastián Lerdo de Tejada. Como parte de la infraestructura de servicios al nuevo conjunto habitacional se ha proyectado un colector – emisor sanitario que captará las aguas residuales y se conducirán hasta la planta de tratamiento sur en la ciudad de Durango.

La propuesta consiste en tomar uno de los pozos de visita dentro del conjunto habitacional, y a partir de éste, proyectar el trazo del nuevo colector en dirección a la PTAR Sur; sin embargo, es indispensable diseñar el cruce del colector con el río Tunal.

El punto de llegada del colector Villas, será en uno de los pozos de visita existentes que se encuentran a la llegada de la PTAR por la parte norte cuyo diámetro de llegada es de 1.83 metros.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto del colector Villas se hizo partiendo del levantamiento topográfico que se realizó siguiendo la trayectoria más conveniente y de mayor factibilidad técnica.

En la elaboración del proyecto del colector Villas, se hizo un análisis hidráulico para los conductos empleado la metodología de Manning, mediante el cual se analizaron los diámetros requeridos, las pendientes necesarias, la selección del material de la tubería del colector entre otras características.

Durante el diseño, se revisó el funcionamiento hidráulico a tubo parcial y totalmente lleno, así como velocidades y tirantes con gastos máximo y mínimo, respetando siempre los colchones de terreno mínimos establecidos en las normas oficiales de la CONAGUA.

En los planos de proyecto se presenta la planta por donde pasará el colector y se indican los principales rasgos físicos que se encuentran en las inmediaciones. A lo largo del trazo del colector, se indican cotas de plantillas, cotas de terreno, distancias, pendientes, diámetros y coordenadas (Figuras II.1 y II.2).

Se muestra también el perfil de construcción indicando elevaciones de proyecto de la plantilla de las tuberías, kilometrajes, longitudes por tramo, pendientes, diámetro de tuberías y material de tuberías. En cada plano se indica un cuadro de construcción del eje de proyecto, datos de proyecto del colector correspondiente y detalles específicos.

El colector de proyecto tiene una longitud total de 3,295.98 metros y tiene 50 pozos de visita nuevos.



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario "Las Villas"



Las longitudes de tubería son las siguientes.

Longitudes de Tuberías del Colector Villas			
45 cm Ø	60 cm Ø	75 cm Ø	90 cm Ø
47.04 m	1,221.54 m	383.71 m	1,533.68 m

Figura II.1 Plano general del Proyecto.

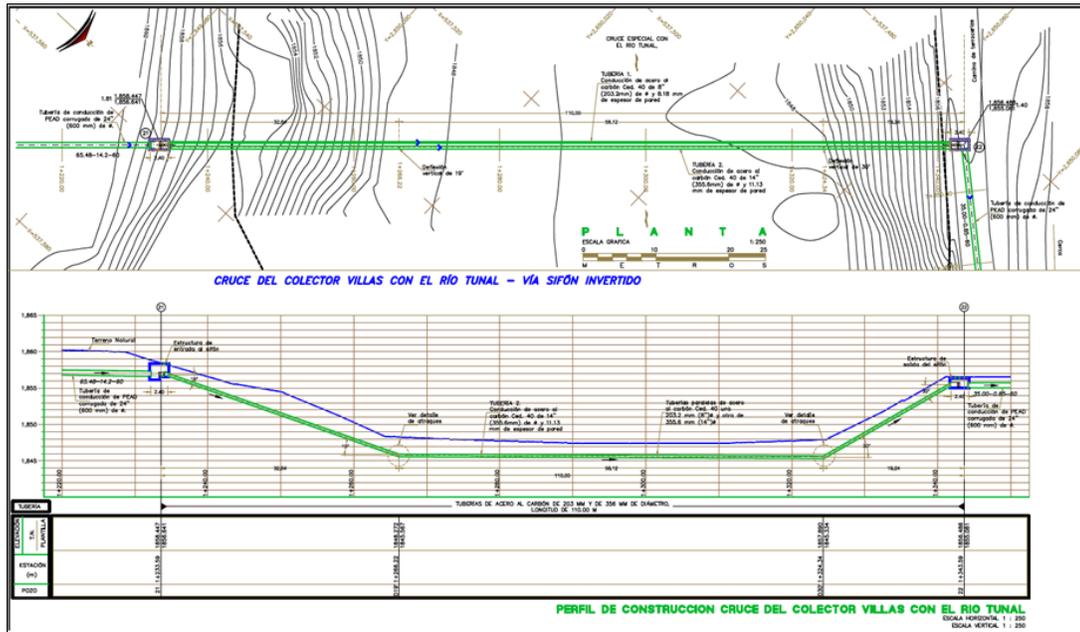
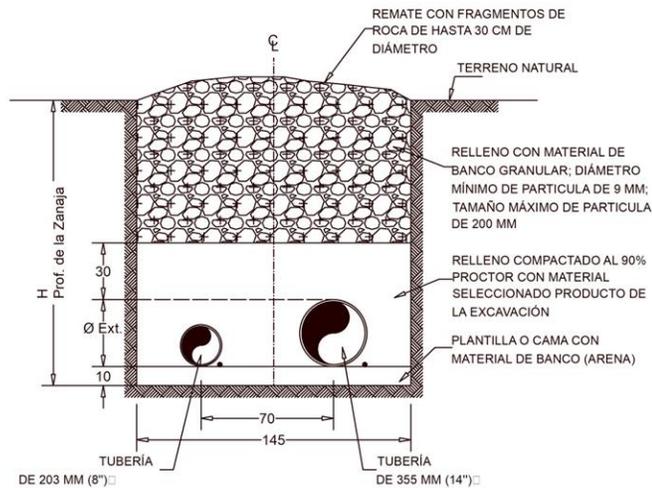


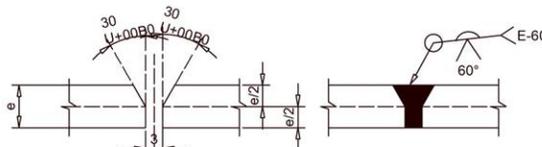
Figura II. 2 Corte Transversal del colector.



SECCIÓN CONSTRUCTIVA

ACOT. en CM

SIN ESC.



DETALLE DEL BISELADO Y UNION DEL TUBO DE ACERO AL CARBÓN

ACOT. en MM

SIN ESC.

Se instalará tubería de Polietileno de Alta Densidad Corrugada (PEAD), salvo en el cruce, donde será necesario poner tubería de acero al carbón.

El diseño hidráulico y geométrico del sistema de colectores descrito cumple con los criterios de diseño establecidos en el Manual de Agua Potable y Alcantarillado y Saneamiento de la CONAGUA con son:

- Revisión hidráulica de las tuberías para el gasto máximo extraordinario
- Revisión hidráulica de las tuberías para el gasto mínimo
- Velocidad mínima aceptable de 0.30 m/s
- Velocidad máxima aceptable de 5.0 m/s
- Uso de fórmulas de Harmon y Manning



II.1.1 Cruce especial del colector villas con el río Tunal

El cruce del colector villas con el Río Tunal está entre el km 1+233.59 y el km 1+343.59, distancia de 110.0 metros.

La solución propuesta para este cruce es un sifón invertido que tiene una estructura de entrada en forma de caja. Al inicio de la estructura, se tiene un pozo desarenador, en el cual se podrán captar las partículas sólidas de mayor peso, en seguida se tienen dos canales, cada uno de ellos de acceso a una de las tuberías del sifón. En cada uno de los canales de 50 cm de ancho, se tienen muescas para colocar compuertas, las cuales podrán ser fabricadas por el contratista o suministradas de fábrica, lo cual será a juicio de la contratante.

Finalmente, y antes de entrar el agua a las tuberías del sifón, se tendrán rejillas formadas con solera de $\frac{1}{4}$ de espesor y 5 cm de separación entre barras, para retener los sólidos flotantes de mayor volumen y que pudieran taponear las tuberías del sifón.

Propiamente el sifón se compone de dos tuberías de acero al carbón; la primera de 200 mm (8") de diámetro y la segunda de 355 mm (14") de diámetro.

La alternativa más favorable para este cruce, es la colocación de dos tuberías paralelas; una de 200 mm (8") de diámetro suponiendo que tenga la capacidad para conducir el gasto mínimo de proyecto, el cual es de 23.87 lps. Con ello se espera una velocidad de 0.739 m/s. Según las normas de la CONAGUA, el diámetro mínimo para un sifón de un solo tubo es de 200 mm con una velocidad mínima aceptable de 0.60 m/s, lo cual se cumple.

La otra tubería será de 355 mm (14") de diámetro suponiendo que funcione simultáneamente con la tubería de 8" cuando se tengan los caudales máximo instantáneo y máximo extraordinario esperado de 188.21 lps, cuyas velocidades no deben ser inferiores a 1.20 m/s que se recomienda para un sifón invertido y evitar acumulación de sedimentos en la parte más baja.

Tiene una estructura de salida en la cual se dejaron muescas para instalar compuertas. En este caso siempre deberán estar abiertas y sólo se usarán cuando sea necesario dar mantenimiento a uno de los tubos o limpieza al interior, y poder aislar el tubo en cuestión.

La cota de plantilla de la estructura de entrada será de 1,856.641 m, según los bancos de nivel de topografía del proyecto, mientras que la cota de plantilla de la estructura de salida será de 1,855.081, teniéndose un desnivel de 1.56 metros (Tabla II.1).

De acuerdo con la memoria de cálculo hidráulica del sifón, para el caudal máximo extraordinario de 188.21 lps y funcionando los dos tubos, el desnivel requerido entre las cotas de plantillas de entrada y salida será de 1.483 metros lo cual se cumple, teniéndose un 5.2% adicional.

Para la operación del sifón se deberá limpiar constantemente el pozo desarenador y las rejillas, para ello se ha dejado un hueco (registro de 60x60 cm) en la losa para acceso.



Tabla II. 1 Especificaciones hidráulicas

Datos de proyecto del cruce, vía sifón invertido	
Consideraciones de velocidad	
Vel. Mínima	1.20 m/s
Vel. mínima un solo tubo dec 20 cm	0.60 m/s
GASTOS	
Mínimo	23.87 l.p.s.
Medio	47.74 l.p.s.
Coeficiente de Harmon	2.63
Máximo Instantáneo	125.47 l.p.s.
Máximo Extraordinario	188.21 l.p.s.
Funcionamiento hidráulico para el gasto mínimo	
En operación solo tubo de 8"	
Q Operación solo tubo de 8"	23. 87 l.p.s.
Q Operación solo tubo de 14"	0.00 l.p.s.
Vel. en 8"	0.739 m/s
Vel en 14"	--- m/s
Funcionamiento hidráulico para el gasto máx. Instantáneo	
En operación solo tubo de 8"	
Q Operación solo tubo de 8"	225 15 l.p.s.
Q Operación solo tubo de 14"	100.32 l.p.s.
Vel. en 8"	0.779 m/s
Vel en 14"	1.149 m/s
Funcionamiento hidráulico para el gasto máx.	
En operación solo tubo de 8"	
Q Operación solo tubo de 8"	39. 09 l.p.s.
Q Operación solo tubo de 14"	149.12 l.p.s.
Vel. en 8"	1.211 m/s
Vel en 14"	1.709 m/s

II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto

El área de influencia del proyecto se ubica al Sur de la localidad Victoria de Durango, en el cauce del Rio Tunal que abarcará una longitud de 642 m, sobre los cuales se desarrollará la parte del proyecto que ocupará la zona Federal (Tabla II.2). Los impactos ambientales relevantes son de baja intensidad y están limitados a una superficie mínima con respecto a la totalidad del sistema ambiental y con respecto a las propias dimensiones de la obra (Figura II.3).

Figura II. 3 Ubicación del proyecto.

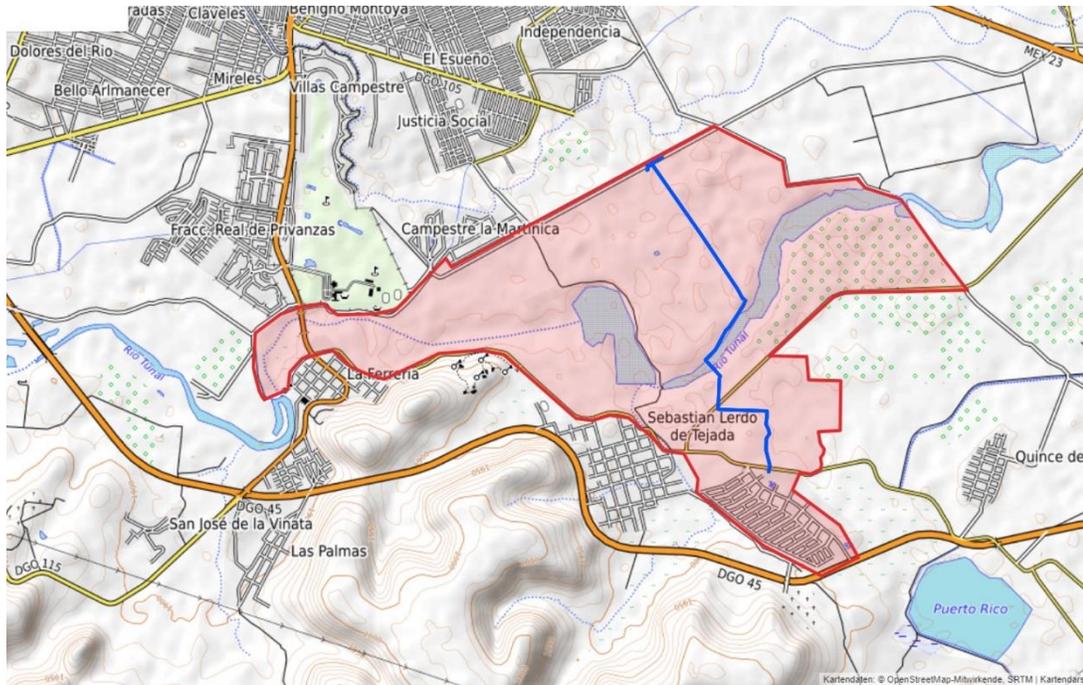


Tabla II. 2 Tabla de construcción-colector villas en Coordenadas UTM.

Lado		Distancia	Coordenadas	
EST	PV		X	Y
			2,649,172.5909	537,997.1970
1	2	47.042	2,649,218.5989	538,007.0038
2	3	60.000	2,649,276.2812	537,990.4888
3	4	71.923	2,649,346.4575	537,974.7356
4	5	57.218	2,649,403.6753	537,974.4585
5	6	35.507	2,649,439.0644	537,977.3450
6	7	45.105	2,649,476.8380	538,001.9943
7	8	33.372	2,649,509.4757	537,995.0299
8	9	51.108	2,649,555.7702	537,973.3770
9	10	54.295	2,649,609.4352	537,981.6213
10	11	49.726	2,649,659.1616	537,981.6277
11	12	83.976	2,649,661.2159	537,897.6771
12	13	95.000	2,649,663.5399	537,802.7056
13	14	95.000	2,649,665.8639	537,707.7340



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario “Las Villas”



Lado		Distancia	Coordenadas	
EST	PV		X	Y
14	15	95.000	2,649,668.1878	537,612.7624
15	16	25.000	2,649,671.2880	537,587.9554
16	17	70.000	2,649,741.2432	537,590.4577
17	18	95.000	2,649,836.1825	537,597.5590
18	19	82.298	2,649,918.3966	537,597.5590
19	20	21.540	2,649,939.0648	537,603.6237
20	21	65.478	2,649,987.1060	537,559.1333
21	22	110.000	2,650,067.8131	537,484.3913
22	23	35.000	2,650,094.3174	537,507.2500
23	24	55.000	2,650,130.6269	537,548.5613
24	25	26.289	2,650,150.6903	537,565.5492
25	26	60.000	2,650,204.4484	537,592.1963
26	27	60,000	2,650,257.3089	537,620.5825
27	28	50.560	2,650,300.9269	537,646.1514
28	29	51.859	2,650,339.0685	537,681.2875
29	30	80.000	2,650,407.3115	537,723.0356
30	31	56.777	2,650,455.0468	537,753.7761
31	32	56.708	2,650,501.2560	537,786.6465
32	33	47.231	2,650,544.1320	537,806.4550
33	34	35.662	2,650,567.3427	537,779.3808
34	35	77.438	2,650,635.5751	537,742.7616
35	36	83.600	2,650,704.4765	537,695.4194
36	37	83.600	2,650,773.3819	537,648.0772
37	38	83.600	2,650,842.2853	537,600.7350
38	39	83.600	2,650,911.1887	537,553.3928
39	40	83.713	2,650,980.1851	537,505.9867
40	41	90.229	2,651,056.5635	537,457.9497
41	42	90.000	2,651,130.1680	537,406.1580
42	43	90.000	2,651,203.7725	537,354.3663
43	44	90.000	2,651,277.3770	537,302.5746
44	45	90.000	2,651,350.9814	537,250.7829
45	46	90.000	2,651,424.5859	537,198.9912
46	47	90.000	2,651,498.1904	537,147.1995
47	48	90.000	2,651,571.7949	537,095.4077
48	49	75.117	2,651,633.2278	537,052.1805
49	50	8.839	2,651,636.2467	537,043.8726

Lado		Distancia	Coordenadas	
EST	PV		X	Y
50	51	37.572	2,651,619.9859	537,010.0022

Superficie total afectada por el proyecto (m²)

En la Figura II.4 se muestra la ubicación y trayectoria del trazo del colector Villas. La longitud total del proyecto será de 3,295.979 m, de los cuales, solo 642 m ocuparán la zona Federal del río El Tunal, entre los vértices 21 y 32; de esta forma, considerando un ancho máximo de 2 m, la superficie ocupada por las obras en la zona Federal será de 1,284 m².

Figura II.4 Ubicación y trazo del proyecto Colector Villas.



Superficie a afectar (m²) por tipo de comunidad vegetal

El trazo del colector no ocupará áreas con vegetación forestal, solo áreas agrícolas y áreas sin vegetación.

Superficie (m²) para obras permanentes.

La superficie ocupada por las obras en la zona Federal será de 1,284 m².



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



II.1.3. Inversión requerida

El Proyecto Colector Villas pretende efectuar las obras en un tiempo estimado de 8 meses y la inversión ascenderá a \$ 7, 000,000.00 M.N. (Siete millones de pesos).

II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La ejecución y operación del proyecto no requieren de infraestructura urbana previamente instalada en el sitio.

Los servicios requeridos, considerando 5 personas laborando, son 2 sanitarios portátiles y 2 colectores de residuos sólidos urbanos, mismos que serán recolectados diariamente para su correcta disposición por personal del Departamento de Servicios Públicos Municipales.

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Programa de trabajo

La programación del proyecto se muestra en la siguiente grafica de Gantt (Tabla II.3). Los tiempos señalados se programan en meses estimados.

No se plantea un límite para el plazo de operación, ya que se trata de un servicio básico para una zona habitacional permanente. Consecuentemente, no se considera una etapa de post-operación o abandono de la obra; sin embargo, la maquinaria e insumos utilizados serán retirados al término de la construcción



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



Tabla II. 3 Gráfica de Gantt para el proyecto Colector Villas.

Colector sanitario Fraccionamiento Residencial Las Villas, con descarga en colector Mezquital de la planta de tratamiento de aguas residuales sur, en la ciudad de Durango, Durango.										
ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	Meses							
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
MANO DE OBRAS COLECTOR SANITARIO Y CRUCE CON SIFÓN EN RÍO EL TUNAL	Trazo y nivelación topográfica.	Trazo y nivelación topográfica.	x							
	Ruptura y demolición.	Pavimento hidráulico. Trazo y corte c/cortadora de disco en: pavimento hidráulico.	x							
	Construcción de:	Base de grava cementada.						x		
		Pavimento o banqueta de concreto F'C= 200 Kg/cm ² (10 cm de espesor). Pavimento o banqueta de concreto F'C= 200 Kg/cm ² (15 cm de espesor).						x		
	Excavación con equipo para zanjas en cualquier material excepto roca, en seco...	En zona A de 0-6:00 m de profundidad.	x	x	x	x				
	Bombeo de achique con bomba autocebante, propiedad del contratista, de:	De 4" de diámetro y 12 H.P.				x				
	Plantilla apisonada al 85% proctor en zanjas...	Con material producto de banco.		x	x	x				
	Instalación de tubería de polietileno de alta densidad de:	De 18" de diámetro.			x	x		x		
		De 24" de diámetro.				x				
		De 30" de diámetro.				x		x		
		De 36" de diámetro.		x	x	x		x		
	Relleno de zanjas...	A volteo con material producto de excavación. Compactado al 90% proctor, con material procuto de excavación.				x	x	x	x	
	Pozos de visita tipo "común", hasta...	Pozo de visita tipo "común", hasta 1.50 m de profundidad.		x					x	
		Pozo de visita tipo "común", hasta 1.75 m de profundidad.		x						
		Pozos de visita tipo "común", hasta 2.00 m de profundidad.		x						
		Pozos de visita tipo "común", hasta 2.25 m de profundidad.			x					
		Pozos de visita tipo "común", hasta 2.50 m de profundidad.		x						
		Pozos de visita tipo "común", hasta 2.75 m de profundidad.			x					
		Pozos de visita tipo "común", hasta 3.00 m de profundidad.		x						
		Pozos de visita tipo "común", hasta 3.25 m de profundidad.			x					
Pozos de visita tipo "común", hasta 3.50 m de profundidad.					x					
Pozos de visita tipo "común", hasta 3.75 m de profundidad.					x					
Pozo de visita "tipo especial", p/tuberías de 76-107 cm de diámetro, hasta...	Pozos de visita tipo "común", hasta 4.00 m de profundidad.		x							
	Incremento del precio de pozo de visita, por cada 0.25 m de profundidad.									
	2.25 m de profundidad.				x					
	2.50 m de profundidad.				x					
	2.75 m de profundidad.				x					
Cajas de caída adosadas a los pozos de visita hasta... Acarreo 1er. km material producto de excavación excepto roca en camión volteo, descarga a volteo en camino...	3.00 m de profundidad.					x				
	3.25 m de profundidad.					x				
	3.50 m de profundidad.					x				
	3.75 m de profundidad.					x				
	4.50 m de profundidad.					x				
1.00 m de profundidad.						x				
Acarreo km subsiguientes al 1o. de roca en camión volteo, en camino...	Plano revestido y lomerío suave pavimentado.				x	x				
MATERIALES	Acarreo km subsiguientes al 1o. de roca en camión volteo, en camino...	Plano revestido y lomerío suave pavimentado. De 18" de diámetro.				x	x			
	Suministro de tubería corrugada de polietileno de alta densidad (P.E.A.D.) para alcantarillado sanitario interior liso, con campana y empaques, L.A.B. fábrica.	De 24" de diámetro.		x	x					
	Suministro y colocación de brocales y tapas para pozos de visita...	De 30" de diámetro. De 36" de diámetro.	x	x	x					
		De concreto, fabricación e instalación.		x	x	x	x			
Fraccionamiento Residencial Las Villas cruce transversal por sifón invertido en Río el Tunal.										
MANO DE OBRAS COLECTOR SANITARIO Y CRUCE CON SIFÓN EN RÍO EL TUNAL	Trazo y nivelación topográfica.	Trazo y nivelación topográfica.						x		
	Excavación con equipo para zanjas en cualquier material excepto roca, en seco...	En zona A de 0-6:00 m de profundidad.						x	x	
	Bombeo de achique con bomba autocebante, propiedad del contratista, de:	De 4" de diámetro y 12 H.P.						x	x	
	Plantilla apisonada al 85% proctor en zanjas...	Con material producto de banco.						x		
	Relleno de zanjas...	Compactado al 90% proctor, con material procuto de excavación.							x	
	Instalación de tubería de acero soldada de:	Reellenos con suelo cemento.							x	x
		De 8" de diámetro y 8.18 mm de espesor. De 14" de diámetro y 11.10 mm de espesor.							x	
	Protección anticorrosiva para tuberías de acero...	Sup. Int. Con primario epoxico catalizado y acabado epoxico catalizado de altos sólidos, ejecutado en obra. Sup. Int. En parcheo a base de prim. De alq. De hulla, esmalte aplic. En cal. Y protec. Mec. Con malla fib. De vidrio y fieltro de fib. De vidrio.								x
	Fabricación y colado de concreto vibrado y curado...	De F'C= 150 Kg/cm ² .								x
	Cimbra de madera para acabados no aparentes en...	Cimentaciones.								x
Acarreo 1er. km material producto de excavación excepto roca en camión volteo, descarga al volteo en camino...	Plano revestido y lomerío suave pavimentado.								x	
Acarreo km subsiguientes al 1o. de roca en camión volteo, en camino...	Plano revestido y lomerío suave pavimentado.								x	
MATERIALES	Suministro de tubería acero norma ASTM a-53 acero al carbón extremos biselados.	8" de diámetro, espesor de 8.18 mm 14" de diámetro, espesor de 11.10 mm							x	

II.2.2. Representación gráfica local

Figura II. 5 Contexto local del proyecto.



II.2.3. Etapa de Preparación del sitio

El plazo considerado para la preparación del sitio, iniciará tentativamente en el mes de enero de 2019, con la nivelación y trazo del proyecto, finalizando con el acarreo y la limpieza durante el mes de septiembre del mismo año, totalizando ocho meses antes del inicio de la operación.

II.2.4. Etapa de construcción

El colector parte de un pozo de visita existente dentro del conjunto habitacional cuyo diámetro de llegada es de 30 cm de diámetro de PVC serie 20; la profundidad del pozo existente es de 2.49 metros. En seguida se tiene el cruce con una vialidad y un canal revestido de riego, para ello será necesario demoler el pozo de visita existente, que en el proyecto es el número 1, con la finalidad de construir un nuevo pozo de visita, pero con caída de 1 metro para profundizar el colector y pasar por debajo de la plantilla del canal de riego existente. Esto se puede observar en el perfil de construcción respectivo en el tramo de 1 a 2. Los planos de los colectores incluyen planta y perfil de los trazos propuestos, así como los datos de las conducciones, indicando datos de proyecto y cantidades principales de obra (Tabla II.2).

El tramo de 1 a 2 se realizará con tubería de 45 cm de diámetro, posteriormente en los tramos subsecuentes el diámetro de la tubería será de 60 cm, ya que es el diámetro que se obtuvo en



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



el análisis de funcionamiento hidráulico con todas sus variables involucradas como son pendientes, velocidades, tirantes entre otras.

El trazo del colector va en dirección sur a norte dirigiéndose hacia la PTAR sur de Durango, su trayectoria es por los límites de predios y por los caminos de terracería entre predios ya conformados.

En su trayectoria es obligado el cruce del colector con el Río Tunal dado que la PTAR se ubica del otro lado del río. Desde el punto de partida hasta el cruce se tienen 1+233.59 kilómetros.

Una vez que se realiza el cruce, la configuración topográfica del sitio de cruce hasta la PTAR no es favorable ya que en los 1,952.39 metros restantes predominan contrapendientes, lo cual obliga a revisar el diseño en condiciones extremas como son: pendiente mínima y velocidad mínima de tal manera que en la llegada se tenga unión clave con el tubo existente de 1.83 m; lo cual se logró solucionar haciendo que las variables fueran las mínimas recomendadas.

Dadas las condiciones topográficas ya mencionadas, el diámetro de conducción del tubo después del cruce será de 75 cm en la parte más favorable y de 90 cm donde se tienen los mayores contrapendientes hasta el punto de llegada.

El pozo de visita de llegada existente tiene diámetro de 1.83 m y una profundidad de 7.19 metros, la profundidad a la cual llega el colector Villas es de 6.41 con diámetro de 90 cm (Tabla II.4). Las características estructurales del sifón, se describen gráficamente en la Figura II.2).

Tabla II. 4 Obras a realizar en el Proyecto.

Cantidades de obra cruce con el río Tunal	
Limpieza trazo y nivelación en área de trabajo para cepas.	225.50 m ²
Excavación con equipo para zanjas en cualquier material excepto roca en seco en zona A de 0 a 6m de profundidad.	374 m ³
Plantilla apisonada con material de banco (arena), agregando agua para su confinamiento.	15.95 m ³
Relleno en zanja acostillado con material seleccionado producto de la excavación, compactando al 90% proctor en capa de 15 cm.	95.78 m ³
Relleno en zanja con material de banco granular; diámetro mínimo de partícula de 9 mm; diámetro máximo de partícula de 200 mm y remate con partícula de hasta 300 mm.	250.09 m ³
Acarreo de material producto de la excavación al 1er. km.	278.38 m ³
Acareo de material producto de la excavación en 5 km, subsecuente al primero cuando se trata de cualquier material.	1,391.90 m ³ - km



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario “Las Villas”



Cantidades de obra cruce con el río Tunal	
Suministro e instalación de tubería de acero al carbón CED 40 ASTM A53 GR-B, extremo biselado de:	
20.32 cm. (8”) Ø de 8.18 mm de espesor de pared.	111.79 m
35.56 cm. (14”) Ø de 11.13. mm de espesor de pared.	111.79 m
Protección anticorrosiva para tubería de acero superficie exterior a base de primario de alquitrán de hulla, esmalte aplicado en caliente protección mecánica con malla de fibra vidrio y fieltro de fibra de vidrio	201.98 m ²
Protección anticorrosiva para tuberías de acero inoxidable interior con primario epóxico catalizado y acabado epóxico catalizado de altos sólidos, ejecutado en obra.	188.27 m ²
Fabricación y colado de concreto vibrado y curado en atraques de $f_c = 150$ kg/cm ²	1.04 m ³
Cimbra de madera para acabados no aparentes en atraques.	4.91 m ²
Bombeo de achique con bomba autocebante de 2 “ de diámetro y 4 h.p.	192.00 hr

II.2.5. Etapa de abandono del sitio

Para el caso, el proyecto “Colector Villas” no se considera la etapa de abandono ya que se trata de una obra permanente.

II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Para el cálculo de las emisiones a la atmósfera, se utilizó el documento técnico emitido por el INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2014). En este documento se encuentra tabulada la emisión específica por tipo de motor y actividad a realizar por maquinaria pesada. En el caso del proyecto “Colector Villas” los valores a utilizar para el cálculo total de emisiones se muestran en la siguiente tabla:



Tabla II. 5 Factores de emisión [mg/s] para maquinaria pesada, establecidos por el INECC 2014.

No. Vehículos	Tipo de Vehículo	Operación	CO ₂ mg/s	CO mg/s	NO _x mg/s	BC mg/s
1	WB146	Ralentí	1,421.8	2.2	44.0	31.0
		Trabajo cubeta	7,243.1	16.7	73.4	2,653.6
		Trabajo pala	6,683.4	6.3	71.1	1,604.9
2	LT10	Trabajando	5,634.7	17.5	43.5	1,437.2
TOTALES				21,257.7		5,726.7

Tomando en cuenta el número de unidades utilizadas y actividades a realizar, los valores de emisión que se obtienen durante todo el proyecto son los siguientes:

$$\text{Gases} = 21,257.7 \text{ mg/s} = 21.25 \text{ g/s}$$

$$\text{BC (hollín)} = 5,726.7 \text{ mg/s} = 5.72 \text{ g/s}$$



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



III.1. Tipificación del proyecto	2
III.2. Programa de ordenamiento ecológico municipal	3
III.2.1. Unidades de Gestión Ambiental (UGAS).....	4
III.2.2. Aptitud urbana.....	5
III.2.3. Imagen objetivo.....	6
III.2.4. Vinculación con el proyecto.....	8
III.3. Áreas naturales protegidas.....	8
III.4. Normas Oficiales Mexicanas	8
III.4. Leyes Federales y sus reglamentos	9
III.4.1. Ley General de Vida Silvestre	9
III.4.2. Ley de Aguas Nacionales.....	9
III.4.3. Vinculación con el proyecto.....	10
III.4.4. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	11
III.4.5. Ley General de Asentamientos Humanos	12
III.4.6. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	12
III.6. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018.	14
III.6.1. México Próspero	16

Índice de Figuras

Figura III.1. Fragmentación en el municipio de Durango (tomado del Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal de Durango).....	4
Figura III.2. Localización del SA en las UGA del Municipio de Durango (102) (Fuente: Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico – SIORE http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe/#)	5
Figura III.3. Polígono de Influencia del Programa de Desarrollo Urbano.....	6
Figura III.6 Mapa de Índice Máximo de Naturalidad en el Municipio por UGA.....	7



VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

III.1. Tipificación del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un sistema de conducción de aguas residuales que transportará las aguas grises y negras del Fraccionamiento “Las Villas”, hasta la planta de tratamiento, cubriendo un tramo de 3.6 km.

La infraestructura de conducción correrá a través de zonas agrícolas, donde existen algunos grupos de árboles de especies nativas o introducidas, ambas cultivadas como cortinas rompe vientos que no se consideran vegetación forestal en los términos de la ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en su artículo 7 fracción LXXX, en cuanto a que se trata de vegetación inducida por las actividades agrícolas. Solo un tramo de 110 m del ducto, cruzará el río Tunal en un punto actualmente modificado por la extracción de materiales pétreos en su cauce y bordes. Así mismo, la mayor parte de la vegetación de galería ha sido eliminada por esta actividad o para usos agropecuarios. Si bien, en el sitio existen aún arboles aislados de especies nativas, el proyecto no requiere de su eliminación, por lo que no le resulta aplicable lo indicado en el artículo 28 de la LGEEPA párrafo primero y fracción VII, relativo al cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 28 de la LGEEPA párrafo primero, el proyecto debe ser evaluado en materia de impacto ambiental por tratarse de una obra a construirse en la zona federal de un cauce, tal y como se indica en su fracción X:

“X.-Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;”

Adicionalmente, atendiendo lo indicado en el párrafo segundo de esta misma disposición, se verifica en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental, que el proyecto encuadra en el supuesto del artículo 5º fracción R, inciso I, en cuanto a que se trata de una obra civil en la zona federal de un cauce.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



“I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas...”

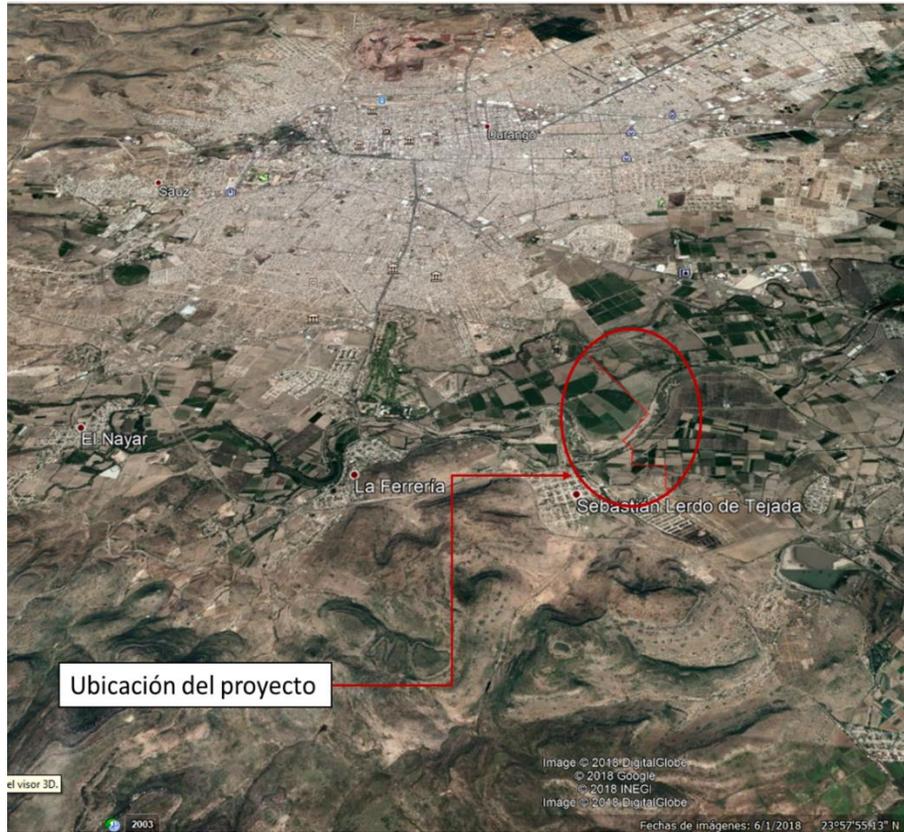
Por otra parte, en su fracción I, el artículo 28 de la LGEEPA, establece la obligación de someter los proyectos hidráulicos al procedimiento de evaluación del impacto ambiental. Consultado el artículo 5º del Reglamento, en su fracción A), relativa a obras hidráulicas, se encuentra que el proyecto no se ajusta a ninguno de sus supuestos, ya que no se trata de una planta de tratamiento, descarga en aguas nacionales o entubamiento de una corriente nacional, por lo que el proyecto no requiere de la evaluación de impacto ambiental en lo relativo a obra de conducción, excepto en el tramo donde cruza la zona federal del río Tunal.

Por lo anterior, aun cuando se reconocen los impactos potenciales del proyecto a lo largo de las áreas agrícolas, estos no son de competencia federal, por lo que la presente manifestación se enfoca exclusivamente en la identificación y mitigación de los impactos derivados de la preparación, construcción y operación de la obra civil de conducción de aguas residuales en su cruce por el río Tunal.

III.2. Programa de ordenamiento ecológico municipal

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Durango (actualización 2016), el Proyecto se localiza en la unidad polígono de influencia urbana Durango, en una zona de fragmentación urbana con “agricultura de riego en cultivos anuales”, entendiéndose que esta es “el proceso de cambio drástico, en el cual la vegetación original es sustituida por campos de cultivo, agostaderos, infraestructura o poblados, generando una interrupción en el continuo natural”, como se muestra en la figura III.1.

Figura III.1. Fragmentación en el municipio de Durango (tomado del Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal de Durango).

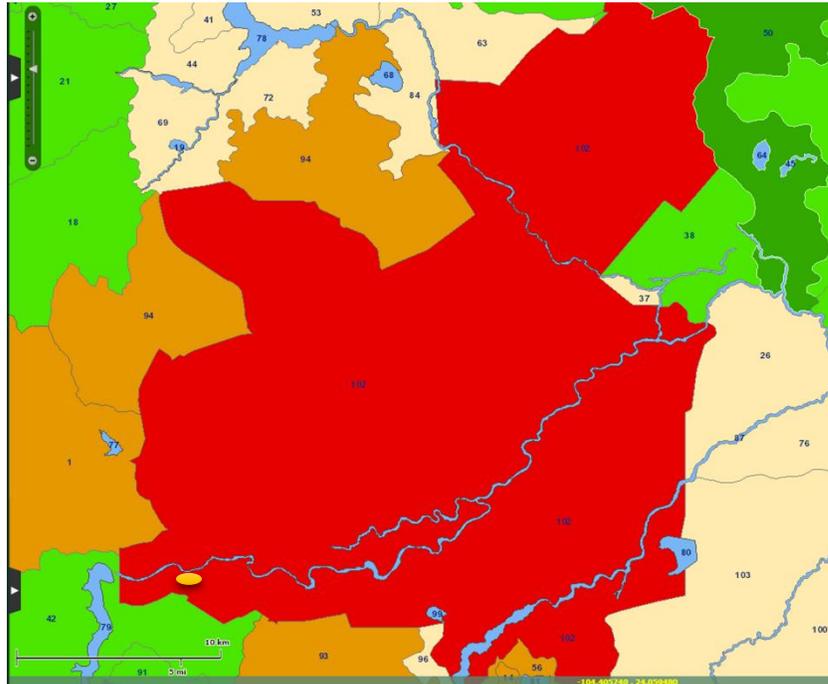


III.2.1. Unidades de Gestión Ambiental (UGAS)

El Sistema ambiental del proyecto se ubica dentro de las siguientes Unidades de Gestión Ambiental (UGAS) del municipio de Durango:

CVE UGA	NOMBRE UGA	POLITICA	USOS COMPATIBLES	USOS INCOMPATIBLES
102	POLIGONO DE INFLUENCIA DE DESARROLLO URBANO	NO APLICABLE	RESTRICCIÓN	RESTRICCIÓN

Figura III.2. Localización del SA en las UGA del Municipio de Durango (102) (Fuente: Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico – SIORE http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe/#)



III.2.2. Aptitud urbana

Conforme al diagnóstico sectorial, y dada la naturaleza del proyecto, en el Ordenamiento se indica que la Aptitud para el desarrollo urbano, está delimitado en el polígono de influencia del Programa de Desarrollo Urbano del Municipio (figura III.3), destacando que el Programa no contempla la urbanización total del polígono, sino la distribución estratégica de diferentes usos del suelo, incluyendo las zonas de conservación ecológica de carácter municipal. Sin embargo, el proyecto no está vinculado al cumplimiento de esta disposición, ya que se trata de una unidad habitacional no urbana, autosuficiente en la provisión de energía eléctrica, agua potable y saneamiento, mediante ecotecnias dirigidas núcleos poblacionales de baja demanda.

Figura III.3. Polígono de Influencia del Programa de Desarrollo Urbano

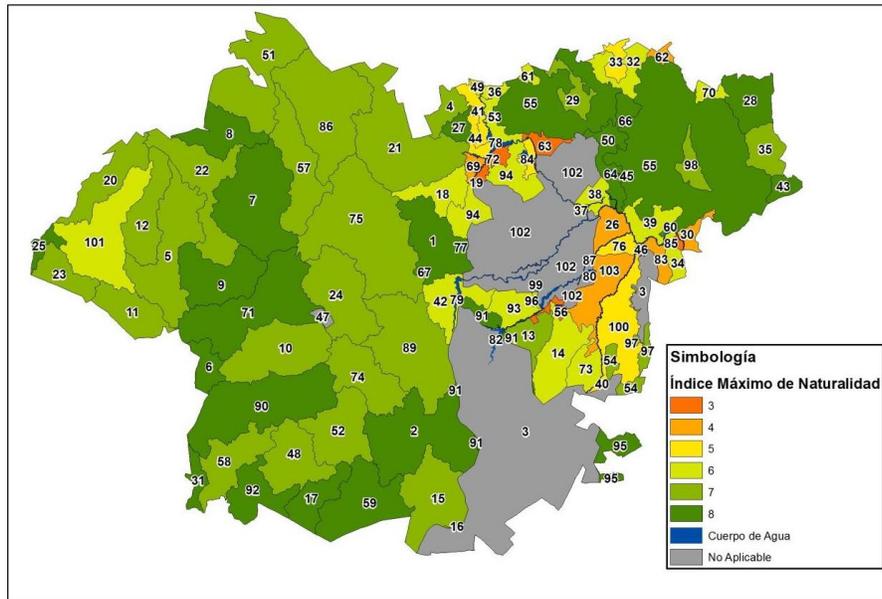


III.2.3. Imagen Objetivo

La imagen objetivo se refiere a la condición ideal del territorio que deberá alcanzarse al término de 30 años, la imagen objetivo puede ser visualizada como se muestra en la figura III.6. Los índices de naturalidad más altos esperados (7 a 8) del municipio, se encuentran en la región de la Sierra Madre Occidental, donde deberán permanecer sistemas “quasi-naturales”, sub-naturales y naturales, capaces de soportar la demanda de productos forestales, pecuarios, de captación de agua y mantenimiento de la biodiversidad, el proyecto contempla un índice de naturalidad no aplicable por estar en el polígono de influencia del Programa de Desarrollo Urbano. Por otro lado, el Plan de Desarrollo Urbano, habrá de desarrollar su propia dinámica

interna para distribuir de forma óptima las zonas de uso urbano, industrial, agrícola y de preservación ecológica.

Figura III.4 Mapa de Índice Máximo de Naturalidad en el Municipio por UGA.



El índice de Naturalidad con valor no aplicable, de acuerdo con la clasificación propuesta por Machado (2004), utilizado en la formulación de los lineamientos ecológicos se describe como: Sistema transformado; gobiernan los procesos antrópicos. Clara dominancia de elementos artificiales; frecuente desarrollo en vertical, intensivo; presencia testimonial de elementos naturales; los exóticos confinados, decorativos o no visibles. Dependencia total de aportes externos de materia y energía. Control absoluto del agua.

En este sentido, se espera que el proyecto no modifique el grado de naturalidad diagnosticado en el ordenamiento municipal, como se estima en los pronósticos presentados en el capítulo VII.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



III.2.4. Vinculación con el proyecto

Con base a lo anterior se observa que el Proyecto es compatible con las políticas indicadas para la UGA en la que se ubica.

Puede observarse que el área del proyecto se encuentra dentro del el polígono de influencia del Programa de Desarrollo considerado para aptitud urbana, debe considerarse que el proyecto está orientado a la implementación de un desarrollo habitacional de viviendas, por lo que no existe conflicto con el Programa de desarrollo urbano (PDU).

El riesgo de erosión para la zona donde se ubicará el Proyecto se clasifica en el rango de Moderada, y en un área clasificada como “Sin cambio” para efectos de cambio de uso del suelo.

Respecto a las Tendencias de crecimiento urbano, el presente Proyecto está diseñado como un desarrollo campestre muy próximo a la mancha urbana de la localidad de Victoria de Durango, con lo que no se afectaría las necesidades de la población en cuanto a servicios, vivienda, hospitales, etc.

III.3. Áreas naturales protegidas

La zona donde se pretende realizar el presente Proyecto, no se encuentra dentro de alguna Área Natural Protegida

III.4. Normas Oficiales Mexicanas

La autorización de la afectación de las zonas arboladas del presente proyecto está regulada por SEMARNAT, mediante la aplicación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, así como las siguientes Normas:

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-152-SEMARNAT-2006, que establece los lineamientos y criterios para el aprovechamiento, conservación, restauración.



NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

III.4. Leyes Federales y sus Reglamentos

III.4.1. Ley General de Vida Silvestre

Última reforma publicada DOF 19-01-2018

Artículo 63. “La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público. Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial. Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración”.

El área del proyecto no afecta la conservación del hábitat natural de la vida silvestre al ser un área de uso agrícola y con viviendas próximas históricamente establecidas en el área.

III.4.2. Ley de Aguas Nacionales

La presente Ley es reglamentaria del **Artículo 27** de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable, como lo menciona el Artículo 1.

Así como se menciona en el **Artículo 20** el carácter público del recurso hídrico, la explotación o aprovechamiento de aguas nacionales se realizarán concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de la comisión por medio de Organismos de Cuencas Hidrológicas.

En el **Artículo 44** se asigna el volumen asignado para la prestación del servicio público de agua conforme a los datos que se proporcionan por el proyecto ubicado en el sistema



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



ambiental. De igual forma en las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no forman parte de un sistema municipal de alcantarillado.

En el **Artículo 85** en concordancia con las fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley. Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:

- a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y
- b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.

III.4.3. Vinculación con el Proyecto

Este proyecto se ubica en el marco legal de referencia de esta ley que permite el uso y preservación de las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, que sea a través de la ejecución de medidas cuyas acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua. El proyecto en sí es una medida necesaria para la prevención de la contaminación al reintegrar, encausar las aguas contaminadas a la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio. Preservando la calidad del equilibrio del ecosistema donde se ubica el Sistema Ambiental.



III.4.4. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Artículo 23

La LGEEPA en su sección IV Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos. Para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos, considerará los siguientes criterios:

- I.- Los planes o programas de desarrollo urbano deberán tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidas en los programas de ordenamiento ecológico del territorio;
- II.- En la determinación de los usos del suelo, se buscará lograr una diversidad y eficiencia de los mismos y se evitará el desarrollo de esquemas segregados o unifuncionales, así como las tendencias a la suburbanización extensiva;

Artículo 122.

Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir;

- I. Contaminación de los cuerpos receptores;
- II. Interferencias en los procesos de depuración de las aguas; y
- III. Trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos, o en el funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.

Artículo 123.

Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que



determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.

III.4.5. Ley General de Asentamientos Humanos

Esta Ley es reglamentaria de la Constitución Política Mexicana, precisa las normas para planear la fundación, mejoramiento, crecimiento y conservación de los centros de población, así como los fundamentos para que el Estado ejerza sus atribuciones y determine las correspondientes provisiones, usos, reservas y destinos de áreas y predios también instaura la capacidad y necesidad de celebrar convenios y acuerdos entre ellos y con el sector social y privado para atender eficazmente el fenómeno de la conurbación, como en el caso tácito de este proyecto.

Artículo 12.- La planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, se llevarán a cabo a través de:

- I. El programa nacional de desarrollo urbano;
- II. Los programas estatales de desarrollo urbano;
- III. Los programas de ordenación de zonas conurbadas;
- IV. Los planes o programas municipales de desarrollo urbano;
- V. Los programas de desarrollo urbano de centros de población,

El promovente ha sometido el proyecto a consideración de las autoridades competentes, para apegarse a lo establecido en el artículo antes descrito.

III.4.6. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En este caso el predio donde se construía el proyecto pertenece a una zona federal en el cauce de un río.

Artículo 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;

LXXI. Terreno forestal: El que está cubierto por vegetación forestal;

LXXII. Terreno preferentemente forestal: Aquel que habiendo estado, en la actualidad no se encuentra cubierto por vegetación forestal, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía resulte más apto para el uso forestal que para otros usos alternativos, excluyendo aquéllos ya urbanizados;

LXXXI. Vegetación forestal: 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;

Título Tercero De la política Nacional y la Planeación en materia forestal Capítulo II. De los instrumentos de la Política Forestal Sección 6 del Registro Forestal Nacional.

El proyecto a construir no impacta ningún terreno forestal al estar ubicado el Sistema Ambiental en tierras dedicadas a la agricultura y solo es el paso de la obra sobre la zona federal comprendida por el cauce del río, por lo que no se considera una zona forestal.



III.5. Leyes Estatales

III.5.1. Ley General de Desarrollo Urbano para el Estado de Durango

Publicada en el periódico oficial no. 45 de fecha 6 de junio de 2002. Decreto no. 67, 62 legislatura. Fecha de última reforma: dec. 337 p.o. 104 de 28 de diciembre de 2017.

Artículo 129. La autorización de fraccionamientos, re lotificaciones, fusiones y subdivisiones de terrenos urbanos o rústicos en el Estado, se otorgará siempre y cuando no se afecten:

- I. Zonas arboladas y de valores naturales;
- II. Zonas y monumentos de patrimonio cultural;
- III. Las medidas del lote tipo autorizado en la zona y las características del fraccionamiento;
- IV. El equilibrio de la densidad de población y construcción, y
- V. La imagen urbana.

El proyecto no afecta zonas arboladas o de valores naturales así como no afecta monumentos de patrimonio cultural, contribuyendo positivamente al equilibrio de la densidad de población al tener servicios que garanticen y mejoren la calidad de vida y prevengan la contaminación del hábitat.

Artículo 148. Las normas de sistemas de agua potable y alcantarillado son las que regulan el proyecto, cálculo y construcción de las redes, distribución, regularización y tratamiento del agua potable así como la perforación de pozos para agua potable y las descargas de aguas residuales, la disposición de las mismas, su destino final y tratamiento.

El proyecto es una obra para regular, contener, gestionar la descarga de aguas residuales que el fraccionamiento emitirá en su completa capacidad habitacional, de ahí que el proyecto colector “Las Villas” cumple ambientalmente con lo anteriormente establecido.

III.6. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018.

El Plan Nacional de Desarrollo es el documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que rigen las acciones del gobierno, son elaborados con congruencia con el Plan. De igual manera,



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



la Ley de Planeación requiere que la iniciativa de Ley de Ingresos de la Federación y el Proyecto de Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación se compaginen con los programas anuales de ejecución que surgen de éste.

Las metas nacionales descritas en el Plan Nacional de Desarrollo fueron diseñadas para responder a las limitantes del desarrollo del país, como indicadores de seguimiento a cada una de ellas para su control, quedando implícitas y explícitas transversalmente en las Metas Nacionales que son:

1. Un México en Paz que garantice el avance de la democracia, la gobernabilidad y la seguridad de su población. Esta meta busca fortalecer las instituciones mediante el diálogo y la construcción de acuerdos con actores políticos y sociales, la formación de ciudadanía y corresponsabilidad social, el respeto y la protección de los derechos humanos, la erradicación de la violencia de género, el combate a la corrupción y el fomento de una mayor rendición de cuentas, todo ello orientado a la consolidación de una democracia plena.
2. Un México Incluyente para garantizar el ejercicio efectivo de los derechos sociales de todos los mexicanos, que vaya más allá del asistencialismo y que conecte el capital humano con las oportunidades que genera la economía en el marco de una nueva productividad social, que disminuya las brechas de desigualdad y que promueva la más amplia participación social en las políticas públicas como factor de cohesión y ciudadanía.
3. Un México con Educación de Calidad para garantizar un desarrollo integral de todos los mexicanos y así contar con un capital humano preparado, que sea fuente de innovación y lleve a todos los estudiantes a su mayor potencial humano
4. Un México Próspero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.



5. Un México con Responsabilidad Global que sea una fuerza positiva y propositiva en el mundo, una nación al servicio de las mejores causas de la humanidad. Aspiramos a que nuestra nación fortalezca su voz y su presencia en la comunidad internacional, recobrando el liderazgo en beneficio de las grandes causas globales.

III.6.1. México Próspero

Objetivo 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.

Estrategia

Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad

Líneas de acción

- Alinear y coordinar programas federales, e inducir a los estatales y municipales para facilitar un crecimiento verde incluyente con un enfoque transversal.
- Actualizar y alinear la legislación ambiental para lograr una eficaz regulación de las acciones que contribuyen a la preservación y restauración del medio ambiente y los recursos naturales.
- Promover el uso y consumo de productos amigables con el medio ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de bajo carbono.
- Establecer una política fiscal que fomente la rentabilidad y competitividad ambiental de nuestros productos y servicios.
- Promover esquemas de financiamiento e inversiones de diversas fuentes que multipliquen los recursos para la protección ambiental y de recursos naturales.
- Impulsar la planeación integral del territorio, considerando el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial para lograr un desarrollo regional y urbano sustentable.
- Orientar y fortalecer los sistemas de información para monitorear y evaluar el desempeño de la política ambiental.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.

Líneas de acción

- Asegurar agua suficiente y de calidad adecuada para garantizar el consumo humano y la seguridad alimentaria.
- Ordenar el uso y aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos afectados por déficit y sobreexplotación, propiciando la sustentabilidad sin limitar el desarrollo.
- Incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Sanear las aguas residuales con un enfoque integral de cuenca que incorpore a los ecosistemas costeros y marinos.
- Fortalecer el marco jurídico para el sector de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Rehabilitar y ampliar la infraestructura hidroagrícola.

Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medioambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

Líneas de acción:

- Ampliar la cobertura de infraestructura y programas ambientales que protejan la salud pública y garanticen la conservación de los ecosistemas y recursos naturales.
- Desarrollar las instituciones e instrumentos de política del Sistema Nacional de Cambio Climático.
- Acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los sectores productivos primarios, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte.
- Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.
- Lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligroso, que incluya el aprovechamiento de los materiales que resulten y minimice



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



- Lograr el ordenamiento ecológico del territorio en las regiones y circunscripciones políticas prioritarias y estratégicas, en especial en las zonas de mayor vulnerabilidad climática.
- Continuar con la incorporación de criterios de sustentabilidad y educación ambiental en el Sistema Educativo Nacional, y fortalecer la formación ambiental en sectores estratégicos.
- Contribuir a mejorar la calidad del aire, y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes, programas de movilidad sustentable y la eliminación de los apoyos ineficientes a los usuarios de los combustibles fósiles.
- Lograr un mejor monitoreo de la calidad del aire mediante una mayor calidad de los sistemas de monitoreo existentes y una mejor cobertura de ciudades.

Vinculación con el Proyecto

Este proyecto es ubicado dentro de las metas, estrategias y objetivos establecidos en el PND 2013-2018 y es congruente con la Meta IV “México Próspero” y sus oportunidades de empleo, desarrollo sustentable, energía, fomento económico, político sectorial y desarrollo regional.

De la misma forma en el ámbito de las Estrategias y líneas de acción transversales vinculadas al Proyecto es referente el desarrollo de servicios con el reciclado de aguas y manejo integral de residuos sólidos urbanos que incrementen la calidad de vida de los habitantes de la zona. Así mismo con la generación de empleo directo e indirecto así como la creación de polos habitacionales de desarrollo urbano que fomentan el desarrollo y la regeneración del sistema ambiental para la conservación y preservación de los recursos existentes. Por lo que el proyecto propuesto tiene vinculación positiva al Plan Nacional de Desarrollo establecido.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



Índice de Figuras	2
Índice de Tablas	2
IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto	4
IV.1. Delimitación del área de influencia	4
IV.2. Delimitación del sistema ambiental	4
IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental.....	6
IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental.	6
IV.3.1.1. Clima	6
IV.3.1.2 Geomorfología	8
IV.3.1.3 Edafología.....	9
IV.3.1.4 Erosión y degradación de suelos	10
IV.3.1.5 Hidrología	11
IV.4.1 Vegetación y usos del suelo	13
IV.4.1.1 Vegetación.....	13
IV. 4.2 Método para el muestreo de fauna	17
IV.4.2.1 Aves.....	17
IV.4.2.2 Mamíferos, anfibios y reptiles.....	17
IV.4.2.3. Resultados de los muestreos de fauna	18
IV.4.2.4 Peces.....	18
IV.4.3. Paisaje.....	21
IV.4.3.1 Metodología	22
IV.4.3.2 Visibilidad.....	22
IV.4.3. 3 Resultados:.....	22
IV.4.3.4 Fragilidad del paisaje	26
IV.4.4. Síntesis ambiental	28



Índice de Figuras

Figura IV.1 Delimitación del sistema ambiental.....	5
Figura IV. 2 Diagrama ombrotérmico del sistema ambiental.	8
Figura IV. 3 Clasificación de las pendientes en el SA.	9
Figura IV.4 Potencial de pérdida de suelo en el sistema ambiental.....	11
Figura IV.5 Régimen hidrológico natural del Río El Tunal, en el tramo donde se ubicará el Proyecto.	12
Figura IV.6 Perfil del río en el sitio mostrando el estado actual del bosque de ribera del sitio La Ferrería.....	13
Figura IV. 7 Uso del suelo y vegetación del S.A. Proyecto Colector Villas.	14
Figura IV. 8 Distribución vegetativa a lo largo del Río El Tunal.....	16
Figura IV. 9 Cuenca visual estimada, mostrando la distribución de las áreas habitadas y no habitadas con visibilidad parcial o total del Proyecto.	23

Índice de Tablas

Tabla IV.1 Coordenadas extremas del sistema ambiental.	4
Tabla IV. 2 Coordenadas extremas del colector sobre el cauce del Río Tunal.....	4
Tabla IV. 3 Normales climatológicas y eventos extremos. datos tomados de la estación 1003 El Saltito. latitud: 23. 9644 ^o N, longitud: -104.9350 W. fuente: Servicio Meteorológico Nacional.....	7
Tabla IV. 4 Uso del suelo dentro del proyecto.....	14
Tabla IV. 5 Principales especies de pastos presentes en el sitio.	15
Tabla IV. 6 Leguminosas cultivadas en el área de estudio.....	15
Tabla IV.7 Gramíneas cultivadas en el área de estudio.	15
Tabla IV. 8 Arbustos presentes en el área de estudio.....	15
Tabla IV. 9 Árboles presentes en el área de estudio.....	16
Tabla IV. 10 Listado de especies de fauna registradas y su estatus de conservación según la NOM 059 SEMARNAt 2010. (1) listada en la categoría de protección especial y (2) amenazada, en la nom 059 SEMARNAT 2010. (I, II, III) listada en el apéndice I, II O III del CITES.....	19
Tabla IV.11 Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje, BLM (1980).	24
Tabla IV.12 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual.	25
Tabla IV.13 Resultados de la evaluación de la calidad visual en el área de estudio.	25



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



Tabla IV. 14 Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV (Yeomans, 1986).	27
Tabla IV 15 Escala de referencia para la estimación del CAV.....	28
Tabla IV. 16 Resultados de CAV para el área del proyecto.....	28
Tabla IV.17 Comparación de las condiciones ambientales actual y esperada en el sitio del proyecto.....	30



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 influencia

El área de influencia del proyecto se ubica al Sur de la localidad Victoria de Durango, en el cauce del Rio Tunal que abarcara una longitud aproximada de 650 m (Tabla IV 2), sobre los cuales se desarrollara parte del proyecto. Los impactos ambientales relevantes son de baja intensidad y están limitados a una superficie mínima con respecto a la totalidad del sistema ambiental y con respecto a las propias dimensiones de la obra.

IV.2. Delimitación del sistema ambiental

El sistema ambiental (SA) se definió con base en la hidrología superficial, así como a partir de rasgos naturales y construidos. Se delimitó partiendo de la derivadora ubicada en el poblado La Ferrería, siguiendo el límite establecido por la avenida Martinica hacia el Este, aguas abajo del Rio Tunal, hasta el canal que lo cruza y la carretera que lleva al poblado Sebastián Lerdo de Tejada, abarcando un área de 784.8 ha, con una altitud entre los 1875 y 1886 msnmm, localizado en las coordenadas que se indican en la Tabla IV. I:

Tabla IV.1 Coordenadas extremas del Sistema Ambiental.

Punto	UTM (X)	UTM (Y)
Noroeste	533,736.343	2,651,990.935
Noreste	539,663.590	2,651,990.935
Sureste	539,663.590	2,648,209.456
Suroeste	533,736.343	2,648,209.456

Tabla IV. 2 Coordenadas extremas del Colector sobre el cauce del rio Tunal.

Punto	UTM (X)	UTM (Y)
Noroeste	537,423.63	2,650,552.29
Noreste	538,033.15	2,650,552.29
Sureste	538,031.67	2,649,918.48
Suroeste	537,421.42	2,649,918.48



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



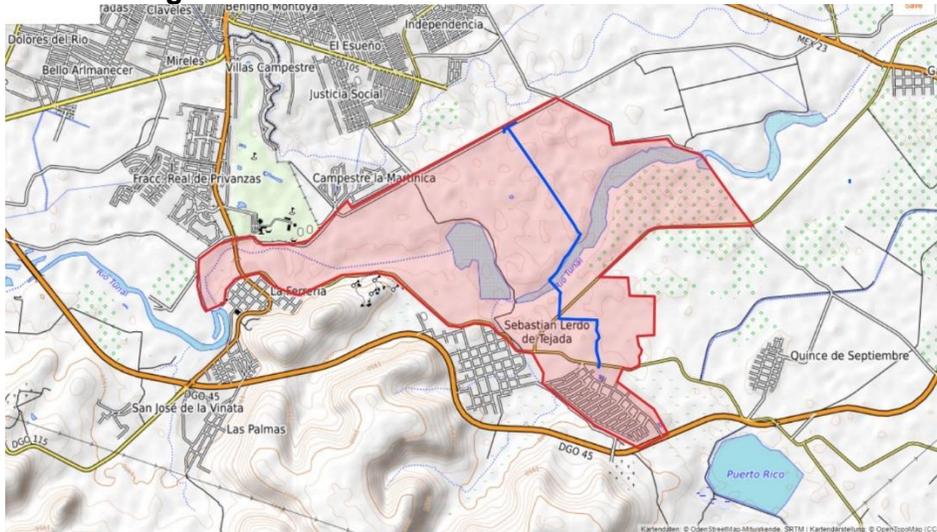
El proceso incluyó:

- La utilización de un modelo digital de elevaciones (MDE) de INEGI (2010) con retícula de 15 x 15 metros.
- El cálculo del área de captación a partir del punto ya señalado, aplicando técnicas de análisis espacial al MDE, en un sistema de información geográfica.

Se utilizó este único criterio, ya que los impactos esperados del proyecto afectarían a los factores físicos como: el tipo de suelo, el flujo del agua superficial, la pendiente y la cobertura de la vegetación, los cuales a su vez determinan el grado de erosividad, que será posteriormente utilizado como el principal descriptor que sintetiza el estado actual del sistema ambiental.

El municipio de Durango, cuenta con un ordenamiento ecológico vigente; sin embargo, el polígono de la unidad de gestión ambiental (UGA 24) en la que el proyecto estaría inmerso, no se aplicó en la delimitación del SA, ya que tiene una extensión que va más allá del alcance territorial esperado para los impactos ambientales previstos. Esta misma excepción, le resulta aplicable a la correspondiente UGA del ordenamiento ecológico estatal, pues su escala es aún más general, además de que, en la delimitación de sus UGAs, no se consideraron criterios hidrológicos, sino solamente aptitudes territoriales y rasgos geomorfológicos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura IV. 1 Delimitación del Sistema Ambiental.



IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental.

IV.3.1.1. Clima

En concordancia con la carta de climas editada por la el Instituto Nacional de estadística e Informática del territorio nacional, el tipo de clima presente en el área de estudio según la clasificación de Köppen, modificada por García, pertenece al grupo de climas Semiseco (BS1kw(w)), Semiarido, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. La precipitación en la época de lluvias de verano con índice P/T mayor de 22.9.

El sistema ambiental presenta ligeras variaciones estacionales y precipitación pluvial moderada, de acuerdo con los datos climáticos de la Estación 10023 El Pueblito, ubicada en 23. 9644° de latitud y -104.9350° de longitud ubicada a 1900 msnmm y operando desde 1963. (Próxima al S.A.), publicados por el Sistema Meteorológico Nacional, la temperatura media anual es de 20.4° C y la precipitación media acumulada es de 662.8 mm.

La temperatura media máxima mensual es de 39.5 ° C en mayo y abril, y la mínima de -1.5 en el mes de enero; mientras que las mayores lluvias ocurren en agosto y las mínimas en el mes de abril. El 66% de las precipitaciones tienen lugar entre julio y septiembre, de manera que la



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario "Las Villas"



época de lluvias es coincidente con la temporada más cálida ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. IV.3¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Vientos dominantes provienen del oeste en primavera, del noroeste en verano y otoño y del noreste en invierno.

En el sistema ambiental, las heladas ocurren de noviembre a febrero, con temperaturas de hasta -2.5°.

No existe exposición a huracanes.

Tabla IV. 3 Normales Climatológicas y eventos extremos. Datos tomados de la estación 1003 El Saltito. Latitud: 23. 9644° N, Longitud: -104.9350 W. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Variabes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL		AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
TEMPERATURA MÁXIMA														
Normal	19.2	21.1	23.9	26.9	29.1	29.2	26.1		25.3	24.3	23.7	21.9	19.4	24.175
Máxima mensual	23.5	26.2	28	31.3	32.5	33.7	30.1		29.1	27.7	27.7	26.7	23.3	28.317
Año de máxima	1995	1995	1993	1993	1995	1982	1995		1994	1987	1982	1994	1987	
Máxima diaria	28	32.5	35	39.5	39	39.5	37		36	32	30.5	31.5	28.5	34.08
Fecha máxima diaria	25/1994	26/1998	5/1998	13/1993	15/1993	14/1992	18/1992		16/1991	12/1987	6/1970	8/1994	7/1995	
TEMPERATURA MEDIA														
Normal	10.9	12.3	14.6	17.8	20.4	21.5	19.9		19.3	18.4	16.6	13.7	11.5	16.4
TEMPERATURA MÍNIMA														
Normal	-2.6	3.5	5.4	8.6	11.7	13.8	13.8		13.3	12.5	9.5	5.6	3.5	8.4
Mínima mensual	-2.5	-2	-0.7	3.4	6.2	8.2	8.7		9.1	7.6	3.9	0.1	-2.4	3.3
Año de mínima	2010	2004	2010	1998	2001	2001	2001		2002	2000	2010	2010	2010	
Mínima diaria	-8.5	-7.5	-6.5	-5	0	2	3		1	-2	-4	-9	-17	-4.46
Fecha mínima diaria	19/2006	19/1998	18/1998	01/1998	03/2004	11/1993	14/2008		19/2010	25/2002	24/2007	03/2004	13/1997	
PRECIPITACIÓN														
Normal	18.3	9.2	4	2.7	9.6	70.4	126.9		135.9	112	36.8	14.5	18.5	558.8
Máxima mensual	162	90.5	82	26.1	70.1	162	323.4		380.4	303.1	140.5	91	59.6	
Año de máxima	1992	2010	1968	1997	1983	1993	1984		2008	2010	1996	1982	1974	
Máxima diaria	66	56.5	49.5	20	45.7	58	52.5		82.8	90.8	64.9	83	37	

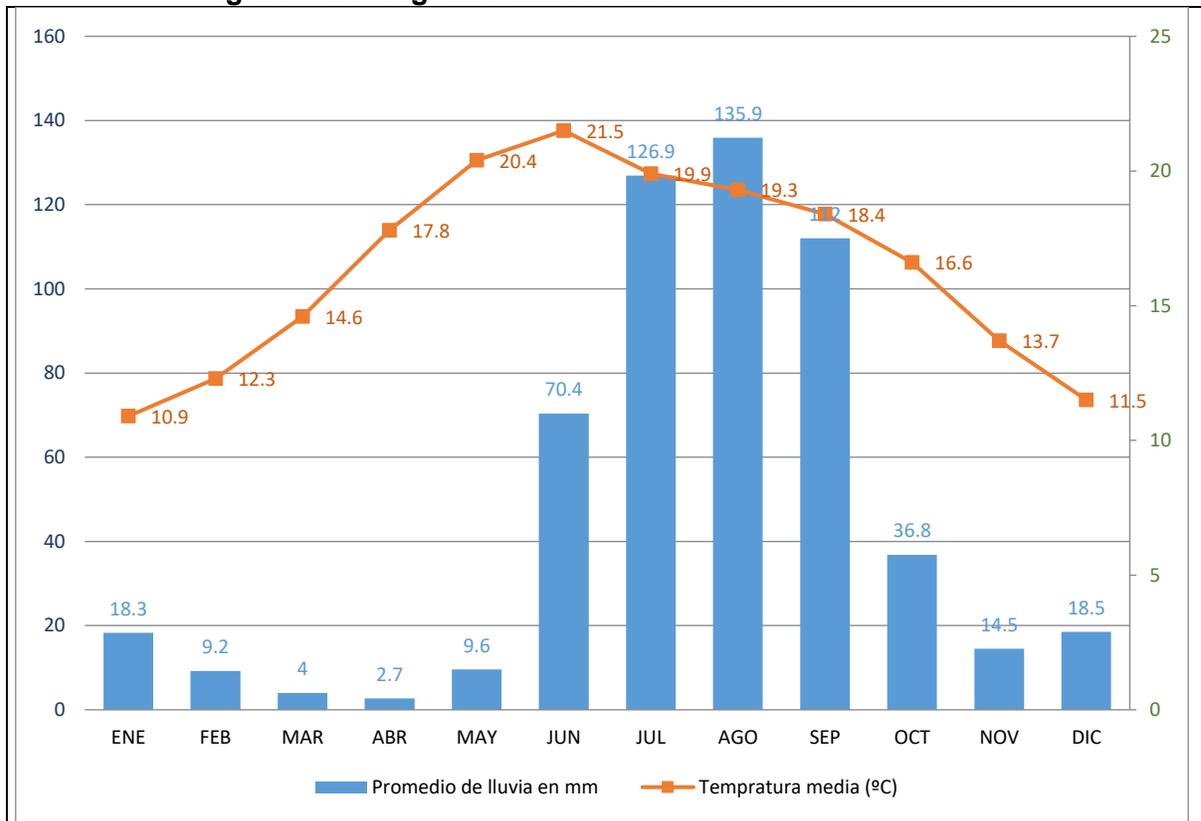


Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario "Las Villas"



Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL		AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Fecha máxima diaria	13/1985	02/2010	03/1968	13/1997	27/1983	17/1988	30/2004		08/1998	06/1986	04/1996	25/1982	25/1974	
EVAPORACIÓN														
Normal	151.6	181.5	273.6	314.3	340.2	282.6	213.8		189.9	157.3	171.2	164.6	137.9	2578.5
Años con datos	47	47	47	47	47	46	45		47	47	46	48	48	
NUMERO DE DÍAS CON														
Lluvia	2.3	1.2	0.7	0.7	1.8	9.3	17.2		16.2	12.2	4.6	1.5	2.6	70.3
Años con datos	47	47	47	47	47	47	47		48	47	46	48	48	
NIEBLA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Años con datos	47	47	47	47	47	47	47		47	48	47	48	48	
GRANIZO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Años con datos	47	47	47	47	47	47	47		47	48	47	48	48	
TORMENTA E.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figura IV. 2 Diagrama ombrotérmico del sistema ambiental.





IV.3.1.2 Geomorfología

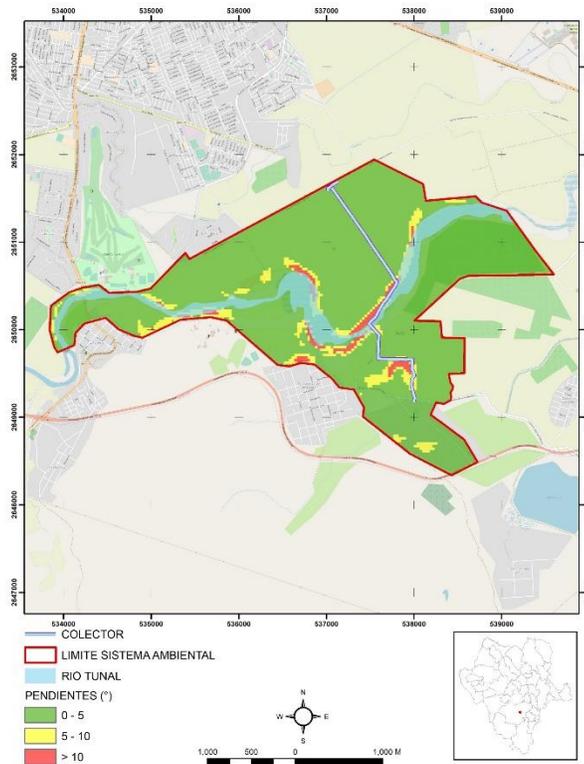
El sistema ambiental se localiza en la provincia de la Sierra Madre Occidental, pertenece a la subprovincia denominada “Sierras y Llanuras de Durango”, en las topofomas denominadas Llanura aluvial. Presenta tipo de rocas sedimentarias, con Litología Limo – Arena, con origen geológico sedimentario del período cenozoico.

El SA está compuesto de llanuras, cuya elevación media alcanza los 1882 msnm, con una máxima de 1886 msnm., con pendientes que presentan una media de 1.5° (suave) en el 77% del área, incluyendo las corrientes principales, seguidas por pendientes moderadas que ocupan el 20% de la zona, y el 3% restante, son pendientes que se presentan en los límites del cauce del río.

El cauce del río presenta isletas muy localizadas, con lecho fluvial de cantos rodados.

Se observan bancos con escasa vegetación, excesiva extracción de materiales, que ha modificado la topografía del terreno.

Figura IV. 3 Clasificación de las pendientes en el SA.



IV.3.1.3 Edafología

El S.A. presenta tipo de suelo Castañozem Luvico, que de acuerdo a INEGI (2007), son suelos alcalinos que se encuentran ubicados en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos, En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral. Frecuentemente tienen más 70 cm de profundidad y se caracterizan por presentar una capa superior de color pardo o rojizo oscuro, rica en materia orgánica y nutrientes, con acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. En la agricultura son usados para el cultivo de granos, oleaginosas y hortalizas con rendimientos generalmente altos, sobre todo si están bajo riego, pues son suelos con alta fertilidad natural. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

Además, según la clasificación FAO-Unesco (1989), este tipo de suelo tiene un horizonte A mólico, no muy duro cuando se seca, con grado de saturación de más de 50% y con relativamente alto nivel de contenido de carbono orgánico; y un horizonte B árgico,



subsuperficial con un significativo contenido de arcilla y una textura franco-arenosa o muy fina; carece de propiedades sálicas y gleicas (alta saturación de agua) en los 50 cm superficiales.

IV.3.1.4 Erosión y degradación de suelos

El sistema ambiental fue analizado para su caracterización en términos del potencial de pérdida de suelos. Para el efecto se aplicó la ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE, cuyo proceso analítico se describe en los capítulos V y VIII.

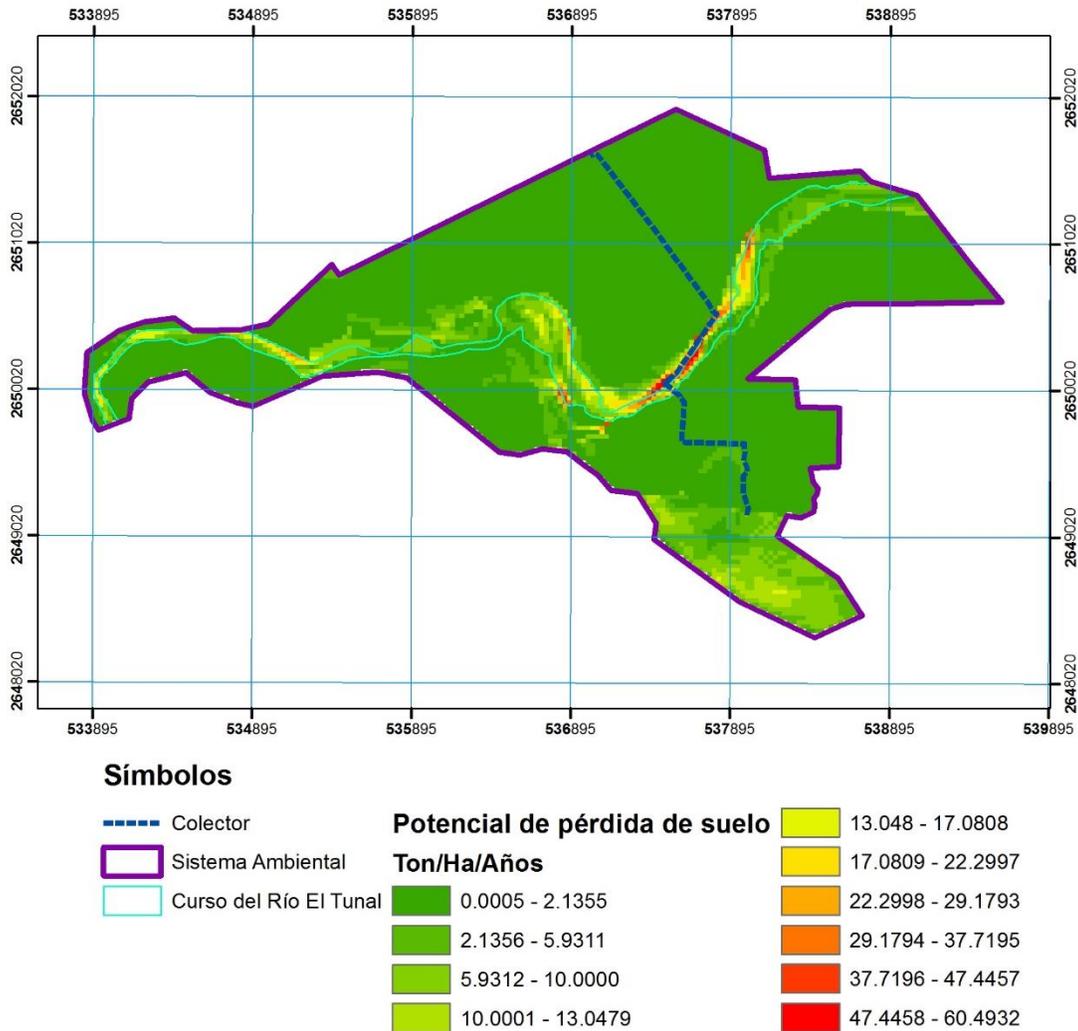
El análisis revela dos regiones principales en términos del potencial de pérdida de suelo:

1. Una zona plana y amplia ocupada por la agricultura de riego, con prácticas que reducen la acción erosiva del agua sobre el suelo, por lo que se considera que no existe un potencial importante. Las pérdidas previstas son del orden de hasta 10 ton/ha/año, que no representan un riesgo para la estabilidad del sistema (Figura IV.3).
2. Una zona riparia, de pendientes moderadas a agudas, sin vegetación o con vegetación pobre, sin prácticas de conservación, así como con alteraciones en su geomorfología causadas por la extracción de materiales, que han exacerbado la inclinación del terreno en los taludes y cauce del río. Esta zona, forma una franja con pérdidas estimadas en **más de 30 ton/ha/año a lo largo del borde del río**, en la cual se ubicará el proyecto a su paso por el cauce y zona federal.

Ya que se trata de un área sin vegetación desde hace varios años, las excavaciones del proyecto no incrementarán su potencial erosivo, ya que no hay vegetación que eliminar, no será necesario el despalme y las zanjas para la instalación de los ductos, serán cubiertas con el suelo removido durante la excavación; sin embargo, se puede contribuir a que los procesos erosivos tengan mayores probabilidades de ocurrir durante la fase de construcción, por lo que es necesario formular medidas preventivas para evitarlo.

Al tratarse de una obra que se instalará de forma subterránea, sus impactos potenciales sobre la superficie, se podrían manifestar en la etapa de preparación y construcción, no así durante la operación y mantenimiento, por lo que no es necesario simular sus efectos a largo plazo.

Figura IV. 4 Potencial de pérdida de suelo en el sistema ambiental.



IV.3.1.5 Hidrología

El SA se encuentra dentro de la Región Hidrológica 11 en la Cuenca “A” Presidio-San Pedro, subcuenca “i” del Río Tunal. Su caracterización se basa en los siguientes parámetros:

La hidrología del río en el tramo donde se ubica el proyecto está completamente modificada por la operación de la Presa Guadalupe Victoria y por la excesiva extracción de materiales. Se presentan isletas muy localizadas, con lecho fluvial de cantos rodados y se observan bancos con escasa vegetación.



Para la caracterización hidrológica se utilizaron los datos hidrométricos de la estación San Felipe, ubicada sobre el Río Tunal, aguas abajo de la Presa Guadalupe Victoria (con registros desde 1963).

En la figura IV.4, se muestra una gráfica de las condiciones naturales del río, las cuales prevalecieron hasta la construcción de la presa Guadalupe Victoria en 1963, apreciándose un flujo variable pero constante a lo largo del año.

Las Figuras IV.5 y IV.6., muestran el perfil del río Tunal en el sitio, en donde se puede observar que el canal alcanza una distancia transversal de hasta 70 m y una elevación de más de 4 m en temporada de avenidas extraordinarias. Actualmente, en condiciones normales se observan pozas muy extendidas de profundidades variables, sin flujo circulante. (Tomado de WWF Programa México. (2010). Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas: Desarrollo de Nuevos Modelos en México. Propuesta de caudales ecológicos en la cuenca del río San Pedro-Mezquitla y su consideración en el estudio de disponibilidad de aguas superficiales).

Figura IV. 5 Régimen hidrológico natural del Río El Tunal, en el tramo donde se ubicará el proyecto.

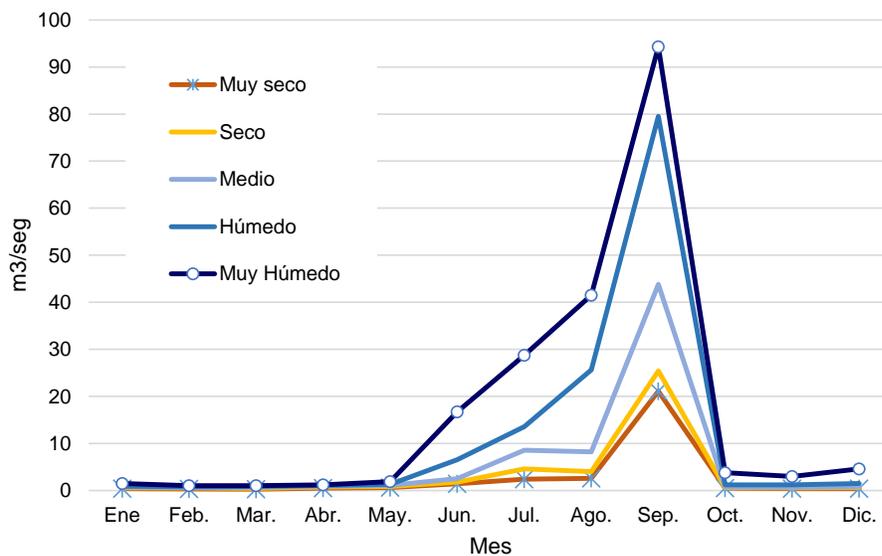
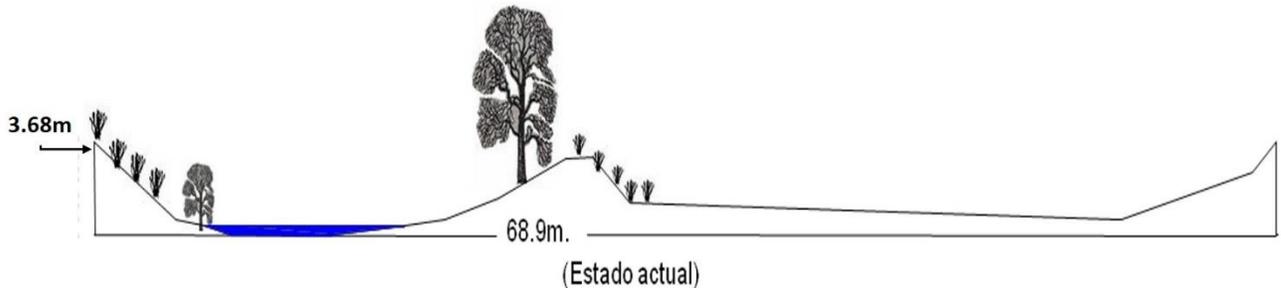


Figura IV. 6 Perfil del río en el sitio mostrando el estado actual del bosque de ribera del sitio La Ferrería



IV.4.1 Vegetación y usos del suelo

IV.4.1.1 Vegetación.

En seguida se hace una descripción genérica de las características principales de cada tipo de vegetación encontrada:

Pastizal. Las comunidades vegetales en las que predominan las gramíneas, se conocen con el nombre de pastizal o zacatal; esta vegetación se caracteriza tanto por su composición florística como por sus condiciones ecológicas debido al papel que juega en la sucesión y la dependencia a las actividades humanas; sin embargo, algunas de estas comunidades están determinadas principalmente por las condiciones del suelo o bien por los disturbios ocasionados por el hombre y sus animales domésticos.

Las plantas dominantes de este tipo de vegetación forman asociaciones de especies del género *Bouteloua* siendo el más común *B. gracilis* que se encuentra en grandes extensiones de pastizal sobre todo en las no sobre pastoreadas. Otras gramíneas también importantes son: *Andropogon* sp, *Aristida adscensionis*, *Buchloe*, *Eragrostis*, *Setaria*, *Muhlenbergia* y *Stipa*. De acuerdo con Gentry (1957), en Durango se encuentran asociaciones de *Bouteloua-Muhlenbergia*, propias de suelos profundos, de mayores elevaciones y precipitación; *Bouteloua-Heteropogon*, en laderas pedregosas, y *Bouteloua-Lycurus-Aristida*, ampliamente distribuida en esta región. Otro elemento importante del pastizal son las plantas leñosas, resultado del intenso disturbio, aunque también pueden deberse a las condiciones naturales propias del lugar. En Durango se pueden encontrar amplias asociaciones de pastizales con

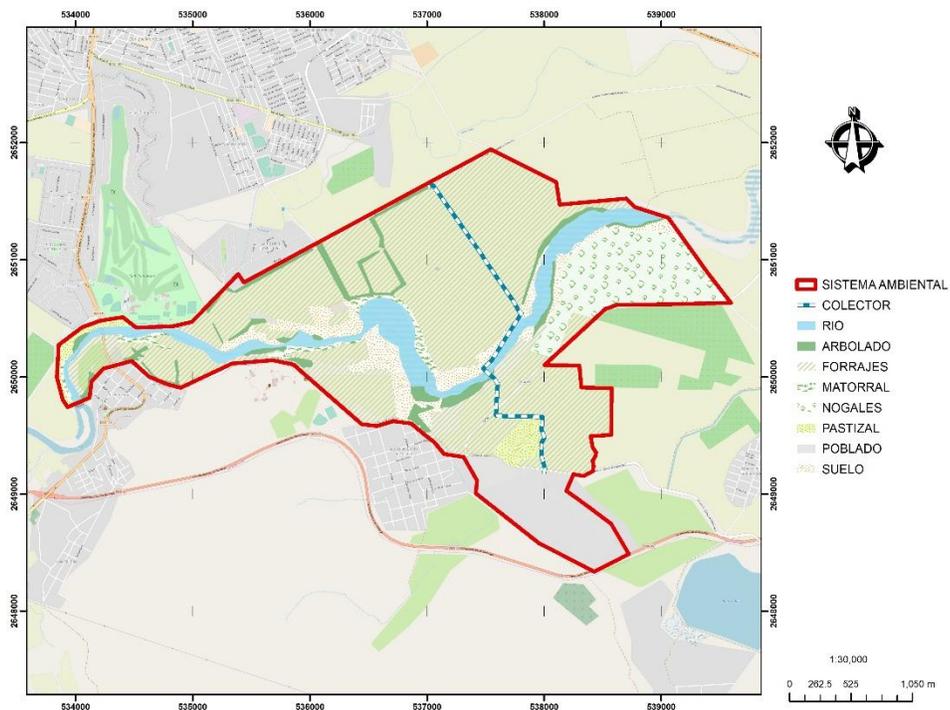
mezquite (*Prosopis*) especialmente *Acacia schaffneri*, que son las que se encuentran la zona de interés.

El uso actual de suelo dentro del sistema ambiental se muestra a continuación (Tabla IV.4), así como su distribución en la Figura IV.7.

Tabla IV. 4 Uso del suelo dentro del Proyecto

Uso del suelo	Has.
Matorral	12.694
Pastizal	17.780
Arbolado	38.146
Suelo	53.914
Poblado	67.354
Nogales	82.858
Forrajes	441.786

Figura IV. 7 Uso del suelo y vegetación del S.A. Proyecto Colector Villas.





La principal vegetación presente en el área de estudio son las siguientes

Tabla IV. 5 Principales especies de pastos presentes en el sitio.

Nombre científico	Nombre común	Distribución
<i>Bouteloba gracilis</i>	Navajita	En toda el área
<i>Andropogon glomeratus</i>	Zacatón	En toda el área
<i>Aristida adscensiones</i>	Escobilla	En toda el área
<i>Buchloe sp.</i>	Zacate	Muy escasa
<i>Agrostis alba</i>	Zacate Rastrero	Muy escasa
<i>Setaria pumila</i>	Pega-Ropa	Muy escasa

Tabla IV. 6 Leguminosas cultivadas en el área de estudio.

Nombre científico	Nombre común	Distribución
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Se encuentra cultivada aledaña en la zona del proyecto

Tabla IV.7 Gramíneas cultivadas en el área de estudio.

Nombre científico	Nombre común	Distribución
<i>Zea mays</i>	Maíz	Se encuentra cultivada en la zona del proyecto

Tabla IV. 8 Arbustos presentes en el área de estudio.

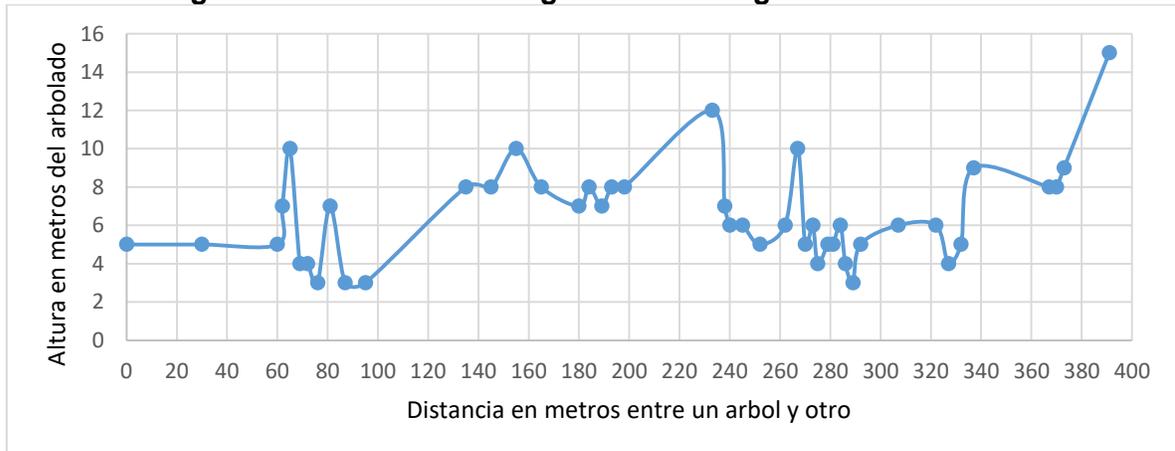
Nombre científico	Nombre común	Distribución
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Se encuentra presente en baja escala únicamente a la rivera del rio, ya que lo demás son zonas agrícolas.
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	Se encuentra presente en baja escala únicamente a la rivera del rio, ya que lo demás son zonas agrícolas.

Tabla IV. 9 Árboles presentes en el área de estudio.

Nombre científico	Nombre común	Distribución
<i>Eucalyptus viminalis</i>	Eucalipto	Se encuentra a alejado del área de interés en una franja de 95 metros lineales
<i>Populus alba</i>	Álamo	Solo se encuentra a un lado del área de interés, sobre el margen del rio de manera esporádica
<i>Salix alba</i>	Sauce	Solo se encuentra a un lado del área de interés, sobre el margen del rio de manera esporádica
<i>Alnus jurellensis</i>	Aliso	Es muy esporádica su presencia en el área de estudio

En la Figura IV.8 se muestra la estructura y distribución del arbolado y vegetación arbustiva presentes en el área de estudio, así como la cantidad de estos encontrados en tramo de 400 metros, localizados en la rivera del rio, donde pasará la tubería de drenaje hacia el colector municipal de la planta tratadora de aguas residuales. Se observa una baja densidad arbórea de 0.1 árboles por cada metro lineal recorrido, un diámetro promedio de 26 centímetros y una altura media de 6.5 metros, encontrándose solamente especímenes de *Acacia farnesiana* y *Prosopis glandulosa*.

Figura IV. 8 Distribución vegetativa a lo largo del Río El Tunal.





IV. 4.2 Método para el muestreo de fauna

Para determinar la riqueza de especies de fauna, se realizaron muestreos de campo utilizando técnicas diferentes para cada grupo taxonómico en 10 sitios de muestreo sistemático en el entorno inmediato al paso del proyecto sobre el río.

IV.4.2.1 Aves

Conteo en puntos: El método de conteo por puntos consiste en la detección visual directa, mediante binoculares o por la identificación por cantos durante 10 minutos en un punto fijo localizado al centro del punto de muestreo, registrando todas las especies oídas u observadas. La identificación se validó preferentemente por el reconocimiento de las especies a partir de fotografías de tomadas en el sitio, a través de las aplicaciones digitales Merlin Bird ID de la Universidad de Cornell y Audubon Bird Guide App y mediante guías de campo impresas.

IV.4.2.2 Mamíferos, anfibios y reptiles

Avistamiento directo e Identificación de rastros: Este tipo de muestreo consiste en el registro de huellas, excretas, pelo, madrigueras, etc., o avistamiento de especímenes de mamíferos durante recorridos de campo dirigidos a los sitios con mayor probabilidad de encuentro, trazando rutas dirigidas.

El muestreo de reptiles y anfibios implica la búsqueda directa de especímenes en los sitios de descanso y refugio tales como rocas, troncos, etc., dentro de parcelas de 5 x 5 metros para el muestreo sistemático. El muestreo de este tipo tiene la finalidad de compensar las bajas tasas de encuentro y de captura, que ocurren durante el registro de estos grupos debido a sus hábitos nocturnos o fosoriales. La identificación se validó mediante el uso de guías de campo impresas.



IV.4.2.3. Resultados de los muestreos de fauna

Se registraron 34 especies de aves, 11 de mamíferos y 11 de reptiles y anfibios en 10 sitios de muestreo. Los registros de fauna silvestre están siempre limitados por la estacionalidad; no obstante, se detectan las especies más comunes y representativas del sistema ambiental.

De acuerdo con la estructura trófica de la fauna silvestre, el sistema es pobre en diversidad de depredadores, especialmente en el grupo de los mamíferos, en el que prevalecen las especies granívoras, herbívoras e insectívoras.

En el caso de las aves, se detectaron 8 depredadores que corresponden al grupo de las falconiformes y paseriformes de la familia de los tiránidos; mientras que la herpetofauna, todos sus miembros son consumidores de insectos o de mamíferos pequeños, con excepción de *Kinosternon hirtipes*.

IV.4.2.4 Peces

La ictiofauna muestra claros indicadores de perturbación. La condición de la comunidad de peces para este sitio se identifica como regular, reflejando la ausencia de especies nativas y la presencia de ejemplares adultos de especies carnívoras, muy resistentes a condiciones limitadas y con una alta capacidad de adaptación (WWF 2010). Las siguientes especies de peces encontradas por WWF (2010), son todas exóticas: *Cyprinus carpio*, *Lepomis gulosus*, *Lepomis macrochirus*, *Carassius auratus*, *Oreochromis aureus* y *Micropterus salmoides*, con predominancia de esta última especie.

Aun cuando se detectaron 7 especies con riesgo de conservación en la NOM 059 y en los apéndices de la CITES, la totalidad de las especies, son de presencia común en zonas agrícolas y en general, en áreas modificadas por el hombre, por lo que no pueden usarse como indicadores de impacto, debido a la generalidad y poca especialización de sus requerimientos de hábitat. En este sentido, la mayoría de ellas, pueden encontrarse tanto en las zonas ribereñas o en los remanentes de los bosques de galería, como en las zonas agrícolas.

Por otra parte, si bien estas comunidades no representan un objeto valioso de conservación, es de relevancia para el proyecto los hábitos hipogeos o fosoriales de la mayoría de los mamíferos registrados, así como de todas las especies de reptiles y anfibios; por lo que las

actividades de excavación e instalación de los ductos deben realizarse con especial cuidado con el fin de reducir la probabilidad de muerte de estos animales mientras se encuentran en descanso o en hibernación.

Tabla IV. 10 Listado de especies de fauna registradas y su estatus de conservación según la NOM 059 SEMARNAT 2010. (1) Listada en la categoría de protección especial y (2) amenazada, en la NOM 059 SEMARNAT 2010. (I, II, III) Listada en el apéndice I, II o III del CITES.

ORDEN	Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	AGRICOLA	GALERIA	HIPOGEO
FALCONIFORMES	<i>Buteo jamaicensis</i> II	Aguiluilla cola roja	Residente	X	X	
	<i>Parabuteo unicinctus</i> 1, II	Aguiluilla de Harris	Residente	X	X	
	<i>Falco sparverius</i> II	Cernícalo americano	Migratorio	X	X	
	<i>Coragyps atratus</i>	Buitre negro	Residente	X	X	
	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeza roja	Residente	X	X	
CHARADRIIFORMES	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	Migratorio		X	
	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Tildío	Migratorio	X	X	
	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano	Migratorio	X	X	
PELECANIFORMES	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Migratorio	X	X	
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	Migratorio		X	
	<i>Egretta thula</i>	Garceta pie dorado	Residente	X	X	
	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Residente	X	X	
ANSERIFORMES	<i>Anas platyrhynchos diazi</i> 2	Pato mexicano	Migratorio	X	X	
SULIFORMES	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	Residente		X	
PASSERIFORMES	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	Residente	X	X	
	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	Residente			
	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	Gorrión mexicano	Residente	X	X	
	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	Residente		X	
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	Residente	X	X	
	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo	Residente	X	X	
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Capiturrin	Residente	X		
	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero negro	Residente	X	X	
	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle	Residente	X	X	
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche	Residente	X	X	
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Migratorio	X	X	

ORDEN	Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	AGRÍCOLA	GALERÍA	HIPOGEO
CORACIIFORMES	<i>Ceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño	Residente		X	
	<i>Columbina inca</i>	Tortolita escamosa	Residente	X	X	
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar	Invasora	X	X	
	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma ala blanca	Residente	X	X	
	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Residente	X	X	
PICIFORMES	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Residente	X	X	
	<i>Picoides scalaris</i>	Carpinterillo mexicano	Residente	X	X	
	<i>Eugenes fulgens II</i>	Colibrí magnífico	Residente	X	X	
	<i>Calothorax lucifer II</i>	Colibrí lucifer	Residente	X	X	
		TOTAL	34	28	32	
		RESIDENTES	25			
		MIGRATORIOS	9			

ORDEN	Nombre científico	Nombre común	Registro	AGRÍCOLA	GALERÍA	HIPOGEO
CHIRÓPTERA	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola de ratón	Bibliográfico	X	X	
	<i>Pipistrellus hesperus</i>	Pipistrello del oeste	Bibliográfico	X	X	
RODENTIA	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	Visual	X		X
	<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	Ardilla punteada	Visual			X
	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón norteamericano	Visual		X	X
	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera crespá	Visual	X	X	X
	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza mexicana	Visual		X	X
LAGOMORPHA	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo cola de algodón	Visual	X	X	X
	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	Visual	X		X
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Huella	X	X	
DIDELPHIMORPHIA	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	Huella	X		
		TOTAL		8	7	7



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario “Las Villas”



ORDEN	Nombre científico	Nombre común	Registro	AGRÍCOLA	GALERÍA	HIPOGEO
ANURA	<i>Anaxyrus cognatus</i>	Sapo de las grandes planicies	Visual	X	X	X
	<i>Anaxyrus debilis</i>	Sapo verde	Visual		X	X
	<i>Gastrophryne olivácea</i>	Ranita olivo	Visual		X	X
	<i>Scaphiopus couchii</i>	Sapo de espuela	Visual		X	X
	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	Visual	X	X	X
SQUAMATA	<i>Sceloporus belli</i>	Lagartija rayada	Visual		X	X
	<i>Eumeces obsoletus</i>	Lincer llanero	Visual			X
	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra verde	Visual	X		X
TESTUDINES	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Tortuga hedionda	Visual		X	X
			TOTAL	3	7	9

IV.4.3. Paisaje

De acuerdo con la definición de Forman y Gordon (1986), el paisaje es un conjunto heterogéneo de elementos, ubicados en una superficie determinada, compuesto por una agrupación de ecosistemas interrelacionados e interactivos entre sí, la cual se repite a través de dicho territorio, en un patrón determinado, compartiendo un mismo tipo de interacciones y el mismo régimen de perturbación, siendo distinguibles por su geomorfología o vegetación, la cual se considera el principal indicador de la calidad visual del paisaje, debido a su amplia distribución y capacidad de respuesta frente a las variaciones ambientales.

La definición anterior, resalta los aspectos funcionales de los ecosistemas, los cuales son difíciles de medir objetivamente. Sin embargo, ya que la guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, incluye al paisaje dentro del medio perceptual, su análisis en el presente documento, se presenta como una exploración cualitativa de sus componentes, centrado en la evaluación de los valores estéticos y por lo tanto subjetivos, del medio natural, apeguándose a un enfoque en el cual el paisaje se considera una expresión espacial y visual del medio (Muñoz, 2012).



De acuerdo con este enfoque, se evalúan los siguientes aspectos:

- a. La visibilidad.
- b. La calidad paisajística.
- c. La fragilidad del paisaje.

IV.4.3.1 Metodología

Los datos necesarios para la realización de la evaluación visual del paisaje para este proyecto, se compilaron a partir del análisis de las siguientes fuentes, cuya información se encuentra plasmada en las secciones anteriores de este capítulo:

- Cartografía de INEGI
- Imágenes satelitales
- Propuesta de gasto ecológico para el río Tunal (WWF, 2010)
- Datos publicados sobre la calidad del agua del río Tunal
- Muestreos de campo
- Análisis de la cuenca visual del proyecto

IV.4.3.2 Visibilidad

Las áreas desde las cuales el proyecto puede ser visible, se presentan en la figura IV.9. La extensión de la cuenca visual, considerando únicamente aquellas áreas con visibilidad significativa es nula, ya que no existen observadores potenciales de las modificaciones causadas por el proyecto. En consecuencia, el proyecto no tiene capacidad para causar impactos significativos al paisaje, ya que no existe un colectivo relevante de observadores dentro del radio en el cual, el proyecto podría interferir en la apreciación del ambiente natural y/o cultural de los habitantes.

IV.4.3. 3 Resultados:

Calidad paisajística.

Se aplicó el método indirecto del *Bureau of Land Management* (BLM, 1980), basado en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje, los cuales se describen en los incisos previos de este capítulo. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración (Tabla IV.11) y la suma total de los puntajes parciales define la clase de calidad visual usando una escala de referencia (Tabla IV.12).

Figura IV. 9 Cuenca visual estimada, mostrando la distribución de las áreas habitadas y no habitadas con visibilidad parcial o total del proyecto.

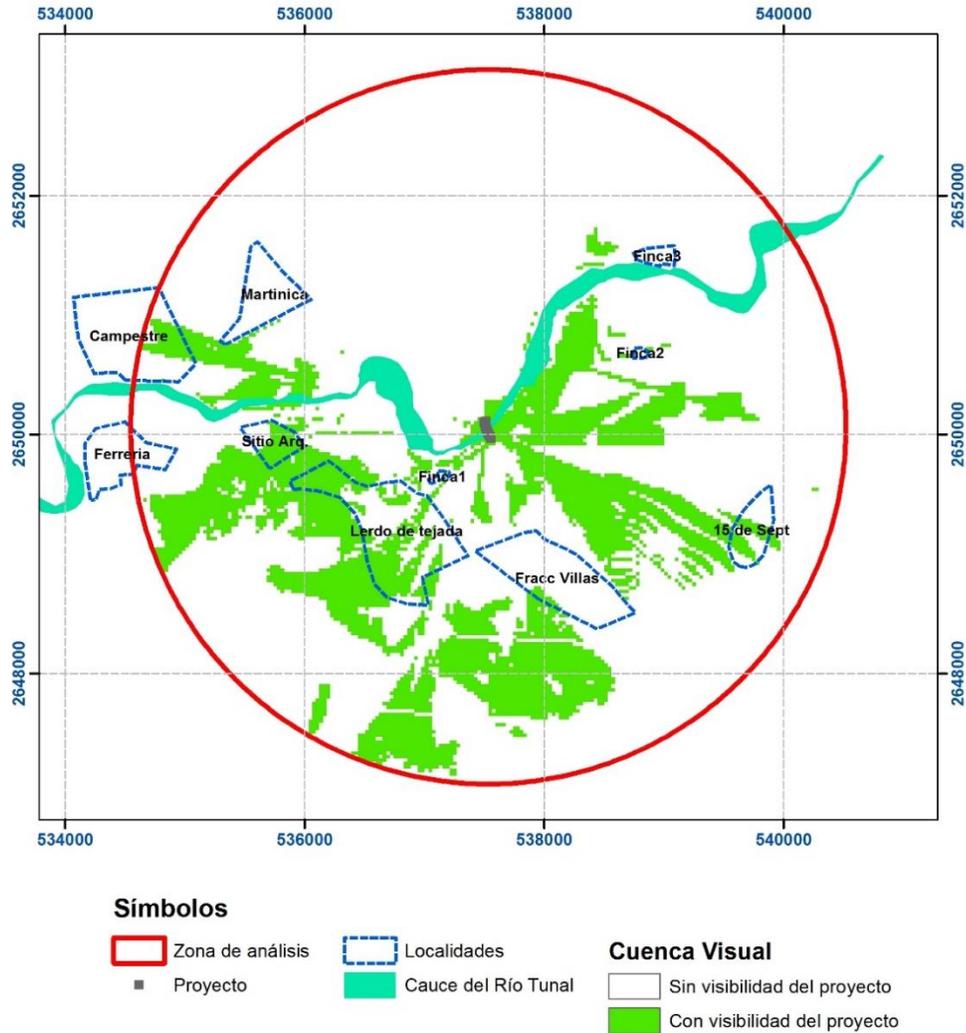


Tabla IV.11 Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje, BLM (1980).

Componente del paisaje	Criterios de Evaluación y Puntuación		
Morfología	Relieve montañoso, marcado y prominente; o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.
	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante.	Alguna variedad en la vegetación pero solo uno o dos tipos.	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidas y cascadas) o láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento variedad e intensidad en los colores y contrastes pero no actúa como elemento dominante.	Ausente inapreciable
	5	3	1
Color	Combinaciones de colores intensos y variadas o contrastes agradables	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes pero no actúa como elemento dominante	Poca variación de color o contraste, colores apagados.
	5	3	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
	5	3	1
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional.	Característico aunque similar a otras en la región.	Bastante común en la región.
	6	2	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.
	5	3	1

Tabla IV.12 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual.

Clase	Puntuación	Descripción
A	19-33	Área de calidad alta, áreas con rasgo singulares y sobresalientes
B	12-18	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales
C	0-11	Áreas de calidad baja, con poca variedad en la forma, color, línea y textura

Resultados:

Se trata de una zona plana con pendientes cercanas a cero que no presenta ningún accidente topográfico relevante. La zona está ocupada casi en su totalidad por zonas agrícolas de regadío, predominando la producción de forrajes, nuez, frijol, etc., de manera que no ofrecen un contraste marcado en colores, texturas o formas, ni se destacan elementos naturales. Un segmento de 8 km del río El Tunal, discurre a través del sistema ambiental; sin embargo, este no constituye un elemento natural destacado, ya que el régimen de caudales, la vegetación nativa y su topografía han sido modificados por la operación de la presa Guadalupe Victoria y por la excavación intensiva del cauce para extracción de materiales. Consecuentemente, el caudal habitual es mínimo, quedando atrapado en las excavaciones, por lo que su valor funcional y estético es nulo. Las áreas circundantes al sistema ambiental están ocupadas por la zona urbana de Durango y por otras áreas agropecuarias, por lo que no se aportan elementos adicionales de valor estético. La combinación de áreas agrícolas y zonas riparias modificadas son comunes en la región; si bien aún existen fragmentos de bosque de galería en los bordes del río, estos no tienen la composición ni el vigor esperados a causa de la reducción de los caudales y de la modificación en su temporalidad. La aplicación del método origina los siguientes valores:

Tabla IV.13 Resultados de la evaluación de la calidad visual en el área de estudio.

Componente	Evaluación
Morfología	1
Vegetación	1
Agua	3
Color	1



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



Componente	Evaluación
Fondo escénico	1
Rareza	1
Actuación humana	1
Total	9

El puntaje total para el área de estudio fue de 9 puntos, que cataloga en la clase C, que corresponde a un área de calidad paisajística baja. Esta categoría coincide con la evaluación realizada por WWF en la propuesta de caudales ecológicos para este Río, en la cual se considera como un área sin interés para la conservación.

IV.4.3.4 Fragilidad del paisaje

Para determinar la fragilidad y/o susceptibilidad se calcula su capacidad de absorción visual que es el potencial que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él o la capacidad de absorción visual del paisaje, la cual se considera inversamente proporcional sobre a la fragilidad, se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de Yeomans (1986). Esta técnica consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores considerados como determinantes de estas propiedades. Luego se ingresan puntajes a la siguiente fórmula, la cual determinará la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV):

$$C.A.V. = S \times (E + R + D + C + V)$$

Donde:

C.A.V = Calidad de Absorción Visual.

S = Pendiente.

E = Erosibilidad del suelo.

R = Vegetación, potencial de regeneración.

D = Diversidad de vegetación.

C = Contraste suelo roca.

V = Contraste suelo/vegetación.



El resultado obtenido se compara finalmente con una escala de referencia para asignar los puntajes de acuerdo con la condición de cada uno de los factores (Tabla IV.14).

Tabla IV. 14 Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV (Yeomans, 1986).

Factor	Condiciones	Puntaje	
		Normal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinado suave (25-55%)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25%)	Alto	3
Diversidad Vegetación (D)	Diversificada e interesante	Alto	3
	Diversificada media, repoblaciones	Medio	2
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales, sin vegetación o mono específica	Bajo	1
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad, buena regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Contraste suelo/vegetación (v)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación	Alto	3
	Contraste visual moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1
Potencia de regeneración de la vegetación (R)	Potencial bajo o sin vegetación	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Contraste suelo/roca (C)	Contraste alto	Alto	3
	Contraste medio	Moderado	2
	Contraste bajo o inexistente	Bajo	1



Tabla IV. 15 Escala de referencia para la estimación del CAV.

Bajo	< 15
Moderado	15-30
Alto	>30

Resultados:

La aplicación del índice a la zona de emplazamiento del proyecto, es decir, a su paso por la zona federal del río estudio y utilizando la información plasmada en la descripción del sistema ambiental y sitio del proyecto, arroja los siguientes resultados:

Tabla IV. 16 Resultados de CAV para el área del proyecto.

Factor	Valor	
	Normal	Numérico
Pendiente (P)	Moderado	3
Diversidad Vegetación (D)	Bajo	1
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Bajo	1
Contraste suelo / vegetación (V)	Alto	1
Potencia de la regeneración de la vegetación (R)	Moderado	1
Contraste suelo / roca (C)	Bajo	1

Sustituyendo la fórmula se obtiene:

$$C.A.V. = (3) (1 + 1 + 1 + 1 + 1) = 15$$

Este valor ubica al área como una zona de **fragilidad paisajística baja**, cuyos elementos se encuentran condicionados principalmente por la degradación de la vegetación y suelos en la totalidad del sitio a ocupar por el proyecto.

IV.4.4. Síntesis ambiental

El análisis de las condiciones actuales en el sistema ambiental, muestra un agroecosistema estable, sin posibilidad de expansión, que ha ocupado toda la superficie apta para la labranza, lo que incluye la mayor parte del territorio evaluado. Las actividades principales son la producción de granos, forrajes y nueces, para lo cual es necesario disponer de importantes volúmenes de agua. La demanda de este recurso estimuló en su momento la construcción de la presa Guadalupe Victoria y su infraestructura de riego, a través de la cual circula actualmente la mayor parte del caudal natural del río.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



En los últimos años, ha ocurrido una expansión del sector inmobiliario hacia las zonas rurales cercanas a la zona urbana, lo que en el mediano plazo incrementará la demanda de agua y de servicios, así como la conversión de las zonas agrícolas a habitacionales.

En el contexto del sitio del proyecto, se denota un ecosistema sumamente alterado que ha perdido gran parte de sus servicios ambientales. La operación de la Presa Guadalupe Victoria y de la derivadora de La Ferrería, ha modificado el régimen de caudales del río a tal grado, que actualmente su condición más frecuente es la falta de corrientes durante la mayor parte del año, excepto en las épocas muy húmedas.

La ausencia de corrientes permanentes significativas, ha provocado la pérdida parcial o total de la vegetación riparia en amplias zonas. Si bien aún existen remanentes, es probable que dependan principalmente de la humedad asociada a las actividades agrícolas adyacentes al río.

Por otra parte, la ausencia de un caudal constante, ha permitido el acceso permanente al lecho del río para la extracción de materiales de construcción; en consecuencia, ante el nulo aporte de nuevos sedimentos, las fosas producto de las excavaciones, no pueden recuperarse de forma natural y tienden a retener los escasos caudales o a exponer el nivel freático.

Las condiciones del ambiente acuático son, por lo tanto, desfavorables para mantener el conjunto de especies nativas originales, ya que la falta de circulación del agua puede limitar los niveles de oxígeno disuelto. Esto a su vez, puede exacerbarse por la elevación de la temperatura del agua estancada. Por otra parte, décadas atrás fueron introducidas diferentes especies de peces exóticos en el vaso de la presa, las cuales han sustituido a las especies nativas.

De acuerdo con lo documentado anteriormente, los principales problemas ambientales detectados en el área del proyecto son los siguientes:

1. Destrucción de taludes y excavación del lecho del río.
2. Incremento del potencial de erosión en la ribera.
3. Reducción intensiva de los caudales en el río.
4. Pérdida de cobertura y de estratificación de la vegetación.
5. Eliminación del carácter lótico del hábitat acuático.



6. Dominancia de especies de peces introducidas

En la Tabla IV.17 se presenta una comparación entre la condición ambiental actual en el sitio del proyecto y la condición esperada con base en la información histórica, o bien con base en las características de otros ríos de la región con un menor control de los caudales naturales.

Tabla IV.17 Comparación de las condiciones ambientales actual y esperada en el sitio del proyecto.

Componente ambiental	Condición Actual del sitio del proyecto	Condición de referencia
Geomorfología	El perfil topográfico del río ha sido alterado. El cauce se ha ampliado más allá de su límite natural. El lecho del río presenta fosas producto de la extracción de materiales	Perfil con taludes estables. El fondo del río no presenta excavaciones, ni retención de corrientes.
Edafología	Las riberas en el sitio del proyecto tienen un alto potencial de erosión por la falta de una adecuada cobertura vegetal.	El tramo aguas abajo, después de la derivadora de la Ferrería presenta un potencial erosivo moderado, gracias a una mayor cobertura vegetal.
Hidrología	El régimen de caudales está alterado en el tramo del río donde se ubicará el proyecto. La condición típica es la carencia de caudales y por lo tanto, de corrientes.	El historial de caudales previos a la construcción de la Presa Guadalupe Victoria indica caudales mínimos de 0.27 m ³ /seg. y máximos de 21.09 m ³ /seg. en condiciones muy secas. (WWF 2010)
Calidad del agua	La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 8 mg/m ³ , se encuentra dentro de los límites establecidos en la NOM 001 SEMARNAT 1996 para el mantenimiento de la vida acuática.	La NOM 001 SEMARNAT 1996 establece un máximo de 60 mg/m ³ de DBO para la conservación de la vida acuática
Vegetación	La vegetación arbórea está dispersa y no conforma galerías. No existe renuevo. La vegetación arbustiva y herbácea es pobre y dominada por especies introducidas.	La vegetación de galería en ríos de la región sin modificaciones en su régimen de caudales, presenta estratificación, presencia de renovos, sin dominancia de especies introducidas. (WWF 2010)
Fauna acuática	Hay una marcada dominancia de especies exóticas de peces.	La fauna nativa de peces domina sobre las especies exóticas en las partes altas de los ríos La Sauceda y Poanas.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



V.	Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.....	4
V.1.	Identificación de impactos.....	4
V.1.1.	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.	4
V.1.2.	Sistemas, subsistemas, componentes y factores ambientales	4
V.2.	Valoración de los impactos.....	16
V.3.	Caracterización de los impactos.....	24
V.3.1.	Deterioro del índice de calidad del agua por derrame accidental durante el bombeo de aguas residuales en la etapa de operación.....	24
V.3.2.	Deterioro de la calidad visual del paisaje durante la operación del proyecto	36
V.3.3.	Erosión del suelo por la excavación	42
V.3.4.	Riesgo de mortalidad de especies de hábitos hipogeos	46
V.3.5.	Incremento en polvos y partículas en suspensión por construcción	48
V.3.6.	Incremento de los niveles de ruido durante el día	53
V.4.	Indicadores de impacto.....	56
V.4.1.	Lista indicativa de indicadores de impacto	57

Índice de Figuras

Figura V. 1	Tipos de interacciones o efectos identificados por etapa del proyecto.....	10
Figura V. 2	Interacciones actividad/factores, según componente ambiental afectado por el proyecto.....	11
Figura V. 3	Interacciones entre actividades y atributos ambientales afectados por el proyecto.....	12
Figura V. 4	Esquema del modelo unidimensional.	25
Figura V. 5	Esquema del flujo “pistón”.	26
Figura V. 6	Modelación de las ecuaciones diferenciales.	27
Figura V. 7	Flujo ideal anclado.....	28
Figura V. 8	Distancia a la entrada de aguas residuales al río.....	29
Figura V. 9	Relieve y barreras visuales utilizadas para el cálculo de la cuenca visual del proyecto.....	39
Figura V. 10	Cuenca visual estimada, mostrando la distribución de las áreas habitadas y no habitadas con visibilidad parcial o total del proyecto.	40
Figura V. 11	Porcentaje visible del proyecto y fracción del campo visual ocupado, con relación a las zonas habitadas y de uso frecuente en la cuenca visual del proyecto.....	41



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



Figura V. 12 Potencial de pérdida de suelo en el sistema ambiental. El proyecto cruza la zona federal del río a través del área con mayor riesgo de erosión.	45
Figura V. 13 Comportamiento de la concentración de partículas PM ₁₀ respecto a la distancia a partir del sitio del proyecto.	50
Figura V. 14 Comportamiento de los contaminantes emitidos por la maquinaria dentro del sistema ambiental donde se desarrolla, considerando todas las direcciones posibles del viento en condiciones estables.	51
Figura V. 15 Equivalente en función de la distancia a la fuente emisora.	54
Figura V. 16 Nivel Sonoro Equivalente en función de la distancia a la fuente emisora en el sitio del Proyecto “Colector Villas”.....	55
Figura V. 17 Función de la variación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).	58
Figura V. 18 Función de la superficie de la cuenca visual que afecta a zonas pobladas o de uso frecuente.	59
Figura V. 19 Función de la Tasa de erosión potencial (ton/ha/año).....	60
Figura V. 20 Función de la variación en el número de animales extraídos.	61
Figura V. 21 Función de la Variación en el volumen de partículas suspendidas PM ₁₀ (µg/m ³).	62
Figura V. 22 Función de Variación en el nivel sonoro diurno generado por el proyecto (dB).	63

Índice de Tablas

Tabla V. 1 Sistemas, subsistemas y componentes del sistema ambiental.	5
Tabla V. 2 Atributos ambientales incluidos en la identificación de los impactos ambientales.	6
Tabla V. 3 Actividades impactantes	8
Tabla V. 4 Lista nominal de impactos	12
Tabla V. 5 Impactos ambientales sintetizados.	15
Tabla V. 6 Significancia de los impactos ambientales identificados de acuerdo con la definición del artículo 3º fracción IX del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.	16
Tabla V. 7 Atributos de impacto para determinar la incidencia.	17
Tabla V. 8 Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados	20
Tabla V. 9 Determinación de impactos destacables (significativos), utilizando atributos de incidencia y relevancia.	22
Tabla V. 10 Valores sugeridos para C _i y P _i , usados en el cálculo del ICA	31
Tabla V. 11 Valores de P _i	31
Tabla V. 12 Clasificación y colores establecidos para presentar el ICA	31
Tabla V. 13 Índice de Calidad del agua (ICA)	33
Tabla V. 14 Valores de ICA simulados para eventos fortuitos.	34
Tabla V. 15 Cálculos de los parámetros P y C.	43
Tabla V. 16 Conteo de mamíferos dentro del sitio del proyecto sujeto a excavaciones.....	47
Tabla V. 17 Conteo de herpetofauna dentro del sitio del proyecto sujeto a excavaciones. ..	47



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



Tabla V. 18 Factores de emisión [mg/s] para maquinaria pesada establecidos por el INECC 2014.	49
Tabla V. 19 Factores de emisión [mg/s] para maquinaria pesada establecidos por el INECC 2014.	53
Tabla V. 20 Niveles de propagación de ruidos en función de la distancia a la fuente emisora.	54



V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. Identificación de impactos

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

En este Capítulo se identifican los factores ambientales que podrían resultar afectados por el proyecto, se seleccionan y se evalúan sus respectivos indicadores de calidad y se evalúa el impacto de las actividades del Proyecto sobre estos factores, su potencial para causar daños ambientales y para fortalecer los procesos de cambio que ya están ocurriendo en la región.

En la predicción de los impactos se analizaron las actividades que se ejecutarán en el Proyecto y su relación con cada factor ambiental, estableciendo su comportamiento en forma cuantitativa. El proceso general se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y se describe a continuación:

1. Disgregación del Sistema Ambiental, en Sistemas, Subsistemas, Componentes y Factores. Los Sistemas, Subsistemas y Componentes, los cuales se reflejan en la matriz de interacciones del capítulo VIII en el anexo V.1.
2. Disgregación del proyecto por etapas y actividades, de acuerdo con el programa general de trabajo, presentado en el capítulo II.
3. Identificación de interacciones entre los componentes del proyecto y los factores ambientales del sistema, mostrada en el capítulo VIII en el anexo V.1.
4. Identificación de los factores susceptibles de ser modificados por los impactos del proyecto, a partir de la matriz de interacciones, mostrada en el capítulo VIII en el anexo V.1.
5. Identificación, clasificación y simplificación de impactos.
6. Selección de los indicadores adecuados para medir el estado de cada factor susceptible de ser impactado.
7. Determinación de la significancia de los impactos identificados, con base en la definición de “impacto ambiental significativo”, establecida en el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.
8. Determinación de la incidencia y relevancia de los impactos, para determinar su relevancia.
9. Descripción de los impactos relevantes y estimación de la magnitud esperada.

V.1.2. Sistemas, subsistemas, componentes y factores ambientales

Para el análisis del medio, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico, y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Sociocultural y Económico. A cada uno de estos Subsistemas, pertenecen una serie de Factores Ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del Proyecto (Tabla V. 1).

Tabla V. 1 Sistemas, subsistemas y componentes del sistema ambiental.

Sistema	Subsistema	Factores
Físico	Inerte	Atmosfera
		Clima
		Suelo
		Agua
	Biótico	Vegetación
		Fauna
		Procesos
		Ecosistemas
Socioeconómico	Perceptual	Paisaje
		Intervisibilidad
		Componentes singulares
	Sociocultural	Conservación
		Dinámica poblacional
		Cultura
	Económico	Ocupación
		Valor
		Arrendamiento
		Economía
		Infraestructura
		Uso productivo
		Red vial

Posteriormente, para cada Factor Ambiental se identificaron y seleccionaron los principales atributos potencialmente susceptibles de ser afectados por las obras o actividades del Proyecto durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Los atributos ambientales fueron identificados tomando en cuenta los siguientes criterios:

1. La Representatividad del entorno afectado y del impacto total producido por el Proyecto sobre el medio.
2. La Relevancia o aportación significativa de información acerca de la magnitud e importancia del impacto
3. Ser excluyentes o no redundantes respecto a su función en el sistema.
4. De fácil identificación.
5. De fácil cuantificación.

De los atributos ambientales identificados, se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados de forma negativa por las actividades del Proyecto, de acuerdo a los siguientes criterios:



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario “Las Villas”



1. Extensión: por su área de influencia en relación con el entorno
2. Complejidad: por estar compuesto de elementos diversos
3. Rareza: no frecuente en el entorno
4. Representatividad: por su carácter simbólico o endémico
5. Naturalidad: por cualidad no artificial
6. Abundancia: de gran cantidad en el entorno
7. Diversidad: de composición variada.
8. Estabilidad: por su capacidad de permanecer frente a perturbaciones
9. Singularidad: condición de distinto o distinguido
10. Irreversibilidad: imposibilidad de asimilar alteraciones al medio a través de mecanismos de autodepuración
11. Fragilidad: vulnerabilidad y carácter perecedero
12. Continuidad: Sin fragmentación espacial
13. Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
14. Interés ecológico: peculiaridad ecológica y función primordial en el sistema
15. Interés histórico-cultural: por su valor como generador de identidad social
16. Interés individual: por su peculiaridad a título individual
17. Dificultad de conservación: por requerir manejo intensivo para el mantenimiento de sus procesos.

Tabla V. 2 Atributos ambientales incluidos en la identificación de los impactos ambientales.

Factores	Atributos
ATMOSFERA	Polvos y partículas en suspensión
	Confort sonoro diurno
	Confort sonoro nocturno
CLIMA	Régimen de vientos
	Microclima
SUELO	Relieve y carácter topográfico
	Recursos culturales
	Calidad
	Erosión
	Estructura
	Compactación
	Estabilidad
	Uso de suelo
AGUA	Cantidad
	Calidad físico química
	Dinámica de cauces
	Distribución en el terreno
	Transporte de sólidos
	Recarga acuíferos
	Drenaje superficial
VEGETACION	Diversidad
	Abundancia
	Riqueza



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario “Las Villas”



Factores	Atributos
	Individuos de especies con categoría de riesgo
	Vegetación natural de alto valor
	Vegetación de cultivos agrícolas
	Cobertura por tipo de vegetación
FAUNA	Diversidad
	Abundancia
	Riqueza
	Rutas de tránsito de especies diferentes a aves
	Individuos de especies de lento desplazamiento
	Tamaño poblacional de Aves
	Tamaño poblacional de Mamíferos voladores
	Madrigueras
	Rutas migratorias
	Hábitat
PROCESOS	Cadena trófica
	Ciclos de reproducción
	Movilidad de especies terrestres
	Movilidad de las especies voladoras
	Pautas de comportamiento
ECOSISTEMAS	Integridad funcional
	Estructura del ecosistema
	Capacidad de carga
	Ecosistemas especiales
PAISAJE	Integridad
	Conectividad de unidades naturales
	Zonas agrícolas
	Zonas naturales
	Localidades
INTERVISIBILIDAD	Potencial de vistas
	Incidencia visual
COMPONENTES SINGULARES	Componentes singulares naturales
	Componentes singulares artificiales
USO PRODUCTIVO	Uso agrícola
	Uso ganadero
	Uso forestal
	Uso extractivo
CONSERVACION	Áreas naturales protegidas
RED VIAL	Vías agropecuarias
	Camino, sendas, atajos
DINAMICA POBLACIONAL	Inmigración
	Emigración
	Estructura poblacional
OCUPACION	Población ocupada por rama de actividad
	Empleo
	Población ocupada según rama profesional
CULTURA	Aceptabilidad social del proyecto
	Estructura de la propiedad
VALOR	Renta per cápita



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



Factores	Atributos
	Valor del suelo rural
ARRENDAMIENTO	Arrendamiento de parcelas
ECONOMIA	Actividades económicas afectadas
	Actividades económicas inducidas
	Área de mercado
	Nivel de control por parte de la población
INFRAESTRUCTURA	Densidad de la red vial
	Accesibilidad de la red vial
	Riesgo de accidentes
	Red vial rural

Con la relación de acciones impactantes (Tabla V.3) y la relación de factores del ambiente, se estructuró la matriz de interacciones para identificar la primera relación de impactos. Esta matriz se detalla en el capítulo VIII de esta MIA. A través de ese ejercicio se identificaron 87 interacciones, 72 negativas y 15 positivas; la etapa del proyecto en la que se generan más interacciones, tanto positivas como negativas es en la construcción, con 12 y 63, respectivamente (Figura V.1).

Tabla V. 3 Actividades impactantes

Etapa	Actividades Impactantes	Principal fuente de impacto potencial
Preparación	Trazo y nivelación topográfica	Despalme
Construcción	Construcción de base de grava cementada.	Residuos sólidos y ruido
Construcción	Construcción de pavimento o banqueta de concreto f'c= 200 kg/cm2. 10 cm. Espesor	Residuos sólidos y ruido
Construcción	Construcción de pavimento o banqueta de concreto f'c=250 kg/cm2 15 cm. De espesor	Residuos sólidos y ruido
Construcción	Excavación con equipo para zanjas en cualquier material excepto roca, en seco en zona a de 0 a 6.00 mts. De profundidad.	Desestabilización del suelo y emisiones
Construcción	Bombeo de achique con bomba autocebante, propiedad del contratista, de 4" de diámetro y 12 h. P.	Grasas y aceites
Construcción	Plantilla apisonada al 85% proctor en zanjas con material producto de banco	Residuos sólidos
Construcción	Protección anticorrosiva para tuberías de acero sup. Int. Con primario epoxico catalizado y acabado epoxico catalizado de altos sólidos, ejecutado en obra. Sup. Ext. En parcheo a base de prim. De alq. De hulla, esmalte aplic. En cal. Y protec. Mec. Con malla fib. De vidrio y fieltro de fib. De vidrio.	Residuos sólidos
Construcción	Instalación de tubería de polietileno de alta densidad de 18", 24", 30", 36" de diámetro	Residuos sólidos
Construcción	Relleno en zanjas a volteo con material producto de excavación.	Grasas y aceites, emisiones y ruido
Construcción	Pozo de visita tipo común, de 1.50 mts hasta 4.00 mts. De profundidad	Residuos sólidos
Construcción	Pozo de visita "tipo especial", p/tuberías de 76 a 107 cm. De diámetro, de 2.5 m hasta 4.50 m de profundidad	Residuos sólidos



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario “Las Villas”



Etapa	Actividades Impactantes	Principal fuente de impacto potencial
Construcción	Cajas de caída adosadas a los pozos de visita hasta 1m de profundidad	Residuos sólidos
Construcción	Acarreo 1er. Km. Material producto de excavación excepto roca en camión volteo, descarga a volteo en camino plano revestido y lomerío suave pavimentado	Grasas y aceites, emisiones y ruido
Construcción	Acarreo km. Subsecuentes al 1o., de roca en camión volteo, en camino plano revestido y lomerío suave pavimentado	Grasas y aceites, emisiones y ruido
Construcción	Colocación de brocales y tapas para pozos de visita de concreto, fabricación e instalación	Residuos sólidos
Operación	Pruebas preliminares	Residuos sólidos
Operación	Prueba de funcionamiento	Residuos sólidos
Operación	Bombeo de aguas residuales	Derrame accidental
Operación	Mantenimiento a tubería y pozos de visita	Residuos sólidos

A partir de este primer análisis basado exclusivamente en la información aportada por la matriz de interacciones, se deduce que los factores que recibirían la mayor carga en términos de impacto ambiental negativo, serían por orden de importancia, el suelo, la atmósfera, la fauna, el agua, la vegetación, el paisaje y el uso productivo (Figura 2). A mayor detalle, se concluye también que los atributos potencialmente más afectados serían la calidad del suelo en general, la calidad del aire, el confort sonoro, la calidad del hábitat subterráneo y las poblaciones de peces y especies de lento desplazamiento (Figura V.3).

A partir de las interacciones encontradas, se esperan impactos negativos concentrados en la etapa de construcción, generados por las actividades de excavación, entre los cuales destacan la emisión de partículas suspendidas por el movimiento de tierras y circulación de maquinaria pesada, de gases de la combustión interna y ruidos que afectarían la calidad de los atributos atmosféricos.

Se espera un incremento en el potencial de pérdida de suelo, específicamente en el tramo del proyecto que se ubica al margen del cauce, el cual, como se describe en el capítulo IV, tiene ya un carácter erosivo considerable por la falta de cobertura vegetal y tipo de suelo.

Aun cuando el hábitat ripario ha sido profundamente modificado en su vegetación, régimen de caudales y topografía, el inventario registró algunas especies nativas de vertebrados terrestres que se verían afectadas por las excavaciones, ya que se refugian o hibernan bajo el suelo.

La conclusión preliminar de este primer análisis, es que se trata de impactos que por su naturaleza podrían considerarse significativos según la definición jurídica indicada en el REIA; sin embargo, se espera que todos ellos ocurran por única vez durante la etapa de construcción y de forma puntual a lo largo de los 642 m de excavaciones en el cauce y zona federal.

Las actividades de construcción pueden causar cambios que se sumarán a las modificaciones que prevalecen en el sitio, por lo que es probable que el paisaje se deteriore o que sus obras

afecten la calidad visual del entorno a pesar de las reducidas dimensiones de las obras expuestas.

Se detecta un caso especial de interacción entre la conducción de las aguas residuales y la calidad del agua del río y consecuentemente la fauna acuática. Esta interacción negativa se manifiesta como el riesgo de un derrame de aguas residuales sobre el cauce; no obstante, debe tomarse en cuenta que se trata de un evento potencial fortuito por una falla accidental del sistema de conducción; es decir, la descarga de aguas hacia el río, no es parte de los eventos planeados para el proyecto y no se espera que ocurra de forma periódica o recurrente durante la operación.

Debe tomarse en cuenta que el número de interacciones, no es un indicador fiable del nivel del impacto esperado, sino solamente una guía para orientar los análisis posteriores para su evaluación precisa. De esta forma, atendiendo las características del proyecto, en conjunto con la naturaleza de los atributos ambientales y de las interacciones resultantes, se considerará también el análisis particular de cada impacto posible para determinar a partir de modelos teóricos su magnitud y distribución dentro del sistema ambiental y sitio del proyecto, lo que se explica en el apartado “Caracterización de los impactos”.

Figura V. 1 Tipos de interacciones o efectos identificados por etapa del proyecto.

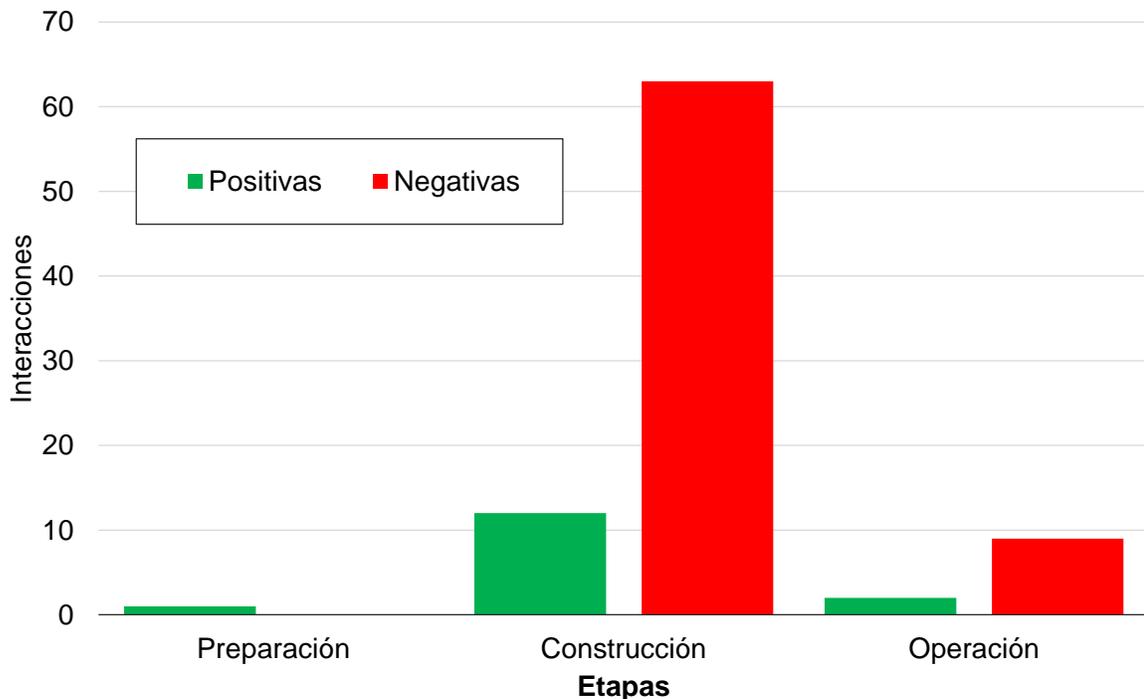


Figura V. 2 Interacciones actividad/factores, según componente ambiental afectado por el proyecto.

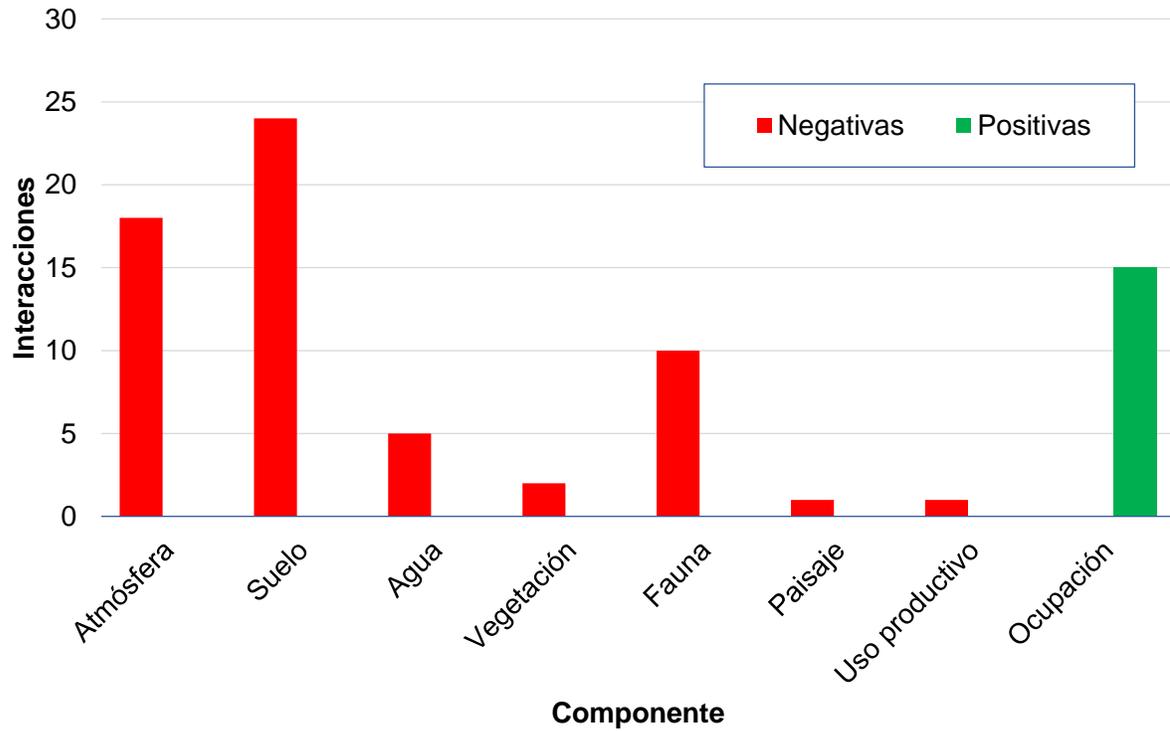
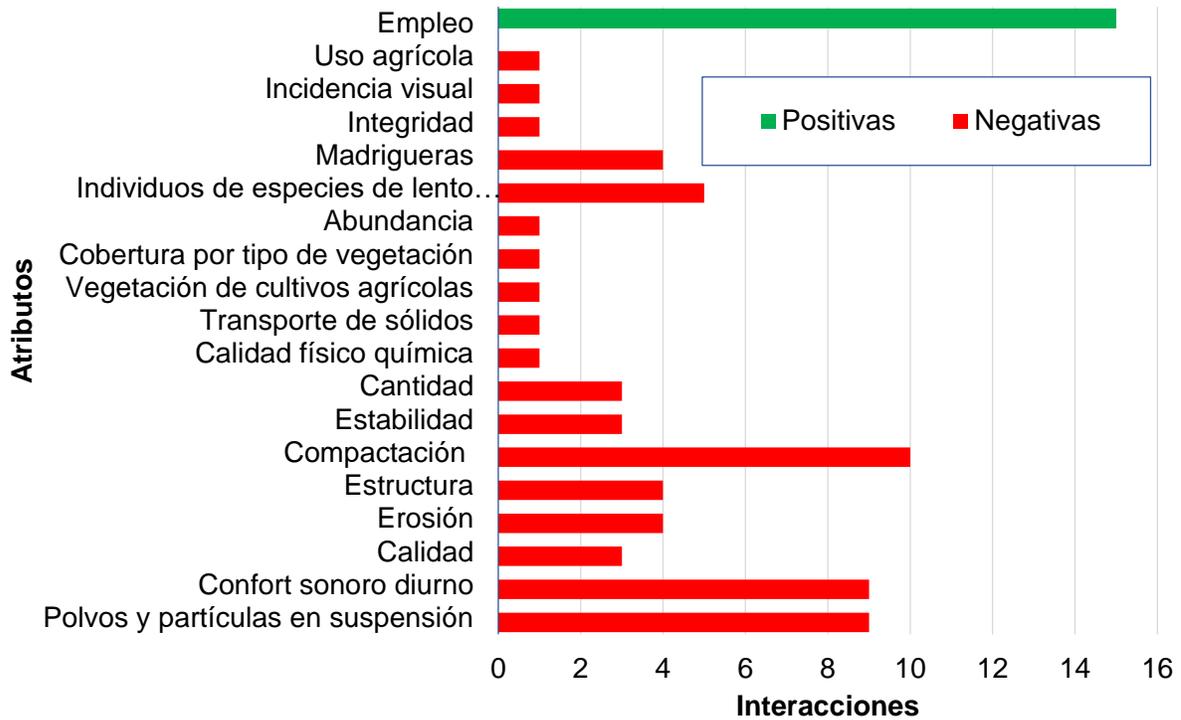


Figura V. 3 Interacciones entre actividades y atributos ambientales afectados por el proyecto.



Derivado de la información arrojada por este análisis, solo serán incluidos en la caracterización del sistema ambiental, los factores que figuran como los más probablemente afectados por el proyecto en la Figura V. 2.

Se obtuvo un número moderado de interacciones que, sin embargo, genera un listado de 40 impactos ambientales, con características similares, o bien definitivamente redundantes (Tabla Lista nominal de impactos), que debe ser simplificado y ordenado mediante una técnica de cribado. En esta etapa, se realiza un filtrado o eliminación de impactos que resultan redundantes, a la vez que se les designa un nombre que transmita la idea completa e independiente, del efecto que provocan. El resultado obtenido se reduce a un conjunto de 9 impactos (Tabla V.5), negativos que pueden representar una amenaza para los ecosistemas y sus procesos.

Tabla V. 4 Lista nominal de impactos

Factor ambiental	Atributo ambiental	Nominación del impacto
Atmósfera	Polvos y partículas	Emisión de polvos y partículas por ruptura y demolición de pavimento hidráulico. Trazo y corte c/cortadora de disco en: pavimento hidráulico.
Atmósfera	Polvos y partículas	Emisión de polvos y partículas por construcción de base de grava cementada.



**Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"**



Factor ambiental	Atributo ambiental	Nominación del impacto
Atmósfera	Polvos y partículas	Emisión de polvos y partículas por construcción de pavimento o banqueta de concreto f'c= 200 kg/cm2. 10 cm. Espesor
Atmósfera	Polvos y partículas	Emisión de polvos y partículas por construcción de pavimento o banqueta de concreto f'c=250 kg/cm2 15 cm. De espesor
Atmósfera	Polvos y partículas	Emisión de polvos y partículas por excavación con equipo para zanjas en cualquier material excepto roca, en seco en zona a de 0 a 6.00 mts. De profundidad.
Atmósfera	Polvos y partículas	Emisión de polvos y partículas por instalación de tubería de polietileno de alta densidad de 18", 24", 30", 36" de diámetro
Atmósfera	Polvos y partículas	Emisión de polvos y partículas por relleno en zanjas a volteo con material producto de excavación.
Atmósfera	Polvos y partículas	Emisión de polvos y partículas por acarreo 1er. Km. Material producto de excavación excepto roca en camión volteo, descarga a volteo en camino plano revestido y lomerío suave pavimentado
Atmósfera	Polvos y partículas	Emisión de polvos y partículas por acarreo km. Subsecuentes al 1o., de roca en camión volteo, en camino plano revestido y lomerío suave pavimentado
Atmósfera	Confort sonoro	Emisión de ruidos por ruptura y demolición de pavimento hidráulico. Trazo y corte c/cortadora de disco en: pavimento hidráulico.
Atmósfera	Confort sonoro	Emisión de ruidos por construcción de base de grava cementada.
Atmósfera	Confort sonoro	Emisión de ruidos por construcción de pavimento o banqueta de concreto f'c= 200 kg/cm2. 10 cm. Espesor
Atmósfera	Confort sonoro	Emisión de ruidos por construcción de pavimento o banqueta de concreto f'c=250 kg/cm2 15 cm. De espesor
Atmósfera	Confort sonoro	Emisión de ruidos por excavación con equipo para zanjas en cualquier material excepto roca, en seco en zona a de 0 a 6.00 mts. De profundidad.
Atmósfera	Confort sonoro	Emisión de ruidos por instalación de tubería de polietileno de alta densidad de 18", 24", 30", 36" de diámetro
Atmósfera	Confort sonoro	Emisión de ruidos por relleno en zanjas a volteo con material producto de excavación.
Atmósfera	Confort sonoro	Emisión de ruidos por acarreo 1er. Km. Material producto de excavación excepto roca en camión volteo, descarga a volteo en camino plano revestido y lomerío suave pavimentado



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



Factor ambiental	Atributo ambiental	Nominación del impacto
Fauna	Madrigueras	Incremento en la mortalidad de especies hipogeas por relleno en zanjas a volteo con material producto de excavación.
Fauna	Madrigueras	Incremento en la mortalidad de especies hipogeas por pozo de visita tipo común, de 1.50 mts hasta 4.00 mts. De profundidad
Fauna	Madrigueras	Incremento en la mortalidad de especies hipogeas por pozo de visita "tipo especial", p/tuberías de 76 a 107 cm. De diámetro, de 2.5 m hasta 4.50 m de profundidad
Fauna	Madrigueras	Incremento en la mortalidad de especies hipogeas por cajas de caída adosadas a los pozos de visita hasta 1m de profundidad
Fauna	Abundancia	Incremento en la mortalidad de peces por derrame accidental por bombeo de aguas residuales
Paisaje	Integridad	Modificación del paisaje por obras de excavación e instalación del colector
Intervisibilidad	Incidencia visual	Obstrucción visual de elementos naturales por obras de excavación e instalación del colector
Uso productivo	Uso agrícola	Pérdida de zonas agrícolas por la instalación del proyecto por bombeo de aguas residuales

Tabla V. 5 Impactos ambientales sintetizados.

Factor	Impacto ambiental
Atmósfera	Incremento en polvos y partículas en suspensión por construcción
Atmósfera	Incremento de los niveles de ruido en el día
Agua	Deterioro del índice de calidad del agua por derrame accidental durante el bombeo de aguas residuales en la etapa de operación
Suelo	Disminución de la productividad estructura, compactación y estabilidad
Suelo	Disminución de la productividad, calidad.
Suelo	Incremento de erosión del suelo en el área donde se realizara la construcción
Fauna	Riesgo de mortalidad de especies de hábitos hipogeos por las actividades de excavación, durante la etapa de construcción
Fauna	Riesgo de mortalidad de peces por derrames accidentales de agua residual, durante la etapa de operación
Paisaje	Deterioro de la calidad visual del paisaje durante la operación del proyecto



V.2. Valoración de los impactos

El siguiente paso en la aplicación de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales es, la valoración de los impactos detectados para determinar su significancia. Esta etapa del proceso se abordó en dos fases: en la primera, se identifica la significancia con bases cualitativas y tomando como referencia el alcance de la definición de impacto significativo que establece la fracción IX del artículo 3° del REIA. La segunda se basa en la aplicación de las definiciones y disposiciones del marco jurídico que regula este procedimiento (LGEEPA y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental). Según se ilustra en la tabla (Tabla significancia), cada uno de los impactos, cumple al menos con uno de los supuestos del REIA.

Tabla V. 6 Significancia de los impactos ambientales identificados de acuerdo con la definición del artículo 3° fracción IX del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.

Factor	Impacto Ambiental	Supuestos establecidos en el artículo 3° fracción IX del REIA							
		Origen		Altera		Obstaculiza			
		Antropogénico	Natural	Ecosistemas y recursos naturales	Salud	Existencia del hombre	Desarrollo del hombre	Existencia y desarrollo de los demás seres	Continuidad de los procesos naturales
Atmósfera	Incremento en polvos y partículas en suspensión por construcción	X		X	X				
Atmósfera	Incremento de los niveles de ruido en el día	X			X				
Agua	Deterioro del índice de calidad del agua por derrame accidental durante el bombeo de aguas residuales en la etapa de operación	X		X	X		X	X	X
Suelo	Disminución de la productividad estructura, compactación y estabilidad	X		X				X	
Suelo	Disminución de la productividad, calidad.	X		X			X		X
Suelo	Incremento de erosión del suelo en el área donde se realizara la construcción	X		X					



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario “Las Villas”



Fauna	Riesgo de mortalidad de especies de hábitos hipogeos por las actividades de excavación, durante la etapa de construcción	X		X				X	X
Fauna	Riesgo de mortalidad de peces por derrames accidentales de agua residual, durante la etapa de operación	X		X				X	X
Paisaje	Deterioro de la calidad visual del paisaje durante la operación del proyecto	X					X		

De acuerdo con este ejercicio, todo el conjunto de impactos ambientales sintetizados es de origen antropogénico y obstaculiza o altera al menos uno de los factores señalados en la definición de impacto significativo del REIA. Debido a lo anterior, todo el conjunto de impactos sintetizados debe sujetarse a la determinación de incidencia. Nuevamente se enfatiza que, en la determinación de significancia e incidencia, se toma en cuenta principalmente, la información arrojada por los modelos teóricos usados en la caracterización de impactos.

El análisis posterior deriva del ejercicio complementario de valoración, basado en los cinco atributos de impacto, de los diez propuestos por Gómez Orea (2002), descritos en la tabla Atributos de impacto para determinar significancia (Tabla).

El procedimiento valora los impactos que son destacables por el efecto que pudieran llegar a ocasionar sobre algún factor del ambiente. A los impactos que alcanzan los puntos más altos se les denomina “impactos destacables”, equivalentes a “impactos significativos” en los términos de la definición del artículo 3º fracción IX del REIA.

Tabla V. 7 Atributos de impacto para determinar la incidencia.

Atributo	Carácter de los atributos	Interpretación	Valor (Intensidad)
Inmediatez	Directo	Es el efecto que tiene repercusión inmediata sobre el ambiente	3
	Indirecto	Cuando deriva de un efecto primario	1
Acumulación	Simple	Se manifiesta en un solo factor del ambiente y no representa efectos secundarios	1
	Acumulativo	Es aquel que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.	3
Momento	Corto	Es el que se manifiesta en el período inmediato posterior al desarrollo de la acción que lo desencadena.	3
	Mediano	Es el que se presente varias semanas o meses después del desarrollo de la acción que lo desencadena	2



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario “Las Villas”



Atributo	Carácter de los atributos	Interpretación	Valor (Intensidad)
	Largo plazo	Es el que se genera un año o más, después de que se ejecuta la acción que lo genera.	1
Persistencia	Temporal	El efecto tiene una alteración de duración definida	1
	Permanente	Tiene una duración indefinida	3
Reversibilidad	Corto	Puede ser asimilado por los procesos naturales en plazos menores a una semana	1
	Mediano	No puede ser asimilado de inmediato, tardan varias semanas en desaparecer las manifestaciones del efecto.	2
	Largo plazo o no reversible	Las manifestaciones del efecto tardan un año o más en desaparecer.	3

El significado de cada criterio se detalla a continuación:

- *Inmediatez (I)*: directo o indirecto. El efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental, mientras el indirecto o secundario es el que deriva de un efecto primario.
- *Acumulación (A)*: simple o acumulativo. Efecto simple es el que se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos. Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.
- *Momento (M)* en que se produce: corto, mediano y largo plazo. Efecto a corto, mediano o largo plazo, es el que se manifiesta en un ciclo anual, antes de cinco años o en un periodo mayor, respectivamente.
- *Persistencia (P)*: temporal o permanente. Efecto permanente, supone una alteración de duración indefinida, mientras e temporal permanece un tiempo determinado.
- *Reversibilidad (R)*: reversible o irreversible. Efecto reversible es el que puede ser asimilado por los procesos naturales, mientras el irreversible no puede serlo o sólo después de un largo tiempo.

Con el uso de los valores de estos criterios se determinó la destacabilidad de cada impacto. Para ello se procedió a determinar el índice de incidencia de cada uno de ellos. El índice de incidencia se define como la severidad y forma de la alteración que provoca el impacto, la cual viene definida por la serie de atributos mencionados con anterioridad que caracterizan dicha alteración.



A los 24 impactos negativos identificados se atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1, mediante la siguiente metodología:

1. Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo; por ejemplo, *momento* en corto, mediano y largo plazo,
2. Atribuir un código numérico a cada forma, acotado entre un valor máximo (3) para la más desfavorable y un mínimo (1) para la más favorable; así para el ejemplo anterior *momento*, corto plazo 3, mediano plazo 2, largo plazo
3. El índice de incidencia (I) de cada impacto, se evaluó a partir del algoritmo simple, que se muestra a continuación. El valor se obtiene a través de la suma ponderada de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala, lo anterior requiere atribuir pesos específicos a los atributos considerados como “definitorios de la significancia”. Toda vez que en este ejercicio se utilizaron cinco atributos (Inmediatez (In), Acumulación (A), Momento (M), Persistencia (P) y Reversibilidad (R), el algoritmo se ajustó a la siguiente expresión; en ella queda plasmada el criterio del equipo de evaluación que ponderó la suma asignando un valor especial al criterio de acumulación y otro, menos significativo, al criterio de persistencia, por ello, el valor del criterio de acumulación se multiplica por cinco y el de persistencia por dos:

$$I = In + A(*5) + M + P(*2) + R$$

4. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la siguiente expresión:

$$\text{Incidencia} = \frac{I - I_{min}}{I_{max} - I_{min}}$$

i. Donde:

- ii. I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.
- iii. I_{max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 15, por ser 5 atributos con un valor máximo cada uno de 3.
- iv. I_{min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 5, por ser 5 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

5. La aplicación de la técnica, con los valores de ponderación asignados genera la posibilidad de obtener estimaciones máximas de 30 puntos y mínimas de 10:

$$I_{max} = (3In) + (15A) + (3M) + (6P) + (3R) = 30$$

$$I_{min} = (1In) + (5A) + (1M) + (2P) + (1R) = 10$$

6. Previamente se determina un valor umbral de significancia a aplicar a los resultados del ejercicio y éste queda a criterio del evaluador. La técnica recomienda asignar la



destacabilidad¹ a los impactos que alcancen el valor I_{max} , sin embargo, con el objeto de ser más rigurosos en la selección se decidió aplicar el siguiente valor umbral:

$$7. S = \frac{I_{max}}{2} - 1$$

- i. Donde:
- ii. **S** = Destacabilidad
- iii. I_{max} = Valor máximo de incidencia
- iv. Lo anterior significó que, todo aquel impacto potencial que pudiera alcanzar 14 puntos o más (Índice de incidencia estandarizado 0.60), debería ser considerado como potencialmente destacable.

Tabla V. 8 Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.59
Destacable	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	Mayor a 0.60

Con los resultados obtenidos se identifican 3 impactos potencialmente destacables (TablaV.9):

1. Deterioro del índice de calidad del agua por derrame accidental durante el bombeo de aguas residuales en la etapa de operación.
2. Incremento del potencial de erosión en el área donde se realizará la construcción.
3. Riesgo de mortalidad de peces por derrames accidentales de agua residual, durante la etapa de operación.

En los capítulos posteriores, estos impactos serán el objeto de atención del programa de medidas y del programa de vigilancia ambiental.

Es importante señalar que la valoración de los atributos de incidencia y de los criterios de relevancia, no se realizó de forma arbitraria o exclusivamente cualitativa con base en la percepción personal. Al contrario, se sustentan en los resultados obtenidos a partir de los análisis para la predicción del nivel de impactos, que figuran en el apartado de caracterización de los impactos de este capítulo.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”





Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



Tabla V. 9 Determinación de impactos destacables (significativos), utilizando atributos de incidencia y relevancia.

Factor	Impacto ambiental	Atributos de incidencia						Incidencia estandarizada	Categoría	Criterios de relevancia				Relevancia
		Inmediatez	Acumulación	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Incidencia			Jurídico	Integridad funcional	Calidad ambiental	Capacidad de carga	
Atmósfera	Incremento en polvos y partículas en suspensión por construcción	3	1	3	1	1	14	0.20	Despreciable	0.25				0.25
Atmósfera	Incremento de los niveles de ruido en el día	3	1	3	1	1	14	0.20	Despreciable	0.25				0.25
Agua	Deterioro del índice de calidad del agua por derrame accidental durante el bombeo de aguas residuales en la etapa de operación	3	3	3	1	1	24	0.70	Destacable	0.25	0.25	0.25	0.25	1
Suelo	Disminución de la productividad estructura, compactación y estabilidad	3	1	3	1	1	14	0.20	Despreciable					0
Suelo	Disminución de la productividad, calidad.	1	1	3	1	1	12	0.10	Despreciable					0
Suelo	Incremento del potencial de erosión en el área donde se realizara la construcción	3	3	3	1	3	26	0.80	Destacable		0.25	0.25	0.25	0.75
Fauna	Riesgo de mortalidad de especies de hábitos hipogeos por las actividades de excavación, durante la etapa de construcción	3	1	3	1	1	14	0.20	Despreciable				0.25	0.25
Fauna	Riesgo de mortalidad de peces por derrames accidentales de agua residual, durante la etapa de operación	3	3	3	1	1	24	0.70	Destacable	0.25	0.25	0.25	0.25	1



Manifestación de Impacto Ambiental
 Modalidad Particular
 Colector Sanitario “Las Villas”



Paisaje	Deterioro de la calidad visual del paisaje durante la construcción del proyecto	3	1	3	1	1	14	0.20	Despreciable			0.25		0.25
---------	---	---	---	---	---	---	----	------	--------------	--	--	------	--	------



V.3. Caracterización de los impactos

La información contenida en este apartado, presenta los resultados de los análisis a partir de los cuales se deducen las características de los impactos previstos, tales como la magnitud, naturaleza y distribución más probable de los impactos potenciales identificados para el proyecto. En cada caso se indica el nombre del impacto, el factor ambiental sobre el cual puede incidir y el atributo específico evaluado, del cual se desprende el indicador de impacto usado para su medición.

V.3.1. Deterioro del índice de calidad del agua por derrame accidental durante el bombeo de aguas residuales en la etapa de operación

Factor: Agua, Fauna

Atributo: Calidad fisicoquímica del agua e incremento del riesgo de mortalidad de peces.

Indicador: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/m³).

El transporte de aguas negras y aguas grises (producto de la colada, cocina, el uso del baño u otras actividades domésticas que no contienen excretas) se recogen y gestionan en el sistema conjunto que lleva aguas negras del proyecto. Estas pueden contener niveles altos de microorganismos patógenos, sólidos en suspensión y sustancias como aceites, grasas, jabones, detergentes y otras sustancias químicas domésticas y pueden tener un efecto perjudicial en la salud humana y además sobre la calidad de suelos y de las aguas subterráneas (Chapra, 1997).

Los impactos ambientales potenciales significativos asociados a la recolección de aguas residuales están relacionados principalmente con vertido de aguas residuales domésticas y fugas o desbordamientos. Produciendo contaminación microbiana y química de las aguas receptoras, una reducción del oxígeno, y un aumento en la turbidez y eutrofización. Pudiendo contribuir a extender enfermedades, olores, contaminación de pozos, deterioro del entorno.

Tratando de evaluar el impacto que tendría una posible fuga de la tubería sobre el lecho del río tenemos el establecimiento de un modelo que sirva de representación del medio ambiente para simular las condiciones ambientales y su respuesta a estímulos o impactos determinados. Los modelos matemáticos son los más frecuentemente utilizados con distintos grados de complejidad, siendo estos caracterizados como modelos unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales donde:

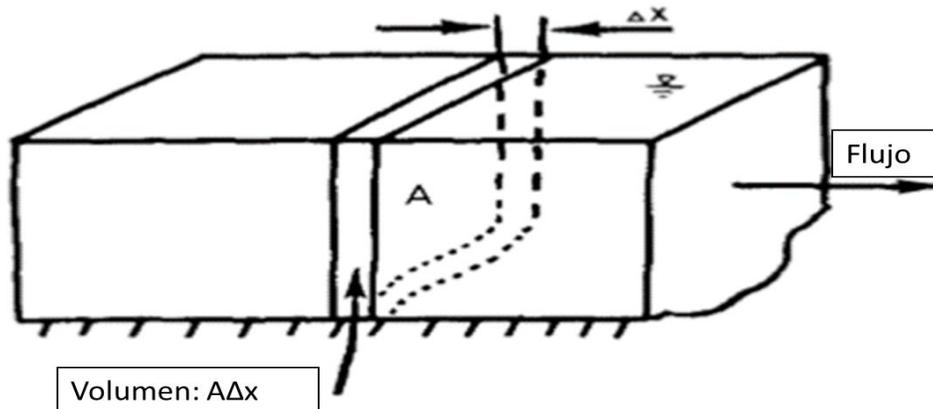
- **Modelos unidimensionales:** se usan en la representación de flujos de aguas en ríos, siendo la dirección considerada el sentido del escurrimiento

- **Modelos bidimensionales:** se usan para ríos de gran ancho, en los cuales las concentraciones de los contaminantes varían de un lado a otro de la ribera del río.
- **Modelos tridimensionales:** aplicados en estudios de aguas subterráneas y en sistemas más complejos de aguas superficiales. Requieren de una mayor información que los anteriores y de un uso intenso de cálculos computacionales.

2

En muchos ríos y esteros es posible considerar al cuerpo de agua como homogéneo con respecto a variables de calidad del agua en las direcciones trasversal y vertical. El compuesto contaminante varía o tiene un "gradiente" solo en la dirección del río, este tipo de sistema se conoce como unidimensional en contraste con cuerpos de agua con variaciones importantes en las tres direcciones o sistemas tridimensionales. Se muestra el sistema unidimensional en el cual el área de escurrimiento es A y el espesor del elemento de control es Δx .

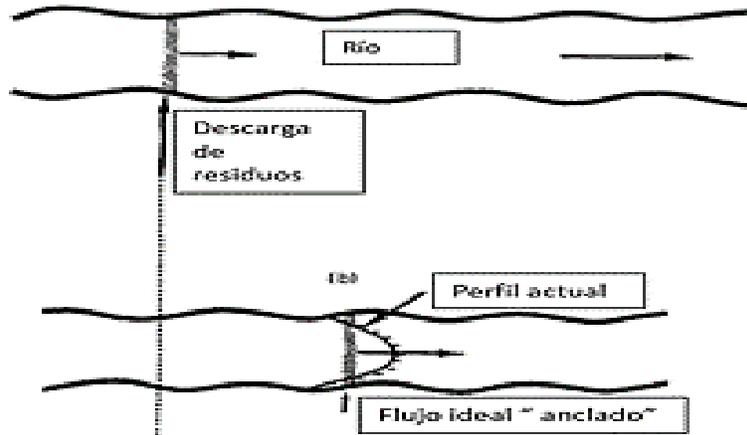
Figura V. 4 Esquema del modelo unidimensional.



Podemos asumir que la calidad del agua en el río es no dispersivo, es decir que cada elemento del material contaminante fluye en dirección de la corriente (aguas abajo). No existe mezcla debido a difusión o dispersión, esto se conoce como flujo "pistón" que a continuación se ilustra.

² HYDROSCIENCE, INC. Simplified mathematical modeling of water quality. Environmental Protección Agency, marzo 1971

Figura V. 5 Esquema del flujo "pistón".



Método

La caracterización de este impacto se realizó mediante la determinación del balance de masas en el cauce del río así como la determinación del Índice de Calidad del agua (ICA) considerando los siguientes criterios:

- El flujo natural del cauce del río en el cruce de este con la tubería de forma puntual delimitando la zona de estudio.
- La determinación del Índice de Calidad del Agua para el cauce del río antes y después de la simulación.
- La clasificación de acuerdo al modelado y valor obtenido de ICA del cauce del río con el cruce de la tubería.

Balance de Masas

La masa total del compuesto **C** (M/L) que entra a través de la sección de control en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en un intervalo de tiempo Δt es: **Q C Δt**

Donde **Q** es el caudal del río. De manera similar, la masa de contaminante que sale del volumen de control a través de una cara situada a una distancia Δx de la zona está dada por:

$$\left((Q + \Delta Q) \left(c + \frac{\partial C}{\partial x} \Delta x \right) \Delta t \right)$$

Donde realizando un tratamiento matemático entre el volumen y concentración del contaminante y considerando **K** como el coeficiente de reacción de primer orden que describe

la pérdida o ganancia del compuesto C tenemos una ecuación simplificada para este modelo que a continuación se indica.

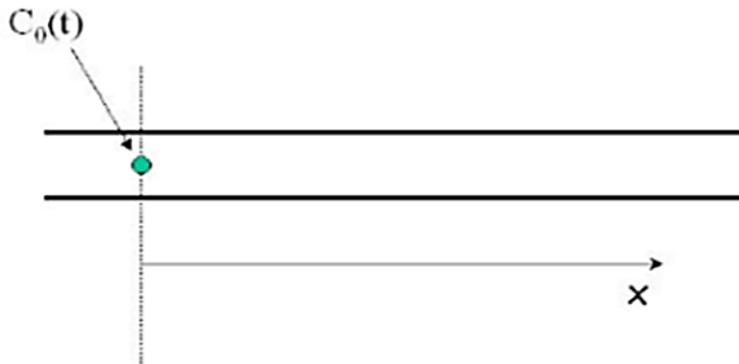
$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{1}{A} * \frac{\partial(Q * C)}{\partial x} \pm K * C$$

Donde se representa la ecuación diferencial básica para el estudio de un sistema simple y no dispersivo, donde este modelo asume que no existe mezcla o dispersión y se conoce comúnmente como modelo de máximo gradiente. La variable C representa un compuesto conservativo, $k=0$. A es el área determinada del efluente o sistema a estudiar. El flujo, el área perpendicular, así como el coeficiente de decaimiento pueden ser funciones de la distancia y el tiempo. Comúnmente se considera el origen del eje x en la ubicación de una descarga, de esta manera una condición de borde característica es

$$C = C_0(t) \text{ en } x=0$$

Donde $C_0(t)$ es la concentración del compuesto C en la localización de la descarga.

Figura V. 6 Modelación de las ecuaciones diferenciales.



Estas ecuaciones diferenciales fueron modeladas para el estudio de los contaminantes con la simplificación de la ecuación planteada para un balance de masas donde se supone que el río es homogéneo en toda la sección donde se produciría el vertido tanto lateral como verticalmente, además de suponer que las variables de calidad de agua se comportan de forma homogénea en la sección.

Aplicando el software Q2KMaster2_12b1 diseñado por la agencia de la protección del medio ambiente de Estados Unidos de Norteamérica (EPA por sus siglas en inglés) y utilizando un método de solución de ecuaciones basado en el método de Euler, se obtiene la simplificación de la fórmula y calculado la distancia desde el punto de vertido en la que se produce la mezcla

con el río (Yotsukura, 1968). Se tiene la siguiente simplificación realizando el vertido en cualquier parte de la corriente que no sea la ribera del río:

$$X = 0.12V \frac{B^2}{H}$$

Donde

X= distancia desde la fuente de descarga a la zona de la masa de agua en la que se produce la mezcla completa de la descarga (m).

B=Anchura media del tramo (m)

H= Profundidad media de la corriente (m).

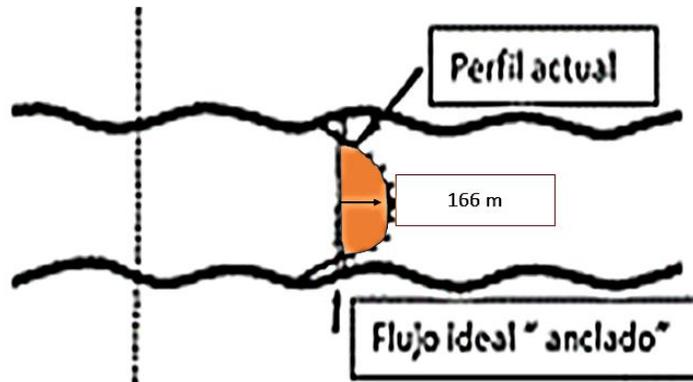
V= velocidad media en el tramo (m/s)

Por lo que asignado el flujo de 188 litros por segundo dentro del tramo y considerando una profundidad media de 45 centímetros y una anchura media del tramo de 50 metros tenemos que:

$$X = (0.12)(0.188 \frac{50^2}{0.45})$$

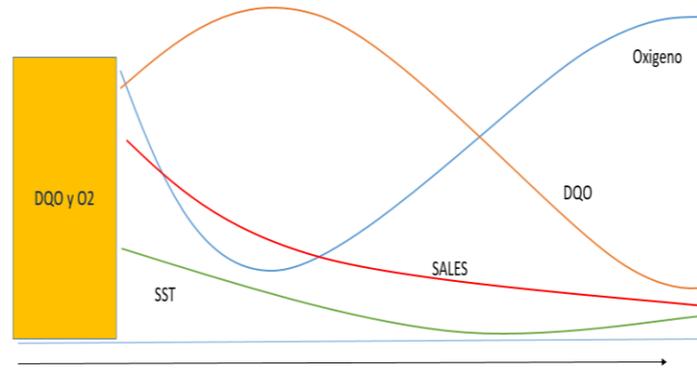
$$X=166 \text{ metros}$$

Figura V. 7 Flujo ideal anclado.



Es decir desde el punto de la fuga el modelo con la suposición de que existe uniformidad lateral del flujo, lo cual es asociado a la sección recta del río permite prever que el contaminante llegara a 166 metros de la fuente, donde partir de este punto será la zona contaminada o de degradación, generando a continuación una zona séptica de agua muy contaminada, una zona de recuperación o agua contaminada y una zona limpia donde el parámetro de Oxígeno disuelto estará aproximadamente en un 40% de su valor normal.

Figura V. 8 Distancia a la entrada de aguas residuales al río.



De forma natural y después de controlado el derrame se inicia un proceso de autodepuración que son una serie de mecanismos de sedimentación de las partículas presentes en el efluente y de procesos químicos y biológicos que producen la degradación de la materia orgánica existente para su conversión en materia inorgánica.

Esta servirá de nutriente a las algas, incrementando su actividad fotosintética y enriqueciendo de O_2 el agua. Distinguiéndose en un río contaminado las siguientes zonas desde el foco de contaminación.

- **Zona de degradación:** inmediatamente aguas abajo del vertido, iniciando la descomposición de la materia orgánica.
- **Zona séptica:** el agua se vuelve oscura y de aspecto putrefacto, el DQO, DBO son muy altos y OD es muy bajo.
- **Zona de recuperación:** El oxígeno y el aire procedente de la fotosíntesis permiten a la oxidación de la materia orgánica, recuperando paulatinamente el nivel de oxígeno.
- **Zona de aguas limpias:** presenta características similares a las que se tenían antes de recibir el vertido.

El Indicador de calidad del agua.

Estos impactos potenciales en la calidad del agua significan cambios en los indicadores ambientales debidos a acciones de una actividad o proyecto determinado, con la posibilidad de disminuir el oxígeno disuelto en el curso del receptor, representando un eventual impacto negativo en la calidad del efluente del río, considerando la magnitud del impacto de acuerdo a la normatividad vigente.



El desarrollo de un modelo permitirá modelar los casos supuestos negativos y obtener valores cuantitativos que permitan evaluar y tomar decisiones respecto a las acciones que impacten menos en el proyecto.

Seleccionando adecuadamente los indicadores de la calidad del agua tendremos una representación cuantitativa objetiva al tener la modelación y los valores de los indicadores de la calidad el agua (ICA) y se podrá determinar la magnitud de la afectación en el caso de un derrame accidental.

Los indicadores de calidad del agua.

	Indicadores
Aguas superficiales y aguas subterráneas	<i>Normas de calidad del agua, Temperatura, pH, Conductividad, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos Totales, DBO5, DQO, Oxígeno Disuelto, Alcalinidad, Nitratos, Nitritos, Amonio, Nitrógeno Kjeldahl, Fosfato, Sulfatos, Cloruros, Hierro, Manganeso, Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio, Sílice, Mercurio, Cadmio, Arsénico, Plomo, Cobre, Coliformes Totales y Fecales, Pesticidas</i>

Basándonos en lo reportado en la bibliografía acerca de la determinación del Índice de la Calidad del agua (ICA) para calificar y clasificar el agua de este sitio, se debe tener una practicidad en la reducción de parámetros a una forma simple, ya que el monitoreo de una cantidad mayor de datos, dificulta detectar patrones (Carpenter, 1998; Chapman P, 1998).

Se pueden utilizar los parámetros deseados a evaluar y calcularlos en base a la ecuación propuesta por Pesce y Wunderlin (2000), donde dicho índice puede ser usado para calificar adecuadamente la calidad del efluente del río antes y después del proyecto. (Vicencio. *et al.*, 2007).

$$ICA = \frac{k \sum_i C_i P_i}{\sum_i P_i}$$

Dónde:

k = constante subjetiva, representa la impresión visual de la contaminación del río, evaluada por una persona sin ninguna relación con el área ambiental.

C_i = valor normalizado del parámetro

P_i = peso relativo asignado a cada parámetro

En la Tabla 1 se muestran los valores sugeridos para C_i y P_i , usados en el cálculo del ICA, los cuales están basados en el Estándar Europeo (1975) de acuerdo a la preservación de la vida acuática (Pérez-López, 2013).

Tabla V. 10 Valores sugeridos para C_i y P_i , usados en el cálculo del ICA

	P_i	C_i										
		100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Temp	1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
pH	1	7	7-8	7-8.5	7-9	6.5-7	6-9.5	5-10	4-11	3-12	2-13	1-14
OD	4	≥ 7.5	>7	>6.5	>6.0	>5.0	>4.0	>3.5	>3.0	>2.0	>1.0	<1.0
NH ₃	3	<0.01	<0.05	<0.10	<0.20	<0.30	<0.40	<0.50	<0.5	<1.0	<1.25	>1.25
NO ₃	2	<0.5	<2.0	<4.0	<6.0	<8.0	<10.0	<15.0	<20.0	<50.0	<100	>100
PO ₄	1	<0.2	<1.6	<3.2	<6.4	<9.6	<16.0	<32.0	<64.0	<96.0	<160	>160
SST	4	<20	<40	<60	<80	<100	<120	<160	<240	<320	<400	>400
DQO	3	<5	<10	<20	<30	<40	<50	<60	<80	<100	<150	>150
DBO ₅	3	<0.6	<2.0	<3	<4	<5	<6	<8	<10	<12	<15	>15
CF	3	<50	<500	<1000	<2000	<3000	<4000	<5000	<7000	10000	≤ 14000	>14000

Se asignan por convención valores de $K=0$ para evitar sesgo por la apreciación de la variable subjetiva y los valores de P_i se asignaran donde los parámetros de mayor importancia influyen en la vida acuática teniendo el valor máximo de 4 a los de menor relevancia se les asigno el valor de 1.

Tabla V. 11 Valores de P_i

Parámetro	Valor de P_i
Fosforo soluble (PO ₄ ⁻³)	1
Nitratos (NO ₃ ⁻)	2
Amoniaco (NH ₃)	3
Oxígeno disuelto (OD)	4
DQO	3
DBO ₅	3
pH	1
Temperatura	1

El valor numérico del índice, la clasificación del agua y color se muestran en la Tabla V. 12 (Vicencio *et al.*, 2007).

Tabla V. 12 Clasificación y colores establecidos para presentar el ICA

Descriptor	ICA	Colores
Muy mala	0-25	Rojo
Mala	25-50	Anaranjado
Media	51-70	Amarillo
Buena	71-90	Verde
Excelente	91-100	Azul

Las descargas de agua residual doméstica y o industriales en aguas superficiales y subterráneas son la causa más importante de contaminación, tanto a nivel local como



internacional, originando problemas de salud y eutrofización en la mayoría de los ríos y cuya calidad depende de las estaciones del año. Este modelo y la determinación del Índice de Calidad del Agua se basan en el cumplimiento normativo a la NOM-001-SEMARNAT-1996, por lo que el cálculo y modelado unidimensional de los parámetros de calidad del agua a elegir permitirán evaluar el grado de contaminación que pueda contener el efluente en caso de un derrame de aguas residuales de forma fortuita e intermitente.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) se define como cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica susceptible de ser oxidada, mediante un oxidante fuerte. La cantidad de oxidante consumida se expresa en términos de su equivalencia en oxígeno. DQO se expresa en mg/l O₂. Debido a sus propiedades químicas únicas, el ión dicromato (Cr₂O₇²⁻) es el oxidante especificado en la mayoría de los casos. Como se ha comentado, tanto los constituyentes orgánicos como inorgánicos de la muestra están sujetos a oxidación. Sin embargo, el componente orgánico predomina y es de mayor interés.

El DQO es un test definido, tanto el tiempo de digestión como la fuerza del reactivo y la concentración DQO de la muestra afecta al grado de oxidación de la misma. El método DQO se usa a menudo para medir los contaminantes en las aguas naturales y residuales y para evaluar la fuerza de desechos tales como aguas residuales municipales e industriales. El método DQO se usa también en aplicaciones en industria química, industria papelera, lavanderías, estudios medioambientales y educación general. En las plantas potabilizadoras de agua, los valores DQO deberán ser inferiores a 10 mg/l O₂ al final del ciclo de tratamiento.

La DQO puede medirse mediante el **método titramétrico** de reflujo cerrado y el **método colorimétrico** de reflujo cerrado (Métodos Estándar 5520 C. y 5520 D. respectivamente). El método colorimétrico es el más aceptado por su rango de determinación y su rapidez y facilidad en preparación de la muestra.

Titrición: Una muestra es retenida en una solución fuertemente ácida con un exceso conocido de dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇). Tras la digestión el K₂Cr₂O₇ sin reducir restante es titrado con sulfato de amonio ferroso para determinar la cantidad de K₂Cr₂O₇ consumida y la materia oxidable se calcula en términos de equivalente en oxígeno. Este procedimiento es aplicable a los valores DQO entre 40 y 400 mg/l. Se pueden obtener valores DQO más altos mediante una cuidadosa dilución o utilizando concentraciones más altas de Solución de digestión de dicromato (Método Estándar 5520 C.).

Colorimétrico: Cuando una muestra es digerida, el material DQO en esa muestra se oxida por el ión dicromato. Como resultado, el Cromo pasa de estado hexavalente (VI) a trivalente (III). Ambas especies de Cromo exhiben un color y absorben luz en la región visible del espectro. En la región 400 nm el ión dicromato (Cr₂O₇²⁻) absorbe mucha luz mientras que el ión crómico (Cr³⁺) absorbe mucho menos. En la región 600 nm es el ión crómico el que



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



absorbe mucho y el ión dicromato tiene una absorción prácticamente nula. (Método Estándar 5220 D.)

Este método cubre los rangos de 0 a 15000 mg/l O₂

- 0-150 mg/l aprox. 420 nm
- 0-1000 (1500) mg/l aprox. 600 nm
- 0-15000 mg/l aprox. 600 nm

Delimitación del área de interés

La delimitación de la zona de interés para la determinación del Índice de Calidad del agua fue el área puntual del cruce de la obra con el cauce del río exclusivamente y estableciendo en la modelación x igual a 100 metros como zona en que el diferencial de la concentración del contaminante respecto al tiempo será evaluado por el modelo propuesto.

Resultados

Previo al proyecto

Con los datos históricos efectuados bajo un muestreo simple del área delimitada se obtuvieron los siguientes resultados en el Índice de Calidad del agua (ICA) Tabla V. 13.

Tabla V. 13 Índice de Calidad del agua (ICA)

Resultados	Valores	Importancia	I	I*W
PH	6.5	1	90.7	90.7
Solidos Suspendidos	70	4	55.3	221.3
Conductividad Eléctrica	88	2	99.0	197.9
OD	8	4	93.1	372.5
DBO	8	3	29.6	88.8
Turbiedad	1.7	1	98.3	98.3
Coliformes Fecales	200	3	116.6	349.8
Coliformes Totales	200	3	23.3	70.0
Peso Total		21		1489.3



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



ICA=	43.9
------	------

No Contaminado	85-100
Aceptable	70-84
Poco Contaminado	50-69
Contaminado	30-49
Altamente Contaminado	0-29

El índice de Calidad del agua indica que el agua está contaminada con Coliformes fecales y con una gran carga orgánica (**DQO = 70**) así como un oxígeno disuelto con valores muy bajos que ponen en riesgo la protección y supervivencia de la vida acuática, superando los límites establecidos en la NOM 001 SEMARNAT 1996, para DBO.

Se debe considerar que la afectación calculada desde el punto de vertido es de 166 metros y una amplitud de la fuga de 1 hora en la mancha de contaminantes que afectarían potencialmente el cauce del río. El índice de calidad del agua se propondría como el peor escenario fortuito.

Con la afectación desarrollada con la aplicación del método de Euler para la resolución de ecuaciones diferenciales unidimensionales con los supuestos antes mencionados se tiene que la afectación a pesar de ser puntualmente grave, puede ser mitigada por los sistemas naturales de depuración del río y contenida en un sitio concreto.

Finalmente, debe tomarse en cuenta que el caudal habitual del río es mínimo aún en época de lluvias, como se describe en el capítulo IV, debido a la operación de la presa y que la probabilidad de falla de las tuberías es inapreciable. En este sentido, no es necesario proponer medidas de mitigación ya que la descarga hacia el río no es una actividad programada del proyecto, sino un evento fortuito para el cual se proponen medidas preventivas de mantenimiento y medidas de contingencia.



V.3.2. Deterioro de la calidad visual del paisaje durante la operación del proyecto

Factor: Paisaje.

Atributo: Incidencia visual.

Indicador: Tamaño de la cuenca visual y visibilidad del proyecto (has)

Los factores visuales están determinados por las condiciones de visibilidad del territorio, determinados por el relieve natural y en ocasiones, por la infraestructura instalada o por la vegetación arbórea natural o inducida, que pueden actuar como barreras. Para la estimación de la incidencia visual, Se establece primero la cuenca visual, definida como el conjunto de áreas desde las cuales puede ser visto un objeto de interés, analizando los valores más convenientes de los parámetros en función de la precisión deseada. Se considera después la posible calificación de esa cuenca visual, en función de la distancia y del ángulo de incidencia visual.

En la determinación de la incidencia visual del proyecto sobre el paisaje, se tomaron los siguientes criterios:

- a. La topografía.
- b. Las barreras visuales artificiales.
- c. La presencia de zonas habitadas o de uso frecuente.
- d. El tamaño angular del proyecto en función de la distancia a los observadores potenciales.
- e. La fracción visible del proyecto desde los distintos puntos de la cuenca visual.

Método

La caracterización de este impacto se realizó mediante el siguiente proceso:

1. Delimitación del área de interés para el cálculo de la cuenca visual.
2. Adición de las barreras visuales no topográficas (vegetación) al modelo digital de elevación del área de interés.
3. Delimitación de las zonas habitadas y de uso frecuente.
4. Cálculo de la cuenca visual y cálculo de la visibilidad.
5. Aplicación de la regla de decisión para determinar si existe un impacto visual significativo.

Delimitación del área de interés

El límite de la zona de interés para el cálculo de la cuenca visual, se estableció a una distancia desde la cual el proyecto ocupa menos del 1 % del campo visual humano típico de 180° en sentido horizontal. El tamaño angular del proyecto se calculó aplicando trigonometría simple,



calculando la función tangente a partir de la proporción *distancia desde el proyecto/longitud del proyecto*. Para el caso, se encontró que, a una distancia de 3000 m desde el sitio de emplazamiento, el proyecto tiene un tamaño angular de 1.65° , es decir ocupa 0.9 % del campo visual humano. No se consideró el tamaño angular vertical, ya que se trata de un proyecto lineal, subterráneo, con elementos cuya altura en las etapas de preparación y construcción, no supera los 4 metros sobre el terreno.

Adición de barreras visuales (BV) al modelo digital de elevación

En la descripción del sistema ambiental, se establece que el sitio del proyecto tiene un valor paisajístico muy bajo, en virtud de la modificación de la geomorfología del río, la erosión de sus taludes y la pérdida masiva de vegetación arbórea. Sin embargo, dentro de la zona de interés arriba mencionada, existen numerosos campos en los que se cultivan nogales y cortinas rompe-vientos. Adicionalmente, persisten en algunos bordes del cauce, remanentes de la vegetación de galería original. Estos elementos fueron vectorizados en forma de polígonos, a partir de las imágenes compuestas de alta resolución, disponibles en *Google Earth* para el año 2017, con el fin de simular su efecto como barreras visuales en la determinación del tamaño de la cuenca visual. A estos polígonos, se les asignó una altura de 3 a 7 metros, de acuerdo con la información recabada en campo. Esta capa de polígonos, se convirtió a formato reticular y posteriormente se superpuso al modelo digital de terreno (MDT) de 30 x 30 metros, mediante una operación de adición de rasters en el software ArcMap. De esta forma, la altitud del terreno se incrementó entre 3 y 7 metros en aquellas áreas en las que existe vegetación arbórea (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Delimitación de las zonas habitadas y de uso frecuente

Los centros de población y sitios de uso frecuente, fueron vectorizados en forma de polígonos a partir de las imágenes compuestas de alta resolución, disponibles en *Google Earth* para el año 2017. Se incluyeron en esta capa las localidades de Lerdo de Tejada, La Ferrería, 15 de Septiembre, La Martinica, una porción del Fraccionamiento Campestre y el sitio arqueológico de La Ferrería, así como otros núcleos menores (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Cálculo de la cuenca visual y cálculo de la visibilidad.

La cuenca visual del proyecto dentro de la zona de interés, se calculó mediante el análisis del MDT+BV utilizando la herramienta “*Observer points*” disponible en el software ArcMap 10.2 de ESRI. El proyecto fue representado mediante un conjunto de 10 puntos a lo largo del cruce del sifón por la zona federal del Río El Tunal. Esta representación, permite determinar no solo el tamaño de la cuenca visual, sino también la fracción del proyecto visible desde los diferentes puntos del área de interés.

Aplicación de la regla de decisión para determinar si existe un impacto visual significativo.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



Como ya explicó anteriormente, el proyecto puede ser visible desde una distancia de 3000 metros, en cuyo caso ocuparía menos del 1 % del campo visual de un observador, lo cual no se considera una causa relevante de impacto visual. Por este motivo, se restringió la búsqueda de puntos con visibilidad dentro del radio de 500 metros, desde donde el proyecto tendría un tamaño angular de 10 a 50°, ocupando el 6% o más del campo visual. De esta forma, los criterios que deben cumplirse de forma simultánea para establecer una alteración al paisaje por impacto visual son los siguientes:

- i. Que el proyecto sea visible desde zonas habitadas o de uso frecuente.
- ii. Que el proyecto ocupe 6% o más del campo visual del observador.
- iii. Que sean visibles más del 40 % de los componentes del proyecto.

Resultados

Tamaño de la cuenca visual

El proyecto puede ser visto parcial o totalmente desde 562 Has., lo que representa solo el 20 % del área de interés analizada. Esta cuenca visual es discontinua y asimétrica, extendiéndose desde el noreste hasta el oeste en el sentido de las manecillas del reloj (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

El proyecto puede ser solo parcialmente visible desde el sitio arqueológico de La Ferrería, Lerdo de Tejada, Fraccionamiento Las Villas y 15 de septiembre, y totalmente visible desde los puntos más cercanos y desde los terrenos elevados por encima de la cota de los 1960 msnm. Sin embargo, en ninguno de los sitios del área de interés se cumplen simultáneamente los criterios para establecer un impacto visual (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

- i. Que el proyecto sea visible desde zonas habitadas o de uso frecuente.

Parcialmente visible desde el sitio arqueológico de La Ferrería, Lerdo de Tejada, Fraccionamiento Las Villas y 15 de septiembre.

- ii. Que el proyecto ocupe 6% o más del campo visual del observador.

Para los observadores ubicados en el sitio arqueológico de La Ferrería, Lerdo de Tejada, Fraccionamiento Las Villas y 15 de septiembre, el proyecto ocupa solo 3% del campo visual.

- iii. Que sean visibles más del 40 % de los componentes del proyecto.

Desde los puntos señalados, puede verse el 40 al 60 % del proyecto, sin embargo, este ocupa menos del 3 % del campo visual. Los sitios con visibilidad total y con 6% o más de campo visual no se encuentran habitados de forma permanente ni presentan visitantes frecuentes.

Figura V. 9 Relieve y barreras visuales utilizadas para el cálculo de la cuenca visual del proyecto.

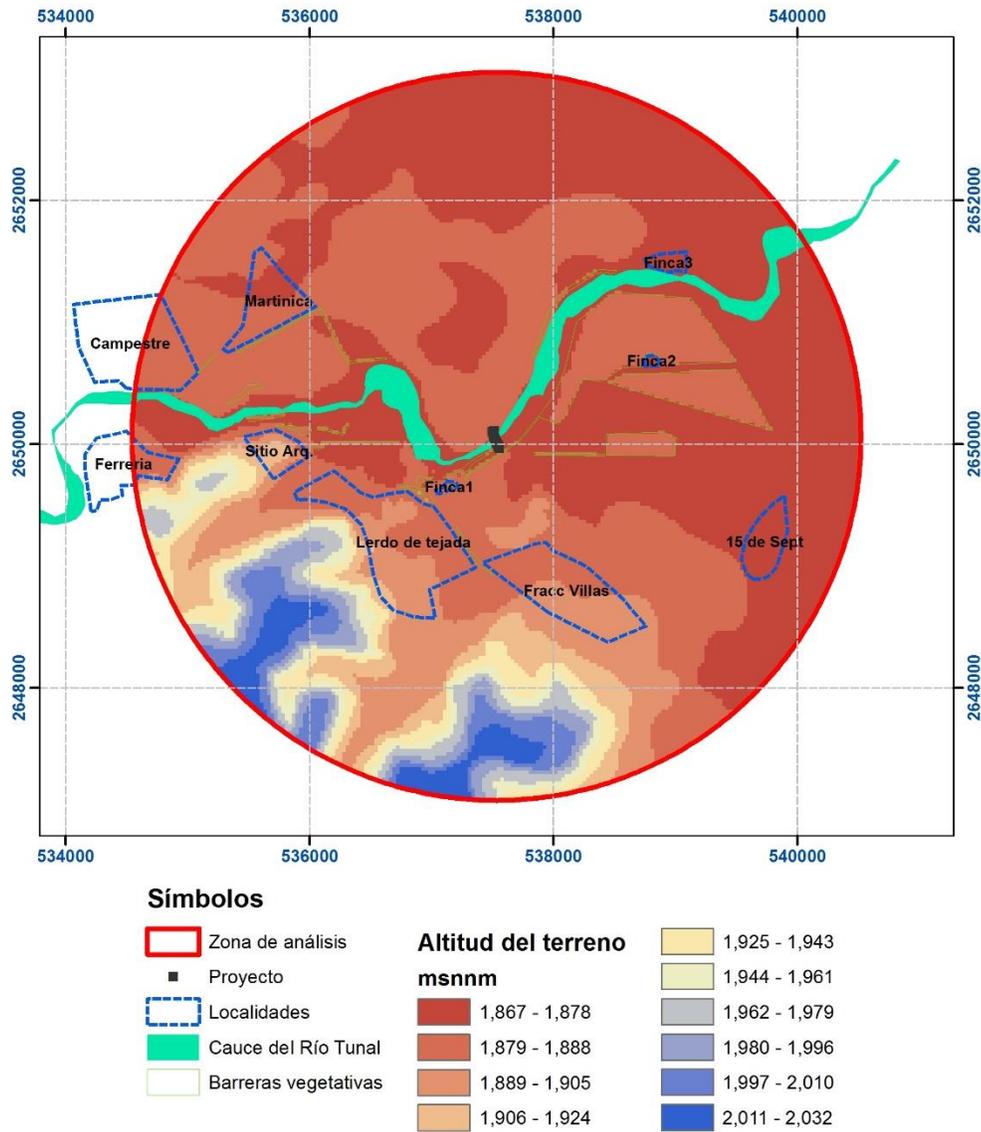


Figura V. 10 Cuenca visual estimada, mostrando la distribución de las áreas habitadas y no habitadas con visibilidad parcial o total del proyecto.

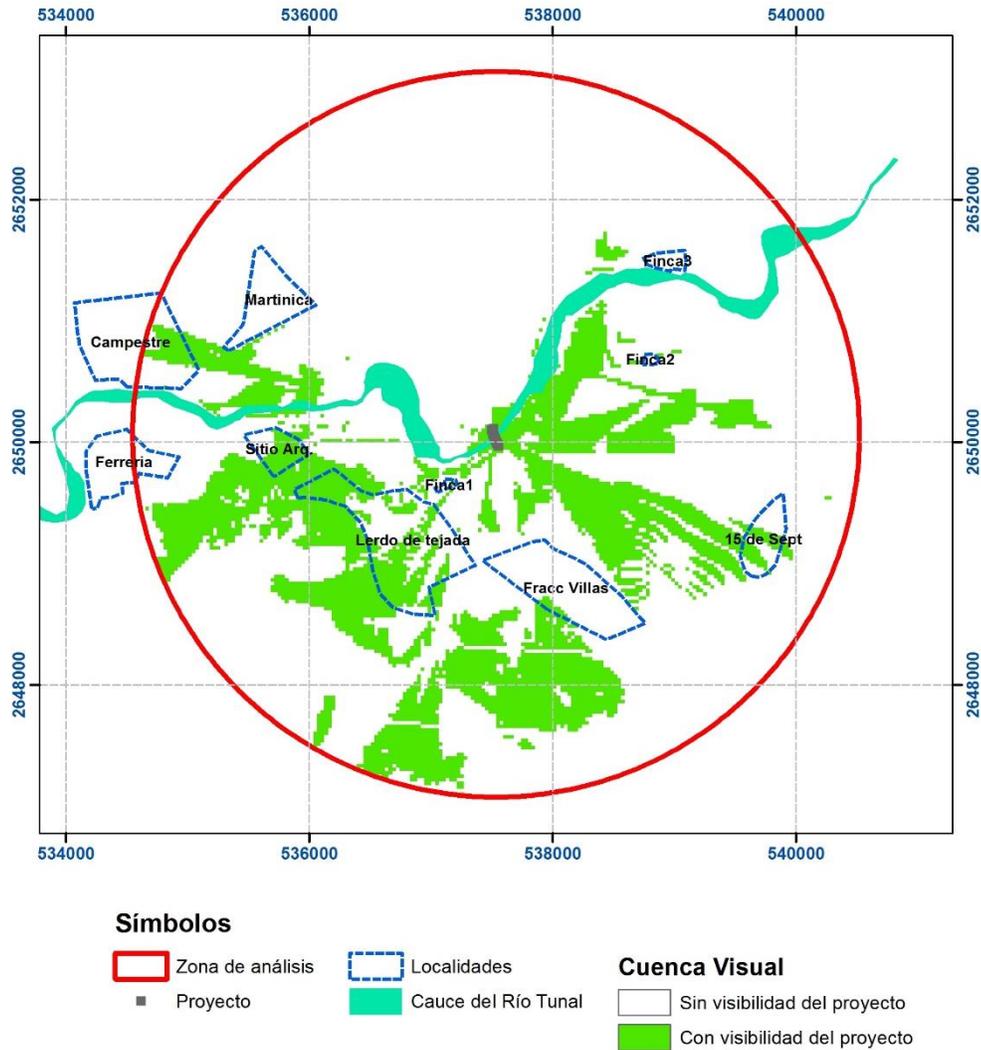
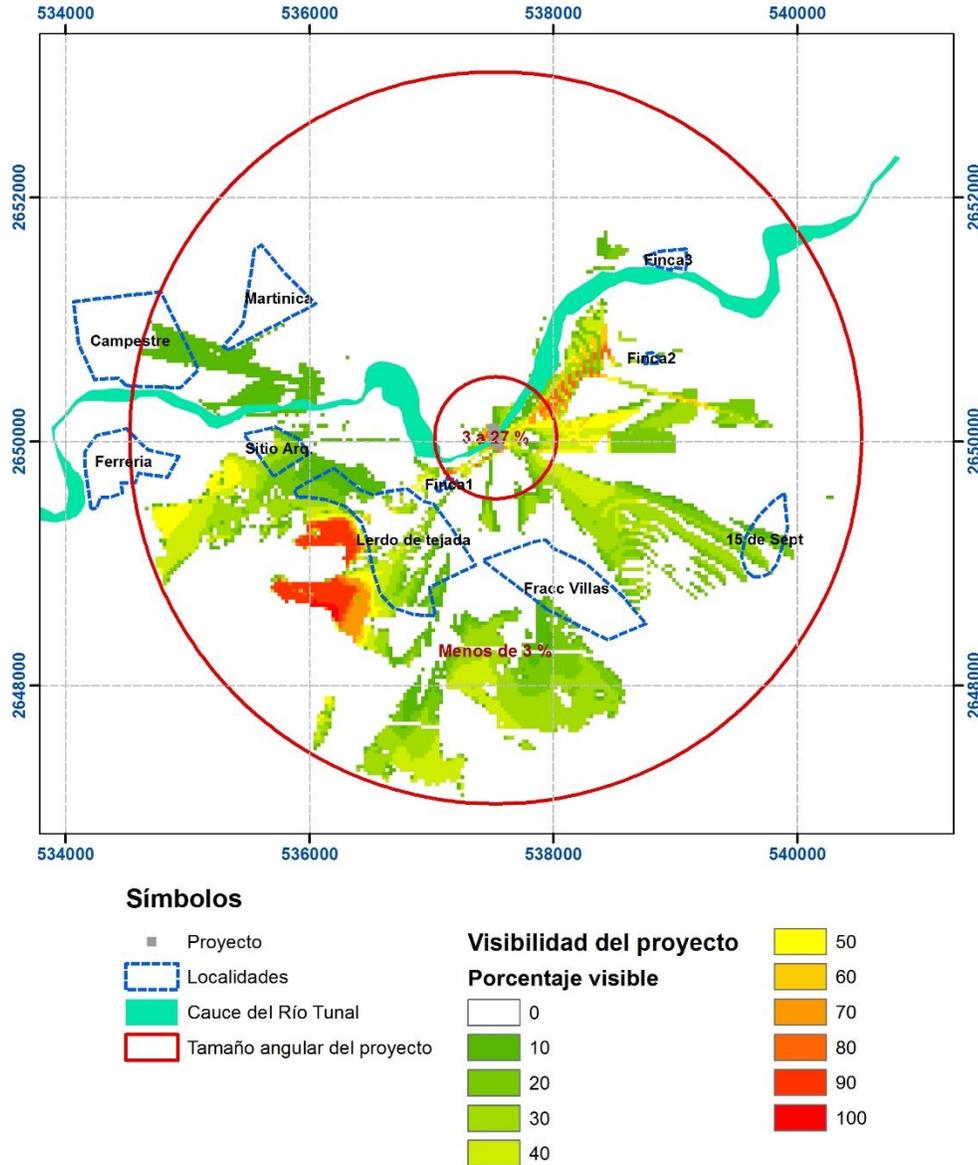


Figura V. 11 Porcentaje visible del proyecto y fracción del campo visual ocupado, con relación a las zonas habitadas y de uso frecuente en la cuenca visual del proyecto





V.3.3. Erosión del suelo por la excavación

Factor: Suelo.

Atributo: Erosión y estabilidad.

Indicador: Pérdida potencial de suelo (ton/ha/año)

Durante las operaciones de preparación y construcción, será necesaria la excavación de una zanja para la instalación de los ductos que conducirán las aguas residuales. Esta obra cruzará el lecho del río en un tramo de 102 metros y posteriormente recorrerá un tramo de longitud similar a lo largo del margen. Considerando el estado del suelo en el sitio, descrito en el capítulo IV, existe un potencial de erosión que debe evaluarse para determinar la pérdida potencial de suelo actual y si el proyecto tiene el potencial de magnificar esta variable.

Método

Se utilizó el modelo de potencial de pérdida de suelos, aplicando la Ecuación universal de pérdida de suelos revisada RUSLE (Renard *et al.*, 1991, 1997):

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Donde:

- **A** es la cantidad de material erodado calculado o medido expresado en toneladas por hectárea para una duración de lluvia específica. A tiene las unidades de K, en el periodo de tiempo seleccionado para R.
- **R** es el factor de lluvia en forma de un índice, que es medido por el poder erosivo de la lluvia expresado en toneladas metro por hectárea hora o en joule por metro cuadrado, una medida de las fuerzas erosivas de la lluvia y escurrimiento asociado;
- **K** es el factor de erodabilidad del suelo, es erosión estándar en tonelada por hectárea por unidad de erosividad R, para un suelo específico con una pendiente uniforme de 9% de gradiente y 22,1 m de longitud de pendiente en barbecho limpio labrado, es una medida de la susceptibilidad inherente de las partículas del suelo a la erosión;
- **L** es el factor longitud de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una pendiente con una longitud dada y la pérdida de suelo de una pendiente con una longitud estándar de 22,13 m, con idénticos valores de erodabilidad y gradiente de pendiente;
- **S** es el factor de gradiente de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una gradiente de pendiente específica y la pérdida de suelos de una pendiente con gradiente estándar de 9%, bajo otras condiciones similares, definen el efecto de la inclinación de la pendiente sobre la pérdida de suelo por unidad de área;



- **C** es el factor combinado de vegetación y manejo, expresa relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específicos a un área similar, pero en barbecho continuamente labrado; y
- **P** es el factor prácticas de conservación de suelo que expresa la relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específico, como cultivo en contorno, cultivo en bandas o terrazas, con otro con labranza a favor de la pendiente.

Valores aplicados a los parámetros de la ecuación

Los siguientes parámetros se tomaron siguiendo la recomendación del software Hidrología V5 (SAGARPA.CUSSA COLPOS):

- Se tomó el valor R = 1515, recomendado para la región 3, a la cual pertenece el sistema ambiental.
- Se tomó el valor K = 0.013 y 0.035, correspondientes al suelo tipo Planosol, arcilloso y con poca materia orgánica y Xerosol, arcilloso con un contenido medio de materia orgánica.
- Los valores para el cálculo de los parámetros P y C, recomendados en el software Hidrología V5, se indican en la siguiente (Tabla V.15):

Tabla V. 15 Cálculos de los parámetros P y C.

Tipo de cobertura en el SA	P	Práctica equivalente de conservación de suelos	C	Vegetación equivalente en Hidrología V5
Arbolado	0.8	Franjas al contorno	0.001	Bosque alta producción
Forrajes	0.8	Surcos rectos	0.02	Alfalfa
Matorral	1	Sin practicas	0.22	Sabana sobre-pastoreada
Nogales	0.5	Terrazas	0.01	Bosque media productividad
Pastizal	1	Sin práctica	0.10	Pastizal baja productividad
Poblado	1	Sin práctica	1	Sin cultivo
Río	1	Sin práctica	1	Sin cultivo
Sin vegetación	1	Sin práctica	1	Sin cultivo

El factor L Se calculó a partir del área de drenaje aportadora (Desmet y Govers 1996), utilizando las siguientes ecuaciones:



$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{(i,j)} + D^2)^{m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m D^{m+2} (22.13)^m}$$

$$m = \frac{F}{(1 + F)}$$

$$F = \frac{\text{sen}/0.0896}{3(\text{sen } \beta)^{0.8} + 0.56}$$

Donde

- A (i, j) es el área aportadora unitaria a la entrada de un pixel
- D es el tamaño del pixel (30x30m)
- x es el factor de corrección de forma
- m es el exponente de la longitud de la pendiente
- β es el ángulo de la pendiente.

La longitud de la pendiente se define como la distancia horizontal desde donde se origina el flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal definido.

Para el cálculo del factor S, el ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCool *et al.*, 1987). El ángulo medio se convirtió a radianes para su uso apropiado en las ecuaciones trigonométricas.

Resultados

El análisis revela dos regiones principales en términos del potencial de pérdida de suelo:

1. Una zona plana y amplia ocupada por la agricultura de riego, con prácticas que reducen la acción erosiva del agua sobre el suelo, por lo que se considera que no existe un potencial importante. Las pérdidas previstas son del orden de hasta 10 ton/ha/año, que no representan un riesgo para la estabilidad del sistema (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)
2. Una zona riparia, de pendientes moderadas a agudas, sin vegetación o con vegetación pobre, sin prácticas de conservación, así como con alteraciones en su geomorfología causadas por la extracción de materiales, que han exacerbado la inclinación del terreno en los taludes y cauce del río. Esta zona, forma una franja



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”

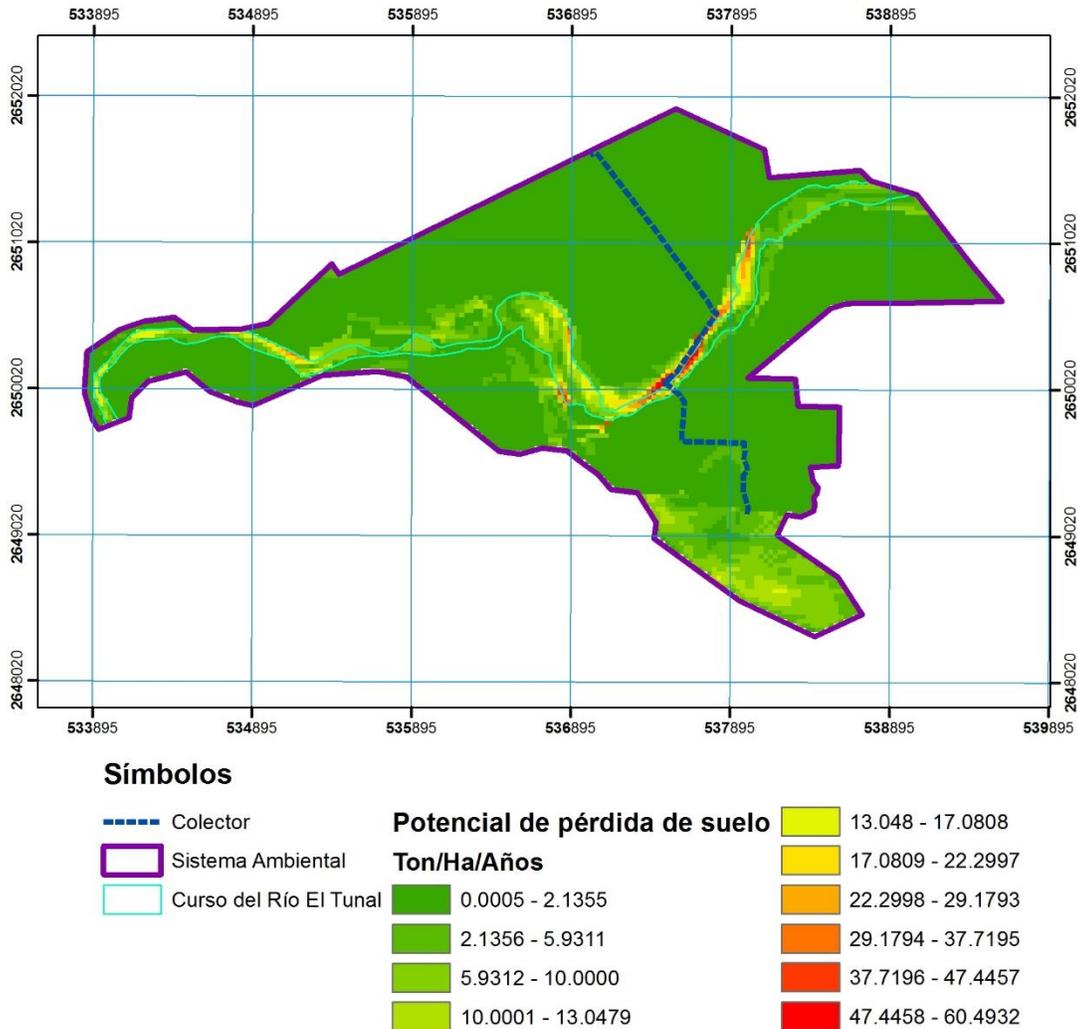


con pérdidas estimadas en **más de 30 ton/ha/año a lo largo del borde del río**, en la cual se ubicará el proyecto a su paso por el cauce y zona federal.

Ya que se trata de un área sin vegetación desde hace varios años, las excavaciones del proyecto no incrementarán su potencial erosivo, ya que no hay vegetación que eliminar, no será necesario el despalme y las zanjas para la instalación de los ductos, serán cubiertas con el suelo removido durante la excavación; sin embargo, se puede contribuir a que los procesos erosivos tengan mayores probabilidades de ocurrir durante la fase de construcción, por lo que es necesario formular medidas preventivas para evitarlo.

Al tratarse de una obra que se instalará de forma subterránea, sus impactos potenciales sobre la superficie, se podrían manifestar en la etapa de preparación y construcción, no así durante la operación y mantenimiento, por lo que no es necesario simular sus efectos a largo plazo.

Figura V. 12 Potencial de pérdida de suelo en el sistema ambiental. El proyecto cruza la zona federal del río a través del área con mayor riesgo de erosión.



Riesgo de mortalidad de especies de hábitos hipogeos

Factor: Fauna.

Atributo: Especies de lento desplazamiento.

Indicador: Densidad de animales en letargo (individuos/100 m²)

Dieciséis de las especies de mamíferos, anfibios y reptiles registradas en el inventario de fauna silvestre, presentan períodos de torpor o letargo en el invierno o en la época seca, durante los cuales se refugian bajo tierra. Por otra parte, aún en épocas más favorables, la baja capacidad de la herpetofauna para regular su temperatura corporal, produce una caída en su tasa



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



metabólica, lo que reduce su capacidad de movimiento y escape, haciéndolos vulnerables al desplazamiento de vehículos, maquinaria pesada y excavaciones.

Método

El método utilizado para el registro de animales de este grupo, se indica en el apartado de fauna del capítulo IV, incluyendo solo mamíferos pequeños, anfibios y reptiles. Se realizaron recorridos nocturnos para el registro de anfibios, y diurnos para el registro de reptiles y anfibios, dentro 10 de cuadrantes de 10 x 10 m, durante 15 minutos, ubicados en el sitio de emplazamiento del proyecto, en su cruce por el río y su zona federal.

El promedio de animales registrados se muestra en la Tabla (). El propósito de esta evaluación es estimar la densidad de animales de hábitos hipogeos, que podrían ser extraídos accidentalmente del subsuelo durante las excavaciones, especialmente en caso de que la preparación y construcción ocurra durante el invierno o en la época seca. Sin embargo, no se dispone de un método no invasivo para muestrear a los animales en esta condición, por lo que se calcula un indicador simple, basado en el número máximo de animales activos registrados en la superficie, bajo el supuesto de que todos ellos habrán sobrevivido hasta el momento de inicio del torpor y que se encuentran distribuidos de manera uniforme en el área del proyecto. De esta forma, el indicador se obtiene a partir de la suma del promedio de animales registrados en cada parcela, dando como resultado un total de 3.5 animales en letargo por cada 100 m² excavados.

Resultado

Considerando una anchura de la zanja de aproximadamente 2 metros y una longitud de 110 m del sifón, más 575 m de recorrido sobre el borde de la zona federal, la superficie total excavada en el sitio equivale a 1,370 m², por lo que se esperaría encontrar aproximadamente un total de **47.9 animales durante la excavación**, los cuales deberán ser rescatados, protegidos y reubicados.

Tabla V. 16 Conteo de mamíferos dentro del sitio del proyecto sujeto a excavaciones.

Nombre científico	Nombre común	Parcelas										Media Ind/100 m ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	Ardilla punteada	1							1			0.2
<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón			1								0.1
<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera crespa			1		2				2		0.5
<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza mexicana	1			1	1					1	0.4
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo cola de algodón							1				0.1
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado		1									0.1

Tabla V. 17 Conteo de herpetofauna dentro del sitio del proyecto sujeto a excavaciones.

Nombre científico	Nombre común	Parcelas										Media Ind/100 m ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Anaxyrus cognatus</i>	Sapo de las grandes planicies			1	1		1					0.3
<i>Anaxyrus debilis</i>	Sapo verde			1					1			0.2
<i>Gastrophryne olivacea</i>	Ranita olivo	1	1									0.2
<i>Scaphiopus couchii</i>	Sapo de espuela								1		3	0.4
<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	2				2				1		0.5
<i>Sceloporus belli</i>	Lagartija rayada	1						1				0.2
<i>Eumeces obsoletus</i>	Lincer llanero				1							0.1
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra verde									1		0.1
<i>Kinosternon hirtipes</i>	Tortuga hedionda		1									0.1



V.3.4. Incremento en polvos y partículas en suspensión por construcción

Factor ambiental afectado: Atmosfera

Atributo: Polvos y partículas en suspensión

Indicador: Partículas suspendidas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Las partículas inhalables PM_{10} o también llamadas partículas gruesas ($\text{PM}_{10-2.5}$), son aquellas partículas menores a 10 micrómetros, pero más grandes que 2.5 micrómetros de diámetro, se pueden considerar como contaminantes constituidos por material líquido y sólido de diversa composiciones y tamaño, que podemos localizar en el aire (Tzintzun *et al.*, 2005) y se generan tanto por fuentes móviles como estacionarias, de manera natural o antropogénica (Villalobos *et al.*, 2008). Son generalmente asociadas a la combustión no controlada, algunas están relacionadas con la desintegración mecánica de la materia o la re-suspensión de partículas en el ambiente (Echeverri y Maya, 2008). Esto incluye procesos de combustión en vehículos, principalmente aquellos que usan diésel, industrias de fundición, pinturas, cerámica y plantas de energía (Tzintzun *et al.*, 2005). Se ha establecido que las partículas se encuentran constituidas por 7 componentes químicos o especies: material geológico, sulfatos de amonio, nitratos de amonio, material orgánico, carbón elemental, sales y elementos trazas (Chow y Watson, 1997).

El impacto incidirá de manera negativa sobre la calidad del aire al incrementarse la cantidad de partículas suspendidas. La emisión de partículas suspendidas está regulada por la NOM-025-SSA1-1993.

Metodología

La caracterización de este impacto se hizo de la siguiente manera:

- 1) Cálculo total de la materia a remover (m^3)
- 2) Maquinaria presente en el proyecto
- 3) Cálculo de la emisión de partículas totales
- 4) Modelación de la dispersión de los contaminantes
- 5) Comparativa con respecto a la NOM Vigente (NOM-025-SSA1-1993)

1) Cálculo total de la materia a remover (m^3)

Para el Proyecto **Colector Villas**, se tiene planeado remover el suelo en una franja de 200m a una profundidad de 1.3 m con un ancho de 60 cm. Por lo que se obtiene un total de 156 m^3 de material.

2) Maquinaria presente en el proyecto

Para poder llevar a cabo la tarea antes mencionada el proyecto contará con la siguiente maquinaria;



- a) 2 camiones de volteo, marca Kenworth motor 350, big cam con un rendimiento de 2.5 km por litro de diésel, con capacidad de 14 m³.
- b) 1 retroexcavadora marca John Deere, con capacidad de 1 m³ por pala.

3) Cálculo de la emisión de partículas totales

Para el cálculo de la emisión de partículas suspendidas, se utilizó el documento técnico emitido por el INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) emitido en 2014, en este documento se encuentra debidamente tabulado la emisión específica por tipo de motor y actividad a realizar por maquinaria pesada, en el caso del Proyecto "Colector Villas" los valores a utilizar para el cálculo total de emisiones se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V. 18 Factores de emisión [mg/s] para maquinaria pesada establecidos por el INECC 2014.

No. Vehículos	Tipo de Vehículo	Operación	CO ₂ mg/s	CO mg/s	NO _x mg/s	BC mg/s
1	WB146	Ralentí	1,421.8	2.2,	44.0	31.0
		Trabajo cubeta	7,243.1	16.7	73.4	2,653.6
		Trabajo pala	6,683.4	6.3	71.1	1,604.9
2	LT10	Trabajando	5,634.7	17.5	43.5	1,437.2
TOTALES				21,257.7		5,726.7

Tomando en cuenta el número de unidades utilizadas y actividades a realizar, los valores de emisión que se obtienen durante todo el proyecto son los siguientes:

$$\text{Gases} = 21,257.7 \text{ mg/s} = 21.25 \text{ g/s}$$

$$\text{BC (hollín)} = 5,726.7 \text{ mg/s} = 5.72 \text{ g/s}$$

4) Modelación de la dispersión de los contaminantes

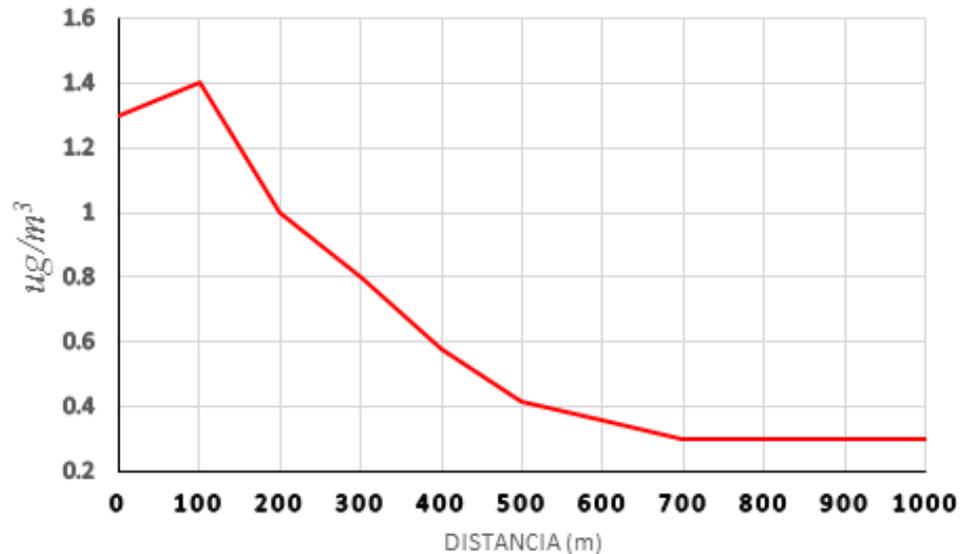
Mediante el uso del software Screen View, el cual es programa para la estimación de la concentración de contaminantes ambientales, basado en el documento "Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources" (EPA 1995), se generó un modelo que muestra el comportamiento de la concentración con respecto a la distancia a partir del punto de emisión de gases y partículas. Los parámetros de la simulación son los siguientes:

- Tipo de terreno: Simple plano
- Tipo de Fuente: puntual
- Tasa de emisión de gases = 21,257.7 mg/s = 21.25 g/s
- Tasa de emisión de partículas BC = 5,726.7 mg/s = 5.72 g/s
- Altura del escape: 3 m
- Diámetro del escape: 0.2 m

- Velocidad de salida del escape: 6 m/seg
- Temperatura de salida del gas: 644 °K
- Temperatura ambiente: 293 °K
- Altura de recepción: 1 m
- Tipo de ambiente: rural
- Condiciones del clima: estable

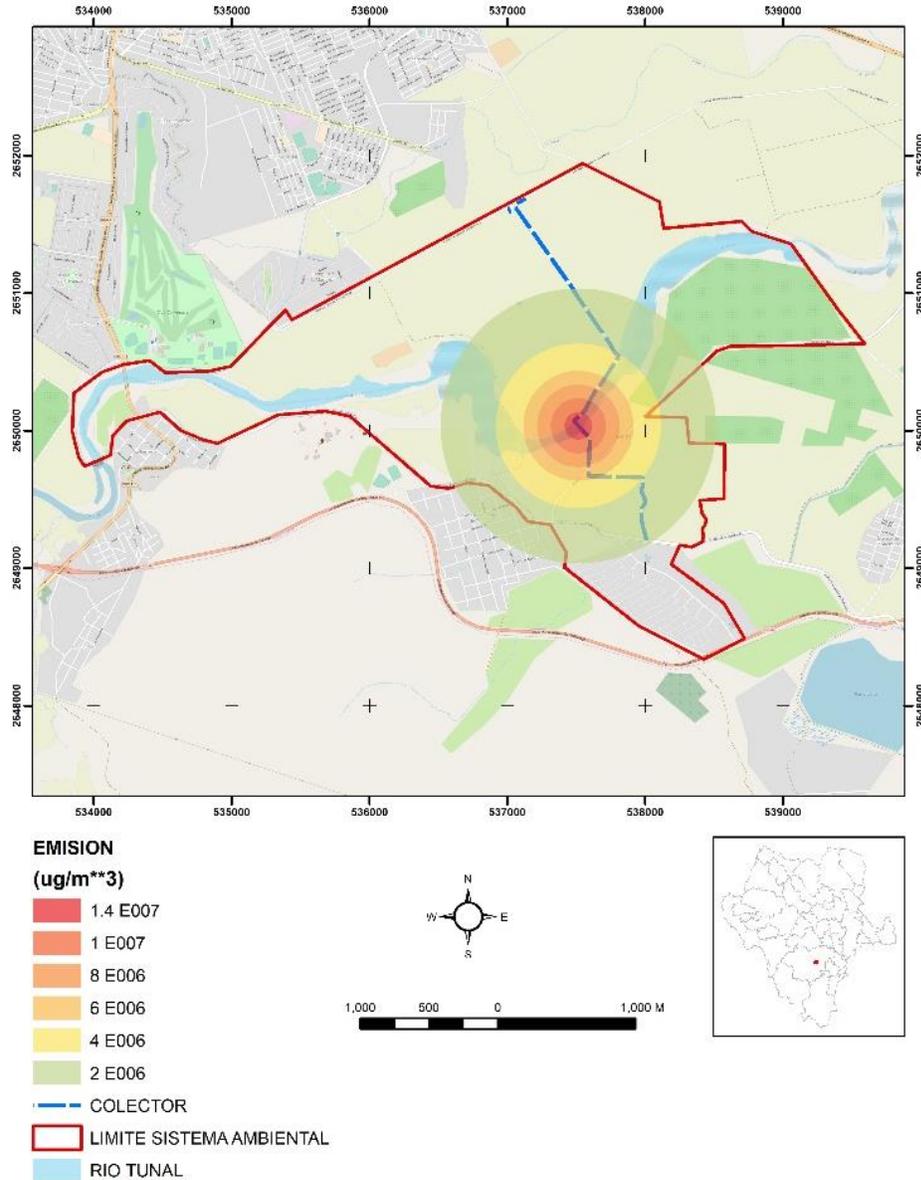
La simulación mostró evidencia de un impacto menor dentro del sistema ambiental (Figura 1). La concentración de las emisiones disminuye drásticamente a partir de los 100 m desde que los contaminantes son arrojados al medio ambiente, alcanzando un nivel mínimo a partir de los 500 m.

Figura V. 13 Comportamiento de la concentración de partículas PM₁₀ respecto a la distancia a partir del sitio del proyecto.



El impacto incidirá de manera negativa sobre la calidad del aire al incrementarse la cantidad de partículas suspendidas. Sin embargo, puede observarse claramente que en ningún momento la concentración total de partículas suspendidas excede el límite permisible de 150 µg/m³, en 24 horas una vez al año ó 50 µg/m³ en una media aritmética anual, marcado en la NOM 025 SSA1 1993. Tomado en cuenta que el centro poblacional más cercano se encuentra a más de 1000 m del Proyecto, esto no representa un impacto significativo para la salud de los pobladores, por lo que no requiere ser mitigado.

Figura V. 14 Comportamiento de los contaminantes emitidos por la maquinaria dentro del sistema ambiental donde se desarrolla, considerando todas las direcciones posibles del viento en condiciones estables.



5) Comparativa con respecto a la NOM Vigente (NOM-025-SSA1-1993)

El siguiente índice mide el grado de cumplimiento de los parámetros establecidos de partículas suspendidas totales en la NOM de referencia.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



$$I_{PST} = \frac{PST_{sitio}}{PST_{nom}}$$

Donde:

I_{PST} = Índice de partículas suspendidas totales

PST_{sitio} = Concentración máxima esperada de partículas suspendidas en el sitio

PST_{nom} = Concentración máxima de partículas permitida por la Norma

Un valor igual o superior a 1, señala un incumplimiento de la NOM que deberá ser mitigado. Dado que el I_{PST} es menor que uno se cumple con lo establecido dentro de la Norma en mención.

Sustituyendo la ecuación anterior ($1.4 \mu g/m^3 / 150 \mu g/m^3$), se tiene que el nivel de emisión de partículas esperado alcanza solo el 0.9 % del valor permitido por la NOM.

Conclusión

Con base en lo anterior se establece que el proyecto no tiene la capacidad para producir un impacto significativo a la calidad el aire por la emisión de partículas suspendidas.



V.3.5. Incremento de los niveles de ruido durante el día

Factor ambiental afectado: Atmósfera

Atributo: Confort sonoro diurno

Indicador: Nivel sonoro (dB)

El incremento de la actividad industrial urbana conlleva distintos tipos de contaminación que ocasiona un deterioro progresivo del medio ambiente. En este sentido la contaminación acústica es ya objeto de una creciente atención pública.

Una parte de los problemas de contaminación acústica viene determinada por el uso compartido del suelo urbano por vivienda y por actividades industriales o de servicios. La mayoría de los municipios disponen de reglamentos que norman el ruido dentro de las áreas urbanas, pero solo aquellas de carácter recreativo o para actividades económicas de sitios donde se exponen altos decibels por música.

Sin embargo, el aislamiento acústico adecuado exige conocer el nivel sonoro de emisión, es decir, el que se genera dentro de las actividades de construcción y por la maquinaria empleada para realizarlo. En ese sentido, cabe señalar que existe una gran escasez de datos relativos a niveles sonoros de actividades y maquinaria industrial.

Para la modelación del impacto por ruido, se aplicaron los valores medios de emisión de ruido en función de la velocidad para cada uno de los tipos de vehículo operados durante la construcción, de acuerdo con lo indicado por Moliner *et al.* (2008). Para el caso de la maquinaria pesada, equivalente a la utilizada en el proyecto, los parámetros establecidos son los siguientes:

Tabla V. 19 Factores de emisión [mg/s] para maquinaria pesada establecidos por el INECC 2014.

Categoría	Nombre	Descripción	L _{Weq} (dB(A)/)		
			30km/h	40km/h	50km/h
3	Vehículos pesados	Camiones pesados, autobuses y caravanas con tres o más ejes	60.23	60.48	60.89

Metodología

Con los datos ya establecidos de ruido para maquinaria pesada, se adoptó la metodología de Moliner *et al.*, (2008), en la cual, por medio de un modelo de propagación de ruido estableció parámetros de la dispersión de las ondas sonoras equivalentes en función de la distancia a la fuente emisora considerada, arrojando los siguientes valores:

Tabla V. 20 Niveles de propagación de ruidos en función de la distancia a la fuente emisora.

Nivel Sonoro Eq. (dB(A))	Distancia Radial (m)		
	V = 30km/h	V = 40km/h	V = 50km/h
60-65	< 0.1	< 0.1	< 0.1
55-60	1.0 - 0.5	1.0 - 0.5	1.0 - 0.6
50-55	0.5 - 1.6	0.5 - 1.7	0.6 - 1.9
45-50	1.6 - 5.2	1.7 - 5.6	1.9 - 6.1
40-45	5.2 - 16.7	5.6 - 17.7	6.1 - 19.4
35-40	16.7 - 52.9	17.7 - 56.0	19.4 - 61.5
< 35	>52.9	>56.0	> 61.5

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** puede observarse la disminución gradual del nivel sonoro con la distancia a la fuente lineal, esto debido a la divergencia geométrica propia de las ondas sónicas. Su representación geográfica se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Figura V. 15 Equivalente en función de la distancia a la fuente emisora.

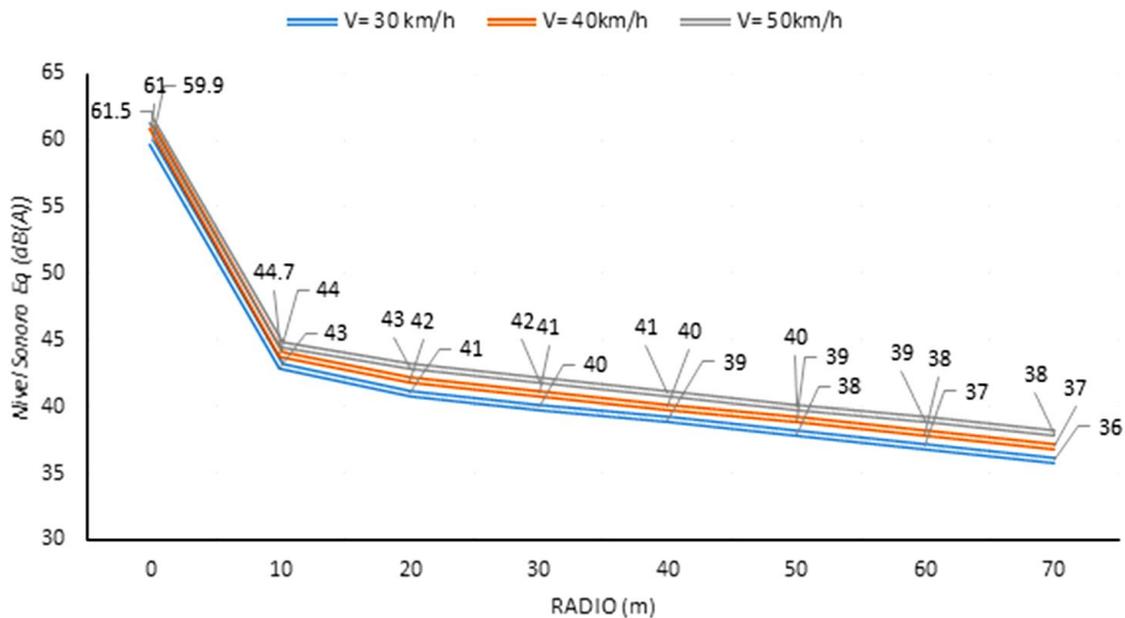
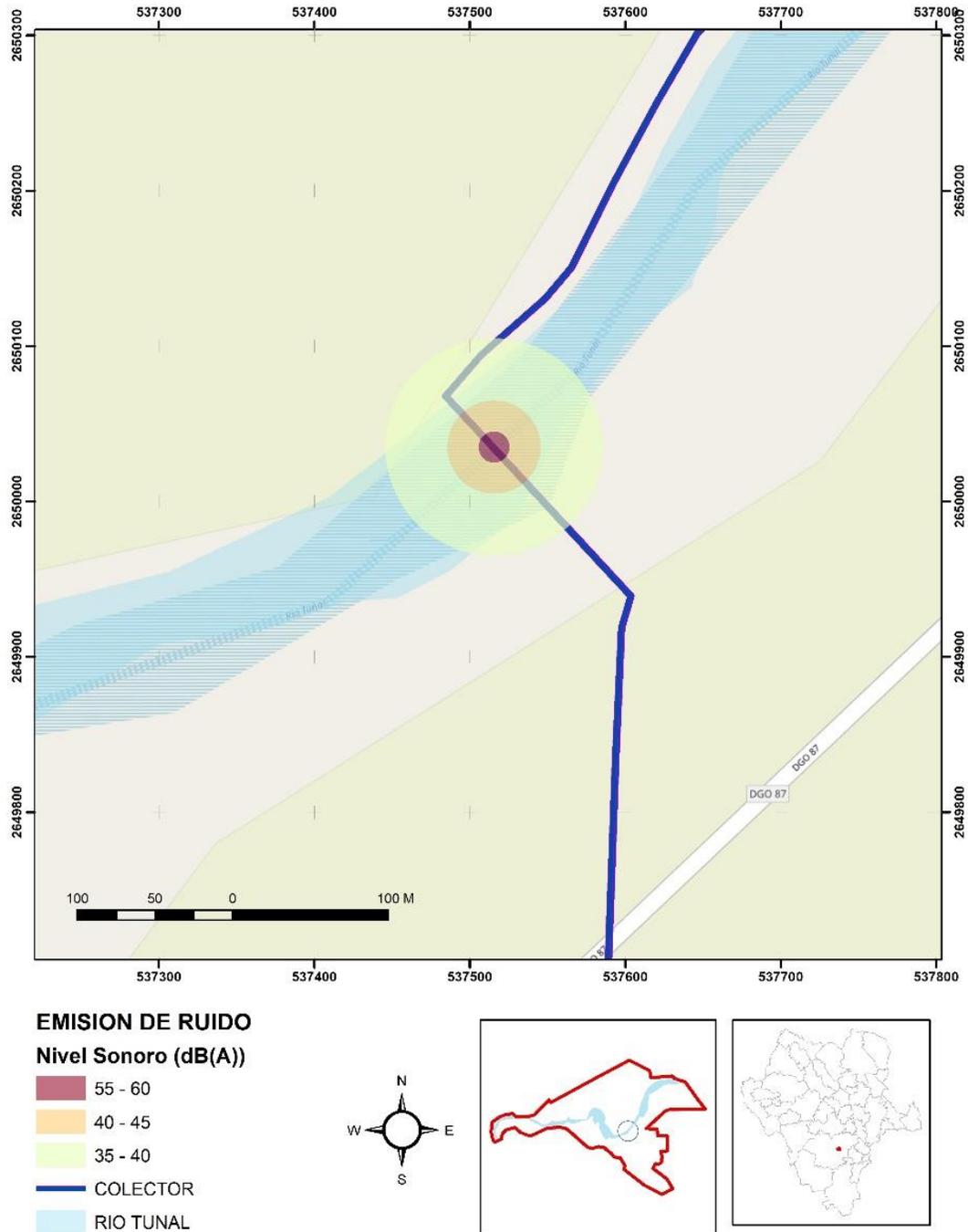


Figura V. 16 Nivel Sonoro Equivalente en función de la distancia a la fuente emisora en el sitio del Proyecto "Colector Villas".





Resultados

La NOM-081-SEMARNAT-1994 establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, en la cual se indica que en horario de 6:00 a 22:00 hrs., el límite sonoro máximo es de 68 dB(A) y de 22:00 a 6:00 hrs. de 65 dB(A), atendiendo a los niveles de exposición y la medición del ruido conforme a la norma NOM-011-STPS-2001, con límite máximo de 105 dB(A).

Con se observa en los gráficos, **en el punto de emisión el nivel sonoro alcanza como máximo 65 dB, para luego disminuir hasta 36 o 38 dB a los 70 metros.** El análisis muestra claramente un nivel de emisión que no supera los límites de la NOM-081-SEMARNAT-1994 o NOM-011-STPS-2001 dentro de los primeros 70 metros, de manera que no es posible que el sonido provocado por los vehículos, pueda causar molestia a los poblados más cercanos ubicados a 1000 m del sitio. Por lo anterior, puede establecerse con certeza que se trata de un impacto no significativo, que no requiere ser mitigado, excepto dentro del radio en el cual se encontrarán los trabajadores del proyecto.

V.4. Indicadores de impacto

Los Indicadores de Impacto Ambiental son elementos cuantificables que en su conjunto, son el mecanismo que permite medir el impacto comparando el valor del indicador con y sin proyecto, lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los factores ambientales. El uso de indicadores que pueden ser medidos de forma directa o indirecta, reduce la subjetividad de los métodos basados en la evaluación cualitativa.

La identificación de los indicadores de impacto ambiental del Proyecto se hizo en base a los siguientes criterios:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra
- Ser medibles en términos cuantitativos
- Ser cuantificables
- De fácil identificación

La identificación y evaluación de los impactos ambientales está basada en el trabajo multidisciplinario, analizando las interacciones entre el Sistema Ambiental y las acciones para la preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto.

La delimitación conceptual y espacial del sistema analizado, se llevó a cabo como se describió anteriormente. El producto de la primera parte del proceso es la relación de factores afectados por el proyecto, su ponderación con base en su importancia dentro del sistema y los indicadores propuestos para medir sus modificaciones.

A continuación, se identificaron las acciones impactantes y se estableció la importancia de cada uno de los impactos estimando su magnitud con base en los indicadores conocidos. Finalmente, se realizó una valoración de impactos ponderando el valor de peso de cada uno de los factores ambientales.



V.4.1. Lista indicativa de indicadores de impacto

Para determinar el valor de la magnitud de los impactos el valor de cada uno de los impactos destacables se utilizan métodos científicamente probados para predecir los cambios desencadenados por cada acción del proyecto sobre el factor ambiental respectivo; en este caso se utilizaron:

1. Modelos de evaluación y comportamiento de suelo (Ecuación Universal de Pérdida de Suelo),
2. Métodos y modelos para valorar el paisaje (Modelo de Visibilidad del paisaje)
3. Indicadores de impacto basados en el cumplimiento de NOMs aplicables.

Es importante destacar que todos los indicadores evaluados son cuantitativos y que en su evaluación se aplicaron uno o más de los métodos señalados arriba, para lograr un resultado mas objetivo.

En esta etapa es necesario transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas a unidades homogéneas, adimensionales de valor ambiental, operación que se hace traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1, mediante funciones de transformación.

Deterioro del índice de calidad del agua por derrame accidental durante el bombeo de aguas residuales en la etapa de operación

- Indicador: *Variación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)*.
- Descripción: se trata de un indicador cuantitativo toda vez que es factible disponer de valores de referencia para integrar la expresión matemática siguiente, la cual conforma su función de transformación:

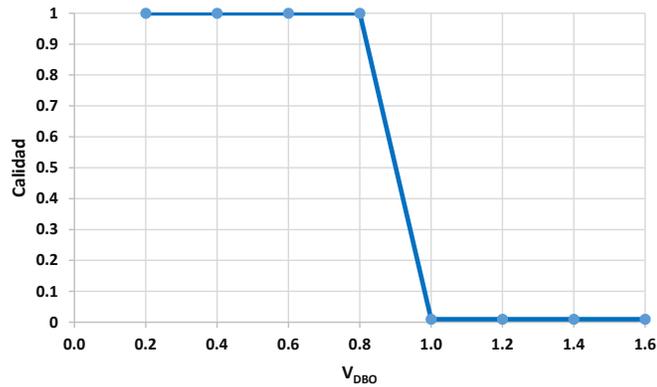
$$V_{DBO} = \frac{DBO_{obs}}{DBO_{NOM}} \cdot 100$$

Donde:

V_{DBO} = Variación en el DBO
 DBO_{NOM} = Límite de DBO según la NOM 001
 DBO_{obs} = DBO observado

Este tipo de función se utiliza para aquellas interacciones en las que el indicador empleado para evaluar la magnitud relaciona un valor límite con un valor observado. El valor límite de referencia se obtiene de las especificaciones de la NOM 001 SEMARNAT 1996, por lo que un valor superior a 100, significa que se ha superado el límite aceptable. Por lo anterior, la expresión gráfica correspondiente presenta una función binaria en la que solo existen la condición ideal y la condición no deseada.

Figura V. 17 Función de la variación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).



Deterioro de la calidad visual del paisaje durante la operación del proyecto

- Indicador: *Superficie de la cuenca visual que afecta a zonas pobladas o de uso frecuente.*
- Descripción: se trata de un indicador cuantitativo, pero sin valores estrictos de referencia, para los cuales no existe una norma. En este caso se fija un umbral arbitrario de 10% de la cuenca, más allá del cual se deteriora la calidad del factor ambiental evaluado:

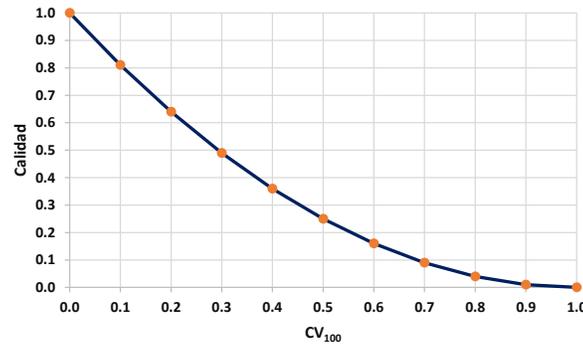
$$CV_{100} = \frac{CV_{pob}}{CV_{total}} \cdot 100$$

Donde:

- CV₁₀₀ = Porcentaje poblado de la cuenca visual
- CV_{total} = Superficie total de la cuenca visual
- CV_{pob} = Superficie poblada de la cuenca visual

Este tipo de función se utiliza para aquellas interacciones en las que el indicador empleado para evaluar la magnitud relaciona un valor umbral con un valor observado. El valor límite de referencia es arbitrario; superarlo, no indica una anulación abrupta de la calidad, sino solo su reducción a una tasa constante. La expresión gráfica correspondiente presenta una función en la cual la calidad se pierde de forma exponencial conforme aumenta la superficie habitada de la cuenca visual.

Figura V. 18 Función de la superficie de la cuenca visual que afecta a zonas pobladas o de uso frecuente.



Erosión del suelo por la excavación

- Indicador: *Tasa de erosión potencial (ton/ha/año) en el sitio del proyecto.*
- Descripción: se trata de un indicador cuantitativo con valores de referencia sin una norma oficial regulatoria. En este caso el umbral se basa en el valor de pérdida de suelo reportado como “erosivo”, equivalente a más de 10 ton/ha/año. Las tasas superiores, implican un deterioro acelerado de la calidad del suelo:

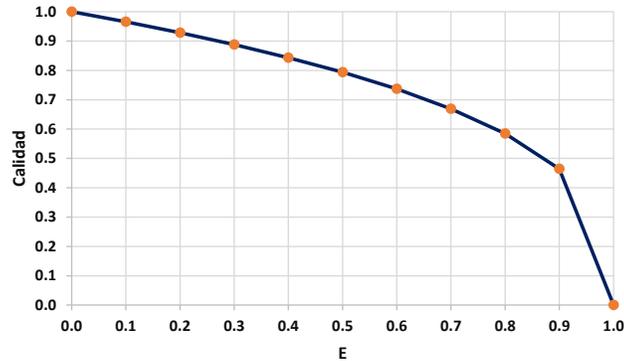
$$E = \frac{E_{obs}}{10 \text{ ton ha año}}$$

Donde:

E = Índice de erosión potencial
 E_{obs} = Erosión observada o calculada (ton/ha/año)
 10 ton/ha/año = límite no erosivo

En este tipo de función, la calidad se pierde lentamente mientras se acerca al límite establecido y se anula inmediatamente al sobrepasarlo. La expresión gráfica correspondiente presenta una función en la cual la calidad se pierde en forma de una asíntota negativa conforme se supera el límite de 10 ton/ha/año.

Figura V. 19 Función de la Tasa de erosión potencial (ton/ha/año).



Riesgo de mortalidad de especies de hábitos hipogeos

- Indicador: *Variación en el número de animales extraídos.*
- Descripción: se trata de un indicador cuantitativo, que toma como base el número máximo de animales que se espera extraer de forma incidental durante la obra. El valor umbral se calculó a partir de la información sobre abundancia de estas especies colectada en campo y se integra mediante la siguiente expresión matemática:

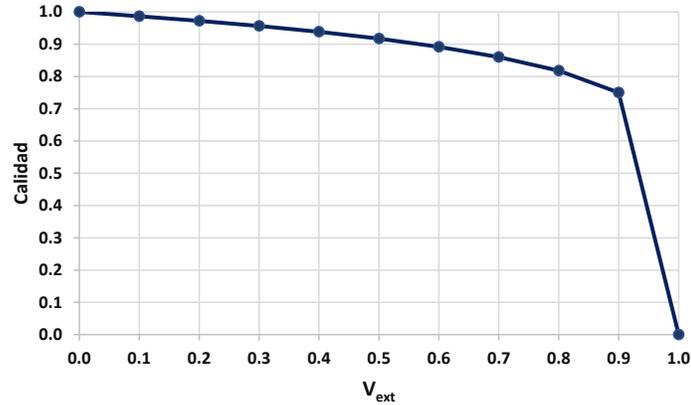
$$V_{ext} = \frac{E}{47.9}$$

Donde:

V_{ext}	= Variación en el número de animales extraídos
E	= Animales extraídos
47.9	= Valor de referencia

De forma similar al indicador anterior, este tipo de función representa una lenta pérdida de calidad a medida que se alcanza el valor umbral y se anula inmediatamente al sobrepasarlo. La expresión gráfica correspondiente presenta una función en la cual la calidad se pierde en forma de una asíntota negativa conforme se supera el límite de 47.9 animales.

Figura V. 20 Función de la variación en el número de animales extraídos.



Incremento en polvos y partículas en suspensión por construcción

- Indicador: *Variación en el volumen de partículas suspendidas PM₁₀ (μg/m³).*
- Descripción: Indicador cuantitativo cuyo valor de referencia se ha establecido a partir de una norma. Se integra en la expresión matemática siguiente:

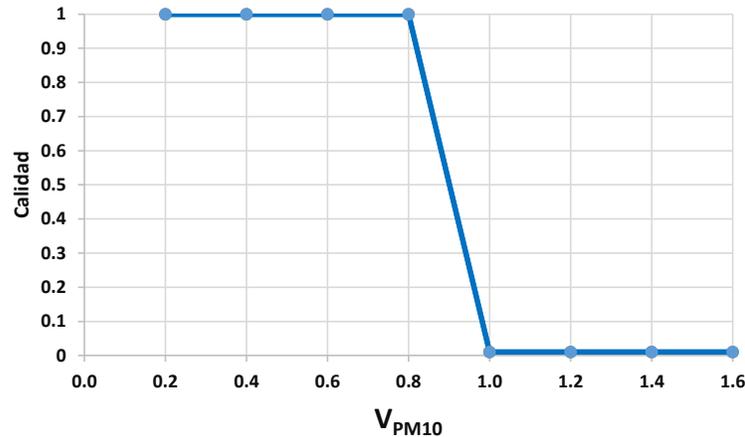
$$V_{PM10} = \frac{PM_{obs}}{150 \mu g/m^3}$$

Donde:

- V_{pm10} = Variación en el volumen de PM10
- 150 μg/m³ = Límite de PM10 según la NOM 025 SSA1 1993
- PM_{obs} = PM10 observado

El valor límite de referencia se obtiene de las especificaciones de NOM 025 SSA1 1993. Para PM10, el valor máximo es de, por lo que un valor superior a 150 μg/m³, significa que se ha superado el límite aceptable. Por lo anterior, la expresión gráfica correspondiente presenta una función binaria en la que solo existen la condición ideal y la condición no deseada.

Figura V. 21 Función de la Variación en el volumen de partículas suspendidas PM₁₀ (µg/m³).



Impacto: Incremento de los niveles de ruido durante el día

- Indicador: *Variación en el nivel sonoro diurno generado por el proyecto (dB).*
- Descripción: Indicador cuantitativo cuyo valor de referencia se ha establecido a partir de una norma. Se integra en la expresión matemática siguiente:

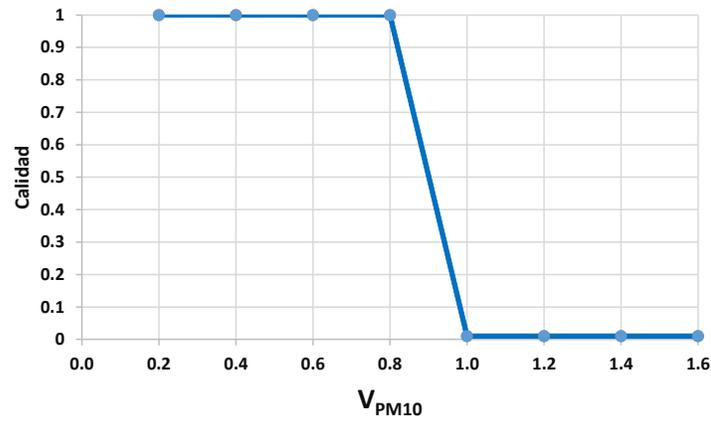
Donde:

$$V_{dB} = \frac{dB_{obs}}{68 \text{ dB}(A)}$$

V_{dB} = Variación en el nivel sonoro
 68 dB(A) = Límite de nivel sonoro según la NOM 081 SEMARNAT 1994
 dB_{obs} = Nivel sonoro observado

El valor límite de referencia se obtiene de las especificaciones de NOM 025 SSA1 1993. Para PM₁₀, el valor máximo es de, por lo que un valor superior a 150 µg/m³00, significa que se ha superado el límite aceptable. Por lo anterior, la expresión gráfica correspondiente presenta una función binaria en la que solo existen la condición ideal y la condición no deseada.

Figura V. 22 Función de Variación en el nivel sonoro diurno generado por el proyecto (dB).





Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.....	2
VI.2. Programa de vigilancia ambiental (PVA).....	5
VI.2.1 Programa de vigilancia ambiental (PVA)	6
VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)	8

Índice de Figuras

Figura VI. 1. Ubicación de la cuneta	4
Figura VI. 2 Construcción de la cuneta	5

Índice de Tablas

Tabla VI. 1. Impacto y medidas de mitigación.....	3
Tabla VI. 2 Ficha de la medida	6
Tabla VI. 3 Grafica de Gantt	8



VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

De acuerdo al PEIA y a las definiciones contenidas en el Capítulo V, el proyecto Colector Villas, no generará impactos relevantes o significativos.

No obstante, el ejercicio de la descripción de medidas para los impactos identificados se realizará a continuación para el impacto que potencialmente podrá generar el proyecto, los cuales están enlistados y son descritos posteriormente en el Capítulo mencionado.

La medida de prevención, mitigación y compensación del impacto sobre los componentes ambientales, que será ejecutado durante la etapa de construcción del proyecto y sin contravención a las medidas que la propia SEMARNAT dictamine como condicionantes para la autorización del proyecto, se muestran en la Tabla VI. 1

La medida propuesta de mitigación, compensación y prevención, es de control ambiental, en donde el Promovente tiene el compromiso ante las autoridades ambientales de llevarlas a cabo para que se genere la menor cantidad de afectaciones negativas al medio ambiente, permitiendo así conservar la mayor cantidad de efectos beneficios a los componentes del medio físico, natural, social y económico. Promoviendo así continuidad a la integridad y previniendo sobrecargas a la capacidad del sistema ambiental donde está ubicado el proyecto y su área de influencia.

Las medidas antes mencionadas se les puede denominar como el conjunto de medidas de manejo, estas son aquellas que pueden aplicarse durante diversas etapas que comprende un proyecto, como son la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono, las cuales tiene por objeto impedir, atenuar o compensar los efectos negativos ocasionados al medio ambiente o a las condiciones ambientales., Dichas acciones de acuerdo



a su carácter e importancia en la aplicación así como la relación con el impacto se clasifican según Weitzenfeld(1996) en :

Medidas preventivas (P)	Medidas de mitigación (M)	Medidas de compensación (C)
<ul style="list-style-type: none"> • Conjunto de actividades o disposición es para suprimir o eliminar los impactos negativos que pudieran causarse hacia un determinado recurso o atributo ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos 	<ul style="list-style-type: none"> • Conjunto de acciones que compensa los impactos ambientales negativos con medidas de restauración si es posible o con acciones de naturaleza similar.

A continuación se describen los impactos y las medidas de mitigación del proyecto

Tabla VI. 1. Impacto y medidas de mitigación.

Impactos a mitigar:	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de erosión del suelo en el área donde se realizara la construcción
Nombre de la medida:	Cuneteo del camino
Objetivo:	Reducir la perdida de suelo
Meta:	Construcción de 600 m ² de cuneteo
Descripción:	<p>Construcción de un canal o zanja poco profunda a lo largo del camino para coleccionar el agua y transportarla hasta un punto adecuado para eliminarla. Estas obras son recomendadas en zonas con suelos altamente erosionables, con suelos desnudos o con un mínimo de cobertura vegetal, con lluvia intensa y cerca de arroyos con peces, de acuerdo a la Guía de campo para las mejores prácticas de gestión de caminos rurales (Keller y Sherar, 2008).</p>

Referencias:	Keller, G., & Sherar, J. (2008). Ingeniería de caminos rurales: guía de campo para las mejores prácticas de gestión de caminos rurales. <i>US Agency for International Development (USAID), in cooperation with USDA, Forest Service, International Programs and with Conservation Management Institute, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.</i>
--------------	--

En las Figura VI. 1 se muestra la ubicación de la obra a realizar al costado del camino anexo al colector y en la Figura VI. 2 se aprecia el equipo a utilizar en la construcción de la cuneta.

Figura VI. 1. Ubicación de la cuneta

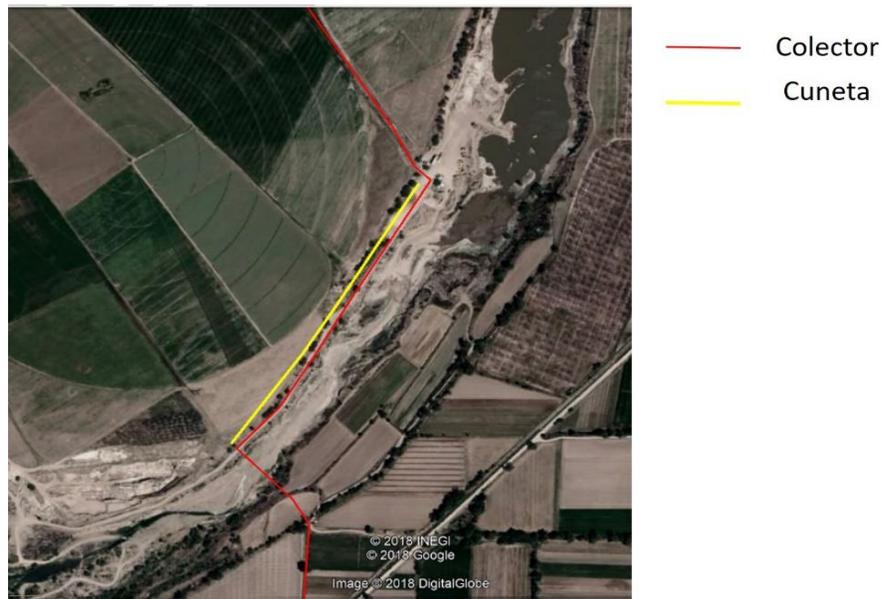


Figura VI. 2 Construcción de la cuneta



VI.2. Programa de vigilancia ambiental (PVA)

Supervisión Ambiental

Se establecerá un Programa de Vigilancia Ambiental para el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales que podrían ser afectados durante la ejecución del proyecto, así como los sistemas de control y medidas de estos parámetros. Como parte del programa, las principales acciones que desempeñará son las siguientes:

- Recorridos continuos por todos los frentes de trabajo con relación al proyecto
- Vigilancia de la política ambiental y las reglas generales de Seguridad y Medio Ambiente, al personal involucrado.
- Evaluar la necesidad de cambios en las medidas de prevención y mitigación cuando sea necesario.
- Verificar las condiciones de seguridad e higiene laboral del personal.
- Verificar que la maquinaria y equipos asignados al proyecto operen en buenas condiciones, y en caso contrario, exigir al personal a cargo la interrupción de la operación y su traslado inmediato a los talleres correspondientes para su mantenimiento.



- Coordinar la aplicación de buenas prácticas operativas para el mejoramiento del desempeño ambiental del proyecto.

Como evidencia de la implementación del programa y cumplimiento de sus objetivos, se elaborarán reportes de las medidas descritas en este capítulo más las que sean indicadas por la autoridad en el correspondiente resolutivo, a través de la descripción de las acciones de seguimiento continuo y de fotografías con fecha y georreferencia que muestren los cambios progresivos en las condiciones de las áreas del proyecto. Estos reportes se elaborarán con una periodicidad semestral. Los reportes serán entregados a la Delegación Federal de SEMARNAT Durango para informarle a la autoridad sobre las condiciones del sitio, los avances del proyecto, y el grado de interacción de las obras sobre el medio físico.

En el PVA se definen los sistemas de medida y control de cada parámetro ambiental, así como los niveles de calidad que se pretende llegar

Tabla VI. 2 Ficha de la medida

Nombre de la medida	Cuneteo del camino
Meta establecida	Construcción de 600 m ² de cuneteo
Frecuencia de evaluación	Al término de la construcción
Indicador de cumplimiento	Número de m ² construidos/Número de m ² programado
Umbral aceptable	480 m
Umbral no aceptable	340 m
Etapas del proyecto	Construcción

VI.2.1 Programa de vigilancia ambiental (PVA)

Para los impactos secundarios identificados, se aplicarán las siguientes medidas preventivas, por componente ambiental, con las cuales se pretende atenuar sus efectos.

Atmósfera

- Se llevará una revisión periódica de equipos y maquinaria a fin de que estos, se encuentren con niveles de emisión recomendados por el fabricante y en cumplimiento con las normatividad correspondiente a emisiones de contaminantes atmosféricos.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



- Quedará prohibida la quema o combustión a cielo abierto de cualquier tipo de residuo, con el objetivo de evitar emisiones a la atmósfera e incendios.
- Para mitigar el impacto ocasionado por el aumento de los niveles de ruido se realizara mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipos.
- Todo el personal que se encuentre en las áreas de trabajo deberá contar con el equipo de protección personal (EPP) adecuado, de acuerdo con las normas aplicables en la materia.

Suelos

- En las etapas iniciales del proyecto se deberá evitar las excavaciones y remociones de suelo innecesarias, ya que las mismas ocasionan el incremento del potencial de los procesos erosivos.
- Las áreas por las que se desplace la maquinaria deberán restringirse a los caminos existentes y a los sitios predeterminados para el proyecto.
- En las áreas donde exista el riesgo de que la superficie del terreno se desestabilice a consecuencia de los procesos erosivos del suelo (flujo de corrientes superficiales), sobrecarga, o cualquier otro problema geotécnico o ambiental, la supervisión ambiental tomara las medidas de protección necesarias.
- La recarga de combustible solo podrá realizarse en las áreas específicas y acondicionadas para realizar esta actividad sin riesgo potencial de contaminación ambiental.

Hidrología superficial

- Quedará estrictamente prohibido verter las aguas residuales sin tratamiento en cualquier lugar dentro del proyecto y en especial sobre los escurrimientos naturales, y se prohibirá defecar al aire libre.
- Para evitar la contaminación del agua con lubricantes o combustibles, deberán evitarse y/o controlar los derrames mediante buenas prácticas de mantenimiento de equipos.

Fauna

- Las áreas por las que se desplace la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.



VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)

Diagrama de GANTT

La medida de prevención así como su estrategia de mitigación que se propone para el impacto que se generará en el desarrollo del proyecto, deberá instrumentarse a lo largo de la etapa de construcción del mismo.

Se especifica la estrategia y su duración:

Tabla VI. 3 Grafica de Gantt

Etapa Tiempo	Construcción					
	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Apertura de cuneta						X



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



I. Pronosticos ambientales.....	2
Escenario sin proyecto	2
I.1. Escenario con proyecto sin medidas de mitigación.....	5
I.2. Escenario con proyecto y con medidas de mitigación.....	6
Conclusion.....	8

Índice de Figuras

Figura VII. 1 Pronóstico del tamaño de la población en la ciudad de Durango y Sistema Ambiental.....	2
--	---

Índice de Tablas

Tabla VII. 1 Pronóstico futuro sin proyecto y sin la aplicación de los caudales ecológicos, para las condiciones del sistema ambiental.	4
Tabla VII. 2 Pronóstico futuro con proyecto sin medidas de mitigación, para las condiciones del sistema ambiental.....	5
Tabla VII. 3 Pronóstico futuro con proyecto con medidas de mitigación, para las condiciones del sistema ambiental.....	7

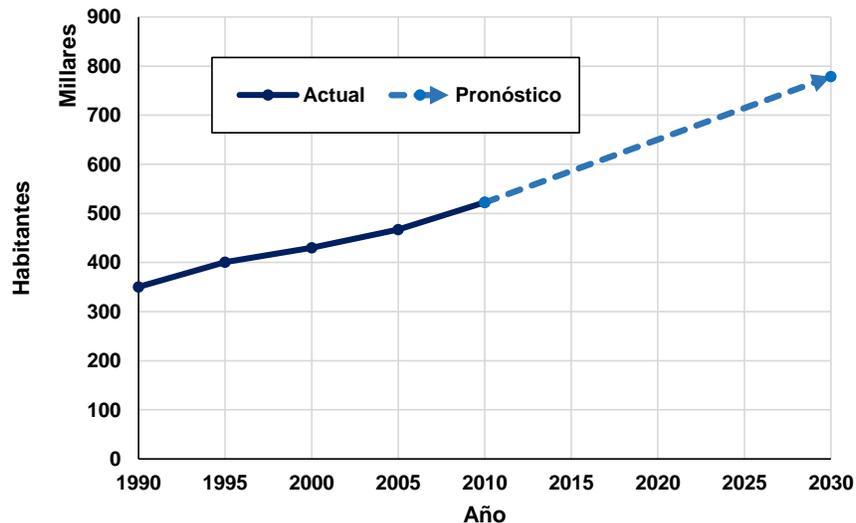


I. PRONOSTICOS AMBIENTALES

Escenario sin proyecto

Como se explicó en la descripción del sistema ambiental del capítulo IV, las condiciones actuales conforman un amplio agroecosistema sin posibilidades de expansión, ya que se ha ocupado toda la superficie apta para la agricultura, de acuerdo con el modelo de aptitud agrícola desarrollado en el Ordenamiento Ecológico del Municipio de Durango (Periódico Oficial del Estado de Durango, 2013). Además de la agricultura, varios factores externos, actuarán de forma determinante sobre el sistema ambiental. Por un lado, la tendencia de crecimiento demográfico de la ciudad de Durango, es de 2.01 % anual, con base en los resultados de los censos de 1990 y 2010 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Esto demandará la apertura de nuevos núcleos habitacionales en ambientes semiurbanos o rurales como los que existen actualmente en la zona del proyecto, que demandarán servicios básicos.

Figura VII. 1 Pronóstico del tamaño de la población en la ciudad de Durango y Sistema Ambiental.



Por otra parte, el crecimiento poblacional ha provocado la sobreexplotación del acuífero Valle del Guadiana, alcanzando en 2014 un déficit de 34.9 Mm³ (CONAGUA 2015). Como respuesta, el Gobierno Estatal ha puesto en marcha diversas obras de infraestructura



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



hidráulica, entre las que destaca la sobrelevación de la cortina de la Presa Guadalupe Victoria, para aumentar su volumen de almacenamiento y se espera construir una nueva presa aguas arriba, en la misma cuenca hidrológica, con el fin de contar con una fuente alternativa de agua para uso doméstico e industrial. Estas obras modificarán aún en mayor grado el régimen de caudales del Río El Tunal, acentuando los procesos de degradación del ecosistema ripario en los siguientes aspectos:

1. Continuará la reducción o pérdida de los caudales durante la mayor parte del año.
2. Continuará el acceso a los materiales del lecho del río y consecuentemente su extracción.
3. Continuará la formación de fosas en el lecho del río y su permanencia a largo plazo, por la falta de sedimentos arrastrados por la corriente.
4. Continuará el estancamiento de los escasos caudales que eventualmente puedan circular.
5. Continuará la pérdida de vegetación de galería.

No obstante lo anterior, debe señalarse que existe una propuesta para la implementación de caudales ecológicos para el río Tunal (WWF 2010), la que en caso de aplicarse, aportaría flujos permanentes de 0.27 a 44 m³/seg., considerados como caudales mínimos necesarios en diferentes estaciones, para mejorar los factores bióticos prevalecientes, con lo que se pretende mejorar el estado de conservación del río. De acuerdo con el estudio citado, este flujo “permitiría la formación de pozas temporales que favorecen las especies acuáticas y a corto plazo lograr la comunicación entre ellas para el desplazamiento de especies de peces y desarrollo de macro invertebrados.”

De acuerdo con lo documentado anteriormente, el pronóstico de evolución de los principales problemas ambientales detectados en el área sin la ejecución del proyecto son los siguientes (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):



Tabla VII. 1 Pronóstico futuro sin proyecto y sin la aplicación de los caudales ecológicos, para las condiciones del sistema ambiental.

Componente ambiental	Condición Actual del sitio del proyecto	Condición futura sin proyecto
Geomorfología	El perfil topográfico del río ha sido alterado. El cauce se ha ampliado más allá de su límite natural. El lecho del río presenta fosas producto de la extracción de materiales	Se incrementa la modificación de la geomorfología
Edafología	Las riberas en el sitio del proyecto tienen un alto potencial de erosión por la falta de una adecuada cobertura vegetal.	Se incrementa el potencial de erosión
Hidrología	El régimen de caudales está alterado en el tramo del río donde se ubicará el proyecto. La condición típica es la carencia de caudales y por lo tanto, de corrientes.	Se acentúa la reducción de caudales naturales
Calidad del agua	La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 8 mg/m ³ , se encuentra dentro de los límites establecidos en la NOM 001 SEMARNAT 1996 para el mantenimiento de la vida acuática.	Se acentúa la DBO por el estancamiento del agua en fosas.
Vegetación	La vegetación arbórea está dispersa y no conforma galerías. No existe renuevo. La vegetación arbustiva y herbácea es pobre y dominada por especies introducidas.	Se incrementa la pérdida de la vegetación riparia arborescente
Fauna acuática	Hay una marcada dominancia de especies exóticas de peces.	Se mantiene la dominancia de especies exóticas

Los indicadores de impacto seleccionados para evaluar los efectos del proyecto, se mantienen dentro los parámetros aceptables para los impactos que están sujetos a Normas Oficiales Mexicanas, ya que la generación de ruido, polvos y gases son producto directo de las actividades del proyecto. En el caso del indicador de paisaje, su valor será nulo ya que su magnitud depende de la presencia de la infraestructura y actividades. Solo el potencial de pérdida de suelo sobrepasa los niveles de riesgo, con un valor de 37 a 46 Ton/Ha/Año de suelo perdido.



I.1. Escenario con proyecto sin medidas de mitigación

En la formulación de este escenario, se esperan condiciones ambientales idénticas a las de la situación sin proyecto en el sistema ambiental, con excepción de la franja afectada, ya que las obras y actividades tienen una distribución geográfica restringida al sitio de emplazamiento.

De esta forma, el escenario se modifica solo en el tramo del río relacionado directamente con las obras propuestas. De acuerdo con la caracterización de los impactos presentada en el capítulo V, las obras pueden interactuar con los componentes ambientales del sitio, exclusivamente durante las etapas de preparación y construcción, para después estabilizarse y minimizarse por su naturaleza temporal y reducida magnitud.

De acuerdo con lo documentado anteriormente, el pronóstico de evolución de los principales problemas ambientales detectados en el área por la ejecución del proyecto son los siguientes (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

Tabla VII. 2 Pronóstico futuro con proyecto sin medidas de mitigación, para las condiciones del sistema ambiental.

Componente ambiental	Condición futura con proyecto sin medidas de mitigación
Geomorfología	Se modifica la geomorfología a lo largo de la obra debido a las excavaciones, solo durante la etapa de construcción. Una vez instalada la infraestructura subterránea, el perfil del río recupera su perfil transversal, sin alteraciones que contribuyan a incrementar los impactos ya existentes sobre los taludes y lecho del río. Los escasos caudales no son una amenaza para la estabilidad del proyecto.
Edafología	El potencial de pérdida de suelo se incrementa por encima del valor actual, debido a la ruptura de las capas superiores durante la excavación y exclusivamente en el sitio del proyecto. El recubrimiento y nivelación de las zanjas, después de la instalación, no altera la escasa pendiente del terreno. Por lo anterior, se espera un incremento mínimo en la erosión local.
Hidrología	El volumen de caudales no se ve afectado por el proyecto, ya que no se instalará infraestructura que ofrezca resistencia a la corriente. Por otra parte, la inocuidad del proyecto sobre el perfil topográfico del río, permitirá el flujo del agua de la forma en que ocurre en condiciones sin proyecto.
Calidad del agua	La DBO podrá verse afectada en el caso de una fuga de manera fortuita. De acuerdo con las expectativas descritas en el capítulo V sobre la mezcla de las aguas residuales conducidas y aguas pluviales durante un período máximo de 1 hora, la calidad del agua del río superará los límites establecidos en la normatividad para el mantenimiento de la vida acuática solo en caso de existir caudales mínimos. Los gastos máximos esperados en caso de la aplicación de caudales ecológicos, permitirán la dilución y oxidación rápida de la materia



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario “Las Villas”



Componente ambiental	Condición futura con proyecto sin medidas de mitigación
	orgánica presente en las aguas residuales. Aún en el caso de un caudal mínimo, el impacto quedará contenido en el entorno del proyecto debido a la falta de una corriente rápida.
Vegetación	Se incrementa la pérdida de la vegetación riparia arborescente debido a las modificaciones esperadas en la hidrología, pero no como una consecuencia del proyecto, ya que no será necesaria la remoción de vegetación nativa.
Fauna acuática	Se mantiene la dominancia de especies exóticas por causas ajenas al proyecto.

Los indicadores de impacto seleccionados para evaluar los efectos del proyecto, se elevan, pero se mantienen dentro los parámetros aceptables para aquellos los impactos que están sujetos a Normas Oficiales Mexicanas (generación de ruido, polvos y gases de la combustión interna) como se describe en la caracterización de impactos del capítulo V.

Estos indicadores volverán a los valores del estado base, una vez que concluya la etapa de construcción.

En el caso del indicador de paisaje, el proyecto no tiene el potencial de modificar permanentemente los valores de sus parámetros. Por otro lado, sus efectos sobre la calidad visual se minimizan ya que la cuenca visual del proyecto no incluye zonas pobladas o de presencia humana intensiva o frecuente.

I.2. Escenario con proyecto y con medidas de mitigación

En la formulación de este escenario, se esperan condiciones ambientales idénticas a las de la situación sin proyecto en el sistema ambiental en general, con excepción de la franja afectada.

De acuerdo con lo documentado anteriormente, el pronóstico de evolución de los principales problemas ambientales detectados en el área por la ejecución del proyecto y sus medidas de mitigación, son los siguientes (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):



Tabla VII. 3 Pronóstico futuro con proyecto con medidas de mitigación, para las condiciones del sistema ambiental.

Componente ambiental	Condición futura con proyecto con medidas de mitigación
Geomorfología	No se requieren medidas de mitigación orientados a la preservación de este factor. Se modifica la geomorfología a lo largo de la obra debido a las excavaciones, solo durante la etapa de construcción. Una vez instalada la infraestructura subterránea, el perfil del río recupera su perfil transversal, sin alteraciones que contribuyan a incrementar los impactos ya existentes sobre los taludes y lecho del río. Los escasos caudales no son una amenaza para la estabilidad del proyecto.
Edafología	El potencial de pérdida de suelo se reduce por debajo del valor basal actual. La construcción de obras de cuneteo paralelas a la zanja, capturarán los escurrimientos producto de la contrapendiente en el lado norte del río. Esto reducirá el flujo de agua de lluvia sobre el suelo susceptible, que cubre la instalación subterránea.
Hidrología	El volumen de caudales no se ve afectado por el proyecto, ya que no se instalará infraestructura que ofrezca resistencia a la corriente. Por otra parte, la inocuidad del proyecto sobre el perfil topográfico del río, permitirá el flujo del agua de la forma en que ocurre en condiciones sin proyecto.
Calidad del agua	La DBO podrá verse afectada en el caso de una fuga de manera fortuita. De acuerdo con las expectativas descritas en el capítulo V sobre la mezcla de las aguas residuales conducidas y aguas pluviales durante un periodo máximo de 1 hora, la calidad del agua del río superará los límites establecidos en la normatividad para el mantenimiento de la vida acuática solo en caso de existir caudales mínimos. Los gastos máximos esperados en caso de la aplicación de caudales ecológicos, permitirán la dilución y oxidación rápida de la materia orgánica presente en las aguas residuales. Aún en el caso de un caudal mínimo, el impacto quedará contenido en el entorno del proyecto debido a la falta de una corriente rápida. La interrupción del flujo en el colector en respuesta a un evento de fuga permitirá restringir la duración del evento a menos de una hora. De esta forma, los niveles de contaminación atribuibles al proyecto por causas accidentales no superarán los límites establecidos en la normatividad.
Vegetación	Se incrementa la pérdida de la vegetación riparia arborescente debido a las modificaciones esperadas en la hidrología, pero no como una consecuencia del proyecto, ya que no será necesaria la remoción de vegetación nativa. Por lo anterior se proponen medidas de mitigación para la protección de este factor.
Fauna acuática	Se mantiene la dominancia de especies exóticas por causas ajenas al proyecto.

Los indicadores de impacto seleccionados para evaluar los efectos del proyecto, se elevan, pero se mantienen dentro los parámetros aceptables para aquellos los impactos que están sujetos a Normas Oficiales Mexicanas (generación de ruido, polvos y gases de la combustión interna) como se describe en la caracterización de impactos del capítulo V.



Estos indicadores volverán a los valores del estado base, una vez que concluya la etapa de construcción.

En el caso del indicador de paisaje, el proyecto no tiene el potencial de modificar permanentemente los valores de sus parámetros. Por otro lado, sus efectos sobre la calidad visual se minimizan ya que la cuenca visual del proyecto no incluye zonas pobladas o de presencia humana intensiva o frecuente.

CONCLUSION:

A partir de lo analizado en los capítulos V y VI, se formulan las siguientes conclusiones acerca de las expectativas del sistema ambiental y área de influencia del proyecto:

1. Las modificaciones a los factores biofísicos más importantes presentes en el sistema ambiental son en el producto de actividades realizadas previamente, a lo largo de varias décadas de ocupación del territorio y de manejo de los recursos naturales.
2. Las modificaciones más notables han ocurrido en el régimen hidrológico del río, lo que ha causado a su vez, de forma directa e indirecta, alteraciones a los factores bióticos como la vegetación y la fauna, así como físicos, como la geomorfología y calidad del suelo.
3. Los impactos causados por el proyecto, no son significativos en los términos de la legislación aplicable. Se consideran relevantes en los términos de la metodología aplicada para evaluarlos, sin embargo no tienen el potencial para desarrollar procesos sinérgicos o residuales, en conjunto con los impactos actualmente presentes.
4. Todos los impactos previstos ocurrirán de forma puntual sobre el sitio del proyecto y exclusivamente durante la etapa de construcción, sin superar los límites establecidos en la normatividad aplicable.
5. Debido a su corta duración y a su restringida ubicación geográfica, todos los impactos son prevenibles o mitigables, por lo que en síntesis, las actividades y obras del proyecto son altamente compatibles con el estado actual del sistema ambiental, por lo que su realización no representa una amenaza para la conservación o la protección de los recursos naturales, los procesos biológicos o los ecosistemas.



VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

ANEXOS

1. BIBLIOGRAFÍA

- Bureau of Land Management. B.L.M. (1980). Visual Resource Management. Manual 8400. Washington. 15 p.
- Carpenter, S. R. (1998). Caraco, NF, Correll, DL, Howarth, R. W. Sharpley, and Smith, V. H, 559-568.
- Chapman, P. M., Fairbrother, A., & Brown, D. (1998). A critical evaluation of safety (uncertainty) factors for ecological risk assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 17(1), 99-108.
- Chapra, SC. (1997). *Surface Water Quality Modelling*. McGraw Hill.
- Chow, J.C. y Watson, J.G. (1997) Fugitive Dust and Other Source Contributions to PM10 in Nevada's Las Vegas Valley; DRI Document No. 4039.2F1; B.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Valle de Guadiana (1003), Estado de Durango. 27 pp.
- Desmet P.J.J. y G. Govers. (1996). A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water*. 51 (427-433).
- Echeverri, C. A., y Maya, G.J. (2008) Relación entre las partículas finas (PM2.5) y respirables (PM10) en la ciudad de Medellín. *Revista de Ingenierías Universidad de Medellín*: 7(12), 23-42.
- Forman, R.T.T y M. Gordon. (1986). Patches and structural components for a landscape ecology, *Bioscience*. 31(10). pp. 733-740.
- García E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie Libros, núm. 6, Instituto de Geografía, UNAM, México
- Gentry, H. S. (1957). *Pastizales de Durango*.



- Domingo, G. O. (2002). Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª Edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Herrera Arrieta, Y., & Cortés Ortiz, A. (2009). Diversidad de las gramíneas de Durango, México. Polibotánica, (28), 49-68.
- Herrera, T. (2016). Las primeras Pteridofitas introducidas al Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México. Botanical Sciences, (26), 25-52.
- Hydroscience, INC. (1971). Simplified mathematical modeling of water quality. Environmental Protection Agency
- IMAGINE (2007). "The noise emission model for European road traffic" Deliverable n. 11 of the IMAGINE (Improved Methods for the Assessment of Generic Impact of Noise in the Environment) Project. (Disponible en <http://www.imagine-project.org>).
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014). "Caracterización de las emisiones de fuentes móviles fuera de carretera con motor diésel en México con y sin filtro de partículas". Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112440/2014_CGCSA_Emisiones_u_nidades_Of_Road.pdf.
- Keller, G., & Sherar, J. (2008). Ingeniería de caminos rurales: guía de campo para las mejores prácticas de gestión de caminos rurales
- Ley General de Aguas Naturales. (2018). En http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf
- Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. (2018). En http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_281116.pdf
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2018). En http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS_050618.pdf
- LGEEPA, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. (2018). [En H. Congreso de la Unión. Consultado en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.Htm](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.Htm)
- Ley General de Vida Silvestre, L. G. (2018). Diario Oficial de la Federación. Publicado DOF 19-01-2018. En http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_190118.pdf
- McCool D.K., D.R. Foster, K.G. Renard, D.C. Yoder, G.A. Weesies. (1995). The revised universal soil loss equation.. Department of Defense/Interagency Workshop on Technologies to address soil erosion on Department of Defense Lands.
- Moliner Santistevé, E., Garraín Cordero, D., y Franco García, V. (2008). Metodología para evaluar el impacto del ruido de los vehículos pesados sobre la salud humana. Aplicación al clúster cerámico de Castellón.
- Muñoz, C. A. (2012). Guía metodológica. Estudios de paisaje. Valencia, España: Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente.



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



- Norma Oficial Mexicana. (1966), NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales vertidas en aguas y bienes nacionales, Diario Oficial de la Federación, 6 de enero de 1997.
- Norma Oficial Mexicana. (2010). 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, 30.
- Norma Oficial Mexicana. (1994). NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición
- Norma Oficial Mexicana. (2006). NOM-152-SEMARNAT-2006, que establece los lineamientos y criterios para el aprovechamiento, conservación, restauración.
- Pérez López, M. E. (2013). Relación del contenido de fósforo y nitrógeno con la presencia de cianofíceas tóxicas en el Río EL Tunal, en Dgo.
- Periódico Oficial del Estado de Durango. (2013). Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Durango. Tomo CCXXVIII. No. 75.
- Pesce, S. F., & Wunderlin, D. A. (2000). Use of water quality indices to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquia River. *Water Recerca*, 34(11), 2915-2926.
- Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Durango. (2016)
- Renard K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies, D.K. Mc Cool y D.C. Yonder .(1997). Predicting Soil Erosion by Water: A guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agriculture Handbook Number 703.
- Renard, K. G., G. R. Foster, G. A. Weesies y J. R. Porter. (1991). RUSLE: Revised universal soil loss equation. *JSWC* 46 (1): 30-33.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Unidad Técnica Especializada CUSSA-COLPOS. Software Hidrología V5.
- Turner, M. G. (1989). Landscape Ecology: The effect to pattern on process. *Annual Review Ecology and Systematic*. 20 (171-197).
- Tzintzun, M.G., Rojas L. y Fernández, A. (2005). Las partículas suspendidas en tres grandes ciudades mexicanas, *Gaceta ecológica*: 74, 15-28
- Vicencio R. M. G., Villanueva F., Pérez L. M. E., Burciaga S. M. E. (2007). Índice de calidad del agua del río Mezquital de Durango. *Memorias del VI Congreso Internacional de Ciencias Ambientales*. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México, 6 al 8 de junio, CD-R.
- Villalobos, R., Amador, O., Flores, A.R., Guzmán, J., Munive, Z.,Hernández, L., Murillo, M.,Gómez, S., y Waliszewski, S.M. (2008). Materia orgánica extraída de las



aeropartículas de la ciudad de México y sus efectos genotóxicos. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*: 11(2), 105-109.

WWF Programa México. (2010). Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas: Desarrollo de Nuevos Modelos en México. Propuesta de caudales ecológicos en la cuenca del río San Pedro-Mezquitil y su consideración en el estudio de disponibilidad de aguas superficiales

Yeomans, W.C. (1986). Visual Impact Assessment: Changes in Natural and Rural Environment. En *Foundations for Visual Project Analysis*, Eds. Richard C. Smardon, James F. Palmer y John P. Felleman. Pp. 201-222. New York: John Wiley and Sons.

Yotsukura, N., & Cobb, E. D. (1972). Transverse diffusion of solutes in natural streams. US Government Printing Office.

2. FUENTES CARTOGRÁFICAS

Modelo digital de elevación 15 x 15 m: INEGI. Datos de Relieve Continental, escala 1:50,000. 2010

Corrientes superficiales: INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50,000 edición 2.0. RH11Ai, Río El Tunal.

Uso del suelo y vegetación. INEGI. Carta F13-2 (2015).

Tipos de suelo: INEGI. Conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1:250 000 serie II. Continuo Nacional (El Salto). Carta F13- 2. 2007

Clima: INEGI. Conjunto de datos vectoriales del Continuo Nacional. Efectos climáticos regionales. Escala 1:250 000 El Salto. Carta F13-2.

Imágenes satelitales compuestas de alta resolución

3. BASES DE DATOS

Normales Climatológicas. Estación 1023 El Pueblito. Servicio Meteorológico Nacional.

Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico – SIORE
http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe/#

4. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE PERDIDA DE SUELO



Método para la construcción del modelo de erosión

El modelo estima la pérdida de suelos por erosión hídrica de una microcuenca mediante la aplicación de la metodología USLE/RUSLE. El modelo prevé la pérdida del suelo por el escurrimiento hídrico, sobre una superficie desprovista de cobertura vegetal, siendo uno de los procesos más importantes de degradación, dada la tendencia irreversible de su desarrollo.

Para el análisis de la erosión de suelo se utilizó el software ArcGIS 10.1., en el cual se implementó la fórmula universal de pérdida de suelo USLE/RUSLE:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Donde:

A es la cantidad de material erosionado, medido expresado en toneladas por hectárea para una duración de lluvia específica. A tiene las unidades de K, en el periodo de tiempo seleccionado para R.

R es el factor de lluvia en forma de un índice, medido por el poder erosivo de la lluvia expresado en toneladas por hectárea, una medida de las fuerzas erosivas de la lluvia y escurrimiento asociado.

K es el factor de erodabilidad del suelo, es erosión estandarizada en toneladas por hectárea por unidad de erosividad R, para un suelo específico con una pendiente uniforme de 9% de gradiente y 22.1 m de longitud de pendiente en barbecho limpio labrado, es una medida de la susceptibilidad inherente de las partículas del suelo a la erosión.

L es el factor longitud de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una pendiente con una longitud dada y la pérdida de suelo de una pendiente con una longitud estándar de 22,13 m, con idénticos valores de erodabilidad y gradiente de pendiente;

S es el factor de gradiente de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una gradiente de pendiente específica y la pérdida de suelos de una pendiente con gradiente estándar de 9%, bajo otras condiciones similares, definen el efecto de la inclinación de la pendiente sobre la pérdida de suelo por unidad de área;

C es el factor que representa el papel de la vegetación en la protección del suelo. Es adimensional y su valor se incrementa conforme la cobertura de vegetación aumenta.

P es el factor que representa el efecto de las prácticas de conservación del suelo.

Método para el muestreo de fauna



Para determinar la riqueza de especies de fauna, se realizaron muestreos de campo utilizando técnicas diferentes para cada grupo taxonómico en 10 sitios de muestreo sistemático en el entorno inmediato al paso del proyecto sobre el río.

Aves

Conteo en puntos: El método de conteo por puntos consiste en la detección visual directa, mediante binoculares o por la identificación por cantos durante 10 minutos en un punto fijo localizado al centro del punto de muestreo, registrando todas las especies oídas u observadas. La identificación se validó preferentemente por el reconocimiento de las especies a partir de fotografías de tomadas en el sitio, a través de las aplicaciones digitales Merlin Bird ID de la Universidad de Cornell y Audubon Bird Guide App y mediante guías de campo impresas.

Mamíferos, anfibios y reptiles

Avistamiento directo e Identificación de rastros: Este tipo de muestreo consiste en el registro de huellas, excretas, pelo, madrigueras, etc., o avistamiento de especímenes de mamíferos durante recorridos de campo dirigidos a los sitios con mayor probabilidad de encuentro, trazando rutas dirigidas.

El muestreo de reptiles y anfibios implica la búsqueda directa de especímenes en los sitios de descanso y refugio tales como rocas, troncos, etc., dentro de parcelas de 5 x 5 metros para el muestreo sistemático. El muestreo de este tipo tiene la finalidad de compensar las bajas tasas de encuentro y de captura, que ocurren durante el registro de estos grupos debido a sus hábitos nocturnos o fosoriales. La identificación se validó mediante el uso de guías de campo impresas.

Paisaje

Los datos necesarios para la realización de la evaluación visual del paisaje para este proyecto, se compilaron a partir del análisis de las siguientes fuentes, cuya información se encuentra plasmada en las secciones anteriores de este capítulo:

- Cartografía de INEGI
- Imágenes satelitales
- Propuesta de gasto ecológico para el río El Tunal (WWF, 2010)
- Datos publicados sobre la calidad del agua del Río El Tunal
- Muestreos de campo
- Análisis de la cuenca visual del proyecto

Calidad paisajística.



Se aplicó el método indirecto del *Bureau of Land Management* (BLM, 1980), basado en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración y la suma total de los puntajes parciales define la clase de calidad visual usando una escala de referencia.

Fragilidad del paisaje

Para determinar la fragilidad y/o susceptibilidad se calcula su capacidad de absorción visual que es el potencial que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él o la capacidad de absorción visual del paisaje, la cual se considera inversamente proporcional sobre a la fragilidad, se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de Yeomans (1986). Esta técnica consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores considerados como determinantes de estas propiedades. Luego se ingresan puntajes a la siguiente fórmula, la cual determinará la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV):

$$C.A.V. = S \times (E + R + D + C + V)$$

Donde:

C.A.V = Calidad de Absorción Visual.

S = Pendiente.

E = Erosibilidad del suelo.

R = Vegetación, potencial de regeneración.

D = Diversidad de vegetación.

C = Contraste suelo roca.

V = Contraste suelo/vegetación.

El resultado obtenido se compara finalmente con una escala de referencia para asignar los puntajes de acuerdo con la condición de cada uno de los factores.

Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales



1. Disgregación del Sistema Ambiental, en Sistemas, Subsistemas, Componentes y Factores. Los Sistemas, Subsistemas y Componentes, los cuales se reflejan en la matriz de interacciones.
2. Disgregación del proyecto por etapas y actividades, de acuerdo con el programa general de trabajo, presentado en el capítulo II.
3. Identificación de interacciones entre los componentes del proyecto y los factores ambientales del sistema.
4. Identificación de los factores susceptibles de ser modificados por los impactos del proyecto, a partir de la matriz de interacciones.
5. Identificación, clasificación y simplificación de impactos.
6. Selección de los indicadores adecuados para medir el estado de cada factor susceptible de ser impactado.
7. Determinación de la significancia de los impactos identificados, con base en la definición de “impacto ambiental significativo”, establecida en el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.
8. Determinación de la incidencia y relevancia de los impactos, para determinar su relevancia.
9. Descripción de los impactos relevantes y estimación de la magnitud esperada.

5. MATRIZ DE INTERACCIONES



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular
Colector Sanitario "Las Villas"



