



IPICYT

INSTITUTO POTOSINO DE
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Y TECNOLÓGICA, A.C.

**MANIFESTACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL
PARTICULAR DE LA
TERMINAL DE
ALMACENAMIENTO Y
REPARTO DE
HIDROCARBUROS DE
“EL ROSAL”**



Resumen ejecutivo

El presente proyecto tiene como objetivo implementar la **Terminal de Almacenamiento y Reparto de hidrocarburos de “El Rosal”** que consiste en una planta industrial totalmente automatizada, diseñada para recibir y almacenar hidrocarburos, para posteriormente distribuirlos a la zona centro del país. En total se prevé una capacidad total de almacenamiento de 350,000 m³ distribuidos de la siguiente forma: 60% de Gasolina Magna, 30% Diesel (Gas Oil) y 10% Gasolina Premium.

La instalación tiene contemplado contar con las siguientes áreas: a) Área de almacenamiento: dieciocho tanques principales de almacenamiento de productos divididos en tres diques de retención, más dos tanques de almacenamiento temporal de interfaces con su cubeto independiente. b) Zona de bombas de trasiego de productos: bombas de trasiego de productos entre tanques, bombas de descarga, bombas de despacho de camiones y bombas reinyección de producto c) Estaciones de carga/descarga de camiones: compuesto por treinta y seis (36) bahías o islas independientes en funcionamiento y control. Esta infraestructura permite el despacho de 50 camiones / hora para el despacho y hasta 35 camiones / hora para la recepción de productos.

El terreno sujeto al desarrollo del proyecto se ubica a unos 33 kilómetros al oeste de Tula de Allende y 17 kilómetros al noroeste de Jilotepec de Molina Enríquez, en el municipio de Jilotepec, al norte del Estado de México. El acceso al predio se realiza por la carretera México 57-D México-Querétaro y posteriormente por un camino asfaltado con dirección sur, el cual lleva a la localidad más cercana “El Majuay”. El terreno forma parte de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico y la subprovincia Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo.

El predio del proyecto posee un área total de **708,495.688 m²**, esta superficie corresponde a un área de carga, un área de tanques de almacenamiento y el resto de la superficie corresponde a caminos, pequeñas áreas verdes y a los sistemas de mantenimiento de la planta (sistema de alerta

contra incendios, sala de bombas, tanques de agua, sala eléctrica, etc.). La inversión estimada para la ingeniería y construcción de la terminal está considerada en **118.811.518,00** de euros.

Etapas del proyecto

El proyecto está dividido en tres etapas principales: 1) **Preparación del sitio** que tiene como objetivo permitir la construcción de la infraestructura básica en una forma ordenada y con el menor impacto posible, en esta etapa se contemplan actividades como limpieza, compactación y nivelación del predio. 2) **Construcción**: para la construcción y diseño de cada sistema que operará en la terminal de almacenamiento se tomó en cuenta las especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente de acuerdo a la Norma PROY-NOM-006-ASEA-2017 que establece las especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, prearranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos, excepto para gas licuado de petróleo y 3) **Operación y mantenimiento** que se realizará en tres etapas principales: recepción, almacenamiento y entrega de productos, cada etapa tiene características específicas reguladas por la Norma PROY-NOM-006-ASEA-2017. A lo largo de toda la vida útil del proyecto se estima un promedio de 300 trabajadores, con un pico a mitad de la vida útil de aproximadamente 530 personas. El tipo de perfil que es requerido para la mayor parte del personal es calificado, se estima que el 90% del personal sea mexicano.

Vinculación con los Ordenamientos jurídicos

El desarrollo del proyecto estará regulado por la normativa federal vigente, de acuerdo al artículo 17BIS del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica establece como fuentes fijas de jurisdicción Federal, entre otros, a las actividades del sector hidrocarburos. Para el análisis de la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables se realizó el análisis de los instrumentos de planeación que contemplan las disposiciones en materia de impacto ambiental,

incluidas en la Constitución Mexicana, la LGEEPA, el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, el plan estatal del Estado de México, el plan municipal de desarrollo del municipio de Jilotepec y el Atlas de Riesgos del Estado de México. Mientras que en los instrumentos normativos se analizaron las Leyes en materia ambiental, Reglamentos aplicables y Normas oficiales mexicanas.

Sistema Ambiental y el área de influencia

En este apartado se realizó una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del Sistema Ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y de las principales tendencias de desarrollo. Para la delimitación del área de estudio se consideraron los instrumentos de planeación, las dimensiones del proyecto, las características físicas del predio y los elementos ambientales con los que interactuará la terminal. El área de influencia del proyecto se delimitó mediante un análisis de las características físicas, ecológicas e hídricas de la zona de interés, se determinó que la mejor delimitación del área de estudio debía realizarse tomando los límites de la subcuenca en la que se encuentran los predios, la cual corresponde a la subcuenca del río zarco. Una subcuenca hidrológica determina en gran medida los procesos físicos y bióticos que ocurren en un espacio determinado; una cuenca hidrológica, la cual está definida por la topografía, determina la disponibilidad de agua que existe en un espacio y por lo tanto condiciona procesos de erosión, desarrollo vegetal y distribución de fauna, así como las actividades humanas que pueden realizarse en él.

Para la caracterización del Sistema Ambiental se analizaron de manera integral los elementos del medio físico, tanto biótico como abiótico, los elementos económicos, sociales y culturales, así como las prácticas de aprovechamiento y uso de los recursos:

Aspectos abióticos

En el área de estudio se encuentran dos unidades climáticas diferenciadas por los regímenes de precipitación que presentan. Casi la totalidad de la cuenca está dominada por un clima templado

subhúmedo con humedad moderada, asociado a la zona de mayor altitud, desde los 2500 msnm hasta los 3000 msnm; al norte domina un clima templado de menor precipitación y poca fluctuación térmica el cual se distribuye en altitudes menores, desde los 2200 msnm hasta 2600 msnm. Ambas unidades climáticas poseen un porcentaje de lluvia invernal menor al 5%.

En relación a la litología del área de estudio está dominada por material de origen magmático que abarca edificios volcánicos y flujos de lava. Las rocas más antiguas corresponden a rocas andesíticas con estructura fluidal de edad pliocénica que compone la estructura de mayor elevación del área de estudio y que abarca al Cerro La virgen, Cerro Dedeni y al Cerro el Rosal.

El resto del área se encuentra sobre flujos de lava de composición basáltica, de textura afanítica con baja vesicularidad en los que se observan olivinos integrados en una matriz gris oscuro, y de estructura masiva. Estos flujos provienen de los conos monogenéticos que se distribuyen por toda el área los cuales se componen de material piroclástico de escoria tamaño lapilli y presentan alturas desde 50 hasta 100 metros.

En el área de estudio se encuentran seis unidades edafológicas: vertisol endoléptico, son suelos con una alta proporción de arcillas expandibles sedimentarias o producidas por la meteorización de rocas. Se forman comúnmente en depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales, subtropicales y semiáridos a subhúmedo. Feozem epiléptico, son suelos oscuros, ricos en materia orgánica, tienen un horizonte superficial oscuro, rico en humus y normalmente están libres de carbonatos secundarios o los tienen sólo a mayores profundidades. Luvisol profónico y lúvico el cual ha sido formado por depósitos aluviales arrastrados por los escurrimientos de la zona dejando una profunda capa de arcillas y Planosol epipetrodórico, son suelos con un horizonte superficial de textura gruesa sobre un horizonte subsuperficial denso y de textura más fina poco permeable.

leptosol lítico, el cual se encuentra confinado al límite sur sobre un pequeño cono monogenético. Los leptosol son suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos, poseen menos del 20% de tierra fina.

El área de estudio constituye la subcuenca del Arroyo Zarco, ésta pertenece a la cuenca hidrológica del Río Moctezuma que representa a la cuenca y zona lacustre más importante de México, abarca casi toda la Ciudad de México y el Estado de Hidalgo, y parte de los Estados de México, Tlaxcala, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz. La subcuenca del Arroyo Zarco colinda con las subcuencas de Aculco, El Molino, Huapango, Las Rosas, Nopala y Presa El Molino. La zona de influencia del proyecto se encuentra sobre el acuífero Valle del Mezquital, esta región comprende la porción central sur del estado de Hidalgo y el límite con el Estado de México. Los acuíferos se encuentran en rocas basálticas y sedimentos aluviales y lacustres, terciarios y recientes. En la subcuenca de Texcoco Zumpango se encuentran pozos con una profundidad promedio de 186 m.

Aspectos bióticos

Con la finalidad de caracterizar la condición actual y los procesos ecológicos de los componentes bióticos se caracterizaron los componentes vegetación y fauna. El predio de estudio es un área dedicada a las actividades pecuarias, presenta un grave proceso de deterioro de la vegetación por lo que se observó que la composición florística es muy homogénea, en general, los potreros son sistemas sencillos con una estructura vertical y horizontal poco compleja, la mayoría son plantas de amplia distribución geográfica comunes en pastizales de la región. En el área de influencia del proyecto se encuentran cuatro tipos de uso de suelo: bosque de encino, pastizal inducido, agricultura de riego y agricultura de temporal. Se presenta el inventario florístico de las especies predominantes en el sitio de estudio con representantes de los tres estratos: arbóreo con especies como *Eucalyptus globulus*, arbustivo *Senna multiglandulosa* y herbáceo *Bouteloua aristidoides*. Se realizó un análisis de la abundancia (biomasa) de la vegetación presente en el área de estudio mediante la estimación de los índices de vegetación NDVI y EVI. Los índices de vegetación se generan para proporcionar comparaciones espacio-temporales consistentes sobre el estado de la

vegetación. Para caracterizar las comunidades faunísticas se realizó un análisis de acuerdo con los lineamientos metodológicos pertinentes para cada grupo taxonómico. Se encontró una diversidad de 3 órdenes, 13 familias y 16 especies en el área de influencia, de las cuales, dos especies *Sceloporus grammicus* y *Accipiter cooperii* se encuentran bajo la categoría sujeto a protección especial de acuerdo a la Nom 059-SEMARNAT-2010.

Paisaje

El análisis de paisaje se realizó considerando tres aspectos fundamentales: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual. Para evaluar la visibilidad se realizó un análisis de cuenca visual, que es definida como el conjunto de superficies o zonas que pueden ser vistas desde un punto de observación. La medida de visibilidad es útil para establecer zonas de impactos visuales máximos y mínimos con respecto a las actividades del proyecto, la construcción del análisis de visibilidad permite valorar de forma objetiva la visibilidad del territorio desde todos los puntos de interés. La calidad paisajística se evaluó incluyendo tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual y la calidad del fondo escénico. Además, para evaluar la fragilidad se utilizaron variables biofísicas que ponderan la fragilidad visual de cada Unidad de Paisaje considerando litología, suelo y cubierta vegetal; así como la accesibilidad dada por la distancia y acceso visual desde carreteras y poblados.

Medio socioeconómico

En el área de influencia del proyecto se encuentran localidades de los municipios de Jilotepec y Aculco, en total 16 localidades, de las cuales, 10 son rurales y 4 urbanas (Tabla 33), la población total de las 16 localidades es de 13,123 habitantes, lo que equivale al 0.08% del total del Estado. En general, las localidades urbanas del municipio de Jilotepec han mostrado un crecimiento poblacional de hasta tres veces, a partir de 1950, pasando de 26,100 a 83,755 habitantes, como es el caso de San Lorenzo Nenamicoyan y El Rosal que han mostrado un crecimiento medio anual de hasta 3 y 4 puntos respectivamente este crecimiento de la población de Jilotepec refleja una gran dinámica demográfica. En el área de influencia no hay zonas arqueológicas y en algunas de las

localidades existe población con hogares indígenas, aunque ésta no representa un porcentaje considerable del total.

Diagnóstico Ambiental

En el diagnóstico ambiental se realizó un análisis que sintetiza el estado medioambiental del área de influencia del proyecto, en el diagnóstico se obtuvieron propuestas de actuación y seguimiento de cada uno de los componentes ambientales que influyen en el desarrollo del proyecto, además se analizaron sus interacciones y posibles cambios en el tiempo. El diagnóstico ambiental se presenta en forma de cuadro gráfico, donde se le asigna un valor cualitativo de carácter universal y que integra los componentes ambientales, se califican el estado de conservación, fragilidad y capacidad de carga. Los elementos ambientales se evalúan en categorías, aquellas que presentan “bajo” corresponde a componentes que poseen un bajo estado de conservación poca fragilidad y buena capacidad de recuperación, por ejemplo, estos elementos están representados por pastos o cultivos, suelos arados y cuerpos de agua que se encuentran en la zona de almacenamiento.

Impactos ambientales

La identificación de impactos se realizó mediante una matriz de causa-efecto para la determinación de la existencia de un cambio en alguna de las condiciones ambientales por efecto de una acción del proyecto. Se elaboraron nueve matrices causa-efecto que relacionan los componentes ambientales con los posibles impactos ambientales que se generarán con el desarrollo del proyecto. Estas matrices relacionan los factores de intensidad, extensión, duración, signo, magnitud, reversibilidad, riesgo, índice de impacto ambiental y significancia, entre los impactos generados en cada uno de los factores analizados. En el análisis se identificaron 51 impactos, de los cuales 11 (20%) pertenecen a la etapa de preparación del sitio, 19 (34.54%) impactos a la etapa de construcción y 21 (38.187%) a la etapa de operación. Se establecieron las medidas de prevención y mitigación necesarias para minimizar o atenuar las alteraciones ambientales que podrían ocasionarse para cada etapa y actividad del proyecto.

Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental tiene por objetivo comprobar la eficacia de las medidas de mitigación y acciones ejecutadas durante o después del proyecto, además de detectar impactos no previstos en la presente manifestación con la finalidad de desarrollar estrategias adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos. Se planteó con los siguientes objetivos: 1) ser una herramienta de seguimiento de los impactos identificados 2) establecer los mecanismos para identificar impactos no considerados 3) Seguimiento a las medidas preventivas o de mitigación y 4) evaluación de las medidas preventivas o de mitigación. Para asegurarse que se cumpla el programa de vigilancia se generó una tabla con indicadores y medidas complementarias que podrán ser realizadas por los encargados del proyecto durante todas las etapas del mismo.

Conclusiones

El establecimiento de la Terminal de Almacenamiento permitirá atender las necesidades de abasto de energía en el sector hidrocarburos, lo que promueve el crecimiento de la estructura organizacional que facilite la disponibilidad de hidrocarburos en el país que contribuye en la generación de beneficios económicos, sociales y medio ambientales. Ante las necesidades de consumo de hidrocarburos en el país es necesario contar con infraestructura como la Terminal de Almacenamiento “El Rosal” que permita disminuir los costos (económicos y ambientales) por transporte de hidrocarburos en la zona centro del país, además de incrementar la capacidad de hidrocarburos almacenados como reserva para el país.

La aplicación de tecnología y la consideración de los criterios ambientales desde la etapa de planeación y diseño, así como el compromiso de buenas prácticas de ingeniería, en el proyecto tiene definida la ejecución de medidas preventivas de impactos ambientales, cuyo propósito es minimizar los efectos negativos en el ambiente y no causar modificaciones mayores a las que se encuentran actualmente en el sitio donde se prevé la realización del proyecto.



ÍNDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1 Proyecto.....	1
I.1.1 Nombre del proyecto	2
I.1.2 Ubicación del proyecto	2
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.....	3
I.1.4 Presentación de la documentación legal	3
I.2 Promovente	3
I.2.1 Nombre o razón social	3
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes	3
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal	4
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal.....	4
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental	4
I.3.1 Nombre o razón social.....	4
I.3.2 Registro federal de contribuyentes	4
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.....	4
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.....	4
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
II.1 Información general del proyecto.....	5
II.1.1 Naturaleza del proyecto	6
II.1.2 Selección del sitio.....	7

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización	8
II.1.4 Inversión requerida	10
II.1.5 Dimensiones del proyecto	10
II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias	11
II.1.7 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos.....	13
II.2 Características particulares del proyecto	16
II.2.1 Programa general de trabajo.....	18
II.2.2 Preparación del sitio.....	22
II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	27
II.2.4 Etapa de construcción.....	28
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento	46
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto.....	68
II.2.7 Etapa de abandono del sitio.....	69
II.2.8 Utilización de explosivos.....	70
II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	70
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO.....	86
III.1 Análisis de los instrumentos de planeación	87
III.1.1 Planes y programas de orden federal.....	87
III.1.2 Planes y programas de desarrollo urbano del estado y del municipio.....	91
III.2 Análisis de los instrumentos normativos	99

III.2.1 Constitución Política	100
III.2.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	101
III.2.3 Ley de hidrocarburos.....	102
III.2.4 Ley General para la Prevención y Gestión integral de los residuos sólidos.....	103
III.2.5 Ley General de Cambio Climático.....	103
III.2.6 Reglamentos	104
III.2.7 Normas Oficiales Mexicanas.....	106
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	108
IV.1 Delimitación del área de estudio.....	108
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental	109
IV.2.1 Aspectos abióticos	110
IV.2.2 Aspectos bióticos	125
IV.2.3 Paisaje	139
IV.2.4 Medio socioeconómico	152
IV.2.5 Diagnóstico Ambiental.....	165
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	169
V.1.1 Indicadores de impacto.....	170
V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación	173
V.1.5 Descripción de los impactos ambientales.....	177
V.1.6 Escenarios de riesgos para los componentes ambientales	184
V.2 Resultados	201
V.2.1 Componentes ambientales abióticos.....	230

V.2.2 Componentes ambientales bióticos	232
V.2.3 Componente social.....	234
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	236
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental	236
VI.2 Impactos residuales	246
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	249
VII.1 Pronóstico del escenario.....	249
VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto	250
VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	252
VII.1.3 Escenario del proyecto atendiendo a las medidas de mitigación.....	254
VII.2 Programa de vigilancia ambiental.....	256
VII.3 Conclusiones.....	263
VIII.1 Formatos de presentación.....	266
VIII.2 Anexo cartográfico.....	267
VIII.3 Anexo fotográfico	268
VIII.4 Literatura citada	288

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de desarrollo del proyecto	1
Figura 2. Reducción de mapa base. El mapa se puede consultar en el Anexo cartográfico.....	8
Figura 3. Reducción del plano topográfico. El plano se puede consultar en el Anexo cartográfico. 9	
Figura 4 Plano general de interconexión al poliducto de Pemex (Anexo 5)	36
Figura 5 Plano de implantación general, se considera dentro de la evaluación de la MIA el predio delimitado en color amarillo (Ver Anexo 5)	45
Figura 6. Diagrama general de procesos.....	47
Figura 7. Unidad Recuperadora de Vapores	60
Figura 8. Esquema del funcionamiento de la planta de tratamiento API.....	66
Figura 9. Dispositivo Skimmer.....	67
Figura 10. Metas Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	88
Figura 11. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	91
Figura 12. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México	93
Figura 13. Zonificación Programa de Manejo del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico “Presa Huapango”	95
Figura 14. Plan de Ordenamiento Ecológico Local del Ayuntamiento Constitucional de Jilotepec 2013 – 2015	98
Figura 15. Reducción del mapa climático. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico	111
Figura 16. Reducción del mapa litológico. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico	113
Figura 17. Regionalización sísmica de la República Mexicana. Verde=Zona A, Amarillo=Zona B, Naranja=Zona C, Rojo=Zona D.	115
Figura 18. Reducción del mapa de aceleración máxima del terreno. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico.....	117
Figura 19. Reducción del mapa edafológico. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico.....	120
Figura 20. Reducción del mapa hidrológico. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico.....	122
Figura 21. Modelo tridimensional de los acuíferos en el área del proyecto y modelo tridimensional del relieve. Las imágenes tienen una exageración de 10X para resaltar las diferencias en los modelos. En la imagen inferior se	

observa en amarillo el área de los predios en donde se realizará el proyecto y en contorno color lila, el área de influencia del proyecto constituida por una subcuenca del Arroyo Zarco.	124
Figura 22 Reducción de uso de suelo y vegetación. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico	125
Figura 23 Transectos de Gentry	126
Figura 24 Ubicación de transectos de muestreo.....	127
Figura 25. Fotografía del sitio donde se establecerá la TAR “El Rosal”	129
Figura 26. Resultados de NDVI invierno y verano para la zona del Sistema Ambiental	134
Figura 27. Resultados de EVI invierno y verano para la zona del Sistema Ambiental.....	135
Figura 28 Zonas de influencia visual	140
Figura 29 Puntos de mayor visibilidad.....	141
Figura 30 Reducción de mapa de unidades de paisaje. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico	145
Figura 31. Naturalidad. Rojo: 1; Amarillo: 2; Verde: 3.....	146
Figura 32. Diversidad: Rojo: 1; Amarillo: 2; Verde: 3.....	147
Figura 33. Valor ecológico: Rojo: 1; Amarillo: 2; Verde: 3.....	147
Figura 34. Proximidad a impactos visuales: Rojo: 1; Amarillo: 2; Verde: 3.....	148
Figura 35. Calidad visual: Rojo: baja calidad visual; Amarillo: media calidad visual; Verde: alta calidad visual.	149
Figura 36. Fragilidad de las Unidades de Paisaje del área de estudio.	151
Figura 37. Estructura por sexo de las 16 localidades.....	153
Figura 38. Estructura por sexo y edad de las localidades del municipio Aculco	155
Figura 39. Estructura por sexo y edad de las localidades del municipio de Jilotepec.....	156
Figura 40. Porcentaje de hombres y mujeres nacidos dentro y fuera de las localidades del área de influencia del proyecto.....	158
Figura 41. Cobertura en servicios de salud de la población de las localidades del área de influencia del proyecto.....	161
Figura 42. Población con hogares censales indígenas	163

Figura 43. Grado promedio de escolaridad de las localidades del área de influencia.....	164
Figura 44. Población católica de las localidades del área de influencia, el censo solo distingue entre población católica y población no católica.	164
Figura 45. Componentes de los indicadores de impacto. Elaboración propia	171
Figura 1 Modelo conceptual del daño ecológico provocado por derrames de hidrocarburos	200
Figura 2 Modelo conceptual de contaminación por hidrocarburos por nube de humo	201
Figura 46. Escenarios sin proyectos	252
Figura 47. Escenarios con proyecto	254
Figura 48. Forma de reducir el impacto ambiental	255

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del predio.....	3
Tabla 2 Inversión requerida	10
Tabla 3 Servicios sanitarios	13
Tabla 4 Servicios sanitarios que requieren uso de agua.....	14
Tabla 5. Infraestructura de la Terminal por etapa del proyecto	16
Tabla 6. Distribución de tanques	49
Tabla 7. Componentes de la URV	54
Tabla 8. Posición de válvulas en URV con V-1 en operación	57
Tabla 9. Posición de válvulas en la etapa de ecualización.....	58
Tabla 10. Etapa de abandono en la fase de construcción	69
Tabla 11. Residuos sólidos no peligrosos generados en la etapa de construcción.....	73
Tabla 12. Características de los residuos sólidos no peligrosos generados en la etapa de construcción.....	74
Tabla 13. Características de los residuos sólidos no peligrosos generados en la etapa de operación	75
Tabla 14. Características de los residuos sólidos peligrosos generados en la etapa de operación.....	76
Tabla 15. Descripción de los residuos líquidos generados en cada etapa	78

Tabla 16. Factor de producción de ozono fotoquímico	79
Tabla 17. Especificaciones generales de las gasolinas.....	81
Tabla 18. Otras especificaciones de gasolina de acuerdo a la zona geográfica Zona Metropolitana- Valle de México	83
Tabla 19. Especificaciones del Diesel	84
Tabla 20. Usos predominantes de la superficie territorial en el Estado de México	92
Tabla 21. Vinculación de los instrumentos de planeación con el proyecto de la TAR “El Rosal” ..	99
Tabla 22. Vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	100
Tabla 23. Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	101
Tabla 24. Vinculación con la Ley de Hidrocarburos	102
Tabla 25. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	103
Tabla 26. Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.....	104
Tabla 27. Vinculación con el Reglamento de las actividades a que se refiere el título tercero de la Ley de Hidrocarburos	105
Tabla 28. Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas.....	106
Tabla 29 Listado taxonómico de fauna	138
Tabla 30 Unidades de Paisaje.....	142
Tabla 31 Valor de las unidades de paisaje.....	143
Tabla 32 Fragilidad del paisaje.....	150
Tabla 33. Población total de las localidades	152
Tabla 34. Promedio de fecundidad por localidad.....	159
Tabla 35. Población ocupada y económicamente activa de las localidades del área de influencia	160
Tabla 36 Calificaciones del diagnóstico ambiental	166
Tabla 37 Diagnóstico ambiental área de colecta o captación	167
Tabla 38 Diagnóstico ambiental área de transporte	167
Tabla 39 Diagnóstico ambiental área de almacenamiento	168

Tabla 40. Indicadores de impacto ambiental	172
Tabla 41. Valores de los criterios.....	175
Tabla 42. Resumen de frecuencias y criterios de ocurrencia.	185
Tabla 43. Tipo de evento y categoría de la consecuencia.....	186
Tabla 44. Frecuencia de ocurrencia	188
Tabla 45. Impactos residuales.....	246
Tabla 46 Programa de Vigilancia Ambiental	258

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

I.1 Proyecto

El terreno sujeto al desarrollo del proyecto se ubica en el extremo noroeste del municipio de Jilotepec justo en la colindancia con el municipio de Aculco, en el Estado de México. Colinda al norte con la carretera México 57D, que comunica al Estado de México con la ciudad Querétaro. El acceso al terreno es por un camino asfaltado de dos carriles (Figura 1).

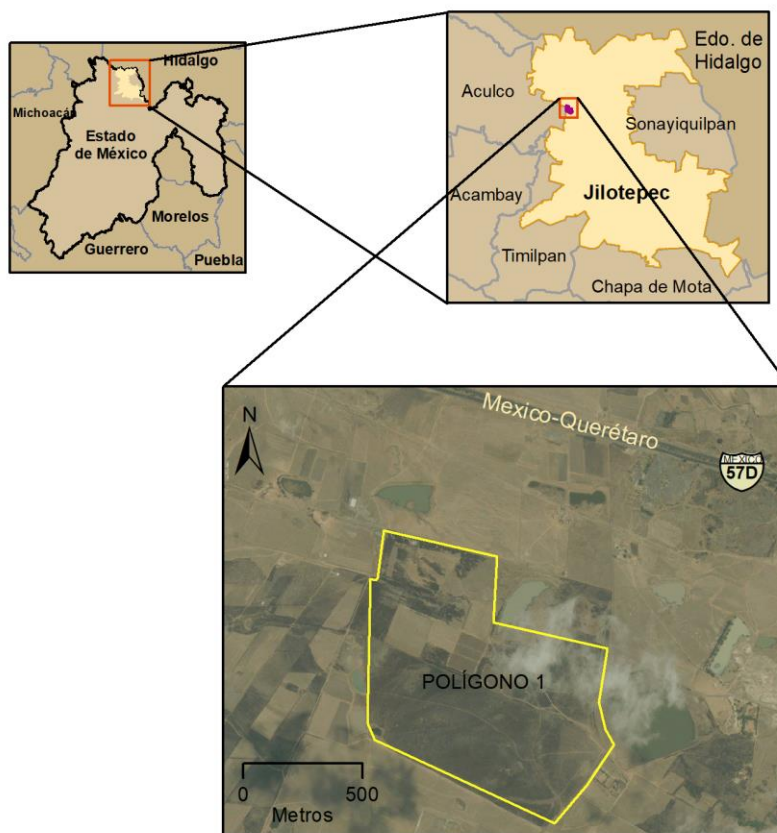


Figura 1. Localización del área de desarrollo del proyecto

El terreno forma parte de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico y la subprovincia Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo (Cervantes-Zamora *et al.*, 1990). Se ubica en una zona dominada principalmente por relieve volcánico, alrededor se observan varias elevaciones correspondientes a estructuras volcánicas monogenéticas fácilmente distinguibles por las características típicas de este tipo de volcanes.

Debido a la litología y las altas precipitaciones que recibe la zona presenta una gran cantidad de escurrimientos y cuerpos de agua. Aproximadamente a 3.5 kilómetros de distancia de los terrenos se encuentra el lago Laguna Huapango utilizada como Presa, la cual es alimentada por varios escurrimientos intermitentes, entre ellos el arroyo Zarco, con dirección NNO el cual también alimenta al lago San Antonio, a unos 5 kilómetros del área del proyecto. De las elevaciones que se encuentran al norte del terreno nacen otros escurrimientos intermitentes que se unen y alimentan el lago El Molino ubicado a unos 7 kilómetros en dirección NO. Alrededor del predio se localizan otros cuerpos de agua intermitentes y perennes de menores dimensiones.

La comunidad más cercana es “El Majuay”, localizada a unos 700 metros del predio en dirección SE, aproximadamente a 3.5 kilómetros al noreste se encuentra la localidad “Dedeni Dolores” y a unos 6 kilómetros al noroeste la comunidad “Arroyo Zarco”.

I.1.1 Nombre del proyecto

Terminal de Almacenamiento y Reparto de Hidrocarburos “El Rosal”

I.1.2 Ubicación del proyecto

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas del predio que conforman el área del proyecto (Tabla 1):

Tabla 1. Coordenadas del predio

V	Y	X
2	2,219,914.42	430,819.20
23	2,219,835.76	430,803.17
20	2,219,705.42	430,774.74
19	2,219,596.64	430,796.02
18	2,219,537.07	430,826.02
17	2,219,384.24	430,713.63
15	2,219,240.18	430,576.17
13	2,219,602.48	429,886.47
12	2,219,917.36	429,873.22
10	2,220,232.82	429,901.69
9	2,220,228.08	429,922.42
8	2,220,238.30	429,930.41
6	2,220,421.39	429,962.86
42	2,220,297.71	430,403.60
46	2,220,039.66	430,374.72

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

La Terminal de Almacenamiento de “El Rosal” contempla como parte integral de su crecimiento, la construcción de obras permanentes con una vida útil indefinida con actividades de mantenimiento permanente que prevea adecuaciones a largo plazo.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Rockwell Diseprosa TAR Continental, SAPI de CV

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

RDT1604121Y3

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Jorge Enrique Vázquez Navarro

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal

[Redacted]

DOMICILIO DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA, ART. 116 PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Instituto Potosino De Investigación Científica Y Tecnológica, A. C.

I.3.2 Registro federal de contribuyentes

RFC: IPI0024PX5

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Dr. Jorge Arturo Chiprés de la Fuente

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

DOMICILIO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

El proyecto de la Terminal de almacenamiento consiste en una planta industrial totalmente automatizada, diseñada para recibir y almacenar hidrocarburos, para posteriormente distribuirlos a la zona centro del país a través de auto tanques. En total se prevé una capacidad total de almacenamiento operativo de 350,000 m³ distribuidos de la siguiente forma: 60% de Gasolina Magna, 30% Diesel (Gas Oil) y 10% Gasolina Premium. La instalación tiene contemplado contar con las siguientes áreas:

- Área de almacenamiento: dieciocho tanques principales de almacenamiento de productos petrolíferos divididos en tres diques de retención, más dos tanques de almacenamiento temporal de interfaces con su cubeto independiente.
- Zona de bombas de trasiego de productos: bombas de trasiego de productos entre tanques, bombas de despacho de camiones, bombas reinyección de producto.
- Estaciones de descarga /carga de camiones: compuesto por (36) treinta y seis bahías o islas de descarga/carga independiente en funcionamiento y control. Esta infraestructura permite el despacho de 50 camiones / hora, 16 horas al día, 6 días por semana, así como también la recepción de hasta 35 camiones/hora para la recepción de producto. Cada isla dispondrá de cuatro brazos de carga con unidades contadoras de flujo y unidades centrales de control de dosificación. Además de un quinto brazo para la captación de vapores al momento de llenado de productos ligeros.

Se contempla la llegada de producto a través de dos orígenes, por camión o poliducto:

- Por camión: con 18 islas para la descarga simultánea de camiones adicionales a las 18 islas de carga. El tiempo de descarga será de 24 horas al día, 7 días a la semana, dado el ritmo de recepción que será más espaciado durante el día.
- Por poliducto: con una capacidad de entrada máxima de diseño de 125.000 barriles por día, con sistema de filtrado y manifold de distribución para los diferentes productos, así como dos tanques de interface para el manejo de las mezclas provenientes del poliducto.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

México tiene aproximadamente 72 Terminales de Almacenamiento y Reparto de Hidrocarburos Refinados (TAR), de las cuales más del 60% de su capacidad está deteriorado debido a las malas condiciones en las que se encuentran (fugas de combustible, filtraciones de agua, bajo mantenimiento, entre otros). La operación de terminales de 14,000 m³ se realizan con más de 360 trabajadores, mientras que en una terminal automatizada sólo son necesarios 6 – 8 trabajadores en promedio, además en una terminal convencional durante el proceso de carga de las pipas generalmente existe una pérdida de combustible, esto representa un 20% de pérdida para cubrir la demanda de mercado por falta de combustible, esto no sucede en las terminales automatizadas. En las terminales recientes el tiempo de carga por pipa es de 25 a 30 minutos, mientras que las terminales en México tardan de 5 a 6 horas en promedio para cargar una pipa. Los costos de operación del tipo de terminales en México son aproximadamente 600% mayor que Terminales de Almacenamiento y Reparto Inteligentes, además de que son incapaces de automatizar procesos y aún cuentan con sistemas de aditivación de manera manual. A continuación, se describen algunas ventajas de la realización del proyecto:

- Alta eficiencia en la operación de la terminal, minimizando los trabajos manuales de los operadores, aumentando la productividad.
- Atención de la cobertura de las necesidades de suministro de combustibles.

- Control y seguimiento en tiempo real del balance y existencias para cada producto de la terminal.
- Garantía de la fiabilidad y calidad en la entrega de los productos.
- Proporcionar mayor seguridad en la planta, al medio ambiente y las áreas circundantes a las instalaciones.
- Contribución en la reserva de hidrocarburos en el país.
- Reducción en tiempos de carga en terminal.

Sectores que utilizan los hidrocarburos como insumos clave:

- Transporte: el 25% de los costos del transporte suburbano lo representan los combustibles. el transporte consume el 50% de la oferta interna del Oil y Gas.
- Industria: la industria utiliza los hidrocarburos como combustible y como insumo (plástico, petroquímica, otras).
- Agro: El 14% de los costos directos del sector lo representan los combustibles y sus derivados. El agro consume el 27% de la oferta interna del Oil y Gas.

II.1.2 Selección del sitio

La construcción de la Terminal de Almacenamiento y Redistribución de hidrocarburos se realizará en el Municipio de Jilotepec, Estado de México, debido a su ubicación geográfica, dentro de un importante corredor industrial que alberga corporativos nacionales, multinacionales y su industria auxiliar, significa tener en un radio no mayor a 3 horas y media por tierra al mercado en los estados de Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Puebla, Morelos y Querétaro, tomando en cuenta que la mayor parte de la demanda de combustibles en México se encuentra concentrada en la zona centro del país.

La selección del sitio contempló los siguientes criterios:

- El sitio seleccionado está conectado a la principal ruta de acceso al centro del país (carretera federal 57).
- Está ubicado fuera de zonas arqueológicas e históricas.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El área en donde se ubica el predio que se dispondrá para la construcción de la Terminal, se ubica a unos 33 kilómetros al oeste de Tula de Allende y 17 kilómetros al noroeste de Jilotepec de Molina Enríquez, en el municipio de Jilotepec, al norte del Estado de México. El acceso al predio se realiza por la carretera México 57-D México-Querétaro y posteriormente por un camino asfaltado con dirección sur, el cual lleva a la localidad El Majuay, la comunidad más cercana, localizada a unos 700 metros del predio. En el plano de localización del sitio seleccionado para el proyecto se aprecian la ubicación del sitio y el polígono del predio del proyecto (Figura 2).

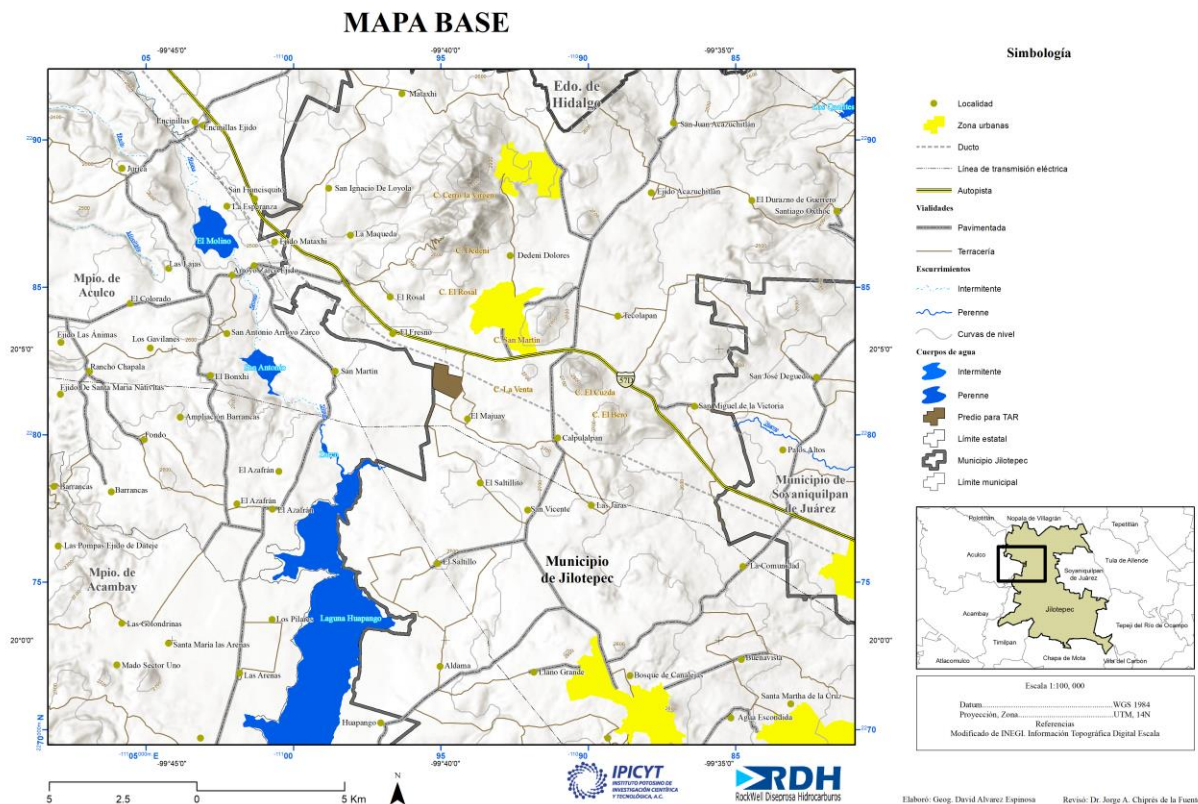


Figura 2. Reducción de mapa base. El mapa se puede consultar en el Anexo cartográfico

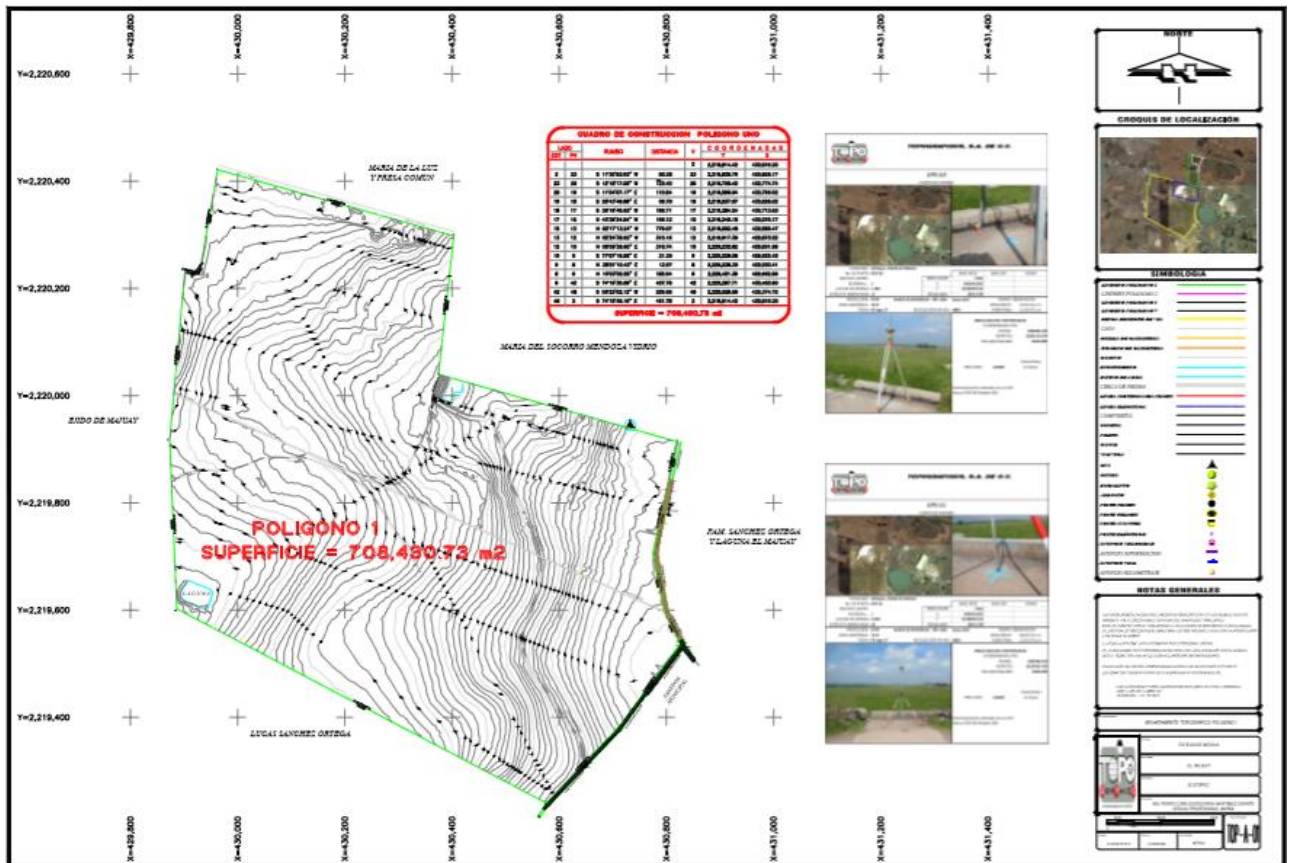


Figura 3. Reducción del plano topográfico. El plano se puede consultar en el Anexo cartográfico

II.1.4 Inversión requerida

La inversión estimada para la ingeniería y construcción de la terminal está considerada en 118.811.518,00 de euros y su equivalente en pesos mexicanos es de 2,682,764,076.44 al tipo de cambio del 10 de abril de 2018. En la siguiente tabla se muestra un desglose de costos:

Tabla 2 Inversión requerida

INGENIERÍA, SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN TERMINAL DE ALMACENAMIENTO	
CONCEPTO	IMPORTE EUROS
Ingeniería (Administrativa, básica, detalle)	3.906.000,00 €
Compras - inspección - activación	1.216.000,00 €
Transporte de Materiales	815.000,00 €
Supervisión de construcción	6.631.000,00 €
Puesta en marcha y entrenamiento del personal	630.000,00 €
Construcción de edificio y sala de control de TAR	8.000.000,00 €
Interconexión poliducto de suministro	2.000.000,00 €
Carreteras de acceso	4.000.000,00 €
Obras civiles + movimiento tierras y excavaciones cubetos	31.630.494,00 €
Suministros y montajes mecánicos, + EEBB en zona baja + tubería en bancales	40.503.839,00 €
Suministros y montaje sistemas DCI, + ampliación bancales	6.591.695,00 €
Suministros y montajes eléctricos, + ampliación bancales + arquetas bancales	6.265.590,00 €
Suministros y montajes instrumentación, + ampliación bancales + arquetas bancales	4.141.900,00 €
Sistema de Control de Video Vigilancia y megafonía, + bancales	770.000,00 €
Sistema de control	1.710.000,00 €
TOTAL: 3500 m³	118.811.518,00 €

II.1.5 Dimensiones del proyecto

Superficie del terreno:

El proyecto contempla un predio que posee un área total de **708,495.688 m²** (Figura 3), esta superficie corresponde a un área de carga, un área de tanques de almacenamiento y el resto de la

superficie corresponde a caminos, pequeñas áreas verdes y a los sistemas de mantenimiento de la planta (sistema de alerta contra incendios, sala de bombas, tanques de agua, sala eléctrica, etc.).

II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El predio del proyecto se encuentra dentro del Área Natural Protegida con categoría de Parque Estatal denominado: “Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango”, declaratoria del Ejecutivo del Estado publicado en el Periódico Oficial “Gaceta de Gobierno” el 08 de junio de 2004, localizado entre las coordenadas geográficas 19°50’05” y 20°17’08” latitud Norte y 99°55’55” y 99°36’46” longitud Oeste y se distribuye en porciones en cinco Municipios del Estado de México: Acambay (8,571.376 has), Aculco (22,063.976 has), Jilotepec (14,496.386 has), Polotitlán (12,575.136 has) y Timilpan (13,317.496 has) sumando en conjunto una superficie total de aproximadamente 71,024 Hectáreas. El predio del proyecto representa el **0.098%** del área total del Parque Estatal.

De acuerdo con el “Programa de manejo del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico”, publicado en el periódico oficial Gaceta de Gobierno A:202/3/001/02 (16 de abril del 2018), en el Parque Estatal existe una zonificación que fue determinada considerando siete Políticas Ambientales (Protección, Conservación, Restauración, Aprovechamiento, Aprovechamiento para Crecimiento Urbano, Zonas Urbanas y Cuerpos de Agua). El predio del proyecto se encuentra dentro de una Zona de Aprovechamiento, que fue determinada con base en las siguientes características:

- a) No contiene vegetación propia (original) de la región
- b) El estado en que se encuentran los ecosistemas contribuye de manera limitada a la provisión de servicios ambientales
- c) Áreas con cubierta forestal dispersa (bosque mixto no original)

- d) Existen asentamientos humanos dispersos no consolidados entre Áreas de bosque no nativo
- e) Se practica la agricultura tradicional o convencional de manera intensiva y extensiva
- f) Áreas en donde se realizan actividades recreativas y de esparcimiento
- g) Espacios con procesos de conversión agrícola o infraestructura de agricultura tecnificada controlada (invernaderos, cultivos protegidos, agricultura protegida), así como establecimientos comerciales e industriales.

De acuerdo a la “Matriz de Infraestructura, equipamiento y mobiliarios, servicios y actividades permitidas, condicionadas y no permitidas en el Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango”:

Las actividades del proyecto se enmarcan en el desarrollo de Infraestructura para la industria éstas actividades se encuentran en la categoría de “condicionado”, es decir, se otorgarán las autorizaciones de acuerdo lo establecido en el Código para la Biodiversidad del Estado de México, además, bajo lo establecido por la Secretaría de Medio Ambiente. De acuerdo a la **Regla 4.3** Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran autorización en los términos del **Artículo 28** de la **LGEEPA**.

Cuerpos de agua

Debido a la geología y tipo de suelo, a la geomorfología, principalmente de planicie, y a los elevados regímenes de precipitación, se observaron varios cuerpos de agua, escurrimientos y zonas de saturación del sustrato.

Al lado del margen este del polígono destinado a la construcción de la Terminal se encuentra un cuerpo de agua de aproximadamente 89 m² entre el camino y el cementerio, mientras al norte del mismo se ubica otro de aproximadamente 21 m². A 931 metros al oeste del polígono se encuentra otro cuerpo de agua de dimensiones importantes, el cual posee una extensión aproximada de 167

m² a la fecha de la imagen citada anteriormente. Sin embargo, estos cuerpos de agua han sido diseñados como microrrepresas (o bordos) para riego de cultivos.

También se observaron tres escurrimientos intermitentes que recorren el terreno en dirección oeste-este. El cauce de mayor extensión divide por el centro al polígono, éste tiene una profundidad promedio aproximada de 30 cm y aproximadamente 80 cm en promedio de ancho.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos

Para llevar a cabo todas las funciones que tiene prevista la planta, contará con todos los servicios auxiliares necesarios preceptivos para este tipo de instalación: agua potable, descarga de aguas residuales, instalación eléctrica, acceso telefónico y conexión a internet.

1. Acceso

La TAR se encuentra cerca de la carretera federal 57 México-Querétaro, por lo que sólo requerirá un camino de dicha vía a la planta.

2. Agua Potable

Este servicio tendrá como propósito principal el consumo humano del personal de la planta y el llenado de tanques de agua para el sistema de protección contra incendio, este consumo será puntual, una vez llenos los tanques no habrá más consumo.

Consumo humano

La planta tendrá en promedio treinta y tres personas de manera simultánea, considerando dicho número entre personal de la planta y eventuales de mantenimiento o vigilancia, se indican en la siguiente tabla:

Tabla 3 Servicios sanitarios

Perfil	Cantidad	Baños	Vestuarios
Gerencial	2	Requerido	No requerido

Administrativo	4		No requerido
Mandos medios	6		Requerido
Técnicos de campo	18		Requerido
Vigilancia	3		No requerido

Además del personal de planta, existirá una población fluctuante de conductores de camiones, los cuales tendrán sus áreas sanitarias, en su edificio correspondiente.

En la siguiente tabla se describen los espacios que requieren de servicio de agua:

Tabla 4 Servicios sanitarios que requieren uso de agua

Área	Pieza	Cantidad
Sala de baños oficinas masculinos	Lavamanos	3
	WC	3
	Mingitorio	2
Sala de baños oficinas femenino	Lavamanos	3
	WC	3
Sala de baños oficinas técnicas masculino	Lavamanos	1
	WC	1
	Mingitorio	1
Sala de oficinas técnicas femenino	Lavamanos	1
	WC	1
Vestuarios masculino	Duchas	3
Vestuarios femeninos	Duchas	1
Sala de baños edificio eléctrico	Lavamanos	1
	WC	1
Sala de baños ed. Conductores masculino	Lavamanos	5
	WC	5
	Mingitorio	3

Sala de baños ed. Conductores femenino	Lavamanos	1
	WC	1
Sala de baños Vigilancia	Lavamanos	2
	WC	2

Consumo industrial

El consumo de agua de la planta para sus procesos es nulo, ya que el agua no es utilizada en ninguna de sus fases operativas, a excepción de algunos eventos de limpieza. No obstante se prevé un consumo puntual para el llenado de los tanques contra incendio, este procedimiento se realiza solamente en una ocasión.

Consumo general

Se estima un consumo promedio de 1,750 – 2,000 litros por día incluyendo los tres turnos. En el caso de llenado de los tanques, la capacidad total de reserva de la instalación es de 15,200 m³, los cuáles, deberán ser llenados desde la toma de agua o desde las reservas naturales presentes en el terreno.

3. Electricidad

Para los servicios eléctricos de la planta se estimó un consumo de 2.7 MWh máximo, no obstante, dentro del plan de desarrollo de la planta se requerirán 5MWh. A continuación se enlistan las cargas estimadas para el proyecto, así como los unifilares de alta y baja tensión.

 RDH Redes de Distribución de Hidrocarburos			CLIENTE					PROYECTO					DEPARTAMENTO						
			INSTALACIÓN		CONSUMO PLANTA			ESPECIFICACIÓN No.											
			UNIDAD No		HOJA		3		DE		8		REV.		0				
EQUIPO N°	POTENCIA NOMINAL MVA	DESCRIPCIÓN	GENERACIÓN					CONSUMO					CONSUMO TOTAL					Coeficiente de simultaneidad	NOTAS
			TIPO	kV	kW	kVA	EFICIENCIA	COS φ	Factor de carga	kW	kVA	Utilización %	kW	kVA	kVA				
			BARRA																
ACOMETIDA 1																			
	3.000	CGBT-1 Barra normal	CARGA	0.480	3,000.00	3,000	100.00%	1	0.89	2,655.49	0.00	88.52%	2,655.49	0.00	2,655.49	100.00%	CONTINUO		
		CSA																	
GRUPO ELECTROGENO	1,400.000	CSA/CSE Barra emergencia	CARGA	0.480	1,100.00	1,300	100.00%	0.8	1.00	1,100.00	825.00	105.77%	1,100.00	825.00	1,375.00	100.00%	EMERGENCIA		
CARGA TOTAL DE INSTALACIÓN													2,655.49	0.00	2,655.49				

4. Telecomunicaciones

La planta requerirá servicio telefónico convencional (voz), con capacidad para 10 líneas y servicio de conexión de datos de alta velocidad (conexión a internet simétrica de mínimo 40 Mbits dedicado).

Habrà una caja de interconexión dentro de las instalaciones de la planta, que estará enterrada y protegida.

II.2 Características particulares del proyecto

La terminal contará con una capacidad proyectada de almacenamiento de 222,500 m³ de gasolina Magna, 105,000 m³ de Gasoil y 35,000 m³ de gasolina Premium, con la infraestructura proyectada la terminal poseerá una capacidad de manejo tanto de recepción como de despacho de 365,000 m³ de producto. La infraestructura requerida para la operación de la Terminal en cada etapa del proceso es la que se presenta en la Tabla 5:

Tabla 5. Infraestructura de la Terminal por etapa del proyecto

ETAPA DEL PROCESO	INFRAESTRUCTURA
RECEPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	*Estacionamiento camiones *Isletas de camiones de recepción y reparto de productos *Ducto *Tanques de almacenamiento *Sala de control *Planta de tratamiento de aguas (API) *Tanques de devolución *Tanque de purgas área de cargaderos *Área de almacenamiento de aditivos *Estación de filtros *Unidad Recuperadora de Vapores (URV)

ETAPA DEL PROCESO	INFRAESTRUCTURA
ALMACENAMIENTO	*Tanques de agua DCI *Sala de bombas DCI *Cubetos de retención *Tanque de purgas (zona de tanques) *Sala de bombas de transferencia *Estación de filtros *Estación de rascadores de recepción de oleoductos *Estación de medida y control *Tanques de interface *Sala eléctrica *Brigada contra incendios *Unidad de drenajes de tanques
INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA	*Sala de descanso de conductores *Estacionamiento de vehículos *Caseta de seguridad *Talleres y almacén de repuestos *Vallado perimetral *Vías de acceso (carreteras)

II.2.1 Programa general de trabajo

Se presenta el programa de trabajo para el desarrollo del proyecto, el primer mes corresponde al mes de octubre de 2018.

ETAPA	ACTIVIDAD	MESES																																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Actividades provisionales	Construcción de oficinas, sala de reuniones, almacenes, baños y vestuarios durante la etapa de construcción.																																	
Preparación del sitio	Movimiento de tierras																																	
	Excavaciones																																	
	Rellenos: zanjas, terraplenes, pedraplenes.																																	
	Pavimento flexible																																	
	Factores de dimensionamiento																																	
	Materiales y base granular																																	
Construcción	Ejecución de las obras																																	



Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a sección, CP. 78216, San Luis Potosí S.L.P., Tel.: (444) 834 20 00, www.ipicyt.edu.mx



**INSTITUTO POTOSINO DE
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Y TECNOLÓGICA, A.C.**

Operación y mantenimiento

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Sistema DCI

II.2.2 Preparación del sitio

La preparación del terreno tiene como objetivo permitir la construcción de la infraestructura básica en una forma ordenada y con el menor impacto posible, en esta etapa se contemplan actividades como limpieza, compactación y nivelación del predio.

II.2.2.1 Movimiento de tierras

1. **Excavaciones.** Se determinará el tipo de excavación a realizar (zanja, pozo, desmonte, explanación, etc.), asimismo se tomará en cuenta el tipo de terreno donde se vayan a efectuar estas excavaciones. Se deberá hacer referencia a: replanteo, catas a realizar, localización de servicios, obras auxiliares, desbroces y derribos, perfiles del terreno, planos y puntos de referencia, etc. Se definirán claramente las dimensiones de todas las excavaciones a realizar, con expresión de los taludes, en caso de ser necesarios. En todo caso, las dimensiones vendrán fijadas por la naturaleza del terreno, y en el caso de zanjas, por el tipo de tendido que se vaya a realizar en ellas. En el proyecto se deberán definir las precauciones y operaciones que sean necesarias tener en cuenta para la realización de las obras con la calidad y garantía suficientes (maquinaria a utilizar, señalizaciones, pasos provisionales, etc.).
2. **Rellenos.** Se distinguirá claramente los rellenos correspondientes a zanjas de los de explanaciones y de los rellenos localizados, se fijarán en cada caso las características a cumplir por cada uno de ellos y sus condiciones de ejecución, se determinará el número de ensayos a realizar con el objeto de comprobar que se cumplen dichas condiciones y se establecerán los criterios de aceptación y rechazo. En todos los casos se emplearán materiales exentos de contaminantes para el medio ambiente.
 - a. **Zanjas.** Se distinguen tres tipos de relleno:
 - Para apoyo de la conducción
 - Empleado para tapar la misma

- Relleno hasta rasante

Los rellenos dependerán del tipo de tendido a realizar y de las características del terreno. Como norma general se fijará el relleno para apoyo de la conducción con su espesor y calidad según se trate de terrenos malos (fangos, rellenos, etc.) terrenos normales y roca.

Para el material que envuelve y tapa a la conducción se establecerá la calidad y espesor necesario sobre la generatriz superior según el uso de la misma (tubería, cables, etc.). El resto del relleno hasta la rasante, podrá hacerse con terrenos procedentes de excavación o préstamo de acuerdo con lo indicado en el resto de los documentos del proyecto. El proyecto definirá claramente las secuencias y operaciones a realizar para el correcto relleno de las zanjas sin dañar el tendido existente en ellas, así como el grado de compactación necesario y el espesor máximo de las tongadas.

- b. **Terraplenes.** En la ejecución de los terraplenes, se definirán todas las operaciones previas a realizar, que estarán en función del tipo y estado del terreno donde se vayan a ejecutar. Se inclinarán en función de lo anteriormente mencionado, desbroce, eliminación de terreno inadecuado, escarificación, desviaciones de corrientes de agua, etc.

Para la propia ejecución del terraplén, el proyecto definirá el espesor y la compactación de cada tongada, la humectación o la desecación necesaria, los medios y procedimientos de extensión y compactación, las pendientes transversales, las limitaciones de la ejecución, etc. El espesor de las tongadas dependerá de los medios disponibles, pero en cualquier caso no deberá de ser superior a treinta centímetros (30 cm). Se fijará claramente los mínimos grados de compactación en función de ensayo Proctor. El proyecto fijará claramente los materiales a usar en los terraplenes, y definirá como mínimo los siguientes requisitos:

- c. **Pedraplenes.** Los materiales para pedraplenes serán los procedentes de las “rocas adecuadas” cuyo tamaño máximo no será superior a los dos tercios ($2/3$) del espesor de la tongada. En el proyecto se establecerán las limitaciones correspondientes al tamaño máximo, a los finos y el huso al que deberá ajustarse la curva granulométrica en función del tamaño máximo del árido. En las obras donde se hayan de ejecutar pedraplenes, se definirán todas las operaciones para su correcta ejecución, que en general comprenderán las anteriormente descritas para los terraplenes.
- d. **Rellenos localizados.** El material para rellenos localizados será fijado en función de la clase de relleno, como norma general se emplearán los materiales definidos para los núcleos y cimientos de los terraplenes. Dada la diferente naturaleza del relleno, se definirán en cada proyecto todas las precauciones y operaciones necesarias para su correcta ejecución, con expresión de las operaciones previas, espesor de tongadas, compactación, secuencias, medidas de seguridad, etc.

II.2.2.2 Pavimento flexible

La estructura del firme, se dibujará en plano la sección tipo del pavimento, así como su trazado en planta, señalando:

- Replanteo (distancias, radios de curvatura, curvas de acuerdo, etc.).
- Cota de pavimento terminado.
- Definición y espesor de cada una de las capas de firme.
- Pendientes.
- Red de Drenaje. Cuando se trate de viales, se deberá además dar una sección longitudinal señalando distancias a origen, ordenadas, cotas rojas, curvas de acuerdo, etc.

1. **Factores de dimensionamiento.** Se realizará un estudio del número y características de los vehículos que vayan a circular por el firme objeto del proyecto, así como la previsible evolución a lo largo del tiempo, al objeto de poder catalogar el tipo de tráfico.

2. Materiales

- a. **Capa anticontaminante.** Se dispondrá una capa de material resistente, y el espesor mínimo será de 10 cm. El proyecto fijará al menos las siguientes condiciones a cumplir por esta capa:
- Espesor
 - Equivalente de arena
 - Límite líquido
 - Índice de plasticidad
- b. **Explanada mejorada.** En caso de que para mejorar la capacidad portante de la explanada se tenga que recurrir a disponer de una capa de explanada mejorada, se fijarán en el proyecto las condiciones a cumplir por dicha capa y que serán como mínimo:
- Espesor
 - Tamaño máximo del árido
 - Límite líquido
 - Índice de plasticidad
 - Equivalente de arena
 - Capacidad portante
- c. **Sub-base.** Estará constituida por una capa de zahorra natural cuyo espesor, en función de la categoría del tráfico y de la calidad de la explanada, será fijado en el proyecto. Este además fijará las siguientes condiciones a cumplir por el material para la sub-base:
- Granulometría
 - Tamaño máximo del árido
 - Límite líquido
 - Índice de plasticidad

- Equivalente de arena
- Coeficiente de desgaste
- Capacidad portante

3. **Base granular.** Se usarán exclusivamente las bases de macadam debiendo fijar el proyecto el espesor de la capa y las condiciones a cumplir por los materiales que se señalan a continuación.

a. Árido grueso

- Tamaño máximo y mínimo
- Granulometría
- Porcentaje de árido con dos o más caras fracturadas
- Coeficiente de desgaste

b. Árido fino

- Granulometría
- Tamaño máximo
- Límite líquido
- Índice de plasticidad
- Equivalente de arena

c. **Capa de rodadura.** La capa de rodadura estará compuesta por un doble tratamiento superficial, aplicado sobre un riego de imprimación, debiendo fijarse en el proyecto las condiciones a cumplir por cada uno de los materiales integrantes de acuerdo con lo que a continuación se relaciona:

- Riego de imprimación. Como riego de imprimación se usarán preferentemente betunes muy fluidificados y de curado medio.

El proyecto deberá fijar:

- Tipo de ligante.

- Dosificación en kg/m² de superficie.
- Se fijarán igualmente las características principales (granulometría, dosificación, etc) del árido de cobertura para el caso en que éste sea necesario.
- Tratamiento superficial.

Para cada una de las capas que constituyan el doble tratamiento superficial, se fijarán las calidades de los materiales que forman parte del mismo para el ligante, que será preferentemente un betún asfáltico, se debe fijar el tipo y la dosificación de éste. Para los áridos, que serán preferentemente de machaqueo, deberán especificarse las siguientes propiedades a cumplir:
- Granulometría
 - Coeficiente de forma
 - Coeficiente de desgaste de la roca origen

Se especificará la dosificación de gravilla a utilizar en kg por m² de superficie.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

En la fase de construcción se instalará infraestructura provisional como:

- Oficinas
- Salas de reuniones
- Almacenes
- Baños
- Vestuarios

Esta infraestructura estará disponible para los servicios de trabajo en campo del personal de ingeniería y jefatura de obra. Además, está prevista la instalación de campamentos provisionales de obra.

Cada suministrador será encargado de instalar su propia infraestructura de almacén de materiales menores y oficina de así requerirlo.

Acondicionamiento de caminos y servicios provisionales o creación de campamentos

La TAR se encuentra cerca de la carretera federal 57 México-Querétaro, por lo que sólo requerirá la ampliación del camino existente al sitio, el cual se ha proyectado a ser de 8 metros de ancho, durante la etapa de preparación del sitio y construcción no será necesaria la electricidad.

II.2.4 Etapa de construcción

Para la construcción y diseño de cada sistema que operará en la terminal de almacenamiento se tomó en cuenta las especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente que establece la Norma PROY-NOM-006-ASEA-2017.

II.2.4.1 Ejecución de las obras

1) Estructura del firme

Para la ejecución de cada una de las capas que componen la estructura del firme, se siguen una serie de secuencias que son:

- Preparación de la superficie existente
- Extensión de la tongada
- Compactación de la tongada

El proyecto deberá fijar para cada una de las capas que compongan la estructura del firme las condiciones y comprobaciones a realizar de acuerdo con lo señalado a continuación:

- a) Preparación de la superficie existente: se especificarán las operaciones a realizar, en su caso, para la preparación de la superficie, así como las condiciones que debe cumplir ésta (grado de compactación, rasante, etc.).
- b) Extensión de la tongada: se especificarán los espesores máximo y mínimo de la tongada, tipo de maquinaria a utilizar y humectación en caso de ser necesaria.

- c) Compactación de la tongada: se especificará claramente, grado de compactación, tipo de maquinaria a utilizar, secuencia de compactación, solape entre pasadas sucesivas y nivelación.
- d) Ensayos: para cada una de las diferentes etapas, el proyecto fijará el número de pruebas a realizar para comprobar que se cumplen las condiciones especificadas en cuanto a compactación, nivelación de cada tongada y espesor de cada una de ellas. Se fijarán igualmente las tolerancias de ejecución que se considerarán admisibles.

2) Capa de rodadura

Se señalarán las condiciones específicas a cumplir para su aplicación: condicionantes para la aplicación del ligante; naturaleza del equipo, tanto de extensión como de apisonado; temperatura de aplicación del ligante; precauciones a tener en cuenta, etc. Si se considera conveniente, se especificará la realización de un pequeño tramo de ensayo, al objeto de comprobar y en su caso corregir las variables oportunas, con el fin de obtener la calidad necesaria teniendo en cuenta los condicionantes específicos de realización de las obras (clima, tipo de áridos, etc.).

II.2.4.2 Cimentaciones y estructuras de hormigón

- 1) Planificación: se realizará una planificación detallada de hormigonado, de acuerdo a lo solicitado en la petición de oferta. Esta planificación definirá los diferentes lotes y juntas de hormigonado con los recursos disponibles del contratista.
- 2) Acta de Verificación: Confirmación de los niveles, distancias y coordenadas indicados en los planos de Movimiento de Tierras para Construcción.
- 3) Instalación en Obra: Instalación en obra conectando el agua, la electricidad y los desagües. Montaje de casetas, vestuarios, almacenes, talleres, etc.
- 4) Bases de Replanteo: Identificación/comprobación de las coordenadas y elevación de las Bases existentes de Replanteo. Si alguna de ellas fuera a quedar afectada por los trabajos, habrá que trasladarla a zonas no afectadas.

- 5) Despieces de armaduras: se presentarán los planos de despieces de las armaduras indicando posición, longitud, ángulos, formas, marcas, solapes anclajes, grifados, de todos los hierros, así como cualquier detalle necesario para la total definición del trabajo.

Merecen especial atención los grifados de armaduras cruzándose en un nudo según dos direcciones y a la misma elevación. Este problema es especialmente crítico en los elementos prefabricados, con poca longitud de armadura saliendo del elemento ya hormigonado. Si no se ha realizado un estudio previo la solución es difícil y costosa.

II.2.4.3 Colocación de pernos

- 1) El acero de los pernos ha de ser el indicado en el Proyecto, estando totalmente prohibido otro tipo de acero con un mayor contenido de carbono, pues aumenta la fragilidad de los mismos.
- 2) Los pernos se situarán cuidadosamente según plano, fijándose convenientemente para evitar desplazamiento durante el hormigonado.
- 3) Si el número de pernos es elevado, es conveniente preparar una plantilla para realizar el replanteo de los mismos. Lo ideal es hacer una plantilla en altura (dos plantillas paralelas unidas por elementos rigidizantes) que garantice no sólo la posición de los pernos en planta, sino también en altura. En el caso de altas torres, estas plantillas pueden ser preparadas por el fabricante del equipo.
- 4) Se requiere prestar especial atención al caso de los pernos que, por necesidades de longitud de anclaje penetran en la zapata, siendo necesario colocarlos antes del hormigonado de ella.
- 5) La proyección de los pernos, por encima del hormigón, será protegida con grasa y envuelta en plásticos, antes de colocar las tuercas. Todos los huecos en los manguitos de los pernos, una vez situado el equipo correspondiente, se rellenarán con el mortero especificado, previa limpieza de toda suciedad y aceite, tanto del perno como del manguito.

II.2.4.4 Colocación de elementos embebidos

- 1) Se evitará la interferencia de las armaduras con los conductos o elementos embebidos en el hormigón.
- 2) Se prestará especial atención a las placas embebidas situadas en elementos estructurales verticales (pilares, muros), a la misma elevación, en caras opuestas o adyacentes.

II.2.4.5 Colocación de las barreras de vapor

Se colocará bajo todas las losas apoyadas en el suelo una película resistente al vapor de agua previamente a la colocación de las armaduras y vertido el hormigón. La película estará constituida por una hoja de polietileno de, al menos 0,15 mm de espesor, suministrada en anchuras tan grandes como sea posible, a fin de eliminar el mayor número de solapes.

Previamente a la colocación de la película, se comprobará que la compactación del relleno es la adecuada. Se extenderá la película poniendo pesos en los bordes para mantener la disposición, hasta que el hormigón sea vertido. Los solapes mínimos de las diferentes láminas serán de 150 mm.

Se tendrá especial cuidado en la manipulación y colocación de las armaduras para evitar perforaciones. Cuando en los planos así se indique, se dispondrá también bajo esta lámina, un geotextil antipunzante para evitar que sea perforada la barrera de vapor debido a alguna irregularidad local en el terreno base.

II.2.4.6 Colocación de material elástico impermeable en juntas estancas

Se colocarán cintas, bandas, o masillas flexibles estancas como barreras en todas las juntas de construcción sometidas a presión hidrostática. La longitud de la banda debe ser lo más larga posible para evitarle empalmes. Éstos, cuando sean necesarios se harán mediante soldadura en caliente. Si la junta en el hormigonado es de dilatación, la banda de goma ha de permitir los movimientos para los que fue diseñada la junta. Todas las juntas que requieran bandas de goma deben ser mostradas en los planos.

II.2.4.7 Disposición de esperas para anclajes de fábricas

Cuando se requieran disponer anclajes de fábricas en elementos estructurales de hormigón, los atados estarán separados como máximo 0,5 m.

En losas con espesor menor de 20 cm que vayan a soportar alguna pared o tabique se dispondrá un recrecido inferior de la misma con acuerdos a 45° entre ambos espesores (losa recrecido). Si el espesor de la losa es superior a 20 cm no se dispondrá ningún tipo de recrecido.

II.2.4.8 Encofrados

Deben poseer resistencia y rigidez suficiente para soportar, sin asientos ni deformaciones perjudiciales las cargas verticales, las cargas laterales, las cargas especiales que pudieran existir y sobretodo las cargas que se producen sobre ellos en el proceso de hormigonado y especialmente las presiones del hormigón fresco o los efectos del método de compactación utilizado.

II.2.4.9 Montaje

Previamente al vertido del hormigón se colocarán todos los pernos, casquillos, pasamuros, placas y, en general, todo elemento que haya de quedar parcial o totalmente embebido en el hormigón, incluso aquellos que sean requeridos y hayan de ser suministrados por otros. Especial cuidado ha de ponerse en asegurar que la proyección de los pernos es la indicada en los planos.

II.2.4.10 Colocación del hormigón

El hormigón será colocado según se indique en los planos, antes de proceder al hormigonado de las losas apoyadas en el suelo se inspeccionarán y probarán las tuberías y otros servicios que vayan a quedar bajo la losa. La colocación del hormigón en losas debe realizarse de tal manera que entre el hormigonado de dos losas contiguas transcurra el tiempo necesario para permitir los movimientos de la inicialmente dispuesta.

II.2.4.11 Compactación

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos. Las armaduras y demás elementos embebidos quedarán perfectamente rodeados de hormigón hasta que se obtenga un perfecto cerrado de la masa.

II.2.4.12 Curado

Todas las superficies expuestas se cubrirán inmediatamente con material apropiado y se mantendrán húmedas durante un plazo mínimo de 7 días desde el vertido del hormigón.

II.2.4.13 Construcción metálica

Se llevarán a cabo los siguientes procesos:

- Restricciones de la fabricación. En caso de que las estructuras estén sometidas a acciones sísmicas, se prevén las deformaciones plásticas.
- Preparación del material. Eliminar defectos de fabricación
- Operaciones de enderezado y conformación de elementos.
- Comienzo de la fabricación.

II.2.4.14 Elementos de Ignifugados

Durante el proceso de fabricación, en los elementos metálicos que vayan a ser protegidos del fuego con hormigón, se soldarán las tuercas, clips, etc. que garanticen una perfecta unión entre el perfil metálico y el ignifugado. Esta estructura contará con:

- Uniones atornilladas
- Uniones soldadas

La construcción de las estructuras principales de la Terminal comprende las siguientes actividades:

1. La construcción civil incluirá instalación de drenajes, cimentación, muros, cadenas y acabados para cada uno de los edificios previstos en los planos del proyecto.
2. En las obras mecánicas se desarrollarán actividades de montaje de redes de tuberías independientes, instalación de tanques, montaje y alineación de bombas e instalación de sistemas.
3. En obras eléctricas se realizarán las actividades de instalación de ductos eléctricos, cableado de fuerza, control y alumbrado de la planta.

Algunas áreas de la terminal requieren de características específicas para su construcción e instalación, se detallan a continuación (Figura 5):

II.2.4.15 Ducto e interconexión

Dentro de la infraestructura contemplada para el funcionamiento de la Terminal, se contempla la construcción de un ducto y su respectiva interconexión al poliducto propiedad de PEMEX. La interconexión prevista se localizará en las siguientes coordenadas UTM: 429664.599 Este y 2220556.657 Norte uso 14Q. La derivación se logrará mediante un desvío a superficie del ducto, la instalación de una estación de válvulas de desvío en superficie y la derivación automatizada. El ducto cumplirá con el PROY -NOM-009-ASEA-2017 que establece las especificaciones, características y requisitos para el diseño, construcción, pre-arranque, operación y mantenimiento, cierre, desmantelamiento y abandono de Sistemas de Transporte terrestre por medio de Ductos de Petróleo, Petrolíferos y Petroquímicos.

Se establecerá un corredor de inspección (como mínimo de 4 m) para el tramo de ducto existente y para el ducto nuevo libre de cualquier estructura fija y que permita el acceso al personal de Pemex y el personal de la terminal para el mantenimiento, este corredor estará aislado a terceras personas dejando únicamente libre paso a personal autorizado. En la construcción se minimizarán

las curvas y siempre se dará prioridad a tramos rectos y curvas de radio amplio para permitir el paso de los elementos de limpieza.

Se instalará un by-pas de derivación para la conexión del ducto de Pemex con el nuevo ducto, la derivación contará con la instalación de dos TEE barradas que serán construidas de acuerdo a los más estrictos estándares lo que permitirá que el poliducto de PEMEX continúe trabajando de la misma forma que antes de la derivación. Debido a que se desconoce la presión de trabajo de los poliductos, se estimó el uso de 900 libras como suficiente. El aislamiento de la interconexión se realizará mediante un par de válvulas motorizadas de doble sello y purga con carrete intermedio para purga en caso de cierre y mantenimiento de los elementos mecánicos.

Los sistemas de purgas serán conducidos mediante una línea de purga hasta un sistema de recolección local, desde el cual serán recogidos por personal de planta durante las labores de mantenimiento. Se contará también con un sistema de cubeto de recogida de derrames por debajo de la tubería el cual contendrá cualquier derrame. Debido a que estas instalaciones estarán fuera de los predios se preverá un sistema para el monitoreo constante, así como sistemas de detección automática para mejorar la seguridad.

El sistema de válvulas de la interconexión se prevé como un arreglo con doble figura en 8 para cada una de ellas y un carrete intermedio con válvula de purga manual y bloqueada. Una vez instaladas las TEE barradas de derivación se realizará la construcción de un recinto protegido para las válvulas de desvío, esta construcción contará con los requisitos dispuestos en la normativa PROY-NOM-009—ASEA-2017.

La dimensión en planta de la estación de bombeo será de 9.9 m x 16 m, cerrada perimetralmente con un muro de bloques de concreto cara de piedra, reforzada con barras metálicas y relleno de concreto líquido para macizado del muro. Adicionalmente dicho muro de bloques estará soportado por una estructura de concreto, formado por vigas de riostra, corona y columnas a cada

4 metros. Dentro de esta edificación se encontrarán todas las válvulas requeridas para realizar la interconexión y todos los sistemas de control para estas funciones. El equipo más sensible a efectos climáticos tales como cuadros de control, gabinetes eléctricos, etc., estarán incluidos dentro de un área protegida por puertas metálicas y medidas de detección anti-intrusión. Como elementos adicionales a los ya indicados se instalarán plataformas de acceso y mantenimiento de las válvulas de interconexión, que permitirán en caso necesario, las maniobras manuales de la interconexión.

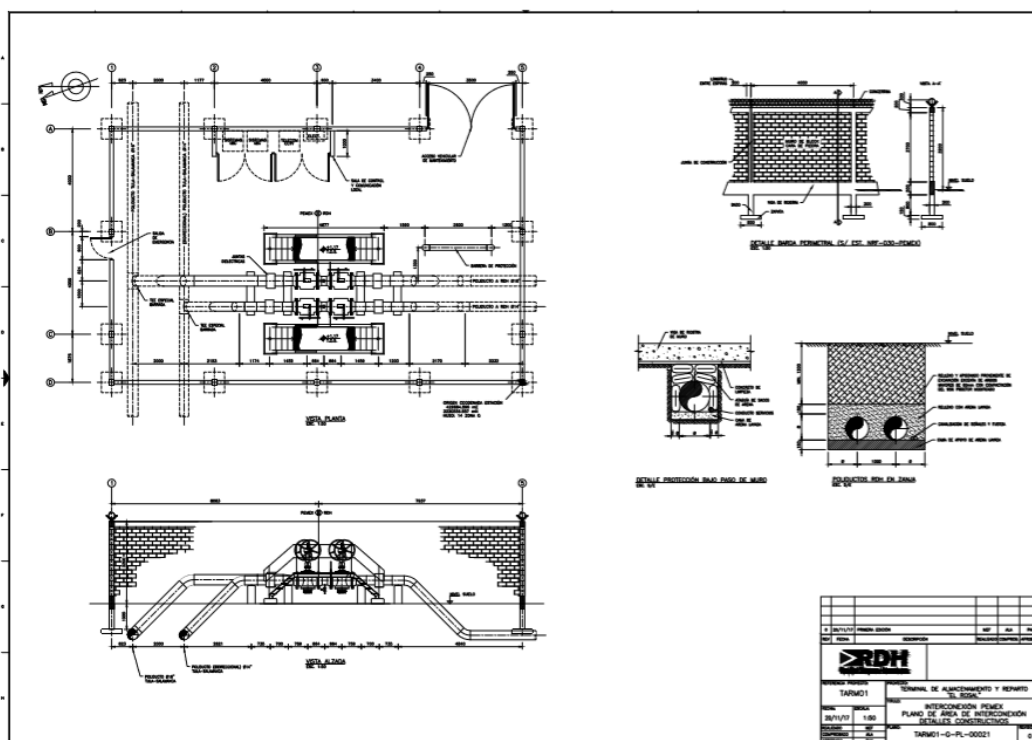


Figura 4 Plano general de interconexión al poliducto de Pemex (Anexo 5)

II.2.4.16 Tanques de almacenamiento

Los tanques están diseñados bajo el código API 650 y cumplirán con lo establecido en el capítulo 9 Diseño y numeral 9.1.1.1 Tanques superficiales de la PROY-NOM-006-ASEA-2017. Cada tanque será fabricado con chapas metálicas de acero al carbono soldadas entre sí formando un cilindro vertical, apoyado directamente en el terreno por medio de una chapa de fondo y techo contruados del mismo material, estarán soportados estructuralmente mediante perfiles metálicos estándar. Además, contarán con un sistema doble de seguridad para asegurar el corte de alimentación en caso de sobrellenado. El diseño será de acuerdo al producto que almacenará, dependiendo de la sustancia pueden cambiar algunos elementos de diseño. Los tanques estarán equipados con una escalera perimetral helicoidal que permita tener acceso rápido al techo e instalaciones del tanque. Para su calibración los tanques dispondrán de unas tablas de aforo o calibración, como parte del sistema de control de cantidad de producto almacenado en su interior. Dichas tablas serán realizadas por una empresa de competencia técnica acreditada.

II.2.4.17 Diques de retención

Los diques de retención estarán basados en el numeral 9.1.4 del capítulo 9, Diques de contención de la PROY-NOM-006-ASEA-2017. Se construirán cubetos o diques de retención, con capacidad suficiente para dar protección a los tanques en caso de derrame o rotura. La construcción de los cubetos estará cimentada sobre zapatas corridas de hormigón armado y armadura de acero calculadas para resistir la presión estando llenos de agua. El muro deberá tener al menos 20 cm de espesor y 1.5 m de altura, contruados *in-situ*, a partir de hormigón armado y armadura de acero. Asimismo, los muros se calcularán bajo la hipótesis “lleno de agua”, se tomará en cuenta el coeficiente sísmico, el de seguridad al vuelco y el coeficiente de seguridad al deslizamiento.

La separación interior entre tanques dentro del mismo cubeto se realizará mediante muro de hormigón armado de 45 cm de altura. Dentro de los cubetos se construirán compartimientos de hormigón armado para contener el producto en caso de derrame. Los diques tendrán acceso

mediante escaleras y plataformas metálicas construidas de acuerdo a la normativa de evacuación vigente. El suelo del cubeto se impermeabilizará con una solera de hormigón armada con malla electro soldada con juntas resistentes a los hidrocarburos con el fin de evitar filtraciones de productos al subsuelo. Para dimensionar el tamaño de los diques se tomará en cuenta su geometría, la disposición de la base de los tanques, por lo que cualquiera de los tanques estará debidamente protegido.

II.2.4.18 Estación de bombeo

El equipo de bombeo atenderá a la normativa del capítulo 9 Diseño, en el numeral 9.2.2.1 Equipo de bombeo de la PROY-NOM-006-ASEA-2017. Asimismo, las bombas estarán construidas según el estándar API 610 con sellos de aislamiento diseñados de acuerdo a API 682 para evitar cualquier derrame de productos en los sellos de las bombas, siendo este el estándar más completo en lo que corresponde a evitar derrames desde los sellos mecánicos. Las líneas en presión, así como los colectores, estarán protegidos mediante válvulas de seguridad para evitar sobrepresiones, también se preverá toda la instrumentación necesaria para poner en modo seguro el funcionamiento de las bombas en caso de detectarse valores anómalos en las variables de operación.

Todas las estaciones de bombeo o áreas donde exista manipulación de producto estarán protegidas con áreas aisladas y encerradas en pequeños muretes para evitar derrames al suelo, todas estas áreas estarán cubiertas por una red de drenajes con puntos de recogida que redirigirán cualquier fluido a la red de drenaje de aguas hidrocarburadas.

II.2.4.19 Sistema de devolución

Se contempla la construcción de un sistema de devolución a tanques del producto sobrante que no se haya distribuido al final del reparto a los clientes o en los casos de cambio de especificación del camión, antes de pasar al proceso de carga. Este sistema estará formado por dos depósitos,

uno para gasolinas y otro para gasoil, cada uno de ellos estará dotado de bombas para la reinyección del producto a los tanques.

Los tanques estarán enterrados bajo el nivel rasante del terreno, estarán contruidos con doble pared metálica y un sistema detector de fugas incluido para conocer en todo momento el estado de dichos equipos y actuar tempranamente en caso de fuga del tanque interno.

II.2.4.20 Sistema de purgas

Cada tanque contará con un sistema de recogida de purga conectado directamente a la red de purgas de la planta. Se ha diseñado la instalación para que cada uno de los tanques cumpla con las tres funciones previstas de recepción, certificación y reparto de producto indistintamente, dotando a toda la planta de total flexibilidad de cara al suministro in-interrumpido.

El sistema de purgas estará compuesto de los siguientes elementos:

- 1) Dos tanques enterrados metálicos de doble pared con sistema de control de nivel, localizados estratégicamente dentro del área de la planta cubriendo las áreas donde más se puedan producir las purgas.
- 2) Válvulas de seguridad para los casos de alta presión a causa de los procesos y para las dilataciones térmicas que se puedan generar dentro de las tuberías por el diferencial de presión.
- 3) Unidades de bombeo para el retorno de las purgas recogidas a los tanques de almacenamiento permitiendo así el reciclaje del producto y eliminando las emisiones.
- 4) Tuberías de interconexión entre los puntos de purga y los tanques enterrados.
- 5) Conexión para vaciado del tanque por camión.

a) Recogida de aguas hidrocarburadas y pluviales

La planta de almacenamiento para el tratamiento de aguas hidrocarburadas requiere de las siguientes instalaciones:

- a. Red de aguas pluviales limpias
- b. Red de aguas hidrocarburadas

c. Sistema de purgas de tanques

Cada una de las redes requiere de tuberías independientes entre ellas para recoger y transportar el agua proveniente de cada área, el funcionamiento de cada área será descrito en el apartado II.2.5 etapa de operación y mantenimiento.

II.2.4.21 Planta de tratamiento API

La planta de tratamiento de agua atenderá a las especificaciones del capítulo 9 Diseño, numeral 9.3.4 Separador de aceite y del capítulo 10 Construcción en el numeral 10.3.4 Separador de aceite API de la PROY-NOM-006-ASEA-2017. La planta de tratamiento de agua requiere de la instalación de los siguientes sistemas:

1. Balsa de homogenización. Construcción semi-enterrada de hormigón armado y planta rectangular e hidrófuga o construcción totalmente aérea que incluye un pozo de recogida previa con bombas para elevar el agua desde el pozo hacia la balsa.
2. Separador de placas. Es un sistema prefabricado de placas paralelas metálicas.
3. Grupo de motobombas para la planta de almacenamiento.
4. Skimmer de banda. Construido de acero inoxidable articulado y contará con un motor eléctrico.
5. Analizador de hidrocarburos. Este equipo estará instalado en una caseta separada de la salida del separador, del venteo del tanque slop y de la balsa de homogeneización.
6. Tanque slop. Se instala para almacenamiento de hidrocarburo separado por el sistema de tratamiento de agua.

II.2.4.22 Sistema de defensa contra incendios (DCI)

El sistema de defensa contra incendios estará diseñado tomando en cuenta el numeral 9.3.9 del capítulo 9 Diseño y, el numeral 10.3.10 Sistema contra incendio del capítulo 10 Construcción de la PROY-NOM-006-ASEA-2017. El sistema de defensa contra incendios estará compuesto de los siguientes elementos:

- Tanque de almacenamiento de agua exclusivo para el sistema DCI, consistirá en uno o más depósitos de agua contruidos con chapas metálicas de acero al carbono soldadas entre sí formando un cilindro vertical, apoyado directamente en el terreno por medio de una chapa de fondo y techo contruidos del mismo material, estarán soportados estructuralmente mediante perfiles metálicos estándar, diseñados mediante API 650. En caso de usar más de un tanque se interconectarán entre sí mediante tuberías de grandes dimensiones para que a efectos del sistema los conjuntos de tanques funcionen como un solo equipo.
- Grupo de bombeo de agua. Compuesto por dos o más unidades de bombeo con la capacidad suficiente de caudal para el escenario de riesgo más desfavorable que se pueda presentar en la planta.
- Un grupo de presión. Para mantener la red principal de agua en presión constante.
- Red principal de agua. Requiere de la instalación de una red de tuberías que recorrerán toda la extensión de la planta para dar servicio a todo y cada una de los elementos de defensa contra incendios en los cuales intervenga el agua.
- Sistema de protección por espuma. Se instalarán estaciones de mezcla de espuma que consisten en una unidad mezcladora accionada por una turbina que usa el agua del sistema DCI como motor y mediante efecto venturi lograr la mezcla de espuma con agua.
- Red de monitores e hidrantes. Toda la superficie de la planta será protegida mediante monitores o hidrantes que estarán conectados directamente a la red principal de agua.
- Sistemas de protección para tanques. Cada tanque de almacenamiento contará con sistema de refrigeración que requiere de un anillo de agua dividido en cuatro sectores.
- Sistemas de protección de espuma para islas de carga. En cada isla se instalará una red de rociadores de espuma aun cuando sean independientes, diseñado para que sean activadas únicamente las islas de carga afectadas.
- Sistema de protección por espuma para sala de bombeos. Todas las bombas que transporten producto estarán protegidas por una red de rociadores de espuma.
- Los transformadores tendrán un sistema de detección y extinción automática, también por agua pulverizada. El sistema de detección estará formado por una línea de detectores

térmicos sobre placa de conservación de calor. Contará con una válvula de diluvio y una red de tubería aérea de extinción formada por dos anillos, superior e inferior de boquillas pulverizadoras.

- La sala de bombas DCI estará protegida contra incendios con una parrilla cubriendo el total de la superficie que ocupen las bombas.
- Los edificios existentes en la planta, contarán con sistemas de agua para la extinción de un posible incendio. Se empleará un sistema de rociadores de respuesta rápida, y se diferenciarán según el tipo de riesgo que pueda presentar el edificio. En general, existirán rociadores para riesgo ordinario, que aplicarán a edificios con actividades típicas de trabajo en oficinas y similares, y en el caso de edificios donde exista almacenaje, habrá que utilizar un sistema de rociadores específico para este fin.
- Sistemas de mangueras o boca de incendios equipadas, instaladas en las zonas donde exista presencia de personal constante, como es el caso de oficinas, sala de control, etc.
- Sistema de protección por gases inertes. Este sistema será independiente de la protección por agua y es aplicable únicamente en las áreas donde el uso de agua sea contraproducente, como es el caso de las salas eléctricas y de control. Existe la posibilidad de uso tanto del CO₂ como de agentes inertes del tipo FM 200, Inergen, NOVEC 1230 o similar. Esos sistemas actuarán de manera automática al actuar alguno de los detectores que serán instalados dentro de la sala y den señal de cualquier indicio de riesgo de incendio.
- Protección manual. Instalación de extintores de distintas eficacias, dependiendo del tipo de fuego que deban proteger. Se instalarán por toda el área de la planta y funcionarán como medida primaria de protección en caso de que se declare un incendio en presencia del personal de planta.
- Sistemas de alarmas, las cuales se instalarán en toda el área de la planta.

II.2.4.23 Vías de acceso y pavimentos

Toda la planta estará diseñada de tal manera que en su totalidad sea accesible por tráfico rodado, las vías de acceso principales donde exista tráfico de camiones cisterna tendrán un ancho de 9 metros que permitirá el desplazamiento y maniobra fácil. El resto de las vías de acceso que no son para camiones cisterna, tendrán como mínimo 6 metros de ancho para permitir el paso de personal de mantenimiento, vehículos de emergencia, grúas móviles, etc.

Las vías de acceso serán realizadas con los rellenos y acabados adecuados que permitan el tránsito de vehículos pesados. Además, existirán pasos elevados para el paso de tuberías de proceso dentro de la planta. Todas las vías tendrán canaletas de recogidas de aguas pluviales que serán redirigidas a la red enterrada exclusiva para aguas pluviales.

Los pavimentos de las zonas abiertas tales como aparcamientos, islas de carga de camiones, zona de aditivos, unidad de URV, planta de tratamientos de aguas, accesos de mantenimiento, etc., también poseerán recogidas de aguas pluviales y dependiendo de la zona disgregarán las aguas recogidas a la red de agua pluvial limpia o hidrocarburada.

II.2.4.24 Sistema eléctrico y de control

El cable de tierra será de cobre y se enterrará a la profundidad indicada en el proyecto (500 mm de profundidad como mínimo), no admitiéndose tolerancias en menos, y siguiendo el recorrido y disposición indicado en el mismo.

Se utilizará soldadura aluminotérmica (Cadweld o similar), y únicamente grapas cuando no sea posible la soldadura o así se justifique, para realizar empalmes o derivaciones enterradas en los cables de tierra. Se revisará el estado de todas las soldaduras una vez realizadas.

II.2.4.25 Tendido de cables

En el tendido de los cables no se debe sobrepasar el esfuerzo máximo de tracción indicado por el fabricante y evitar que se dañe la cubierta exterior. Los esfuerzos de tracción no deben aplicarse a los revestimientos de protección, sino a los conductores. Durante el tendido se controlarán en todo momento los radios de curvatura y los esfuerzos de tracción. Se evitará en todo momento el

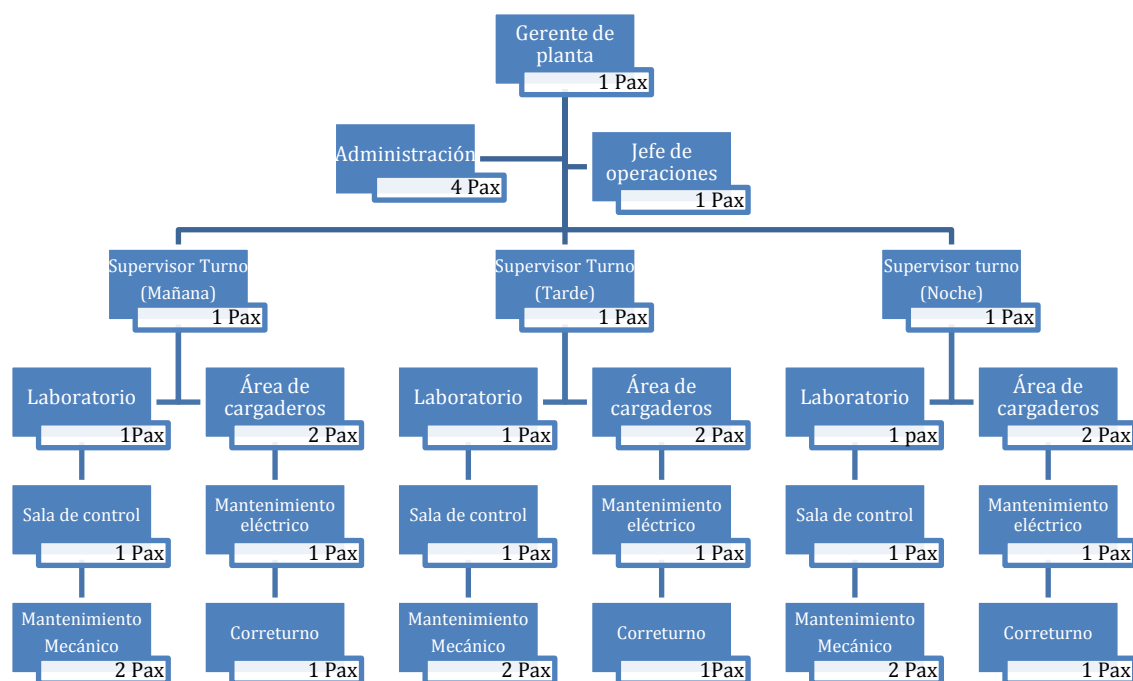
roce del cable contra el suelo a la salida de la bobina. El tendido de los cables en instalaciones aéreas se realizará sobre bandeja perforada, por el interior de tubos, o en canalizaciones registrables dentro de edificios.

Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a sección, CP. 78216, San Luis Potosí S.L.P., Tel.: (444) 834 20 00, www.ipicyt.edu.mx

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Programa de operación

A continuación, se presenta un organigrama orientativo para el funcionamiento de la planta:



Número de trabajadores

A lo largo de toda la vida útil del proyecto se estima un promedio de 300 trabajadores, con un pico a mitad de la vida útil de aproximadamente 530 personas. El tipo de perfil que es requerido para la mayor parte del personal es calificado, se estima que el 90% del personal sea mexicano. Depende de la cualificación se podría estimar una contratación del 50% en la punta de vida útil del proyecto.

Tiempo de operación diaria

Dos turnos de 8 horas/ día (turnos diurnos)

Calendario anual de operación

365 días del año

Descripción de las operaciones

La operación de la planta de almacenamiento se realizará en tres etapas principales: recepción, almacenamiento y entrega de productos, cada etapa tiene características específicas reguladas por la Norma PROY-NOM-006-ASEA-2017. En la Figura 6 se muestra el diagrama general de procesos de la Terminal.

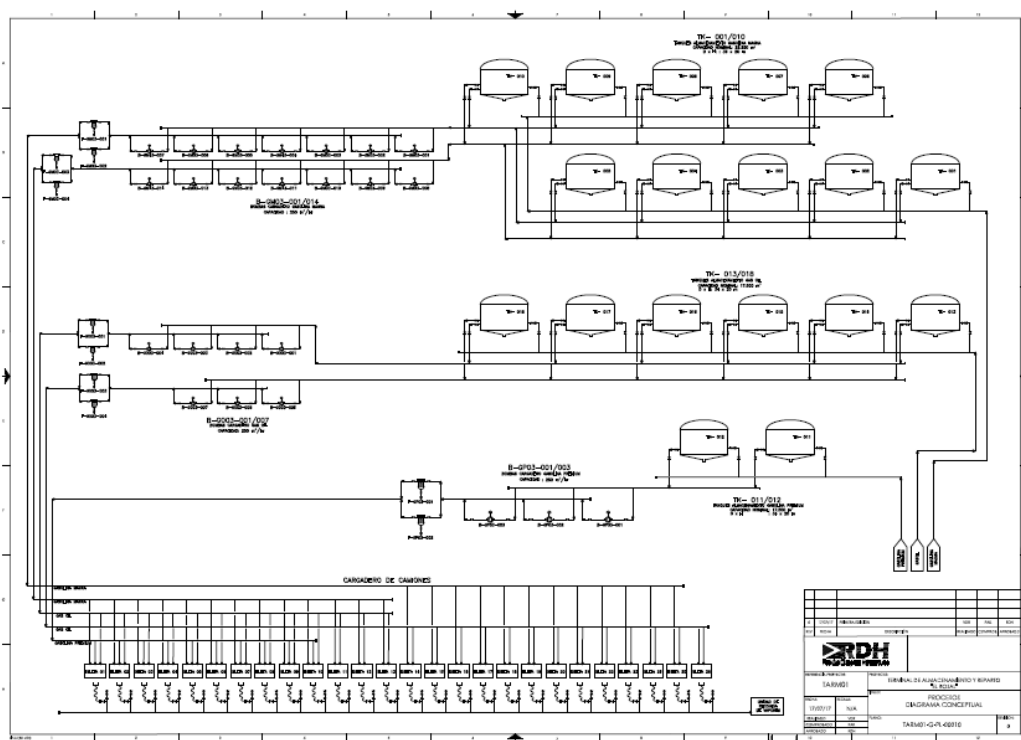


Figura 6. Diagrama general de procesos

1) Operación de autotanques

Los hidrocarburos que se manejarán por medio de autotanques realizarán los siguientes procedimientos:

- El operador entregará la documentación al encargado del área de las islas de reparto, que tendrá que verificar que el transporte tenga nivel correcto de acuerdo a su capacidad y tipo de hidrocarburo.
- Dentro de las instalaciones el conductor dirigirá el vehículo hacia las islas de carga de camiones.
- Se realizará un proceso de verificación del autotanque, posteriormente se colocan los ganchos de seguridad.
- Se conectará la manguera al autotanque de acuerdo al tipo de hidrocarburo verificando el funcionamiento correcto de las válvulas.
- Al finalizar el proceso los documentos del conductor serán sellados y teniendo un registro de la hora de llegada, hora de salida y firma del encargado de entrega-recepción.

2) Ductos

Para el funcionamiento de la planta de almacenamiento la interconexión y los ductos tienen los siguientes requerimientos técnicos:

- Monitoreo y control de procesos en el Área de Recepción. Para el monitoreo y control en el área de recepción de los poliductos de 16" y 14" se instalará dentro de una caseta ventilada un gabinete NEMA 4X a prueba de explosión Clase 1, División Gr. C y D, el cual contendrá una unidad de control remota del DCS para la integración de señales de la instrumentación y válvulas motorizadas hacia el cuarto de control de la TAR.
- Sistema de detección y alarma de incendio. Se encontrará dentro de la misma caseta una unidad de control remota para la integración de señales de los instrumentos de detección y alarma hacia el cuarto de control de la TAR.

- Sistema de detección de intrusos en el área de recepción. Una unidad de control remota del Sistema de detección de intrusos para la integración de cámaras hacia el cuarto de seguridad de la TAR.
- Válvulas motorizadas área de recepción. Se instalarán válvulas motorizadas para ser operadas remotamente por el personal de operaciones para habilitar la operación de recepción de combustible hacia la terminal de almacenamiento. De igual manera Pemex contará con una válvula motorizada (por cada oleoducto) inmediatamente después de la derivación del ramal para la habilitación de la operación de envío de combustible hacia la terminal de almacenamiento.
- Sistema de medición fiscal. Se tendrán dos unidades de medición fiscal para transferencia de custodia cada una en configuración 1+1 brazos de medición. El combustible recibido desde el poliducto de 14" y 16" será contabilizado fiscalmente por su correspondiente unidad de medición de flujo. Ambas unidades de medición fiscal cotejarán en el momento que se requiera la medición registrada por dichas unidades.

3) Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento constituyen uno de los elementos principales de la planta su distribución y diseño está elaborado de acuerdo a lo que establece el capítulo 9 Diseño, en el apartado 9.1.1.1 Tanques verticales de la PROY-NOM-006-ASEA-2017. Los tanques estarán distribuidos en función de los productos que almacenarán (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución de tanques

No.	Tag	Producto	Capacidad Nominal [m ³]	Diámetro [m]	Altura [m]
-----	-----	----------	--	-----------------	---------------

1	TK-001	Gasolina Magna	22.250	39,0	20,0
2	TK-002				
3	TK-003				
4	TK-004				
5	TK-005				
6	TK-006				
7	TK-006				
8	TK-008				
9	TK-009				
10	TK-010				
11	TK-011	Gasolina Premium	17.500	34,0	20,0
12	TK-012				
13	TK-013	Diesel (Gas Oil)	17.500	34,0	20,0
14	TK-014				
15	TK-015				
16	TK-016				
17	TK-017				
18	TK-018				

Estos tanques estarán dotados de toda la instrumentación y elementos de seguridad correspondientes para asegurar en todo momento su correcta operación, así como evitar posibles derrames por sobrellenado, siendo crítica la instalación de sistemas dobles de seguridad para asegurar el corte de alimentación en caso de sobrellenado.

Cada tanque estará diseñado específicamente para el producto que va a almacenar, por lo que, dependiendo de la sustancia, variaran algunos elementos de diseños como por ejemplo llevando pantalla flotante los tanques de productos ligeros (gasolinas) para evitar pérdidas de producto y emisiones por evaporación.

En concreto la pantalla flotante de los tanques instalados en este proyecto será del tipo de contacto completo (Full Contact Internal Floating Roof) lo que garantiza la eliminación del 95% de las

emisiones gaseosas de los tanques con productos altamente volátiles como lo son las gasolinas. Este elemento consiste en una chapa de metal relativamente liviana que flotará sobre el producto almacenado, lo que asegura que en ningún momento que se generen bolsas de gases y formando una capa protectora que disminuirá la evaporación.

Los tanques contarán con bocas de visita tanto en la parte baja como en la parte alta para permitir el correcto mantenimiento de los mismos. Cada tanque estará equipado además con una escalera perimetral helicoidal que permita acceder de manera segura y rápida al techo del mismo desde la base del terreno, para todas las labores de mantenimiento de la instrumentación y equipos instalados en el techo, así como también las labores de inspección tanto del equipo como del producto almacenado.

Cada tanque estará protegido por un sistema DCI de acuerdo a los códigos de diseño nacionales e internacionales. Básicamente se instalarán sistemas de extinción por agua y espuma para los tanques, así como una red de hidrantes y monitores para reforzar las medidas obligatorias de seguridad.

4) Diques de retención

Los diques de retención tienen la función de evitar la dispersión de derrames accidentales en caso de rotura en alguno de los tanques. Los diques deben tener la capacidad de contener el volumen total del mayor tanque que se haya construido dentro del cubeto y la capacidad de los volúmenes de los demás tanques que ocupan espacio.

5) Estación de bombeo

El trasiego de los productos dentro de la instalación será bombeado a través de grupos de bombas interconectadas por medio de tuberías entre los tanques y las partes de la planta donde sea requerido. En cada grupo de bombeo, previsto dentro de este proyecto, se incluirán todos los accesorios y elementos necesarios para el correcto funcionamiento, para garantizar la seguridad de los equipos y el proceso.

Todas las succiones incluirán filtros y válvulas de aislamiento independientes para cada bomba, así como también se preverán las respectivas válvulas en la impulsión y anti-retorno, con toda la instrumentación para el control del funcionamiento de cada una de ellas. El diseño y construcción de las bombas contará con el estándar API 610 (Norma que describe los requerimientos mínimos para bombas centrífugas para uso en servicios con hidrocarburos) y con sellos de aislamiento de acuerdo a API 682 (Norma que especifica los diferentes sistemas de sellado disponible para bombas centrífugas o rotativas utilizadas principalmente en aplicaciones de productos inflamables e hidrocarburos), que evitarán cualquier derrame de productos en los sellos de las bombas.

6) Islas de carga/descarga de camiones

Al este de la planta de almacenamiento se encuentra el área de islas de carga de camiones, serán construidas treinta y seis islas de carga/descarga de camiones independientes en funcionamiento y control. Las islas de carga tendrán un sistema de carga de camiones por fondo, con conectores de productos aéreos, desde estos conectores se distribuirán los distintos productos a cada una de las islas, en función de las necesidades de suministro. En el caso de los sistemas de descarga, algunas de las islas estarán equipadas con sistemas de brazos articulares de conexión inferior para permitir el vaciado por gravedad de los camiones. El uso al que se puede ver dispuesta la isla dependerá de las necesidades de uso. En esta planta se han planteado 18 islas de carga de camiones y 18 islas de descarga, quedando algunas de las islas en función mixta para mayor flexibilidad de la planta, en caso de picos de llegada de camiones adicionales.

Para las islas de carga de camiones se dispondrán de cuatro brazos de carga con sus correspondientes unidades contadores de flujo y unidades centrales de control de dosificación. Este último elemento será totalmente automático y programable y será el responsable de incluir dentro de los productos a ser suministrados los distintos aditivos que las especificaciones requieran. Al ser unidades programables, es posible incluir varias “fórmulas” dentro de su sistema informatizado, de tal manera que es posible suministrar por un mismo brazo una gran variedad de productos con solo variar las cantidades y tipos de aditivos.

Tanto los sistemas de carga como de descarga de camiones no se activarán hasta que los protocolos de seguridad de los camiones mismos estén cumplidos, esto es, que la carga no podrá realizarse hasta que se haya alcanzado una condición segura, como por ejemplo la conexión a puesta tierra de los vehículos.

A efectos de generación de vapores con compuestos orgánicos volátiles (COV), es en las islas de carga de camiones donde históricamente en plantas convencionales se presenta el problema de generación de emisiones de COV. La planta contará con elementos de recogida de gases para que en el momento de la carga los mismos sean conducidos a la unidad de recuperación de vapores (URV).

Para lograr esta función, en cada una de las islas o bahías de carga se incluirá un quinto brazo para la captación de vapores, que al momento de llenados de productos será la responsable de recoger todas las emanaciones generadas durante el proceso de llenado. Este brazo será utilizado al mismo tiempo que se realice la carga de producto, y estará directamente conectado a la tubería de recogida de vapores que circula por toda el área de islas de carga. El mismo además estará constantemente en presión negativa por lo que se asegura que en ningún momento las emanaciones capturadas en otras islas se puedan escapar en islas que en ese momento estén en desuso.

7) Unidad de recuperación de vapores (URV)

El sistema de recuperación de vapores se encarga de recolectar todos los vapores que se generan durante las operaciones de carga de productos en las cisternas de los sistemas de transporte utilizando una presión ligeramente menor a la atmosférica (vacío). Este pequeño margen de presión negativa elimina virtualmente la posibilidad de escapes de vapores peligrosos a la atmósfera desde los puntos de descarga o los tanques.

La URV estará compuesta por varios elementos, uno de los más importantes es la bomba de vacío que estará conectada con la mayor parte de los equipos generando zonas de baja presión para que se produzca el flujo de gases de tal manera que se logre el paso de dicho flujo en las distintas partes de la planta hasta que se produzca un nivel aceptable de COV presentes en la corriente (Figura 7).

En la entrada de la planta se encuentra un supresor de chispas que protege la entrada de cualquier posible partícula que pueda generar problemas en la unidad. El flujo de aire es pasado a través del recipiente de expansión o condensación (knockout drum) donde se genera una primera recuperación básica por expansión simple. El flujo librado de cualquier exceso de humedad o vapores condensados que se puedan recuperar en la unidad de condensación, se hacen pasar a través de los filtros de carbón. Es en este lecho de carbón donde el flujo de aire recuperado es despojado casi totalmente de cualquier vapor de hidrocarburo.

Este sistema está diseñado para cumplir con las reglamentaciones oficiales para la recuperación de vapores de hidrocarburos desplazados durante la carga. La concentración de estos vapores varía desde un 10% a un 65% (con un valor medio del 25%) en volumen de hidrocarburo en aire. La URV requiere de los siguientes componentes (Tabla 7):

Tabla 7. Componentes de la URV

Clave	Descripción
V-1	Adsorbedor de carbón (recipiente de carbón)
V-2	Adsorbedor de carbón (recipiente de carbón)
V-3	Separador
V-4	Absorbedor
C-1	Bomba de vacío
P-1	Bomba de suministro de gasolina
P-2	Bomba de retorno de gasolina
P-3	Bomba de fluido de cierre
E-1	Intercambiador de calor de Fluido de Cierre/Gasolina

Los vapores de hidrocarburos, procedentes de operaciones de carga de gasolina, fluyen hacia el colector de condensados V-5. Este tanque es importante para la operación del sistema de recuperación del vapor. Permite que cualquier líquido condensado o sobrellenado de los vehículos de transporte sea eliminado antes de la fase de adsorción.

Los hidrocarburos no condensados y el aire fluyen hacia el sistema, donde entran por la parte inferior de uno de los adsorbedores de carbón (V-1 o V-2). La mezcla de hidrocarburo/aire fluye a través del adsorbedor, donde la mayor parte de los hidrocarburos son objeto de adsorción. El aire continúa a través de los adsorbedores de carbón y se expulsa a la atmósfera. El aire es separado de la mayoría de los hidrocarburos y está dentro del nivel de emisión de hidrocarburos admisible por la reglamentación pertinente.

Los adsorbedores de carbón operan durante un ciclo temporizado preestablecido. Cuando un lecho está en línea para adsorber los vapores de hidrocarburos, el otro se estará regenerando. Este ciclo se realiza automáticamente mediante la lógica de control y válvulas telecomandadas. Hay tres válvulas telecomandadas (UV/UCV) en cada uno de los lechos de carbón. Cuando un adsorbedor de carbón está en operación, el venteo UCV superior (101 o 201) y la UV inferior (103 o 203), que están instaladas en la línea de vapor de la carga, están abiertas. La UCV (102 o 202) ubicada en la parte inferior, que está instalada en la aspiración de la bomba de vacío (C-1), está cerrada en el adsorbedor que está en operación, así como la válvula de purga de aire UV (104 y 204).

El carbón sólo puede adsorber una determinada cantidad de hidrocarburos antes de su saturación, el propósito de la regeneración es restaurar el carbón para volver a un nivel donde adsorba hidrocarburos eficazmente. El ciclo de regeneración temporizado permite que se realice la regeneración antes de que el lecho alcance su nivel saturado. El tiempo de regeneración, así como las dimensiones de los equipos, están basados en los modelos de carga de cada terminal. La regeneración de carbón activado es un proceso de dos etapas. La primera etapa consiste en reducir la presión total, lo que se realiza produciendo un vacío en el carbón, proceso que elimina la mayor cantidad de hidrocarburos de las dos etapas.

La segunda etapa es la adición de aire de purga al carbón, durante la última parte del ciclo de regeneración. El aire de purga se introduce en control de presión/tiempo. Cuando la presión absoluta se reduce al punto de ajuste de diseño de 75 mbar o transcurridos 10 minutos, lo que se produzca primero. Es muy importante que el aire de purga se introduzca en el lecho en cada ciclo para mantener un rendimiento óptimo de la recuperación de hidrocarburos.

En este sistema, el aire de purga se introduce por la parte superior del lecho de carbón. El aire de purga "pule" la parte superior del lecho de carbón para asegurar que solamente cantidades muy pequeñas de hidrocarburo se expulsen a la atmósfera cuando ese lecho de carbón esté en operación. Cuanto más dure la introducción del aire de purga, tanto más profunda será esta acción de "pulido" en el lecho de carbón.

Cuando un adsorbedor de carbón está en el modo de regeneración, la Bomba de Vacío (C-1) extrae los vapores de hidrocarburos, que habían sido adsorbidos, por el carbón. La concentración del hidrocarburo es ahora de aproximadamente un 90% en volumen. La Bomba de Vacío, del tipo de anillo de líquido, necesita un fluido de cierre para poder funcionar. En este sistema, el fluido de cierre es una mezcla de anticongelante industrial (basado en etilenoglicol) y agua.

Los vapores ricos en hidrocarburos y un pequeño volumen de aire, procedente del adsorbedor de carbón, se mezclan con el fluido de cierre en las Bombas de Vacío y se descargan al compartimento del fluido de cierre del Separador (V3). Algunos vapores de hidrocarburos, que descarga la bomba de vacío, se pueden condensar y flotar sobre la parte superior del fluido de cierre en el Separador. Cuando se eleva el nivel de hidrocarburo líquido, este condensado de hidrocarburos rebosa sobre un tabique interno dentro del Compartimento de Gasolina de V-3. El fluido de cierre es bombeado por la Bomba de Fluido de Cierre (P-3) desde el Separador a través del Separador de Fluido de Cierre (E-1) y retorna a la Bomba de Vacío. El enfriador del fluido de cierre elimina el calor de compresión y condensación del líquido de fluido de cierre.

En la línea de vapor hay montado un eliminador de gotas. Este equipo retiene las partículas líquidas arrastradas por el vapor. Estas partículas líquidas se drenan y recogen en el separador. Desde el Separador (V-3), el vapor rico en hidrocarburos y un pequeño volumen de aire pasa a través de la torre de relleno, Absorbedor (V-4), y entra en contacto con una corriente de gasolina

sin tratar que absorbe la mayor parte de los hidrocarburos desde la corriente de hidrocarburo/aire. La corriente de aire, contaminada con pequeñas cantidades de hidrocarburos, sale luego por la parte superior del Absorbedor (V-4) y se encamina de nuevo al Adsorbedor de Carbón (V-1 o V-2) que está en línea.

La corriente de gasolina sin tratar se bombea desde el lugar de almacenamiento por la Bomba de Suministro de Gasolina (P-1). Esta gasolina va a la parte superior del Absorbedor (V-4) donde se usa como medio de absorción. Los absorbentes conteniendo los hidrocarburos recuperados son recogidos en el Saperador V-3. El líquido recogido es entonces bombeado, según el control de nivel, por la Bomba de Retorno de Gasolina (P-2) y fluye a través del Enfriador del Fluido de Cierre (E-1) de vuelta al lugar de almacenamiento.

Una vez puesto en marcha el sistema, la Lógica de Control de Regeneración asegura que las válvulas UCV/UV estén posicionadas de modo que un sólo adsorbedor de carbón esté en operación y el otro se esté regenerando.

Para facilitar la explicación, supondremos que V-1 está en operación y que se está regenerando el V-2. Además, las válvulas automáticas asociadas con el V1 son la UCV-101 (válvula de ventilación en la parte superior), UV-103, válvula de admisión del proceso (ubicada en el parte inferior) y UCV-102, válvula de regeneración (en la parte inferior). Las correspondientes válvulas asociadas con el V-2 serán UCV-201, UV-203, UCV-202. Con el V-1 en operación y el V-2 en proceso de regeneración, la posición de las válvulas será la indicada en la Tabla 8.

Tabla 8. Posición de válvulas en URV con V-1 en operación

Válvula	Posición	Válvula	Posición
UCV-101	Abierta	UCV-201	Cerrada
UV-103	Abierta	UV-203	Cerrada
UCV-102	Cerrada	UCV-202	Abierta

La mezcla de hidrocarburo/aire fluye hacia V-1, mientras que se está procediendo a la extracción bajo vacío de V-2 como parte de su ciclo de regeneración. Durante los 5 últimos minutos del ciclo

de regeneración o si se consigue una presión de 75 mbara, se introduce aire de purga en V-2. Esta operación se realiza activando UV-204. De este modo, se asegurará que el aire de purga sea introducido en el recipiente de carbón al final del ciclo de regeneración.

Cuando está activada la Válvula de Solenoide del Aire de Purga (UV-204), dicho aire de purga será succionado a través de la Válvula de Control Manual del Aire de Purga (HCV-204) hacia V-2. La cantidad del aire de purga se puede regular por HCV-204 y debe ajustarse durante el arranque inicial a un caudal suficiente solo para mantener un nivel de vacío de aproximadamente 75 mbara. Si el nivel de vacío sigue aumentando hasta 50 mbara, un transmisor de presión (PICSA-501) activa la Válvula de Solenoide de Control del Vacío (UV-501). Se succionará aire desde las tuberías de admisión de vapor directamente hacia las tuberías de aspiración de la Bomba de Vacío (C-1). Este aire abastecerá los requerimientos de la bomba de vacío, impedirá que se produzca un vacío excesivamente alto en el sistema y servirá para prevenir los posibles daños a la bomba de vacío debido a cavitación.

Cuando haya transcurrido el tiempo prefijado para la regeneración (15 minutos), se cerrará la Válvula de Regeneración UCV-202 en V-2. Después de que se cierre UCV-202, se abrirá la Válvula de Ventilación UCV-201, rompiendo el vacío en V-2 y llevándolo a la presión atmosférica. Se considera un tiempo aproximado de 90 segundos para que el lecho regenerado rompa el vacío y quede comprimido. Entonces UCV-201 está completamente abierta. Esta etapa desde el momento en que se cierra una válvula de regeneración hasta que se abre otra se conoce como fase de ecualización o de compensación. Una vez que se haya producido la recompresión de V-2, se abrirá UV-203 y UCV201, con lo que se pondrá a V-2 en operación y se cerrará UCV-101 sacando V1 de funcionamiento. Después de que se cierre UCV-101 y UV-103 se abrirá UCV102, poniendo V-1 en modo de regeneración (Tabla 9).

Tabla 9. Posición de válvulas en la etapa de ecualización

Válvula	Posición	Válvula	Posición
UCV-101	Cerrada	UCV-201	Abierta

UV-103	Cerrada	UV-203	Cerrada
UCV-102	Abierta	UCV-202	Cerrada

El sistema realizará ciclos entre V-1 y V-2 colocando cada recipiente en el proceso de regeneración durante ciclos de 15 minutos mientras se realizan las operaciones de carga normales. Una vez cargado el último camión, el sistema proseguirá su operación cíclica durante un período aproximado de 30 minutos antes de su parada. Al final de este período de tiempo, se produce la secuencia de parada normal. Todas las válvulas se cierran (excepto UV 501, que normalmente está abierta), las bombas P-1, P-2, P-3, y la bomba de vacío C-1 se paran.

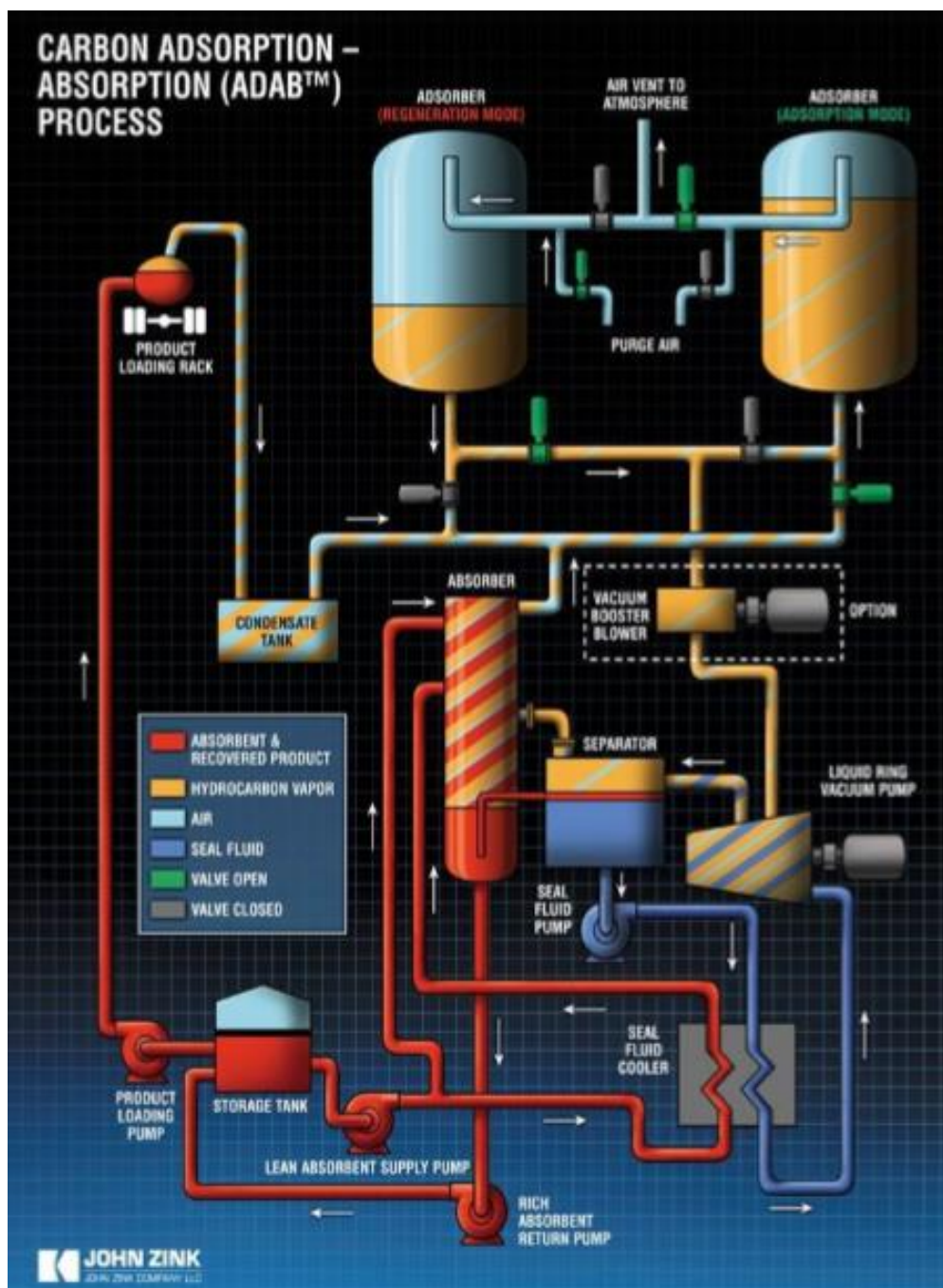


Figura 7. Unidad Recuperadora de Vapores

8) Sistema de devolución

Este sistema tendrá la función de devolver el producto sobrante que no se haya distribuido al final del reparto a los clientes o en los casos donde se realizará la especificación del camión, antes de pasar al proceso de carga. Cada vez que llegan los camiones para el despacho de producto, se hacen pasar los mismos por el área de devoluciones en donde los camiones se conectarán mediante mangueras a los depósitos horizontales enterrados. Los camiones serán vaciados por gravedad y preparados para una nueva remesa. Este sistema estará formado por dos depósitos, uno para gasolinas y otro para gasoil, cada uno de ellos estará dotado de bombas para la reinyección del producto a los tanques.

9) Sistema de purgas

Los fondos de los tanques tendrán una inclinación con fondo cónico invertido de inclinación a centro de tanque con cubeto o pozo central para la recogida de las purgas. Todos los tanques contarán con sistema de recogida de purga conectados directamente a la red de purgas de la planta. Se ha diseñado la instalación para que cada uno de los tanques cumpla con las tres funciones previstas de recepción, certificación y reparto de producto indistintamente, dotando a toda la planta de total flexibilidad de cara al suministro ininterrumpido.

El sistema de purgas de la planta se compondrá de los siguientes elementos:

1. Dos tanques enterrados metálicos de doble pared con sistema de control de nivel, localizados estratégicamente dentro del área de la planta cubriendo las áreas donde más se puedan producir las purgas.
2. Válvulas de seguridad para los casos de alta presión a causa de los procesos y para las dilataciones térmicas que se puedan generar dentro de las tuberías por el diferencial de presión.
3. Unidades de bombeo para el retorno de las purgas recogidas a los tanques de almacenamiento permitiendo así el reciclaje del producto y eliminando las emisiones.
4. Tuberías de interconexión entre los puntos de purga y los tanques enterrados.
5. Conexión para vaciado del tanque por camión.

El funcionamiento básico de este sistema se basa en la protección de todos los sistemas presurizados de la planta, por medio de válvulas de seguridad localizadas estratégicamente en tuberías, equipos y recipientes presurizados.

Las tuberías son los elementos que más presentan riesgo de sobrepresiones, debido al proceso (por cierres inesperados de válvulas mientras los sistemas de bombeo siguen en funcionamiento) o por acciones de dilatación térmica en tuberías llenas y por cambios grandes en el diferencial de temperatura de las tuberías, estos sistemas se protegen mediante doble juegos de válvulas de seguridad TSV y PSV (Temperature Safety Valves y Pressure Safety Valves). Las descargas de estas válvulas se redirigirán a los tanques enterrados mediante sistemas cerrados de tubería.

Una vez analizado el contenido de los tanques de purga es bombeado de vuelta a los tanques de almacenamiento que le corresponda. Este tipo de tanques será de doble pared con detectores de fuga para evitar cualquier probabilidad de derrames accidentales.

10) Recogida de aguas hidrocarburadas y pluviales

La recogida de aguas hidrocarburadas y pluviales requiere de las siguientes instalaciones:

- **Red de aguas pluviales limpias**

La red recogerá las aguas pluviales de la planta y tendrá la posibilidad de enviarlas al sistema de tratamiento en el caso de que eventualmente dichas aguas se encontraran contaminadas o al lugar de destino final en caso de no encontrarse contaminadas.

Las aguas se recogerán por gravedad mediante pendientes del terreno en un colector que las envía a la zona final de vertido. Las aguas que caigan en la cubierta de las islas de carga de los camiones serán conducidas a la red por medio de bajantes que estarán conectadas a la misma. Los depósitos cuentan en su parte más baja con una arqueta que recoge las aguas de lluvia y por medio de tuberías, se envían a la red de aguas pluviales cuando estén limpias, o a la red de aguas hidrocarburadas en caso de contener algún contaminante.

- **Red de aguas hidrocarburadas**

Las aguas de las siguientes zonas se consideran como contaminadas y son llevadas a la red de aguas hidrocarburadas para enviarlas hasta el inicio del sistema de tratamiento:

- a. Zona de bombas de carga
- b. Zona de aditivación
- c. Zona de devoluciones
- d. Estación de Bombeo del D.C.I.
- e. Islas de carga de CC/CC
- f. Transformadores
- g. Unidad de Recuperación de vapores
- h. Cubetos de tanques
- i. Tanques de drenaje.

Las isletas de carga tendrán dos sumideros por isleta, que recogerán las aguas procedentes de la limpieza del pavimento y las enviarán a la red de aguas hidrocarburadas. Se realizarán periódicamente baldeos con el fin de eliminar los derrames y/o goteos producidos durante la carga de camiones.

Los derrames accidentales de la zona de aditivos serán recogidos en los correspondientes depósitos y se verterán hacia la red de aguas hidrocarburadas. Se dotará a esa zona de muros perimetrales, de líneas, de válvulas de corte en arqueta en el exterior de los cubetos y de tuberías para conexión a la red. La zona de devoluciones y tanques de drenaje tendrá una ligera pendiente para que las aguas y derrames accidentales escurran a la red de aguas hidrocarburadas. En la estación de bombeo DCI se ubicará un sumidero que se conecte con la unidad de tratamiento.

En las islas de carga de camiones se dará una ligera pendiente para que las aguas y derrames accidentales sean recogidos en un sumidero. Las aguas y derrames accidentales de la zona de los transformadores serán recogidos en el correspondiente cubeto y se verterán hacia la red de aguas hidrocarburadas mediante un sumidero. Mientras que en la unidad de recuperación de vapores serán recogidos en el correspondiente cubeto y se verterán hacia la red de aguas hidrocarburadas.

Se dotará a esa zona de muros perimetrales, de líneas de válvulas de corte en arqueta en el exterior del cubeto y de tuberías para conexión a la red.

11) Sistema de purgas de tanques

Una vez almacenados los productos recibidos en los tanques de almacenamiento, se producirá la decantación del agua que pueda estar contenida en los hidrocarburos recibidos. Cada tanque tendrá una toma de fondo que permita la purga manual de esta agua que será conducida por una red de tuberías que la recogerán y las enviarán a las unidades de purgas.

Las purgas de cada proceso se conducirán hacia un sistema de decantación (consistente en depósitos pequeños atmosféricos) en el cual se separará el hidrocarburo de la porción de agua que contenga, posteriormente el agua será enviada al sistema de limpieza de aguas hidrocarburadas, mientras que el hidrocarburo será retornado al tanque mediante una bomba específica que será instalada junto al depósito formando un grupo compacto.

12) Sistema de aditivación

Los aditivos serán inyectados directamente en los hidrocarburos, gasolinas y gasóleos en cada isleta de carga. La finalidad de este proceso es dotar a las gasolinas y gasóleos de las características y propiedades fisicoquímicas que exige la legislación vigente. Serán aditivos fiscales, colorantes, antiestáticos, anticongelantes, etc. Existirá una unidad “skid” por cada uno de los aditivos requeridos.

La unidad de aditivos estará compuesta de las siguientes instalaciones:

Bastidor metálico con bancada construido con perfiles laminados común a:

- Depósito(s) de almacenamiento con un único compartimento de capacidad variable, cilíndrico vertical con patas u horizontal, de acero carbono, provisto de soporte de agitador y agitador vertical de hélice, con las diferentes tuberías de entrada y salida, tapa desmontable en su parte superior, totalmente cerrado con un tubo acodado, para ventilación del equipo, con indicador e interruptor de nivel, válvula de seguridad, manómetros, válvulas y accesorios necesarios para su operación.

- Doble conjunto motobomba de alimentación bomba, engranajes, y motor eléctrico antideflagrante (EExd IIA T3), incluye manómetro y válvula auto-reguladora y su correspondiente cuadro eléctrico antideflagrante para funcionamiento y maniobra de conjunto motobomba.
- Tuberías, válvulas y accesorios necesarios para su conexión a las líneas, tanto de carga de depósitos, como del circuito de descarga de las bombas a isletas de carga.

Todo el conjunto estará completamente montado de forma que solo es necesario instalar la unidad y efectuar las conexiones de alimentación, impulsión y retorno.

13) Planta de tratamiento API

Considerando que el agua que resulta del almacenamiento y tratamiento de productos petroleros debe ser tratada antes de ser dispuesta, la función de la planta de tratamiento API es lograr que la calidad de aguas vertidas al exterior de las instalaciones esté por debajo de los límites permitidos en la normativa.

El sistema contará con un sistema analizador y de medida de caudal que registrará en tiempo real el contenido en hidrocarburos y el caudal de vertido, no permitiendo la salida si dicho contenido supera los límites prefijados y, por tanto, retornándolo al inicio del tratamiento. Este sistema facilita el control de vertido en tiempo real, además de permitir elaborar las estadísticas semanales, mensuales, anuales con los registros almacenados.

La planta lleva a cabo diversos procesos que requieren de las siguientes instalaciones:

- Balsa de homogenización. Este equipo de la planta será dimensionado a partir de los cálculos pluviométricos de la zona donde se instalará la planta. La capacidad calculada deberá asegurar una retención sin derrames de toda el agua proveniente de precipitaciones punta. La función de esta balsa es recoger y retener hasta su posterior tratamiento las aguas que lleguen a través de la red de aguas hidrocarbурadas por gravedad, el agua insuficientemente depurada y las purgas del tanque slop. Cuando la balsa es aérea o semi-enterrada, requiere de un pozo de recogida y bombas para elevar el agua al nivel hasta la balsa.

- La balsa de homogenización dispondrá de un dispositivo llamado skimmer que se encarga de recoger el hidrocarburo flotante, este hidrocarburo extraído se reconducirá por gravedad a la cámara prevista para ello en el separador de placas. Desde esta balsa se conducirá el agua por gravedad a la unidad separadora de placas. En los casos en los cuales esta forma de paso no sea posible se preverá la instalación de bombas verticales de desplazamiento positivo, tipo husillo helicoidal y de baja velocidad para evitar la emulsión de los hidrocarburos en el agua. El nivel de la balsa será constante y estará controlado, ya sea mediante una válvula motorizada automática o por medio del encendido y apagado de las bombas anteriormente mencionadas.
- Separador de placas. En este sistema, el hidrocarburo en suspensión se separa del agua por medio de un proceso de coalescencia y gravedad. El hidrocarburo extraído se conduce mediante el skimmer de embudo a un compartimento lateral (Figura 8).

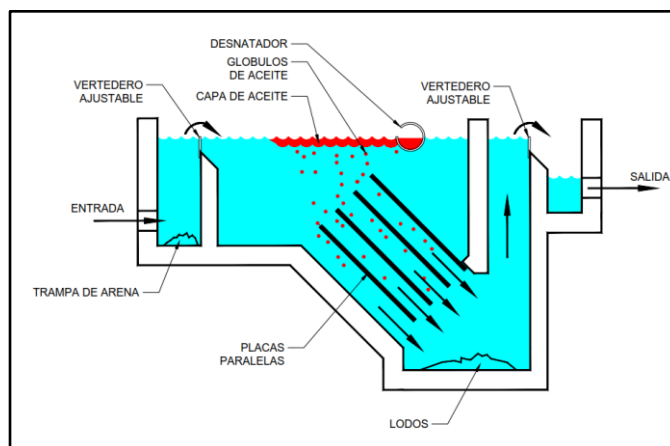


Figura 8. Esquema del funcionamiento de la planta de tratamiento API

- El hidrocarburo separado y almacenado en el compartimento se envía por bombeo mediante bombas verticales de husillo helicoidal al tanque slop, destinado para almacenar los hidrocarburos extraídos del tratamiento.
- En este compartimento se instalará un transmisor de nivel por ultrasonidos para controlar el arranque y parada automática de las bombas y las alarmas por muy alto

nivel. Por otra parte, el separador debe disponer de un sistema de cierre automático por boya que corte la salida del separador al detectar un líquido de densidad inferior a $0,85 \text{ Kg/dm}^3$. Con este sistema se impedirá la saturación del fondo de escala del analizador y posteriormente tendrá lugar un periodo de auto limpieza y falta de medición real, también en el de fallo de válvulas motorizadas, así como en caso de derrame del hidrocarburo puro, de producirse de forma accidental en alguna zona de la planta.

- Motobombas de la planta. Las bombas de la balsa de homogenización y el separador de placas serán verticales de husillo helicoidal de velocidad de rotación lo más baja posible, para evitar la emulsión de los hidrocarburos en el agua.
- Skimmer de banda. Se encarga de separar el aceite que se encuentre en la superficie del agua que contenga la balsa de homogenización.

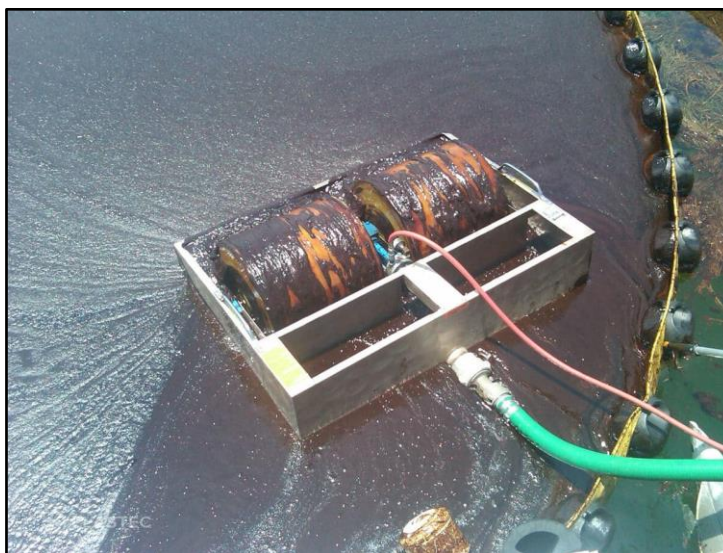


Figura 9. Dispositivo Skimmer

- Analizador de hidrocarburos. La muestra a analizar se tomará de la zona de agua tratada del separador, que de forma automática y continua llegará al equipo de análisis. Este análisis se realizará por la técnica infrarrojos no dispersiva y su resultado se traducirá en una señal analógica 4-20 mA, que, respecto al valor de

concentración de hidrocarburos preestablecido, permitirá la salida del efluente o lo retornará a cabecera del tratamiento.

- Tanque slop. En este tanque se almacenará el hidrocarburo separado en el sistema de tratamiento de aguas. A la parte superior de este tanque llega la descarga de las bombas de hidrocarburos, mientras que la salida para carga a camión se efectúa por su parte inferior.
- Disposición de aguas tratadas. Una vez que las aguas llegan a los límites esperados de presencia de hidrocarburos, la planta API permitirá la salida controlada de agua, las cuales serán conducidas a la zona de percolación. Al ser estas aguas las mismas aguas pluviales que posiblemente hayan estado en contacto con hidrocarburos, se establecerá un sistema de percolación profunda para permitir que las aguas vuelvan a su cauce natural. En caso de que la planta API no consiga los límites establecidos de presencia de hidrocarburos, no permitirá la salida de ningún flujo de agua hasta tanto no se consigan dichos niveles.

14) Sistema de defensa contra incendios (DCI)

El sistema de defensa contra incendios constituye la herramienta destinada a minimizar los daños, una vez que se ha producido cualquier situación de peligro potencial dentro de la planta. El DCI podrá ser activado de manera automática por los sistemas de alarmas o por detección humana de forma manual. Los agentes extintores dependiendo del área serán agua, espuma y gases inertes.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

La operación de la Terminal requiere de instalaciones complementarias: un edificio de bombas de DCI, una planta de tratamiento de aguas (API), una unidad de recuperación de vapores (URV), un edificio de taller con almacén de repuestos, un edificio eléctrico, un edificio de control y un estacionamiento de espera de camiones para despacho y recepción, las características de cada área son descritas en el apartado de construcción y operación.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

De acuerdo a la normativa ambiental, cuando los responsables del proyecto requieran realizar el abandono del proyecto, deberá considerar el desmontaje y retiro de la infraestructura, luego de destinar los componentes y demás obras a su correspondiente reciclaje, disposición o a un propósito que sea benéfico para el ambiente, tratando en lo posible que el ámbito natural quede sin alteraciones notables, y en condiciones similares a las que presentaba antes de la realización de las obras. Por el tipo de obras de la Terminal no se prevé el abandono del proyecto, es de hacer notar que con un adecuado mantenimiento la utilidad de la obra rebase las expectativas de vida útil. Sin embargo, se contempla la etapa de abandono cuando la fase de construcción haya finalizado y la empresa contratista se retire. En la Tabla 10 se muestran las actividades comprendidas en el plan de abandono de la etapa de abandono en la fase de construcción:

Tabla 10. Etapa de abandono en la fase de construcción

Fase	Temporalidad	Descripción
Abandono en fase de construcción	Al finalizar la etapa de construcción (retiro de la empresa contratista)	Desinstalación de la infraestructura e instalaciones temporales utilizadas en la fase de construcción, reconfiguración del terreno y las áreas modificadas.

El plan de abandono se ejecutará progresivamente al concluir las diferentes etapas de construcción. A fin de garantizar que se cumplan las condiciones ambientales adecuadas en las áreas impactadas se contemplan los siguientes puntos:

- Estabilidad física. Las superficies y estructuras que queden serán físicamente estables, de forma que no constituyan un peligro para la seguridad.
- Estabilidad química. Las superficies y estructuras no contengan algún residuo contaminante, evitando poner en riesgo la seguridad.

c) Requerimientos estéticos. Rehabilitar el área para que sea compatible con uso del terreno. Para ejecutar el plan de abandono de la fase de construcción se requerirá mano de obra calificada de la empresa contratista y la utilización de maquinaria y equipos.

II.2.8 Utilización de explosivos

En este proyecto no se contempla en ninguna de sus etapas el uso de explosivos.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

En este apartado se describen las acciones dedicadas al manejo de residuos peligrosos y no peligrosos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y durante la operación de la Terminal.

Toda obra genera una cantidad determinada de residuos a lo largo de su vida útil, desde la preparación del sitio, algunos de estos residuos son reciclables, otros son degradables y otros no son ni reciclables ni degradables, dependiendo su propia naturaleza.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) describe tres tipos de residuos: sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Los residuos sólidos urbanos son aquellos generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias.

Los residuos sólidos urbanos son aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

En el presente proyecto la distinción de residuos sólidos urbanos de los mismos que pudieran considerarse residuos de manejo especial, estará dada por el volumen de los mismos sobre todo en la etapa de operación. Los residuos de manejo especial que atañen al presente proyecto, conforme a la LGPGIR se clasifican como sigue:

I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera; V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales; VI. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

La misma Ley determina que los residuos sólidos urbanos serán considerados como de manejo especial cuando se trate de grandes generadores que produzcan una cantidad de estos residuos igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año.

Por otro lado, los residuos peligrosos son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio. La peligrosidad de un residuo se establece con base en la afectación que este pueda provocar en el medio ambiente o a los organismos vivos, influyendo en el equilibrio ecológico.

A continuación, se describen los residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera que se generarán en cada etapa del proyecto, y se describen las medidas necesarias para su manejo y disposición con base en la naturaleza, clasificación y volumen del residuo.

II.2.9.1 Residuos sólidos

En cada una de las diferentes etapas del proyecto se generarán diferentes tipos de residuos producidos por distintas actividades, desde la construcción hasta el consumo humano. Por ello se contará con sistemas de manejo y disposición de residuos para evitar su acumulación y así mitigar las afectaciones que se puedan ocasionar al medio.

II.2.9.1.1 Residuos sólidos no peligrosos

Etapas de preparación del sitio

Los residuos no peligrosos que se pueden generar durante la etapa de preparación del sitio consisten principalmente de desechos de las actividades de eliminación de chapoleos, desbroce, cortes y nivelaciones de terreno, tales como:

- Suelo mezclado con vegetación
- Cortes de vegetación herbácea.
- Roca

Estos residuos podrán ser separados en material de desecho y material reutilizable, como la roca, por ejemplo, deberán ser trasladados mediante camiones al campo de tiro más cercano, mientras que los segundos pueden ser aprovechados para la misma terminal o ser aprovechados por la empresa contratista. En esta etapa la empresa contratista deberá ser la responsable por la correcta disposición de los residuos.

Etapas de construcción

Para la etapa de construcción se considera la generación de 1 a 2 toneladas de residuos debido tanto a las actividades de obra civil y mecánica como por las actividades del personal.

a) Residuos generados por las actividades de construcción tanto para obra civil como para obra mecánica:

- Pedacería de materiales (concreto, tezontle, madera)
- Desperdicios de agregados (sobrantes de mezcla para concreto)
- Pedacería metálica (tuberías, metal esmerilado, esquirlas, productos de biselado y cortado, varilla, clavos, alambre, cableado de cobre)
- Pedacería de PVC
- Recipientes de materiales (cubetas de plástico, latas de pinturas y solventes)
- Bolsas y sacos de materiales

b) Remanentes de actividades domésticas:

- Residuos de alimentos orgánicos
- Envolturas de alimentos (papel aluminio, servilletas, bolsas de nylon, metalizadas y de papel)
- Envases de alimentos líquidos (metálicos y plásticos, incluye tereftalato de polietileno)

La Tabla 11 muestra los residuos sólidos no peligrosos generados durante las etapas de preparación y construcción del sitio.

Tabla 11. Residuos sólidos no peligrosos generados en la etapa de construcción

NOMBRE DEL RESIDUO	ETAPA DEL PROYECTO EN LA QUE SE GENERA	ACTIVIDAD EN LA QUE SE GENERA	DISPOSICIÓN TEMPORAL
Suelo con vegetación	Preparación del sitio	Nivelación	Contratista
Vegetación herbácea	Preparación del sitio	Chapoleo y desbroce	Contratista
Cascajo	Construcción	Cimentación	Contratista
Trozos de madera	Construcción	Encajonamiento de concreto	Contratista
Pedacería de concreto	Construcción	Preparación de mezcla para concreto	Contratista
Pedacería de tezontle	Construcción	Habilitación de caminos	Contratista
Pedacería de PVC	Construcción	Habilitación de tuberías	Contratista
Pedacería metálica	Construcción	Cimentación y habilitación de tuberías	Contratista
Desperdicios de agregados	Construcción	Preparación de mezcla para concreto	Contratista
Recipientes de materiales	Construcción	Preparación de mezcla para concreto	Contratista
Bolsas y sacos de materiales	Construcción	Preparación de mezcla para concreto	Contratista

En la Tabla 12 se describen las características de los residuos, el tipo de material que los constituye y los volúmenes que se esperan generar.

Tabla 12. Características de los residuos sólidos no peligrosos generados en la etapa de construcción

CARACTERÍSTICA	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD O VOLUMEN PRODUCIDO	DESTINO FINAL	ESTADO FÍSICO
Material producto del chapoleo, desbroce y nivelación	Suelo, pasto, hojas	N/D	Contratista	Sólidos
Materiales de construcción (suelo, madera, roca, arena, entre otros)	Cascajo, mezcla de concreto	1.8 ton	Contratista	Sólidos
Domésticos	Empaques de productos alimenticios: envolturas (papel, aluminio, nylon, metalizadas, etc.) envases para líquidos (metal y plástico)	100 kg	Contratista	Sólidos
Sanitarios	Residuos de papel (papel higiénico, servilletas)	50 kg	Contratista	Sólidos
Materia orgánica	Residuos de alimentos	50 kg	Contratista	Sólidos

La construcción de la obra estará a cargo de una empresa contratista por lo que esta deberá ser la responsable de realizar las maniobras de limpieza general diariamente, remover desechos y remanentes producto de las actividades desarrolladas, así como de las herramientas utilizadas. Derivado de ello el contratista deberá hacerse responsable de la disposición final de los residuos generados durante sus actividades. Cabe destacar que muchos de los residuos generados en las etapas de preparación del sitio y construcción constituyen materiales reciclables o reutilizables por lo que se recomienda instar a la empresa contratista a realizar las disposiciones propias para garantizar la disminución de la cantidad de residuos dispuestos en tiraderos.

Etapa de operación

Para la etapa de operación se espera que se generen aproximadamente 6 toneladas de residuos sólidos anuales provenientes de las actividades urbanas (Tabla 13). La recolección, tratamiento, transporte y disposición final de estos residuos será mediante el sistema de recolección del Ayuntamiento Municipal, el servicio de recolección en este municipio está disponible una vez por semana y su destino final es el tiradero municipal de Jilotepec.

- Residuos de alimentos orgánicos
- Envolturas de alimentos (papel aluminio, servilletas, bolsas de nylon, metalizadas y de papel)
- Envases de alimentos líquidos (metálicos y plásticos, incluye tereftalato de polietileno)
- Residuos sanitarios (papel higiénico, servilletas, bolsas plásticas de recolección)

Tabla 13. Características de los residuos sólidos no peligrosos generados en la etapa de operación

CARACTERÍSTICA	TIPO DE MATERIAL	DESTINO FINAL	ESTADO FÍSICO
Domésticos	Empaques de productos alimenticios: envolturas (papel, aluminio, nylon, metalizadas, etc.) envases para líquidos (metal y plástico)	Sistema de recolección Municipal	Sólidos
Sanitarios	Residuos de papel (papel higiénico, servilletas, bolsas plásticas)	Sistema de recolección Municipal	Sólidos
Materia orgánica	Residuos de alimentos	Sistema de recolección Municipal	Sólidos

II.2.9.1.2 Residuos sólidos peligrosos

Etapas de construcción

En la etapa de construcción se generarán residuos sólidos peligrosos como:

- Remanentes de asfalto, envases de pintura y madera tratada con aceites.
- Pilas y baterías que contienen plomo, níquel, cadmio o mercurio.

La empresa contratista encargada de la construcción de la Terminal deberá ser la responsable de remover los desechos de productos en la etapa de construcción.

Etapas de operación

Durante la etapa de operación se considera la generación de 1 a 1.5 toneladas de residuos sólidos, estos residuos serán generados principalmente de desechos provenientes de las labores de mantenimiento y recogida de derrames (Tabla 14).

Residuos generados en la etapa de operación:

- Trapos engrasados (con hidrocarburos, aceites y aditivos)
- Vermiculita (mineral adsorbente de líquidos solubles como grasas y aceites)

Tabla 14. Características de los residuos sólidos peligrosos generados en la etapa de operación

CARACTERÍSTICA	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD O VOLUMEN PRODUCIDO	DESTINO FINAL	ESTADO FÍSICO
Material generado de las labores de mantenimiento	Trapos o estopa	500 Kg/año	Empresa especializada en manejo de residuos peligrosos	Sólidos
Material adsorbente para recogida de derrames	Vermiculita	1 ton/año	Empresa especializada en manejo de residuos peligrosos	Sólidos

II.2.9.2 Residuos líquidos

Los procesos desarrollados en la Terminal pueden generar efluentes residuales compuestos de una combinación de agua y residuos de los productos que se almacenan en la terminal.

II.2.9.2.1 Residuos líquidos no peligrosos

Etapas de construcción

Durante la etapa de construcción se generan residuos líquidos derivados de los servicios sanitarios de los trabajadores.

- Descarga de aguas negras que tiene su origen en sanitarios portátiles, el destino final de estos residuos es la red de drenaje municipal.

II.2.9.2.2 Residuos líquidos peligrosos

Los residuos líquidos peligrosos en esta etapa del proyecto pueden ser:

- Restos de pintura y/o solventes (pintura a base de aceite, thinner).

Etapas de operación

En la etapa de operación se generarán residuos provenientes de la planta de separación de aceite API. El manejo, transporte y disposición final estará a cargo de una empresa especializada en residuos peligrosos.

Los residuos en esta etapa del proyecto son:

- Lodos generados del proceso de la planta API (lodos contaminados con hidrocarburos).

En la Tabla 15 se describe cada residuo generado por etapa del proceso con especificación sobre tipo de residuo y su disposición final:

Tabla 15. Descripción de los residuos líquidos generados en cada etapa

NOMBRE DEL RESIDUO	ETAPA DEL PROYECTO EN LA QUE SE GENERA	ACTIVIDAD EN LA QUE SE GENERA	DISPOSICIÓN FINAL	TIPO DE RESIDUO
Aguas negras	Construcción y Operación	Uso de sanitarios	Red de drenaje municipal	No peligroso
Restos de pintura y/o solventes	Construcción	Acabado y pintura de las instalaciones	Contratista	Peligroso
Lodos hidrocarburoados	Operación	Funcionamiento de la planta API	Empresa especializada en manejo de residuos peligrosos	Peligroso

II.2.9.3 Emisiones a la atmósfera

Las actividades de almacenamiento y distribución de hidrocarburos pueden generar emisiones importantes de compuestos orgánicos volátiles (COVs), los cuales son precursores en la formación de gases de efecto invernadero como el ozono, entre otros; por lo que es necesario establecer un control permanente sobre las emisiones a la atmósfera de este tipo de contaminantes, con la finalidad de asegurar la calidad del aire y la mitigación de los daños al medio. La terminal de almacenamiento está diseñada con tecnología orientada a reducir al máximo las emisiones de contaminantes.

Los COVs, son compuestos orgánicos constituidos fundamentalmente por carbono, que se convierten fácilmente en vapor o gas, tienen a 20 °C una presión de vapor igual o mayor a 0.01 kPas, o una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso. Son compuestos que por lo general tienen puntos de ebullición que oscilan entre 50 y 260 °C (Sánchez Montero and Alcántara León, 2007). La mayoría de los COVs son peligrosos contaminantes del aire, debido a que cuando se mezclan con óxidos de nitrógeno, reaccionan para formar ozono que puede acumularse en forma de “smog” (término usado para designar la contaminación atmosférica que

se produce en algunas ciudades como resultado de una combinación de condiciones atmosféricas y contaminantes).

La liberación de COVs al aire puede compararse sobre la base de su capacidad para formar ozono en relación a etileno también denominado factor de producción de ozono troposférico (POCP, Photochemical Ozone Creation Potential). En las moléculas orgánicas más complejas se mide su importancia como contaminante por su capacidad de producir ozono (Sánchez Montero and Alcántara León, 2007).

En la Tabla 16 se indica el factor de producción de ozono fotoquímico (POCP) asociado a cada tipo de compuestos:

Tabla 16. Factor de producción de ozono fotoquímico

Compuesto	POCP
Alquenos	84
Aromáticos	76
Aldehídos	44
Alcanos	42
Cetonas	41
Esteres	22
Alcoholes	20

En cada etapa del proyecto se generarán diferentes tipos de emisiones, siendo la etapa de preparación del sitio y construcción donde se generen la mayor parte debido al uso de maquinaria o materiales que por su naturaleza generan emisiones.

Preparación del sitio

Durante la preparación del sitio las principales fuentes de generación de emisiones son:

- Maquinaria pesada y equipo especializado
- Vehículos de transporte de materiales

- Vehículos de transporte de personal
- Plantas generadoras de energía eléctrica
- Movimiento de tierra

Las emisiones generadas en esta etapa están compuestas principalmente por polvo, gases producto de la combustión como: dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, nitrógeno, vapor de agua, hidrógeno, plomo y partículas suspendidas.

Etapas de construcción

En la fase de construcción las emisiones serán generadas por:

- Maquinaria pesada o equipo especializado
- Vehículos de transporte de materiales
- Vehículos de transporte de personal
- Plantas generadoras de energía eléctrica
- Soldadoras para los tanques de almacenamiento o tuberías

Los tipos de emisión generados en esta etapa pueden estar agrupados en:

- Gases de combustión: dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, nitrógeno, vapor de agua, hidrógeno, plomo y partículas suspendidas.
- Gases producto de la soldadura: monóxido de carbono, fluoruro de hidrógeno, óxido de nitrógeno, ozono, entre otros.
- Vapores de la soldadura: aluminio, berilio, óxidos de cadmio, hierro, zinc, cromo, cobre, molibdeno, níquel, vanadio, plomo y manganeso.

Etapas de operación

En esta fase las emisiones a la atmósfera pueden generarse en el llenado de los tanques de almacenamiento o en la carga de autotanques, cuando los vapores de hidrocarburos en los tanques “vacíos” son desplazados hacia la atmósfera por el líquido que se les está cargando. Estos vapores están compuestos de:

Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a sección, CP. 78216, San Luis Potosí S.L.P., Tel.: (444) 834 20 00, www.ipicyt.edu.mx

- 1) Vapores formados en el tanque vacío por la evaporación del producto residual de cargas anteriores.
- 2) Vapores transferidos al tanque en los sistemas de balance de vapor a medida que el producto se está descargando.
- 3) Vapores generados en el tanque a medida que se carga el nuevo producto. O bien, en el llenado de los tanques de almacenamiento con nuevo producto.

La NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental, establece las especificaciones de protección ambiental que deben cumplir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos, en la Tabla 17 se muestran estas especificaciones generales de las gasolinas y diesel en México:

Tabla 17. Especificaciones generales de las gasolinas

NOMBRE DEL PRODUCTO:			Premium	Magna
Propiedad	Unidad	Método de prueba		
Peso específico a 20°C		Procedimiento para densidad, densidad relativa (gravedad específica) o gravedad de petróleo crudo o productos de petróleo líquido por hidrómetro.	Informar	Informar
Prueba Doctor o Azufre Mercaptánico	ppm PESO	Análisis cualitativo de especies activas de azufre en combustibles y solventes (Prueba Doctor). Determinación de azufre mercaptánico en gasolina, queroseno, combustibles destilados para aviones de turbina (Método potencio- métrico).	Negativa 20 máximo	Negativa 20 máximo
Corrosión al Cu, 3 horas a 50°C		Detección de corrosión por cobre en productos de petróleo por la prueba de mancha de tira de cobre.	Estándar # 1 máximo	Estándar # 1 máximo

NOMBRE DEL PRODUCTO:			Premium	Magna
Propiedad	Unidad	Método de prueba		
Goma preformada	g/l	Gomas existentes en combustibles por evaporación por chorro	0.040 máximo	0.040 máximo
Gomas no lavadas	g/l	Gomas existentes en combustibles por evaporación por chorro	0.7 máximo	0.7 máximo
Azufre	ppm EN PESO	Determinación de S en productos de petróleo por espectroscopia de rayos X de fluorescencia por dispersión de energía Determinación de azufre total en hidrocarburos ligeros	250 promedio 300 máximo Octubre 2006: 30 promedio / 80 máximo	300 promedio 500 máximo ZMVM, Octubre 2008: 30 promedio / 80 máximo
Periodo de inducción	Minutos	Estabilidad de oxidación de gasolina (Método de periodo de inducción)	300 mínimo	300 mínimo
Número de octano (RON)		Número de octano Research de combustible para motores de encendido por chispa	95 mínimo	Informar
Número de octano (MON)		Número de octano Motor de combustibles para motores de encendido por chispa	Informar	82 mínimo
Índice de octano (RON+MON)/2			92 mínimo	87 mínimo
Contenido de fósforo	g/l	Fósforo en gasolina	0.001 máximo	0.001 máximo
Color		Visual	Informar	Rojo
Aditivo detergente	Mg/kg	Evaluación de combustible automotriz sin plomo en inyectores para motores de encendido por chispa: incrustaciones en el puerto electrónico del inyector de combustible Evaluación de combustible automotriz sin plomo para motores de encendido	Según aditivo, en la cantidad que permita que el combustible pase las pruebas indicadas de restricción de flujo en los inyectores y de formación de depósitos en las válvulas de admisión.	

NOMBRE DEL PRODUCTO:			Premium	Magna
Propiedad	Unidad	Método de prueba		
		por chispa: formación de depósitos en la válvula de admisión.		

En la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 también se señalan especificaciones adicionales de gasolinas como cantidad de productos aromáticos, olefinas, benceno, oxígeno y BTX. Estas características son reguladas por región en el país, en el caso de la Zona Metropolitana y Valle de México donde se ubica el proyecto se enlistan en la Tabla 18:

Tabla 18. Otras especificaciones de gasolina de acuerdo a la zona geográfica Zona Metropolitana-Valle de México

Contenido máximo de:	Unidad	Método de prueba	Premium y Magna
Aromáticos	% Vol.	Tipos de hidrocarburos en productos líquidos de petróleo por absorción de indicador fluorescente	25
Olefinas	% Vol.	Tipos de hidrocarburos en productos líquidos de petróleo por absorción de indicador fluorescente	10
Benceno	% Vol.	Determinación de benceno y tolueno en gasolina terminada para uso en motores y aviación por cromatografía de gases	1
Oxígeno	% peso máximo	Determinación de MTBE, ETBE TAME, DIPE y de, Alcohol teramílico	2.7
BTX	% Vol.	Determinación de benceno y tolueno en gasolina terminada para uso en motores y aviación por cromatografía de gases	Informar

El diesel tiene también características específicas detalladas en la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, las cuales se enlistan a continuación:

Tabla 19. Especificaciones del Diesel

NOMBRE DEL PRODUCTO:			Diesel
Propiedad	Unidad	Método de prueba	
Peso específico a 20 °C		Densidad, densidad relativa (gravedad específica o gravedad de petróleo crudo y productos líquidos de petróleo por el método hidrométrico).	Informar
Temperaturas de destilación: Temp. inicial de ebullición: el 10 % destila a el 50 % destila a el 90 % destila a Temp. final de ebullición	°C	Destilación de productos de petróleo	Informar 275 máximo Informar 345 máximo Informar
Temperatura de inflamación	°C	Temperatura de inflamabilidad Prueba de Pensky- Martens de copa cerrada	45 mínimo
Temperatura de escurrimiento	°C	Punto de fluidez de productos	Informar
Temperatura de nublamiento	°C	Punto de enturbiamiento de combustibles de petróleo	48 mínimo
Número de cetano		Cálculo del índice de cetano de combustibles	48 mínimo
Índice de cetano		Cálculo del índice de cetano de combustibles destilados	48 mínimo
Azufre total	Ppm peso	Determinación de azufre en productos de petróleo por espectroscopia de rayos X de fluorescencia por dispersión de energía.	500 máximo Zona Fronteriza Norte Enero 2007

NOMBRE DEL PRODUCTO:			Diesel
Propiedad	Unidad	Método de prueba	
		Determinación de azufre total en hidrocarburos ligeros	15 máximo
Corrosión al Cu, 3 horas a 50°C		Detección de corrosión por cobre en productos de petróleo por la prueba de mancha de tira de cobre	Estándar #1 máximo
Residuos de carbón (en 10% del residuo)	% peso	Residuos de carbón Ramsbottom de productos de petróleo	0.25 máximo
Agua y sedimento	% Vol.	Agua y sedimento en combustibles de destilación media por centrifugado	0.05 máximo
Viscosidad cinemática a 40°C	mm ² /s	Viscosidad cinemática de líquidos transparentes y opacos (cálculo de viscosidad dinámica)	1.9 a 4.1
Cenizas	% peso	Cenizas en productos de petróleo	0.01 máximo
Color		Color de productos de petróleo/visual	2.5 máximo
Contenido de aromáticos	%Vol.	Tipos de hidrocarburos en productos líquidos de petróleo por absorción de indicador fluorescente	30 máximo
Lubricidad	micrones	HFRR test	520 máximo
HAPS	% Vol.	Informar	

La Unidad Recuperadora de Vapores (URV) con la que contará la Terminal El Rosal, tiene como objetivo recolectar los vapores de las instalaciones de almacenaje y carga, volverlos líquidos y devolverlos de nueva cuenta a almacenaje, con el correcto funcionamiento de la URV se disminuye de manera significativa las emisiones que pudieran generarse.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO

La TAR “El Rosal” debe guiarse por normativa federal, ya que de acuerdo al artículo 17BIS del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1988) en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica establece como fuentes fijas de jurisdicción Federal, entre otros, a las actividades del sector hidrocarburos:

- I. Extracción de hidrocarburos
- II. Refinación de petróleo
- III. Petroquímicos; incluye procesamiento de cualquier tipo de gas
- IV. Fabricación de petrolíferos
- V. Transportación de petróleo crudo por ductos; incluye operación de las instalaciones
- VI. Transportación de gas natural y otros tipos de gases por ductos; incluye operación de las instalaciones; incluye la distribución del gas por ducto a consumidores
- VII. Almacenamiento y distribución de petrolíferos y petroquímicos; incluye distribución a usuarios finales**
- VIII. Transportación de petroquímicos por ductos; incluye la operación de las instalaciones, y
- IX. Transportación de petróleo refinado por ductos; incluye la operación de las instalaciones

Además, el artículo 5 inciso D) fracciones IX y X del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental establece como atribuciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales otorgar la autorización en materia de impacto ambiental a quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras y actividades:

IX. Construcción y operación de instalaciones para la producción, transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos

- X. Construcción de instalaciones para el transporte por ducto y el almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento del gas natural y de la refinación del petróleo

Para el análisis de la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables se dividió este capítulo en análisis de los instrumentos de planeación y análisis de los instrumentos normativos. A continuación, se describen ambos y su vinculación con el proyecto de la TAR “El Rosal”.

III.1 Análisis de los instrumentos de planeación

En el desarrollo de las actividades del proyecto Terminal de almacenamiento y reparto de hidrocarburos TAR “El Rosal” se deben observar las disposiciones en materia de impacto ambiental, incluidas en la LGEEPA, la Constitución Mexicana, el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, el plan estatal del Estado de México, el plan municipal de desarrollo del municipio de Jilotepec y el Atlas de Riesgos del Estado de México. Se identificaron y analizaron los diferentes instrumentos de planeación que aplican para la zona donde se ubicará el proyecto, a fin de sujetarse a los instrumentos con validez legal. A continuación, se describen las especificaciones que establecen los instrumentos de planeación aplicables a la zona de interés.

III.1.1 Planes y programas de orden federal

Plan Nacional de Desarrollo

El plan nacional de desarrollo, preparado por el Ejecutivo Federal, es el documento rector de los programas institucionales y sectoriales del país así como la concertación de sus tareas con los otros poderes de la unión y con los órdenes estatal y municipal de gobierno (Figura 10).

El Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 propone las siguientes metas regionales:

- México en paz
- México incluyente
- México con educación de calidad
- México próspero
- México con responsabilidad global



Figura 10. Metas Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

La meta de interés para este estudio es la relacionada con un México próspero, dado que las obras contempladas reflejan la compatibilidad con el plan nacional de desarrollo. En las acciones de la meta de México próspero el plan reconoce que para mejorar el nivel de vida de la población es necesario incrementar el potencial de la economía de producir o generar bienes o servicios, lo que significa aumentar la productividad. Para elevar la productividad plantea implementar una estrategia en diversos ámbitos de acción, con miras a consolidar la estabilidad macroeconómica, promover el uso eficiente de los recursos productivos, fortalecer el ambiente de negocios y establecer políticas sectoriales y regionales para impulsar el desarrollo.

Entre las estrategias y las líneas de acción para dar cumplimiento a esta meta el Plan plantea promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social, que contribuyan a incrementar la cobertura y calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía, así como asegurar el abastecimiento de petróleo crudo, gas natural y petrolíferos que demanda el país.

Programa Sectorial de Energía 2013 – 2018

El Programa Sectorial de Energía 2013 – 2018 establece como uno de los retos para esta administración un mayor y más eficiente aprovechamiento de la capacidad productiva de hidrocarburos a lo largo de toda la cadena, lo que se traduciría en un incremento de la seguridad en el abasto de los energéticos primarios que el país requiere para su desarrollo. Asimismo, a través de una adecuada canalización de inversiones, del fortalecimiento a las instituciones del Estado, así como de un marco regulatorio que propicie el desarrollo de las mejores prácticas en la industria petrolera, se fortalecerá la industria energética y se maximizará el valor de los recursos petroleros.

Adicionalmente, la mejora en los procesos productivos y de transformación de hidrocarburos, permite reducir costos y contar con mayor disponibilidad de energéticos para la industria y los usuarios finales, a la vez que se fortalecen y actualizan los procesos y tecnologías.

Todos los objetivos del programa se alinean dentro de la meta nacional México próspero, específicamente dentro del objetivo 4.6 Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Los objetivos establecidos por el programa son los siguientes:

- Optimizar la capacidad productiva y de transformación, asegurando procesos eficientes y competitivos
- Optimizar la operación y expansión de infraestructura eléctrica nacional
- Desarrollar la infraestructura de transporte que permita fortalecer la seguridad de provisión de energéticos, contribuyendo al crecimiento económico
- Incrementar la cobertura de usuarios de combustibles y electricidad en las distintas zonas del país
- Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental
- Fortalecer la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias energéticas nacionales
- Optimizar la operación y expansión de infraestructura eléctrica nacional

- Desarrollar la infraestructura de transporte que permita fortalecer la seguridad de provisión de energéticos, contribuyendo al desarrollo económico
- Incrementar la cobertura de usuarios de combustibles y electricidad en las distintas zonas del país
- Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental
- Fortalecer la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias energéticas nacionales

El proyecto de la TAR “El Rosal” se vincula directamente con las líneas de acción de la estrategia 3.4 del objetivo 3 impulsar el desarrollo de infraestructura de importación, transporte y almacenamiento de productos petrolíferos, que garantice la disponibilidad oportuna de combustibles.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Se obtuvieron en el territorio nacional 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT. El proyecto se ubica en la región 18.20 y en la UAB52 como se muestra en la Figura 11. Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de la UAB que contempla restauración y aprovechamiento sustentable (Figura 11).

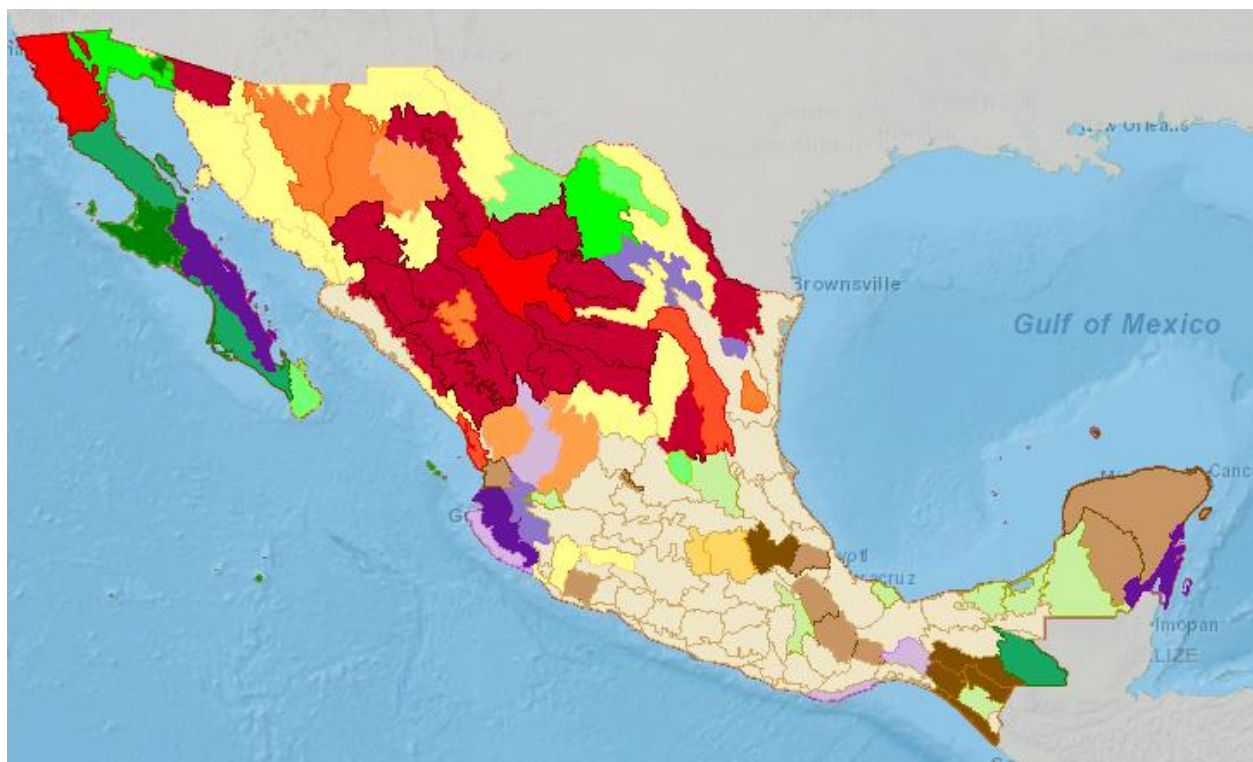


Figura 11. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

III.1.2 Planes y programas de desarrollo urbano del estado y del municipio

Plan de Desarrollo del Estado de México 2011 – 2017

El plan de desarrollo del Estado de México 2011-2017 busca promover ante todo un desarrollo económico que genere un crecimiento equitativo. Para ello el Gobierno Estatal busca generar las condiciones necesarias para impulsar la productividad en el territorio estatal y con la implementación de las reformas económicas estructurales a nivel nacional, a nivel estatal se concretaron las acciones que puedan promover el crecimiento.

La visión del Gobierno Estatal en materia de progreso económico consiste en desarrollar una economía competitiva que genere empleos bien remunerados para la construcción de un Estado progresista. Para ello se definieron objetivos que son la base de la política económica que sigue la actual administración pública estatal.

Concretamente el proyecto se vincula con el objetivo 3 del pilar dos, estado progresista, el cual busca impulsar el desarrollo de sectores específicos. Las líneas de acción del objetivo 3.1, impulsar la productividad de los sectores económicos que son los grandes generadores de empleo, son en las que tienen que ver con el desarrollo del presente proyecto.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México (POETEM)

El POETEM es un instrumento de política ambiental que tiene por objetivo inducir los usos del suelo y las actividades productivas con la finalidad de lograr la protección del ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, como soporte y guía a la regulación del uso del suelo.

De acuerdo al modelo de Ordenamiento Ecológico actualizado, el 26.55% del territorio estatal tiene política de protección, el 35.16% de conservación, el 6.33% de restauración y el 31.96% de aprovechamiento (Figura 12).

En lo referente a usos predominantes, la superficie territorial del Estado de México se distribuye de la manera indicada en la Tabla 20.

Tabla 20. Usos predominantes de la superficie territorial en el
Estado de México

Uso de suelo	Porcentaje
Agrícola	42.09
Áreas Naturales Protegidas	25.43
Forestal	16.33
Flora y Fauna	4.18
Pecuario	9.54
Cuerpos de agua	1.31
Acuacultura	0.53
Uso minero	0.59

La regionalización ecológica concluye con la identificación de 713 unidades ecológicas en el territorio mexiquense. Las bases para la regionalización incluyen:

- El ecosistema como sustrato básico de aplicación de la política ambiental.
- El ordenamiento ecológico como instrumento que jerarquiza el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas.

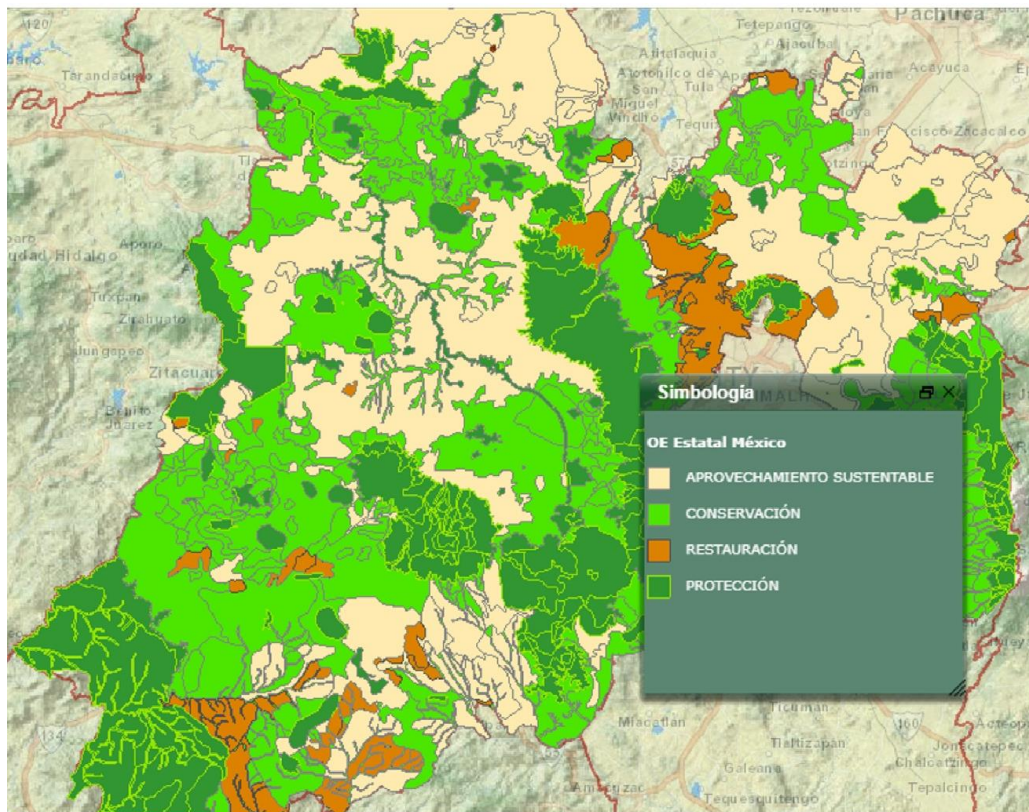


Figura 12. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México

Para el municipio de Jilotepec el POETEM encuentra 18 unidades ecológicas: ocho de uso predominante agrícola con una fragilidad ambiental mínima y una política ambiental de aprovechamiento; cuatro de uso predominante pecuario con una fragilidad mínima y una política ambiental de aprovechamiento; dos con un uso predominante de cuerpo de agua y una fragilidad ambiental máxima y una política ambiental de protección; una con uso predominante forestal con

una fragilidad máxima y una política ambiental de conservación; y tres con un uso predominante de área natural protegida una fragilidad ambiental máxima y una política ambiental de protección. El proyecto de la TAR “El Rosal” se encuentra en la unidad ecológica P-1-33 con uso predominante pecuario (pastizal) una fragilidad ambiental mínima y una política ambiental de conservación.

Programa de Manejo del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico “Presa Huapango”

El predio del proyecto se encuentra dentro del Área Natural Protegida con categoría de Parque Estatal denominado: “Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango”, el cual se distribuye por cinco Municipios del Estado de México: Acambay (8,571.376 has), Aculco (22,063.976 has), Jilotepec (14,496.386 has), Polotitlán (12,575.136 has) y Timilpan (13,317.496 has) sumando en conjunto una superficie total de aproximadamente 71,024 Hectáreas.

El Programa de Manejo del Parque Estatal fue publicado el 16 de abril de 2018 en la Gaceta Oficial del Estado de México, con número de registro A:202/3/001/02, el Parque Estatal posee una zonificación que fue determinada considerando siete Políticas Ambientales (Protección, Conservación, Restauración, Aprovechamiento, Aprovechamiento para Crecimiento Urbano, Zonas Urbanas y Cuerpos de Agua). El predio del proyecto se encuentra dentro de una Zona de Aprovechamiento para Crecimiento Urbano, estas zonas están delimitadas por áreas que muestran un proceso de crecimiento urbano dentro de los Planes de desarrollo Urbano Municipal y Parciales vigentes y son consideradas como urbanizables a corto o mediano plazo.

El Programa de Manejo prevé que “en estas zonas se podrán realizar obras públicas o privadas para el manejo de recursos naturales que generen beneficios a usuarios del ANP, habitantes locales y de la región que guarden armonía con el paisaje, que no provoquen impactos ambientales permanentes y que estén sujetos a regulaciones de manejo sustentable de los recursos naturales, con apego estricto a los Programas de Manejo emitidos y aprobados por las dependencias”.

De acuerdo a la “Matriz de Infraestructura, equipamiento y mobiliarios, servicios y actividades permitidas, condicionadas y no permitidas en el Parque Estatal Santuario del Agua Sistema

Hidrológico Presa Huapango” que se encuentra en el Programa de Manejo, las actividades de edificación e infraestructura para la industria se encuentran en la categoría de **“permitido”**. En este sentido, el proyecto que aquí se describe es compatible con la zonificación realizada en el Plan de Manejo ya que se encuentra en una Zona de Aprovechamiento para Crecimiento Urbano en la que las actividades industriales están permitidas, bajo condicionamiento de sustentarse en las políticas de los modelos de ordenamiento ecológico, planes de desarrollo y normas técnicas ambientales, criterios que se aplican en este estudio.

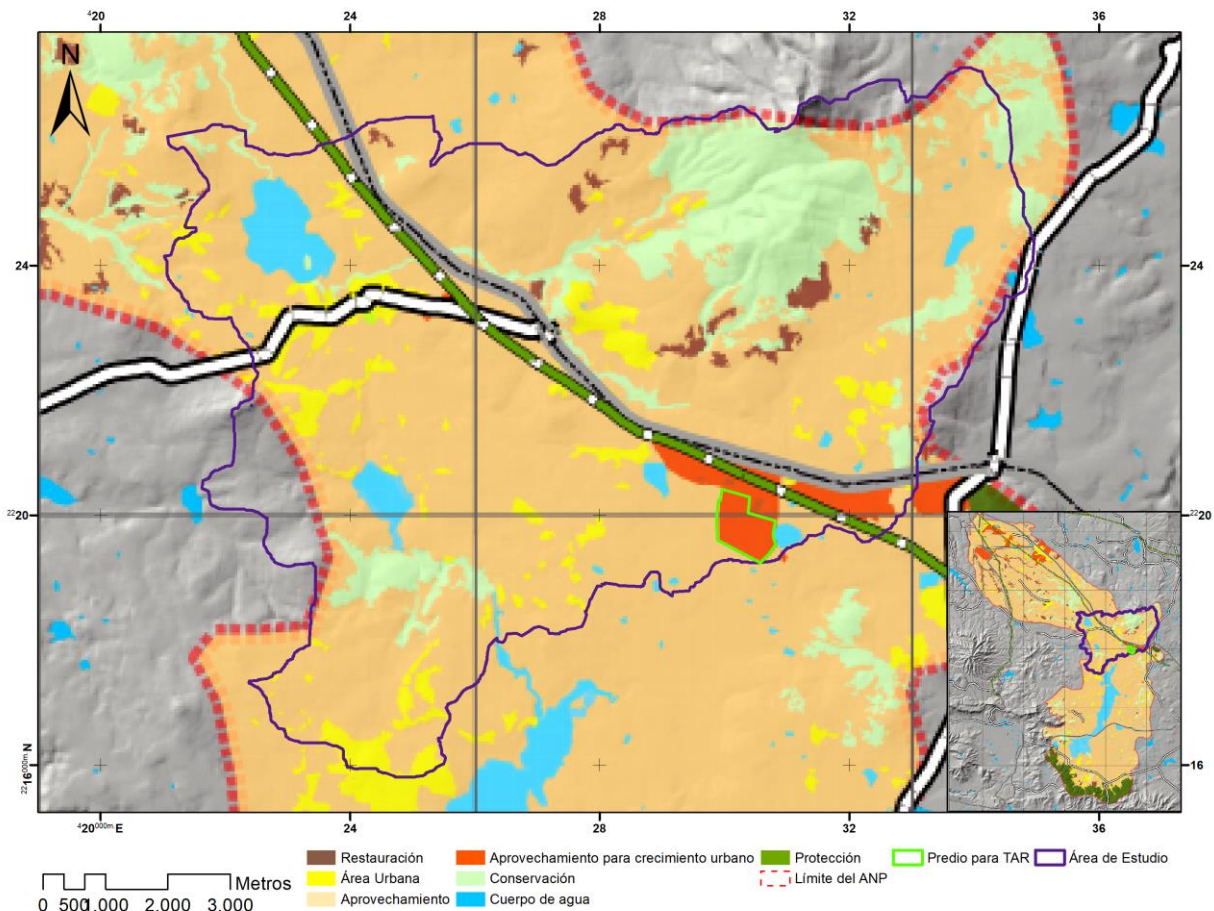


Figura 13. Zonificación Programa de Manejo del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico “Presa Huapango”

Atlas de Riesgos del Estado de México

Además de analizar los planes de ordenamiento de los tres órdenes de gobierno, también se analizó el Atlas de Riesgo del Estado de México, instrumento que integra información geográfica y/o estadística de manera organizada y actualizada sobre los peligros, agentes perturbadores y posibles riesgos naturales o antrópicos, que pueden presentarse en el Estado, con la finalidad de reducir sus efectos en la población (Dirección General de Protección Civil del Estado de México, 2015). Esto con la finalidad de considerar posibles peligros durante el desarrollo de la TAR (CENAPRED, 2001).

De acuerdo a este Atlas de Riesgos, el municipio de Jilotepec se encuentra dentro de la zona de baja a media sismicidad. Cercano a la zona de estudio, se ha registrado un epicentro de hasta 5.9 de magnitud en la escala de Richter, el cual ha producido bajas aceleraciones por la composición del material litológico. Este evento se registra en el periodo de 1930 – 1959 aproximadamente. En este mismo Atlas se observa que 92 % de la superficie del municipio se encuentra en un grado de susceptibilidad a deslizamientos de tierra nulo o muy bajo, 3% en bajo y 5% entre medio y alto. En lo que concierne al área de interés, cae dentro de esta área de 92 %. Cabe señalar que a pesar de incluirse en el Atlas otros tipos de riesgos, solo se hace mención de estos porque, son los que se presentan en el municipio y representan una importancia alta para la actividad que se pretende desarrollar en la Terminal de Almacenamiento y Reparto de Hidrocarburos.

Plan Municipal de Desarrollo 2016 – 2018

El Plan Municipal de Desarrollo es uno de los pilares es el de municipio progresista, dicho pilar promueve el desarrollo económico local detonando el incremento de bienestar social y ejecutando una política económica orientada al desarrollo regional con una visión sustentable.

La actividad económica es la palanca para un desarrollo más justo y equilibrado permitiendo con ello disminuir los índices de pobreza, de marginación y rezago social, procurando mayores niveles de bienestar de la población. En este contexto, el municipio busca alcanzar un mejor desempeño y

crecimiento económico, circunstancia fundamental para que el municipio afronte el reto demográfico.

El municipio está enfocado en la promoción local para la mejora de las condiciones de vida de la población a través del fomento a la actividad económica, de la cobertura y calidad en la prestación de los servicios públicos, así como la creación y conservación de empleos; funciones a realizar en un ambiente propicio para lograr la atracción de inversores, fomentando la modernización de los sectores económicos mediante la vinculación del sector industrial con el ayuntamiento y la búsqueda de la conservación del ambiente.

Plan de Ordenamiento Ecológico Local del Ayuntamiento Constitucional de Jilotepec 2013 – 2015

El programa de ordenamiento ecológico se concentra en estructurar el modelo de ordenamiento ecológico territorial (MOET), a partir de la construcción de Unidades de Gestión Ambiental (UGAs), asignación de políticas ambientales, lineamientos, estrategias y acciones; en función de las características ambientales de cada unidad, aptitud del territorio, uso de suelo, problemáticas y conflictos ambientales (Figura 14).

Con base en lo anterior, el modelo contempla las medidas a ejecutar con la finalidad de optimizar el uso del espacio, maximizar el consenso entre los sectores, minimizar y/o revertir los impactos ocasionados por la incompatibilidad entre aptitud y uso del territorio, así como crear condiciones que permitan el desarrollo de la población.

El área en donde se desarrollará el proyecto se encuentra dentro de la zona destinada a protección a pesar de que esta política ambiental está destinada para aquellas áreas con alta riqueza biológica o escénica, limitando las actividades económicas al máximo, pero como puede observarse en las imágenes del capítulo II, el área donde se establecerá el proyecto no cuenta con una riqueza escénica o biológica, además como se explicó en la sección de selección del sitio, esa zona adecuada por su cercanía, entre otras cosas, al ducto que transportará los hidrocarburos.

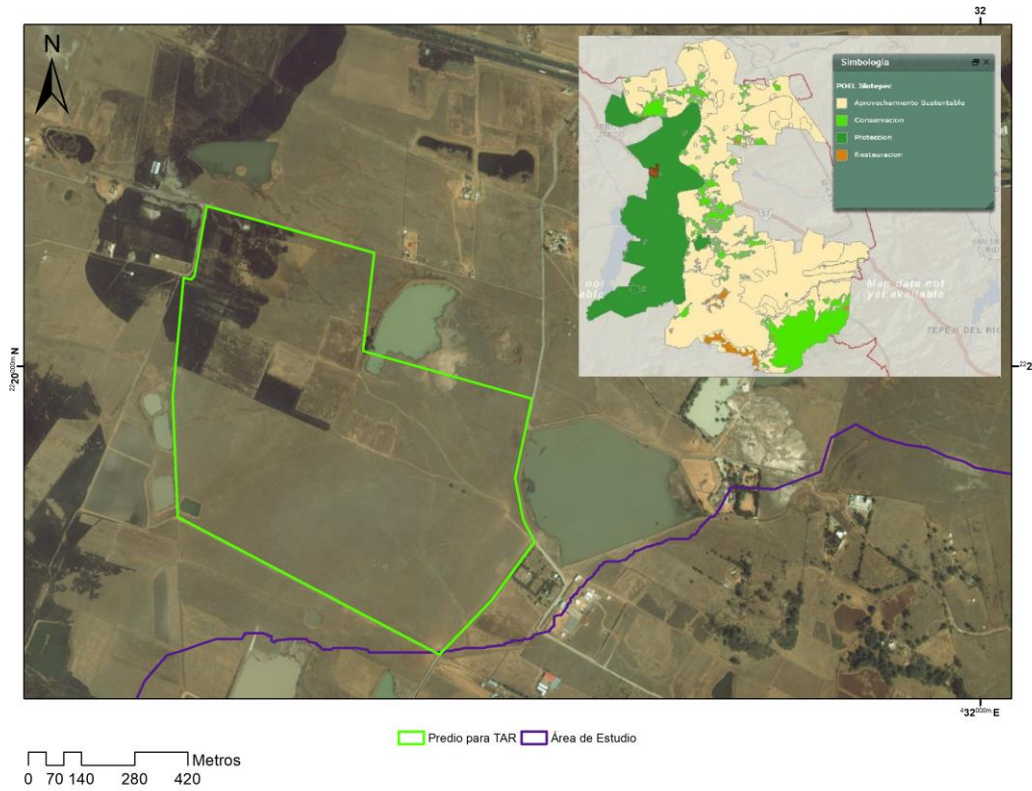


Figura 14. Plan de Ordenamiento Ecológico Local del Ayuntamiento Constitucional de Jilotepec 2013 – 2015

En la siguiente Tabla 21 se resume la vinculación del proyecto de la TAR “El Rosal” con los instrumentos de planeación de los tres órdenes de gobierno:

Tabla 21. Vinculación de los instrumentos de planeación con el proyecto de la TAR “El Rosal”

PLAN	OBJETIVO/ESTRATEGIA	VINCULACIÓN	CUMPLIMIENTO
Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018	IV. México Próspero Incrementar el potencial económico de producir bienes y servicios Promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura	El contar con la TAR permitirá a los sectores dependientes de los hidrocarburos ser más competitivos al tener una terminal con las características proyectadas	Las características de la TAR permitirán dar cumplimiento a los objetivos de la meta nacional IV
Plan de Desarrollo del Estado de México 2011 – 2017	II. Estado progresista Impulsar el desarrollo de sectores específicos	El Estado busca impulsar la productividad de sectores generadores de empleos	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se generarán empleos directos e indirectos que dan cumplimiento a los objetivos del pilar II del plan
Plan Municipal de desarrollo	Municipio progresista Promover el desarrollo económico local detonando el incremento de bienestar social	El Municipio pretende alcanzar un mejor desempeño y crecimiento económico, mediante la vinculación del sector industrial con el ayuntamiento.	Al instalarse la TAR se estará dando cumplimiento al atraer inversores que fomenten la modernización de los sectores económicos

III.2 Análisis de los instrumentos normativos

Los instrumentos normativos aplicables y vinculados al proyecto son:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Leyes en materia ambiental
- Reglamentos aplicables

Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a sección, CP. 78216, San Luis Potosí S.L.P., Tel.: (444) 834 20 00, www.ipicyt.edu.mx

- Normas Oficiales Mexicanas.

III.2.1 Constitución Política

El artículo 27 constitucional (México, H. Congreso, 2013) establece la necesidad de proteger los recursos naturales y faculta a la nación para imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público para regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación, cuidando su conservación y logrando el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población urbana y rural (Tabla 22). De esta deriva la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de 1988 y su más reciente modificación en 2012 (Tabla 23).

Tabla 22. Vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículo	Vinculación	Cumplimiento
Artículo 25	En el párrafo sexto establece el derecho que tiene toda persona a un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar	
Artículo 27	Este artículo establece, entre otras cosas, la necesidad de proteger los recursos naturales, de él deriva la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	El presente documento contiene las acciones que se llevarán a cabo para proteger los recursos naturales que podrían verse afectados por el desarrollo del proyecto

III.2.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Tabla 23. Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Tabla 23. Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Artículo	Vinculación	Cumplimiento
Artículo 15 Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique	En casos aislados las actividades podrían afectar el ambiente	El presente documento informa de las acciones de prevención, mitigación o reparación que se realizarán por las actividades del proyecto
Artículo 28 Evaluación de impacto ambiental a obras o actividades que puedan causar efectos negativos sobre el ambiente	La actividad cae en la fracción II de dicho artículo: industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelería, azucarera, del cemento y eléctrica	El presente documento cumple con lo especificado en los artículos 28 y 30
Artículo 30 Presentar a las autoridades manifestación de impacto ambiental	La Manifestación de Impacto Ambiental describe los posibles efectos causados por la obra	
Artículo 111 Contaminación de la atmósfera	Dentro de las actividades de la fase de operación se podrían emitir algunos COVs	La TAR contará con una unidad de recuperación de vapores que garantiza el cumplimiento de la ley
Artículo 121 Descargas de aguas residuales	Durante la fase de operación de la planta se generarán aguas residuales domésticas y potencialmente hidrocarburadas	La TAR contará con su sistema de depuración de aguas residuales y una planta API para el tratamiento de las aguas potencialmente hidrocarburadas

III.2.3 Ley de hidrocarburos

En este apartado se señala la relación del proyecto con los artículos pertinentes que enmarca la Ley de Hidrocarburos (CDHCU, 2014) (Tabla 24):

Tabla 24. Vinculación con la Ley de Hidrocarburos

Artículo	Vinculación	Cumplimiento
Artículo 48 La realización de las siguientes actividades requerirá permiso: II. Para el transporte, almacenamiento, distribución, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación, comercialización y expendio al público de hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos, según corresponda, así como la gestión de sistemas integrados, que serán expedidos por la comisión reguladora de energía	La TAR incluye almacenamiento de hidrocarburos	Se cuenta con los permisos de la Comisión
Artículo 49 Para realizar actividades de comercialización de hidrocarburos en territorio nacional se requerirá de permiso	El hidrocarburo almacenado será comercializado	Se cuentan con todos los permisos requeridos
Artículo 77 Los hidrocarburos deberán transportarse, almacenarse y distribuirse sin alteración	La TAR incluye transporte y almacenamiento de hidrocarburos	Las condiciones de la TAR garantizan que los hidrocarburos que almacene no presentarán alteración alguna
Artículo 81 Corresponde a la Comisión Reguladora de Energía I. Regular y supervisar las siguientes actividades: a) Transporte y almacenamiento de hidrocarburos y petroquímicos	Uno de los medios por los que llegarán los hidrocarburos a la TAR es por ductos	Se han obtenido los permisos correspondientes por la Comisión

Artículo	Vinculación	Cumplimiento
b) Transporte por ducto y almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos, de petroquímicos.		

III.2.4 Ley General para la Prevención y Gestión integral de los residuos sólidos

A continuación, se señalan los artículos de la Ley general de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2015) que tienen relación con el proyecto (Tabla 25):

Tabla 25. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Vinculación	Cumplimiento
Artículo 10 Es responsabilidad de los municipios un manejo integral de los residuos sólidos urbanos	Durante la etapa de operación se generarán residuos sólidos urbanos procedentes de oficinas administrativas	Debido a los volúmenes generados estos residuos se dispondrán al sistema de recolección municipal
Artículo 28 Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo según corresponda: III Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se conviertan en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes		

III.2.5 Ley General de Cambio Climático

A continuación, se señalan los artículos de la Ley general de Cambio Climático (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018) que tienen relación con el proyecto (Tabla 25):

Artículo	Vinculación	Cumplimiento
Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes: V. Reducción de emisiones en el Sector de Procesos Industriales: b) Desarrollar mecanismos y programas que incentiven la implementación de tecnologías limpias en los procesos industriales, que reduzcan el consumo energético y la emisión de gases y compuestos de efecto invernadero.	Durante el almacenamiento y transporte de hidrocarburos se liberan contaminantes al medio atmosférico debido a la expansión y contracción del vapor saturado de los tanques por las variaciones de la temperatura ambiental y la presión atmosférica o bien, como consecuencia del llenado y vaciado.	La terminal contará con una Unidad Recuperadora de Vapores (URV) este sistema se encarga de recolectar todos los vapores que se generan durante las operaciones de productos utilizando una presión ligeramente menor a la atmosférica (vacío).

III.2.6 Reglamentos

- 1) Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2000) en materia de impacto ambiental (Tabla 26):

Tabla 26. Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental

Artículo	Vinculación	Cumplimiento
Artículo 4 Compete a la secretaría evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones	El proyecto a realizar deberá sujetarse a la elaboración de una manifestación de	Se presentará a la autoridad competente la Manifestación de Impacto Ambiental

correspondientes para la realización de proyectos de obras y actividades a que se refiere el presente reglamento	impacto ambiental y obtener la autorización por parte de la autoridad competente	correspondiente para su evaluación
Artículo 5 Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la secretaría en materia de impacto ambiental: D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS IX. construcción y operación de instalaciones para la producción, transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos	La TAR incluye actividades del numeral IX inciso D	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental para solicitar la autorización correspondiente

2) Reglamento de las actividades a que se refiere el título tercero de la ley de hidrocarburos:

Tabla 27. Vinculación con el Reglamento de las actividades a que se refiere el título tercero de la Ley de Hidrocarburos

Artículo	Vinculación	Cumplimiento
Artículo 8 Las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, comercialización, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación, gestión de los sistemas integrados y expendio al público que se refiere este reglamento, deberán realizarse de manera eficiente, homogénea, regular, segura, continua y uniforme, en condiciones no discriminatorias en cuanto a su calidad, oportunidad, cantidad y precio		Las características de la TAR descritas en el capítulo 2 del presente documento garantizan los requerimientos exigidos en este artículo

III.2.7 Normas Oficiales Mexicanas

En este apartado se señalan las Normas Oficiales Mexicanas que tienen relación con el proyecto (Tabla 28):

Tabla 28. Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas

Normas Oficiales Mexicanas		
NORMAS	VINCULACIÓN	ACCIONES PARA SU ATENCIÓN
PROY-NOM-006-ASEA-2017	Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, prearranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos, excepto para gas licuado de petróleo.	Las especificaciones técnicas de la TAR cumplen con lo estipulado en la norma.
NOM-005-SCFI-2011	Instrumentos de medición – Sistemas para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos – especificaciones, métodos de prueba y de verificación.	La TAR cuenta con instrumentos de medición que garantizan el cumplimiento de esta norma.
PROY-NOM-001-SEMARNAT-2017	Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Las aguas residuales domésticas se conectarán al sistema de drenaje municipal y el municipio se hará cargo.
NOM-043-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	En las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán la mayor cantidad de emisiones al ambiente debido al uso de maquinaria, equipos y vehículos de transporte por lo que se realizarán las acciones necesarias, de acuerdo con la normatividad ambiental aplicable.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos	En la zona donde se llevará a cabo la instalación de la TAR se encuentran centros de verificación que

	automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	garantizarán el cumplimiento de la norma.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Dentro de los cubetos se construirán compartimientos de hormigón armado para contener el producto en caso de derrame. El suelo del cubeto se impermeabilizará con una solera de hormigón con el fin de evitar filtraciones de productos al subsuelo.
NOM-127-SSA1-1994	Límites permisibles de calidad y tratamientos a los que debe someterse el agua para potabilización.	Se contará con una planta de tratamiento de agua (API).
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad – prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	Se contará con dispositivos y programas contra incendio, dependiendo del área
NOM-010-STPS-1999	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral	Se contará con programas de manejo.

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

Inventario ambiental

El objetivo de este apartado se orienta a ofrecer una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del sistema ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro. Se consideraron los lineamientos de planeación de los capítulos correspondientes, así como aquellas conclusiones derivadas de la consulta bibliográfica.

IV.1 Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del área de estudio se consideraron los instrumentos de planeación, las dimensiones del proyecto, las características físicas del predio y los elementos ambientales con los que interactuará la terminal. El área en la que se encuentran los predios que se dispondrán para el desarrollo del proyecto no posee una cubierta vegetal natural o de alguna importancia ecológica, el terreno circundante se encuentra ocupado por pastizales inducidos para el pastoreo de ganado o por cultivos de temporal. En cuanto a las características litológicas, morfogenéticas y morfológicas, toda el área está dominada por material volcánico del Cuaternario de tipo basáltico, los predios se encuentran en una planicie acolinada originada por flujos de lava provenientes de los numerosos edificios volcánicos de los alrededores.

De acuerdo a las actividades en la etapa de operación de la terminal, los elementos ambientales con los que se tendrá mayor interacción son el aire y el agua; en este sentido las emisiones a la atmósfera que se anticipan por vapores son tan insignificantes que no se pueden cuantificar en la mayoría de los casos, por lo que la modelación de la difusión de las partículas es muy complicada. En cuanto a la interacción con los elementos hídricos del paisaje, ésta será más constante y más

fácil de monitorear e identificar, ya que constantemente habrá descargas de aguas tratadas la red hidrológica superficial.

Después de un minucioso análisis de las características físicas, ecológicas e hídricas de la zona de interés se determinó que la mejor delimitación del área de estudio debía realizarse tomando los límites de la subcuenca en la que se encuentran los predios, la cual corresponde a la subcuenca del río zarco. Una subcuenca hidrológica determina en gran medida los procesos físicos y bióticos que ocurren en un espacio determinado; una cuenca hidrológica, la cual está definida por la topografía, determina la disponibilidad de agua que existe en un espacio y por lo tanto condiciona procesos de erosión, desarrollo vegetal y distribución de fauna, así como las actividades humanas que pueden realizarse en él.

La subcuenca se delimitó de forma automatizada mediante el uso de un sistema de información geográfica (SIG), utilizando como insumo un modelo digital de elevación (MDE) tomado del mapa digital de INEGI, con resolución espacial de 15 metros. Cada uno de los aspectos físicos y ambientales de la zona de estudio serán abordados a fondo en los apartados correspondientes.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

Para la elaboración de este apartado se analizaron de manera integral los elementos del medio físico, tanto biótico como abiótico, los elementos económicos, sociales y culturales, así como las prácticas de aprovechamiento y uso de los recursos.

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima

En el área de estudio se encuentran dos unidades climáticas diferenciadas por los regímenes de precipitación que presentan. Casi la totalidad de la cuenca está dominada por un clima templado subhúmedo con humedad moderada, asociado a la zona de mayor altitud, desde los 2500 msnm hasta los 3000 msnm; al norte domina un clima templado de menor precipitación y poca fluctuación térmica el cual se distribuye en altitudes menores, desde los 2200 msnm hasta 2600 msnm. Ambas unidades climáticas poseen un porcentaje de lluvia invernal menor al 5%, este indicador climático representa la precipitación recibida durante el periodo más frío del año, se calcula mediante la sumatoria de la cantidad de lluvia recibida de enero a marzo, dividida por la cantidad de precipitación pluvial total anual. Un porcentaje de lluvia invernal bajo como el que presentan las unidades climáticas de la zona de estudio puede ser un indicador de que esta área no se encuentra fuertemente afectada por el paso de frentes fríos y que la mayor cantidad de precipitación se concentra en el periodo de verano (Figura 15).

Ciclones tropicales:

Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur. Como su nombre lo indica, el ciclón tropical se origina en las regiones tropicales de nuestro planeta. Como la circulación ciclónica y bajas presiones atmosféricas relativas normalmente coexisten, es común usar los términos ciclón y baja presión de forma intercambiable.

En relación a las perturbaciones ciclónicas, las áreas de la República Mexicana regularmente afectadas abarcan más del 60% del territorio nacional. De hecho, éste es uno de los fenómenos hidrometeorológicos que expone con mayor frecuencia a una parte importante de la población del país y genera cuantiosas pérdidas materiales.

En el mapa climático se puede observar que han ocurrido ciclones tropicales cuya trayectoria se ha encontrado cerca del área de estudio, la más cercana fue la trazada por el huracán Debby

(1988), el cual presentó rachas de hasta 120.38 km/hr. El evento cercano de mayor intensidad corresponde al Huracán Dean (2007), el cual tuvo rachas de hasta 157.42 km/hr.

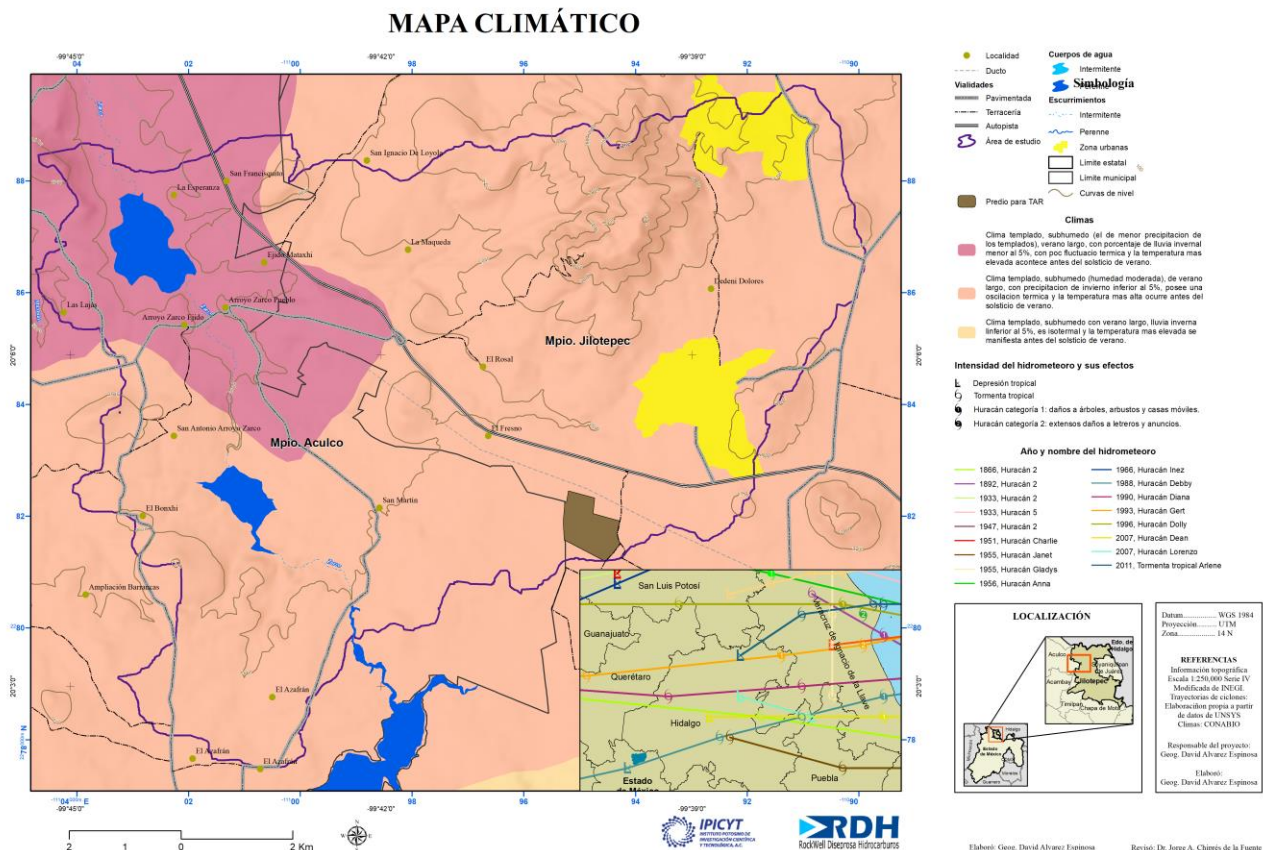


Figura 15. Reducción del mapa climático. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico

Precipitación:

La precipitación media anual en el área de estudio es de 600 mm a 800 mm (García, 2004) y de 800 mm a 1000 mm en la parte este de la cuenca, en la zona de mayor elevación (Cuervo-Robayo *et al.*, 2014). De acuerdo al Atlas de Riesgos del Estado de México en el área de estudio se pueden esperar 40 mm de lluvia en una hora en un periodo de retorno de 10 años y hasta 20 mm en diez minutos en el mismo tiempo de retorno.

b) Geología

Litología:

Como se mencionó anteriormente, el área de estudio se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico, también conocido como Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM), el cuál atraviesa a la República Mexicana en su parte central y se le considera como el episodio más reciente de actividad magmática continental continua durante un periodo largo de tiempo (Ferrari *et al.*, 2012). El vulcanismo del CVTM comenzó en el Mioceno con la formación de calderas, así como volcanes desde hace 12 Ma hasta la actualidad. La orogenia Laramide propició un estilo de deformación de cobertura con dirección NO-SE y E-W, mientras que posterior al mioceno, durante el Plioceno y el Pleistoceno, ocurrió una fase distensiva que dio lugar a fallas con alineación N-S que originaron cuencas endorreicas y fosas tectónicas que fueron ocupadas por lagos.

La litología del área de estudio está dominada por material de origen magmático que abarca edificios volcánicos y flujos de lava. Las rocas más antiguas corresponden a rocas andesíticas con estructura fluidal de edad pliocénica que compone la estructura de mayor elevación del área de estudio y que abarca al Cerro La virgen, Cerro Dedeni y al Cerro el Rosal.

El resto del área se encuentra sobre flujos de lava de composición basáltica, de textura afanítica con baja vesicularidad en los que se observan olivinos integrados en una matriz gris oscuro, y de estructura masiva. Estos flujos provienen de los conos monogenéticos que se distribuyen por toda el área los cuales se componen de material piroclástico de escoria tamaño lapilli y presentan alturas desde 50 hasta 100 metros (Figura 16).

MAPA LITOLÓGICO

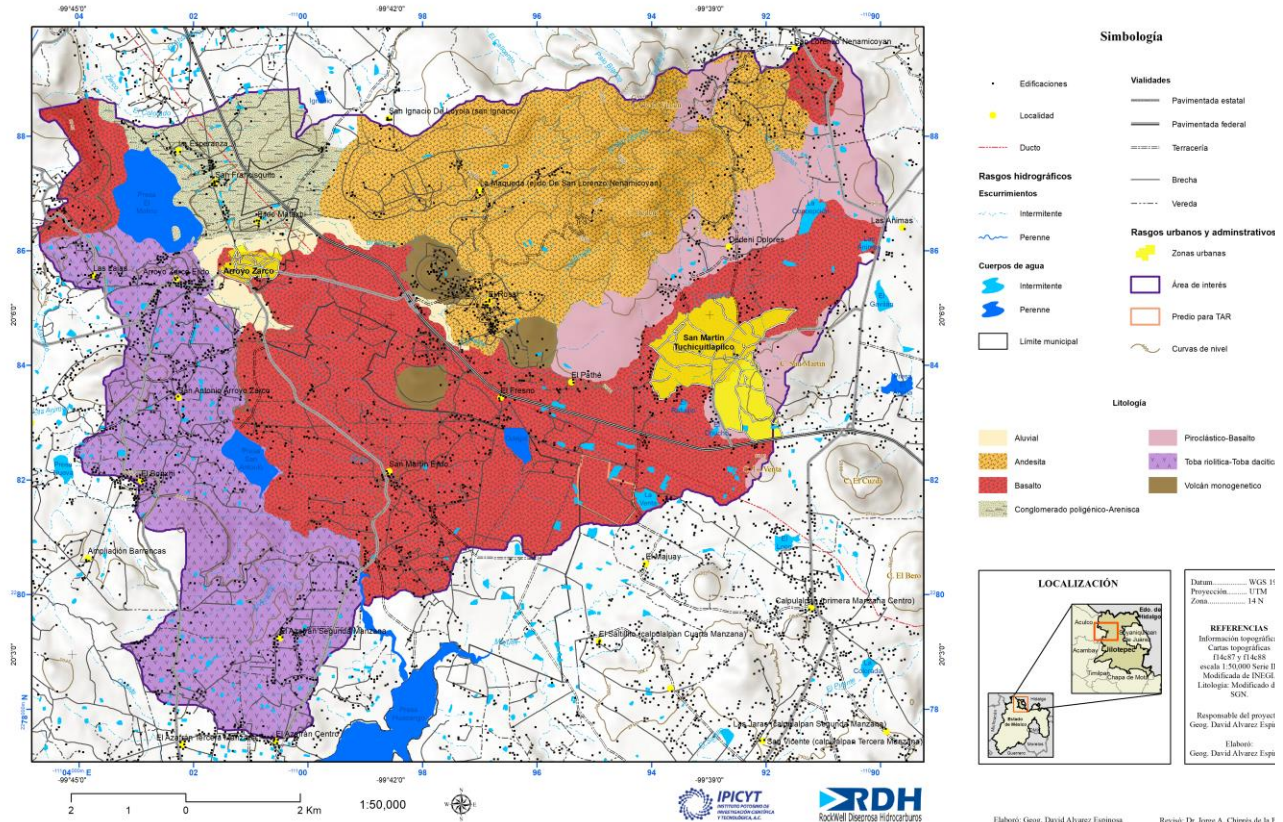


Figura 16. Reducción del mapa litológico. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico

Geomorfología:

La morfología del área de estudio es producto principalmente de los procesos volcánicos que propiciaron la formación del CVTM emitiendo productos de distinta composición, y los movimientos tectónicos de la orogenia Laramide, por lo que las formaciones poseen un origen exógeno, las cuales han sido moldeadas por procesos exógenos principalmente de tipo fluvial. Las formaciones exógenas corresponden a conos de escoria con pendientes que van desde los 5 hasta los 35 grados de inclinación con aparente erosión laminar y rills poco profundos formados por escurrimientos efímeros. La formación exógena de mayor elevación es el Cerro La Virgen y El Rosal, el cual corresponde a lo que parece un volcán compuesto de composición andesítica con

pendientes desde 5 hasta 70 grados de inclinación fuertemente disectado por erosión fluvial la cual ha formado profundas cárcavas.

El resto del área de estudio, incluido el área de los predios, se encuentra en una planicie acolinada con pendientes desde 0 hasta 15 grados de inclinación formada por los flujos de lava emanados por los volcanes aledaños.

Fallas y fracturas:

No se observaron fallas o fracturas en las visitas a campo, ni mediante análisis de percepción remota; tampoco el Servicio Geológico Mexicano reporta elementos estructurales de este tipo en la zona.

Susceptibilidad sísmica:

La sismicidad es uno de los fenómenos geológicos potencialmente más destructivos del globo terrestre, la cual está íntimamente relacionada con los procesos geofísicos de la tectónica de placas. La capa externa de la Tierra o litósfera se encuentra constituida por placas las cuales se mueven horizontalmente sobre una superficie de consistencia plástica, la astenósfera, mediante movimientos de convergencia o subducción y divergencia o creación de nueva corteza. Los sismos ocurren mayormente en zonas de convergencia de placas cuando se produce la liberación de la energía acumulada debido la fricción de los materiales que constituyen a dichas placas.

La generación de sismos en el territorio mexicano se debe a dos tipos de interacciones entre placas. A lo largo de la margen costera de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, las placas de Rivera y Cocos se insertan debajo de la placa norteamericana, debido a la diferencia de densidades, dando lugar al fenómeno tectónico conocido como subducción; por otra parte, entre la placa del Pacífico y la norteamericana se observa un desplazamiento lateral el cual se extiende desde la zona norte de la península de Baja California, hasta el estado de California en los Estados Unidos. En ocasiones, aunque con menos frecuencia, la placa se fractura lejos de la línea de subducción originando sismos generalmente de menor intensidad y a menores profundidades, a estos se les conoce como eventos intraplaca.

En el manual de Obras Civiles de la Comisión Nacional de Electricidad (CFE) se encuentra publicado el mapa de Regionalización Sísmica de México en el que se clasifica el territorio mexicano en cuatro zonas sísmicas, de la A a la D, las cuales representan un nivel de peligro creciente. De acuerdo a la Regionalización Sísmica de la República Mexicana elaborada por la Comisión Federal de Electricidad y al Atlas de Riesgos del Estado de México (México, 2001; Comisión Federal de Electricidad, 2008), el área de estudio se encuentra en una zona sísmica media (zona sísmica B), en donde se registran menor cantidad de epicentros sísmicos y de menor magnitud que en las zonas C y D (catálogo de epicentros sísmicos de la República Mexicana en el periodo 1998-2017, Servicio Sismológico Mexicano), y cuyas aceleraciones no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad (9.8 m/s^2), aunque se ha observado que para los tipos constructivos que predominan en nuestro país, los daños son considerables a partir de una excitación del terreno igual o mayor al 15% de la aceleración de la gravedad (g) e incluso con aceleraciones del 5% de g pueden formarse agrietamientos.

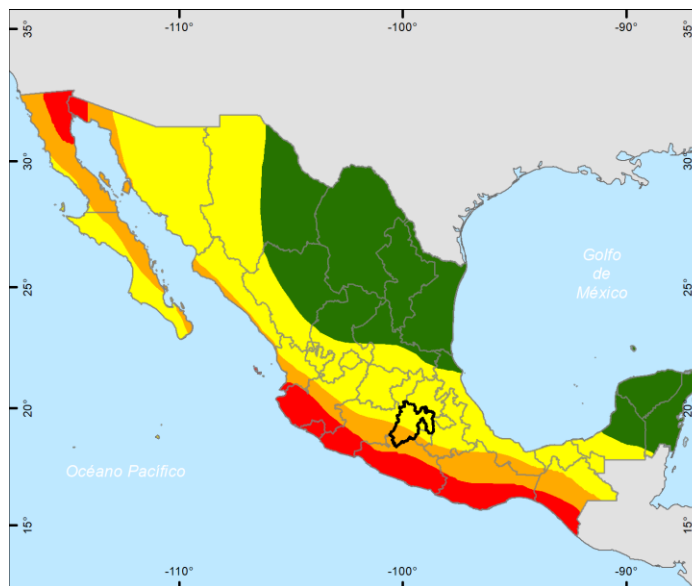


Figura 17. Regionalización sísmica de la República Mexicana. Verde=Zona A, Amarillo=Zona B, Naranja=Zona C, Rojo=Zona D.

Para tener una aproximación a las aceleraciones que pueden esperarse en la zona de desarrollo del proyecto, se calcularon aceleraciones máximas del terreno (Peak Ground Acceleration, PGA por sus siglas en inglés) esperadas en un periodo de retorno de 10 años tomando como referencia la Ley de Atenuación propuesta por (Campbell, 1981) la cual se basa en la magnitud del sismo (M) y la distancia del punto de interés al epicentro sísmico (D) y una serie de constantes dependientes de las condiciones locales, haciendo uso de la base de datos de epicentros sísmicos de la República Mexicana del Servicio Sismológico Nacional (disponible en <http://www.ssn.unam.mx/>). Para el cálculo de D se tomó en cuenta la magnitud de cada epicentro localizado en un radio de 300 km y su distancia a la zona de estudio de este trabajo.

Es importante mencionar que lo realizado es este trabajo constituye un esfuerzo superficial por conocer el comportamiento sísmico futuro de la zona; para un trabajo de mayor precisión debe realizarse un análisis desagregado por tipos de sismos y utilizando leyes de atenuación más apropiadas, ya que incluso ecuaciones más complejas como las de Reyes *et al.*, (2002) y Garcia-Mayordomo and Martinez-Diaz (2006) no se deben aplicar a zonas dentro del Cinturón Volcánico Transmexicano o del Valle de México, debido a las características particulares de propagación del primero y la respuesta sísmica del segundo.

Los resultados del análisis muestran que en la zona de influencia del proyecto se pueden esperar aceleraciones máximas de 0.534 - 0.621 m/s², que corresponden aproximadamente a 53.4 – 62.1 Gal y a 0.0544 - 0.0633 de g .

Dentro de los análisis de peligro sísmico debe incluirse también el efecto de sitio, que considera la susceptibilidad del terreno a la vibración y está determinado por el material litológico y la topografía. El efecto de sitio puede calcularse mediante estudios geofísicos locales o generalizarse mediante consideraciones de información acerca del área. En el caso de la zona de influencia que se estudia en este trabajo, se trata principalmente de material volcánico bien consolidado el cual tiene poca susceptibilidad a la vibración; al norte de la zona se observa una unidad litológica de conglomerado poligénico y arenisca el cual al componerse de partículas menos consolidadas y con mayor espacio entre ellas permite que las ondas sísmicas reboten y desaceleren a su paso lo que provoca mayor vibración, lo mismo se puede esperar en la unidad de depósitos aluviales.

En general puede decirse que el área de influencia posee una susceptibilidad baja ante el peligro por sismos debido a que se trata de roca densa y bien consolidada principalmente, y las aceleraciones esperadas en un periodo de retorno de 10 años no son suficientemente elevadas para causar daños graves a la infraestructura.

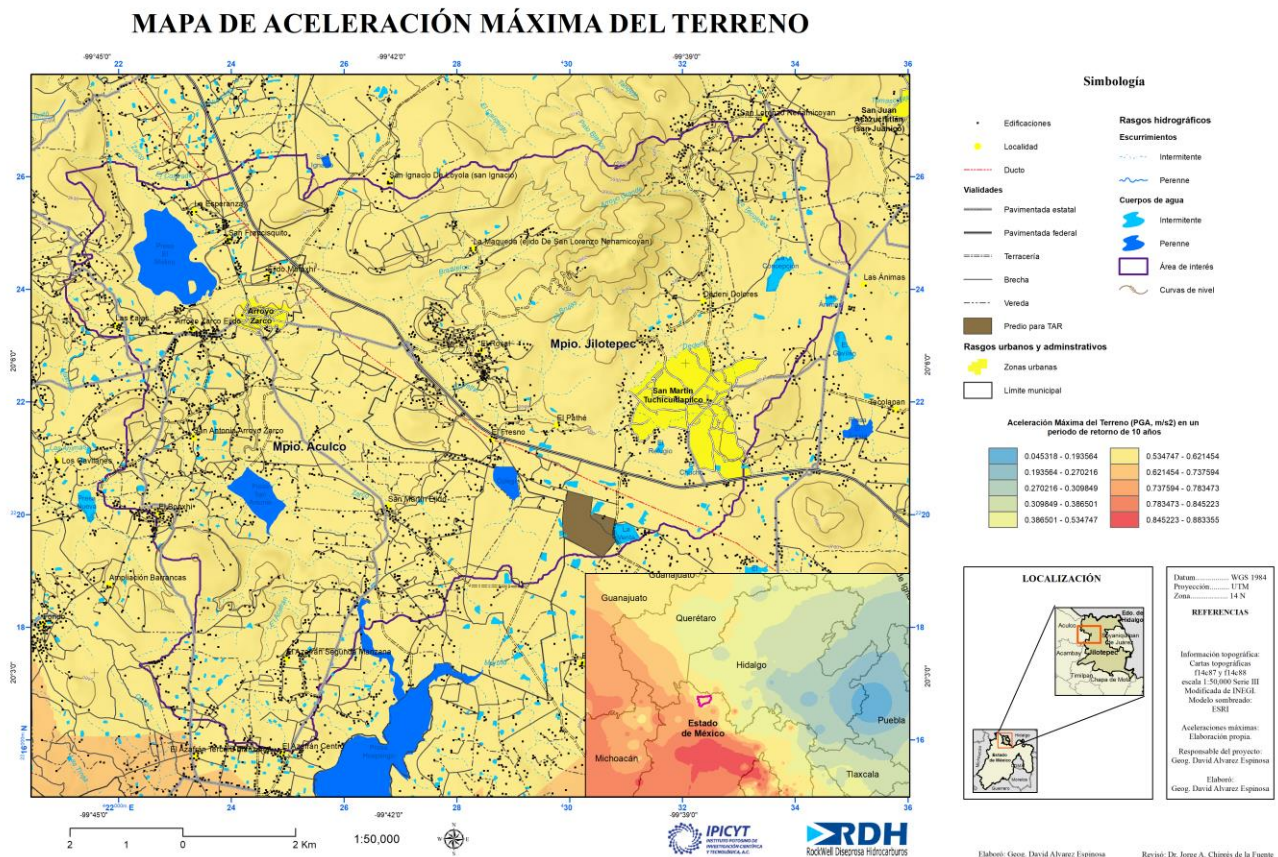


Figura 18. Reducción del mapa de aceleración máxima del terreno. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico

Susceptibilidad a movimientos de terreno:

En el Atlas de Riesgos del Estado de México se observa que casi la totalidad del municipio de Jilotepec (91.59% de su extensión) se encuentra en un grado de susceptibilidad bajo en cuanto a inestabilidad del terreno. En lo que concierne al área de estudio, la susceptibilidad para que

existan movimientos de terreno como deslizamientos o desprendimientos es baja, debido a que en la mayor parte del área dominan las planicies y las pendientes suaves, y las elevaciones que existen se componen de material volcánico bien consolidado.

En cuanto a inundaciones, de acuerdo al Atlas de Riesgos Estatal, solamente el 3% de la superficie del municipio de Jilotepec es susceptible a este fenómeno hidrometeorológico. En campo no se encontraron evidencias de inundaciones, sin embargo, en el terreno de los predios se observaron encharcamientos propiciados por las intensas precipitaciones y el material litológico superficial impermeable, por lo que el proyecto deberá tener en cuenta este fenómeno.

c) Edafología

De acuerdo con la carta edafológica elaborada por INEGI (F14-11), en el área de estudio se encuentran seis unidades edafológicas (Figura 19). La más extendida es el vertisol endoléptico, este suelo está asociado a la zona más baja del área de estudio en donde se observan planicies y pendientes tendidas de hasta 15 grados de inclinación, formadas por flujos de lava y acumulación de sedimentos acarreados por la escorrentía superficial. Los Vertisol son suelos con una alta proporción de arcillas expandibles sedimentarias o producidas por la meteorización de rocas. Se forman comúnmente en depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales, subtropicales y semiáridos a subhúmedo (IUSS Working Group WRB, 2015).

Grandes áreas de Vertisoles permanecen sin usar o sólo se utilizan para pastoreo extensivo, cortar madera, quema de carbón y similares. Estos suelos tienen gran potencial agrícola, pero un manejo adecuado es una condición previa para la producción sostenida ya que sus características físicas y en particular sus difíciles relaciones hídricas, pueden ocasionar problemas en la producción agrícola.

El segundo suelo más extendido en el área es el feozem epiléptico, este suelo se encuentra en zonas de praderas relativamente húmedas y regiones de bosque en climas moderadamente continentales. Son suelos oscuros, ricos en materia orgánica, tienen un horizonte superficial oscuro, rico en humus y normalmente están libres de carbonatos secundarios o los tienen sólo a

mayores profundidades. Los feozem son suelos porosos, fértiles y excelentes tierras de cultivo (IUSS Working Group WRB, 2015). En el área de estudio, los Feozem se han desarrollado sobre las lavas del Cerro La Virgen en un relieve acolinado de pendientes de hasta 25 grados de inclinación. El edificio volcánico del Cerro La Virgen posee un suelo luvisol endoléptico los cuales se caracterizan por poseer un mayor contenido de arcilla en el suelo subsuperficial que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogenéticos y alta saturación de bases en alguna profundidad.

El este del área de estudio se encuentra un depósito de luvisol profónico y lúvico el cual ha sido formado por depósitos aluviales arrastrados por los escurrimientos de la zona dejando una profunda capa de arcillas.

También al este del área y abarcando la mayor parte de los predios destinados al proyecto se encuentra una unidad edáfica de planosol epipetrodúrico, son suelos con un horizonte superficial de textura gruesa sobre un horizonte subsuperficial denso y de textura más fina poco permeable; se desarrolla generalmente en áreas planas estacionalmente anegadas principalmente en zonas subtropicales y templadas, semiáridas y subhúmedas, con bosque poco denso o vegetación herbácea.

El sexto tipo de suelo, de menor extensión en el área de estudio es leptosol lítico, el cual se encuentra confinado al límite sur sobre un pequeño cono monogenético. Los leptosol son suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos, poseen menos del 20% de tierra fina (IUSS Working Group WRB, 2015).

MAPA EDAFOLÓGICO

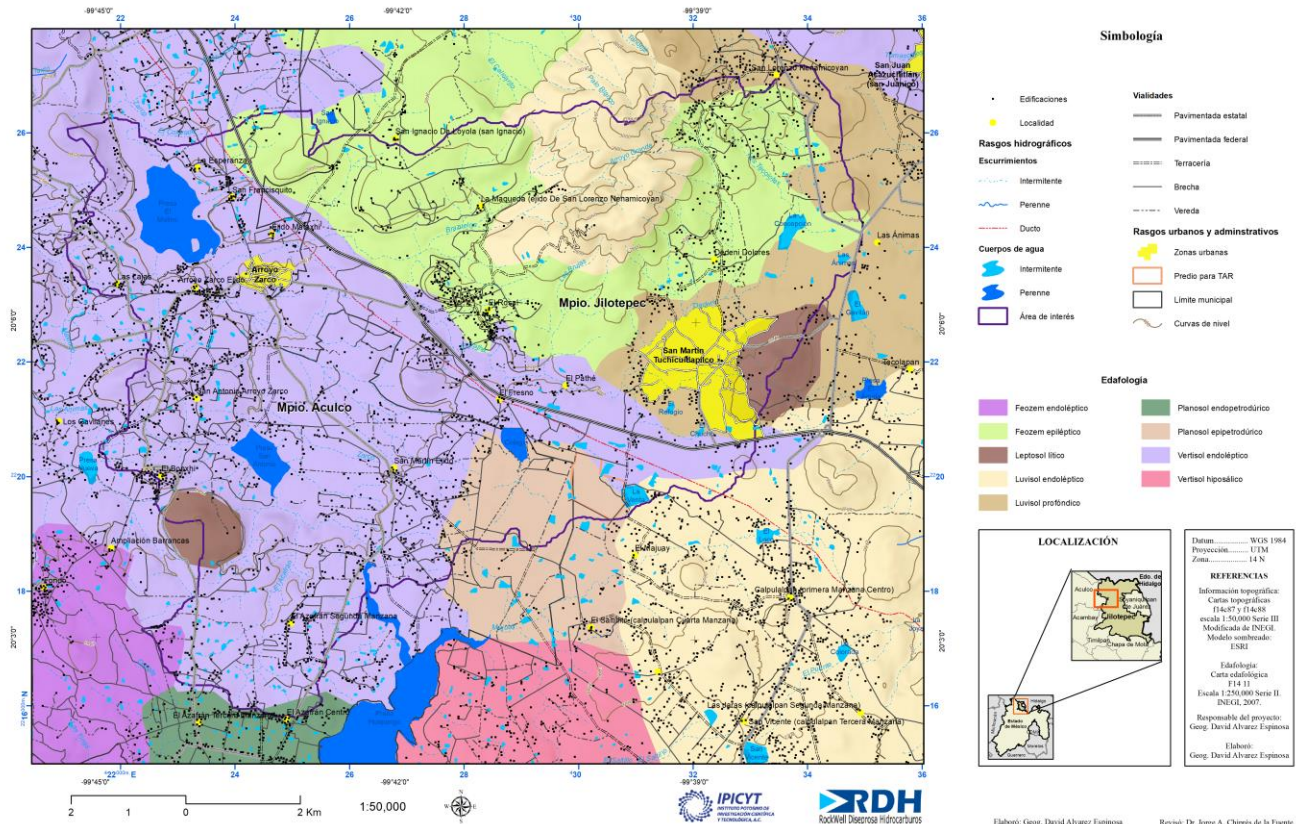


Figura 19. Reducción del mapa edafológico. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico

d) Hidrología superficial y subterránea

Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio:

El área de estudio constituye la subcuenca del Arroyo Zarco, ésta pertenece a la cuenca hidrológica del Río Moctezuma que representa a la cuenca y zona lacustre más importante de México, abarca casi toda la Ciudad de México y el Estado de Hidalgo, y parte de los Estados de México, Tlaxcala, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz. La subcuenca del Arroyo Zarco colinda con las subcuencas de Aculco, El Molino, Huapango, Las Rosas, Nopala y Presa El Molino (Figura 19).

Hidrología superficial:

Dentro de la zona de influencia del proyecto hay varios cuerpos de agua de importancia debido sobre todo a la baja permeabilidad del suelo, el cuerpo de agua de mayor tamaño es la presa El Molino la cual está alimentada por el Arroyo Zarco y se encuentra en el extremo noroeste de la cuenca. Al sur de la anterior se ubica la presa San Antonio alimentada también por el Arroyo Zarco y algunos otros escurrimientos intermitentes. En el área circundante a los predios se encuentran varios cuerpos de agua intermitentes siendo el más grande La Venta, que se ubica el lado este de los terrenos y otros dos dentro del área de los predios.

En cuanto a los escurrimientos, el de mayor importancia es el Arroyo Zarco, del cual parte de su cuenca delimita el área de interés de este estudio; es de tipo intermitente, es decir que se forma solamente durante la época de lluvias, tiene una dirección sureste-noroeste y una longitud de más de 25 km. En el área de estudio no hay escurrimientos perennes, pero sí abundantes escurrimientos intermitentes, rills y cárcavas de escurrimientos efímeros (Figura 20).

Hidrología subterránea:

Uno de los elementos primordiales que sustentan el desarrollo económico del Estado de México es el agua subterránea. En efecto, la mayor parte de las zonas industriales de la entidad se abastecen mediante pozos profundos, aunque en algunas áreas la intensidad del bombeo está ocasionando efectos nocivos, como el descenso progresivo de los niveles de agua en los acuíferos y el subsecuente agrietamiento y subsidencia del terreno, existen otras en las que es factible obtener volúmenes adicionales de consideración.

De acuerdo con la carta hidrológica de aguas subterráneas de México serie II escala 1:1, 000,000 (INEGI, 1999), el área de influencia del proyecto presenta una permeabilidad baja media, debido a los suelos dominantes de tipo feozem y vertisol, que son suelo porosos y que presentan una granulometría que favorece la infiltración de las aguas superficiales, sin embargo, la infiltración se da solamente en la capa superficial del suelo debido a que el sustrato litológico compuesto de roca ígnea impermeable es muy superficial.

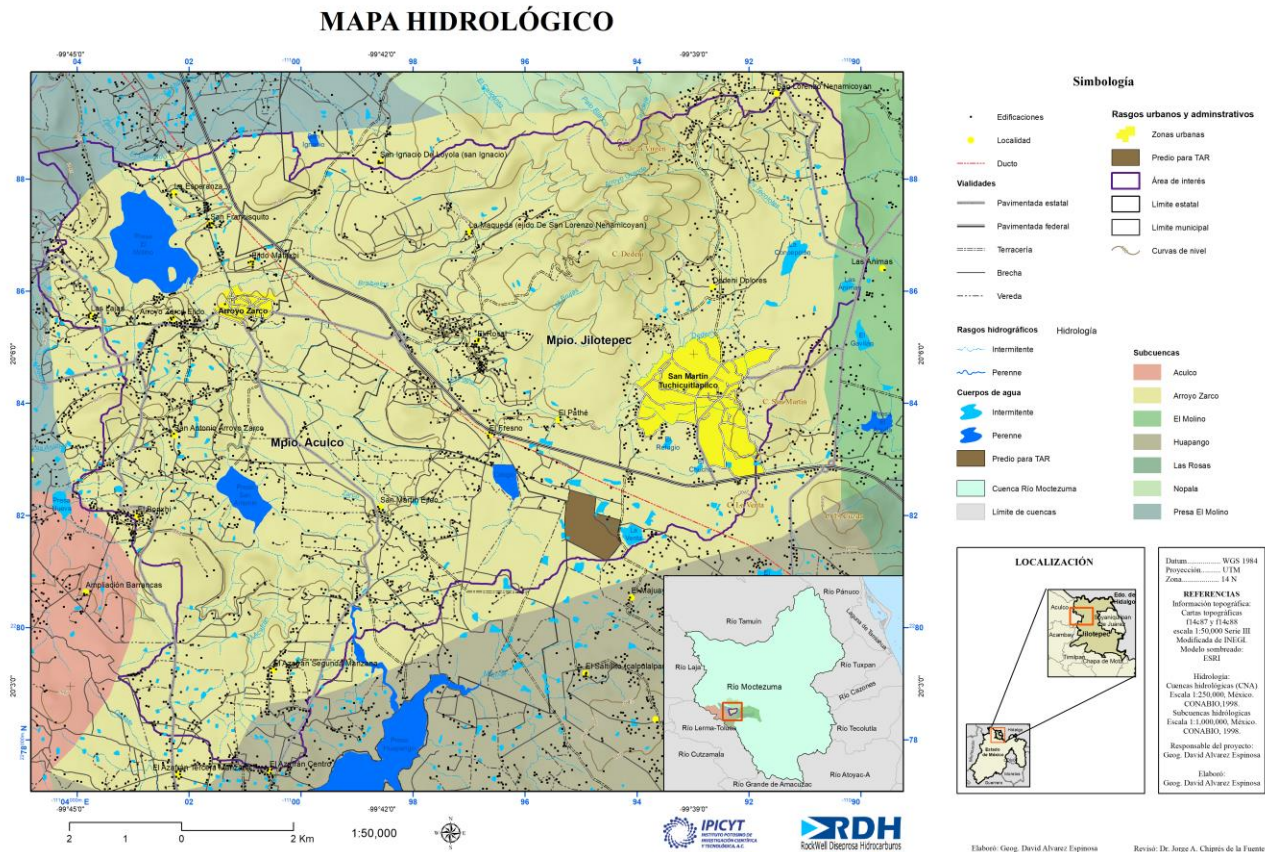


Figura 20. Reducción del mapa hidrológico. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico

La zona de influencia del proyecto se encuentra sobre el acuífero Valle del Mezquital, esta región comprende la porción central sur del estado de Hidalgo y el límite con el Estado de México. Los acuíferos se encuentran en rocas basálticas y sedimentos aluviales y lacustres, terciarios y recientes. En la subcuenca de Texcoco Zumpango se encuentran pozos con una profundidad promedio de 186 m (Lesser-Carrillo *et al.*, 2011).

Actualmente este acuífero se encuentra con déficit de acuerdo al Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas de la Comisión Nacional del Agua.

Con la finalidad de conocer de manera más precisa la profundidad de los acuíferos en la zona del e identificar si existirán impactos sobre este elemento, se recurrió a la Red de Monitoreo Piezométrico de CONAGUA (SIGAGIS) disponible en: <http://sigagis.conagua.gob.mx/Redes%20piezometricas/>. De este sistema se extrajeron los datos piezométricos de 66 pozos y se realizó una interpolación mediante un kriging ordinario para conocer la profundidad del acuífero por debajo de la zona de estudio. Del análisis se obtuvo que en la zona de estudio los acuíferos se encuentran a una profundidad de entre 3 y 238 metros, justo por debajo de los predios en donde se desarrollará el proyecto, el acuífero está aproximadamente a 140 metros de profundidad. Esta es información resultante de un ejercicio de análisis espacial, por lo que se recomienda realizar estudios de tomografía eléctrica para conocer con mayor detalle la localización y profundidad del acuífero en el área específica de los predios.

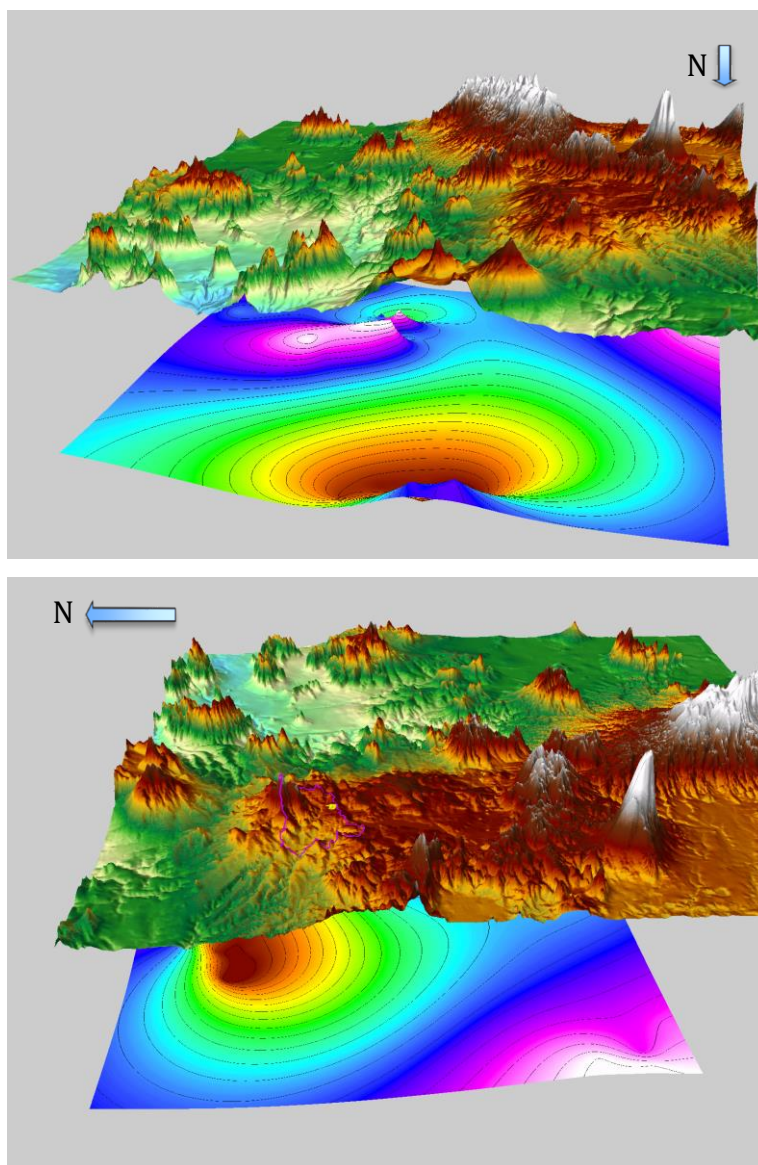


Figura 21. Modelo tridimensional de los acuíferos en el área del proyecto y modelo tridimensional del relieve. Las imágenes tienen una exageración de 10X para resaltar las diferencias en los modelos. En la imagen inferior se observa en amarillo el área de los predios en donde se realizará el proyecto y en contorno color lila, el área de influencia del proyecto constituida por una subcuenca del Arroyo Zarco.

IV.2.2 Aspectos bióticos

Con la finalidad de caracterizar la condición actual y los procesos ecológicos de los componentes bióticos se llevaron a cabo los siguientes análisis:

a) Vegetación

De acuerdo a la Serie V de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía en el área de estudio se encuentran cuatro tipos de uso de suelo: bosque de encino, pastizal inducido, agricultura de riego y agricultura de temporal (Figura 22).

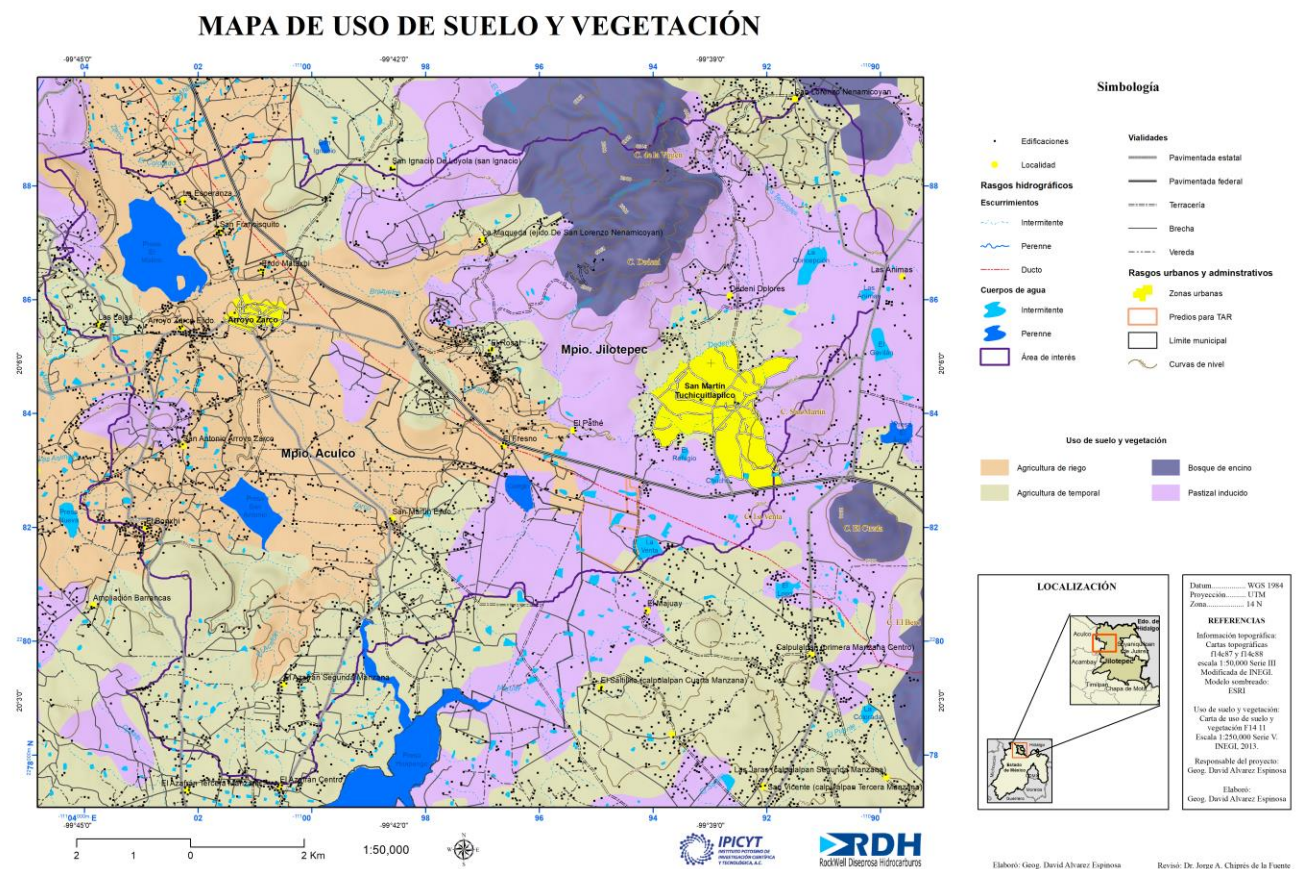


Figura 22 Reducción de uso de suelo y vegetación. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico

Para caracterizar las comunidades de vegetación se llevó a cabo una revisión bibliográfica de material especializado en artículos científicos, libros y bases de datos electrónicas, se elaboró una lista preliminar de especies reportadas para el área de estudio. Posteriormente se realizaron recorridos de reconocimiento con la finalidad de identificar las condiciones del sitio, los factores ambientales y estratos de vegetación predominantes del área de influencia del proyecto.

Durante los recorridos se utilizó la técnica de transectos, que permite incluir una mayor heterogeneidad de la vegetación. En este estudio, los transectos se basaron en la metodología de Gentry (1995), la cual consiste en trazar una línea de 50 m de longitud por 2 m de ancho (1 m a cada lado de la línea de 50 m), para cubrir 0.01 ha de superficie por muestreo (Figura 23).

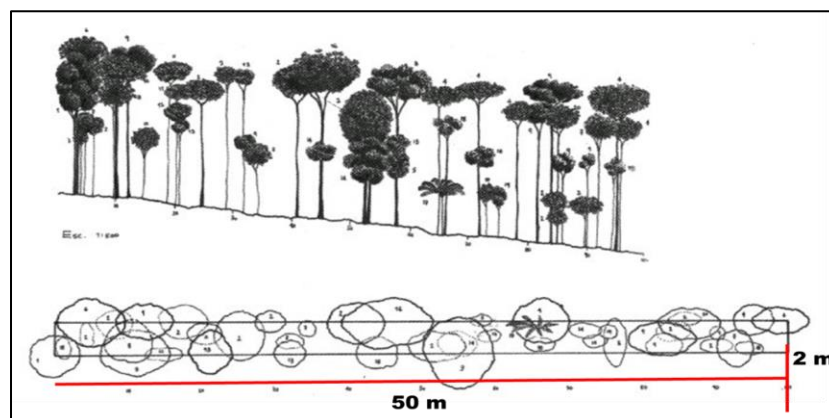


Figura 23 Transectos de Gentry

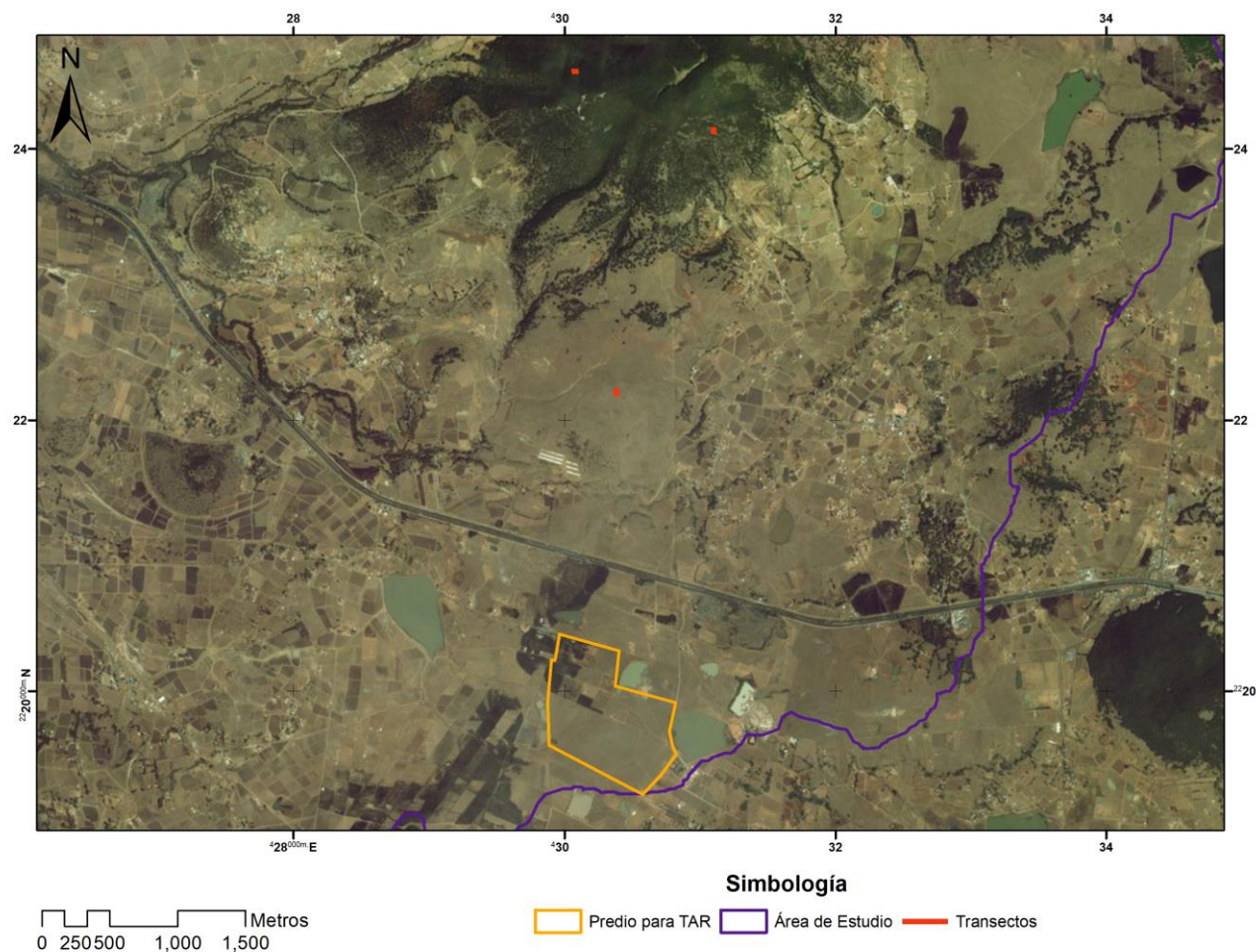


Figura 24 Ubicación de transectos de muestreo

A continuación, se presenta el inventario florístico de las especies predominantes en los sitios analizados:

ESTRATO	FAMILIA	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN*	NOM-059-SEMARNAT-2010*
Arbóreo	Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	No E	-
		<i>Quercus crassipes</i>	No E	-
		<i>Quercus laurina</i>	No E	-
	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	No E	-
		<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	No E	-
	Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>	No E	-
		<i>Pinus teocote</i>	No E	-
Arbustivo	Fabaceae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	No E	-
		<i>Senna multiglandulosa</i>	No E	-
Herbáceo	Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i>	No E	-
		<i>Bouteloua aristidoides</i>	No E	-
		<i>Chascolytrum subaristatum</i>	No E	-
		<i>Cenchrus clandestinus</i>	No E	-
	Asteraceae	<i>Erigeron canadensis</i>	No E	-
		<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	No E	-
		<i>Tagetes lucida</i>	No E	-
		<i>Senecio inaequidens</i>	No E	-
	Lamiaceae	<i>Salvia elegans</i>	No E	-
		<i>Salvia mexicana</i>	No E	-
	Oxalidaceae	<i>Oxalis nelsonii</i>	No E	-

*No E *- No listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010

El sitio de estudio es un área dedicada a las actividades pecuarias (potreros), presenta un grave proceso de deterioro de la vegetación en el sitio por lo que se observó que la composición florística es muy homogénea, en general, los potreros son sistemas sencillos con una estructura vertical y horizontal poco compleja (Figura 25). Presenta valores altos tanto de frecuencia como cobertura de gramíneas, la mayoría son plantas de amplia distribución geográfica comunes en pastizales de la región. Ninguna de las especies presentes en el listado se encuentra en algún estatus de protección de la NOM-059- SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) o dentro de los apéndices del CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). En el área circundante del sitio de estudio la vegetación natural ha sido reemplazada por campos de cultivo o pastizal inducido para el establecimiento de potreros dedicados al pastoreo.



Figura 25. Fotografía del sitio donde se establecerá la TAR “El Rosal”.

NDVI Y EVI

Se realizó un análisis de la abundancia (biomasa) de la vegetación presente en el área de estudio mediante la estimación de los índices de vegetación NDVI y EVI. Estos análisis de la vegetación y de su estado de conservación en distintos períodos se realizó empleando técnicas de percepción remota. Para determinar la densidad de la vegetación en un sitio, se deben observar las diferentes longitudes de onda de luz visible (banda roja) e infrarroja reflejada por las plantas. Las diferentes longitudes de onda conforman el espectro de luz solar, cuando la luz choca con objetos, algunas longitudes de onda del espectro son absorbidas y otras reflejadas. La clorofila de las hojas de las plantas absorbe parte de las longitudes de onda que componen el espectro visible (0.4 a 0.7 μm) para usarla en la fotosíntesis, mientras que la estructura de las células de las hojas refleja la luz infrarroja (0.7 a 1.1 μm). La vegetación saludable absorbe más luz visible de lo que refleja y refleja mayor proporción de luz infrarroja, mientras que la vegetación no saludable refleja más luz visible y menos infrarroja.

Los índices de vegetación se generan para proporcionar comparaciones espacio-temporales consistentes sobre el estado de la vegetación. Existen una gran cantidad de índices de vegetación, unos de los más usados son el índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI) y el índice de vegetación mejorado (EVI), que utiliza la banda centrada en la longitud de onda azul, para eliminar la contaminación atmosférica residual, causada por el humo o las nubes delgadas a escala de sub-píxel. El EVI también utiliza un ajuste para minimizar variaciones de la superficie foliar de fondo y aumentar la sensibilidad del gradiente de vegetación escasa a vegetación densa (SAVI).

Índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI)

Este índice es usado para estimar la diferencia normalizada entre las reflectancias del rojo y del infrarrojo cercano, proporciona una medida de la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación y se calcula con la ecuación:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

+Donde NIR representa la cantidad de longitud de onda infrarroja reflejada y R la longitud de onda visible del rojo. El NDVI está dado entre -1 y 1. Cero significa ausencia de vegetación, mientras que valores cercanos a 1 indican vegetación densa y saludable.

Índice de vegetación mejorado (EVI)

Este índice realiza una corrección del índice normal reduciendo los ruidos producto de la interferencia de la atmósfera, el dosel y la saturación. Está diseñado para realzar la vegetación y se calcula con la ecuación:

$$EVI = G \frac{NIR - R}{NIR + C_1 R - C_2 BLU + L}$$

Donde C_1 y C_2 son los coeficientes diseñados para corregir los efectos de la dispersión y absorción de los aerosoles, respectivamente. El valor de C_1 se ha fijado en 6 y el de C_2 en 7.5. Mientras que G representa un factor de cambio con un valor de 2.5 y L corresponde a un ajuste de la señal antecedente del dosel de las plantas cuyo valor es 1. La banda azul (BLU) es usada para corregir la influencia de los aerosoles sobre la banda roja. El NDVI y el EVI son índices complementarios, mientras que el NDVI es más sensible a la clorofila, el EVI aporta más información acerca de las variaciones estructurales del dosel, incluyendo el índice de área foliar, el tipo de dosel y la estructura vegetal.

Para calcular los índices NDVI y EVI del área del proyecto se utilizaron imágenes de satélite Landsat 8 (L8 OLI/TIRS C1 Higher-Level), tres de invierno (26/02/2015;13/02/2016; 14/01/2017) y tres de verano (06/09/2015; 08/09/2016; 11/09/2017).

Al ser adquiridas por un sensor remoto, las imágenes satelitales, presentan una serie de alteraciones debido a múltiples factores. Para realizar un adecuado procesamiento, es necesario eliminar esas anomalías en los píxeles de la imagen. Debido a la influencia de la atmósfera y al

espesor de sus distintas capas, la radiancia que recibe el satélite no es la misma que sale del suelo. Para eliminar estas anomalías, se realizó una corrección radiométrica a las imágenes de satélite empleando el software ENVI mediante el método *Fast Line of Sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercube* (FLAASH) basado en el código de transferencia de radiación MODTRAN 4.

Los resultados del análisis de los índices de vegetación muestran valores de NDVI entre -1 y 1; valores cercanos a 1 hacen referencia a vegetación densa y en buen estado de conservación mientras que los cuerpos de agua y el suelo desnudo presentan valores negativos, debido a que tienen una reflectancia mayor de la longitud de onda del rojo. En cuanto a valores bajos pero superiores a 0 corresponden a vegetación poco densa como pastizales y matorrales o vegetación en mal estado de conservación.

En las imágenes de febrero de 2015, febrero de 2016 y enero de 2017 los valores de NDVI altos (mayores a 0.6) corresponden a vegetación densa. Como se muestra en la Figura 26, al noreste de la subcuenca se identifica un área con valores altos de NDVI, sobre todo en la parte norte de la montaña, la cual corresponde al parque estatal Cerro Gordo. Mientras que en las zonas de menor altitud el valor de NDVI es más bajo debido a la presencia de zonas agrícolas y de potreros dedicados a la ganadería. Al suroeste de este parque se identifican líneas sinuosas con valores altos de NDVI que pertenecen a vegetación de galería o riparia, debido a que siguen la forma de los ríos intermitentes. Áreas con valores de NDVI entre 0 y 0.2 corresponde a vegetación muerta o poco conservada y a zonas agrícolas poco trabajadas. Mientras que los cuerpos de agua presentan valores negativos de NDVI.

En la imagen de septiembre de 2015 se observan áreas con NDVI negativo que corresponden a nubes, mientras que las imágenes de septiembre de 2016 y 2017 tienen menor afectación por nubosidad. Por otro lado, en las imágenes de septiembre se observan puntos dispersos a lo largo de la imagen con valores de NDVI negativo que pueden relacionarse a suelos desnudos. Se realizó una comparación entre las imágenes de invierno y verano, donde se observó que en verano los valores de NDVI oscilan entre 0 y 1 debido a que en esa época se pueden encontrar campos

agrícolas productivos, esto se debe a que los cultivos son mucho más frondosos y poseen humedad constante, por lo que la variación de los valores de NDVI entre el parque estatal y las zonas agrícolas no es muy distante. En las imágenes de invierno se observa que la zona del parque estatal y la vegetación de galería presentan valores de NDVI altos comparados con las zonas de cultivo que generalmente están inactivas en esta época.

En el predio del proyecto se observan valores de NDVI cercanos a 0 que corresponden a la presencia de gramíneas que generalmente prosperan en ambientes con poca cobertura vegetal y no poseen un dosel muy denso por lo que la captación del espectro de luz mediante los cloroplastos no es muy alta. Los valores negativos de NDVI observados en verano e invierno corresponden a los cuerpos de agua intermitentes que se encuentran en el área de influencia del proyecto (Figura 26).

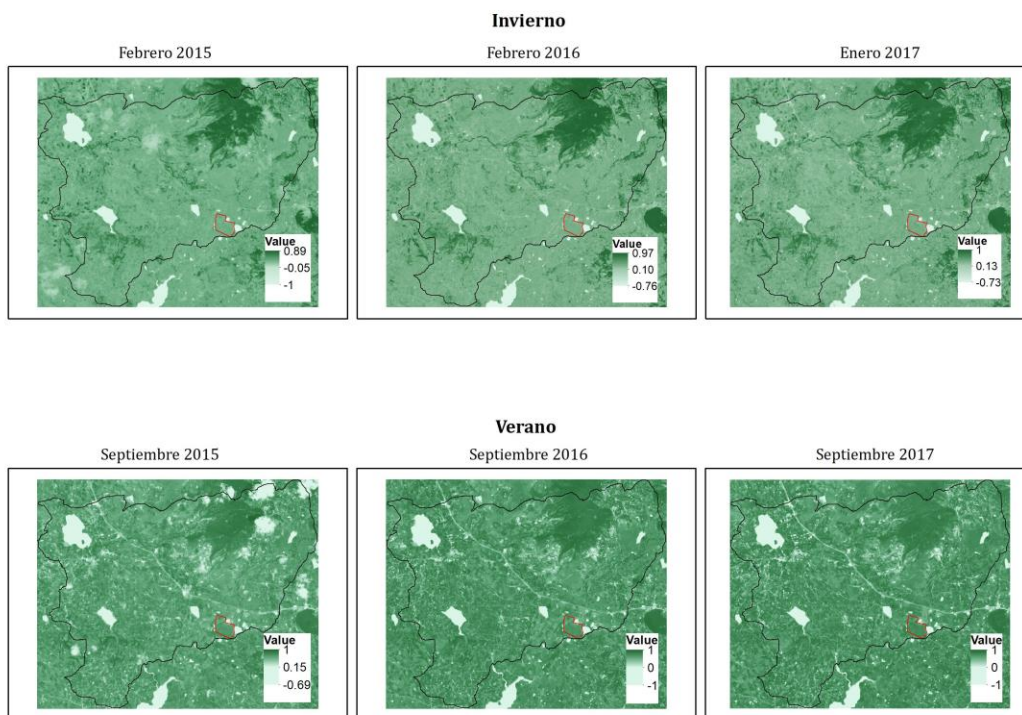


Figura 26. Resultados de NDVI invierno y verano para la zona del Sistema Ambiental

En el índice de vegetación mejorado (EVI) los valores pueden variar en función de la estructura del follaje y fisionomía de las hojas, los valores mayores a 0 indican una vegetación con mejor estado de conservación, mientras que los valores negativos se refieren a vegetación con situación de estrés. A diferencia del NDVI, este índice puede presentar valores tanto negativos como positivos mayores a 1, principalmente por influencia de la longitud de onda azul.

Los resultados mostraron que en las imágenes de invierno se identifica claramente la zona del parque estatal Cerro Gordo, debido a que presenta los valores de EVI más altos (0.73-0.80), lo que indica que el follaje es más abundante, mientras que en las zonas con menor altitud puede encontrarse pastizales, por lo que el valor de EVI es más bajo (Figura 27).

En las imágenes de invierno predominan los valores medios y altos de EVI. Incluso en la zona del parque estatal que presenta zonas de bosque con índice elevado de área foliar, sobretodo en la parte este y oeste de la montaña, alrededor de estas zonas se observan valores de EVI medios, debido a que la cobertura vegetal es menos abundante, en las zonas de menor altitud los valores EVI son negativos, debido a la presencia de zonas agrícolas y ganaderas que presentan vegetación aislada donde el estrato arbóreo es menos abundante.

Se compararon los resultados obtenidos para el NDVI y el EVI, los resultados del NDVI mostraron que las zonas de vegetación de galería tienen valores de NDVI más altos que las zonas aledañas, mientras que en las imágenes del EVI esta vegetación no se distingue debido a que corresponde a una estructura arbórea poco abundante.

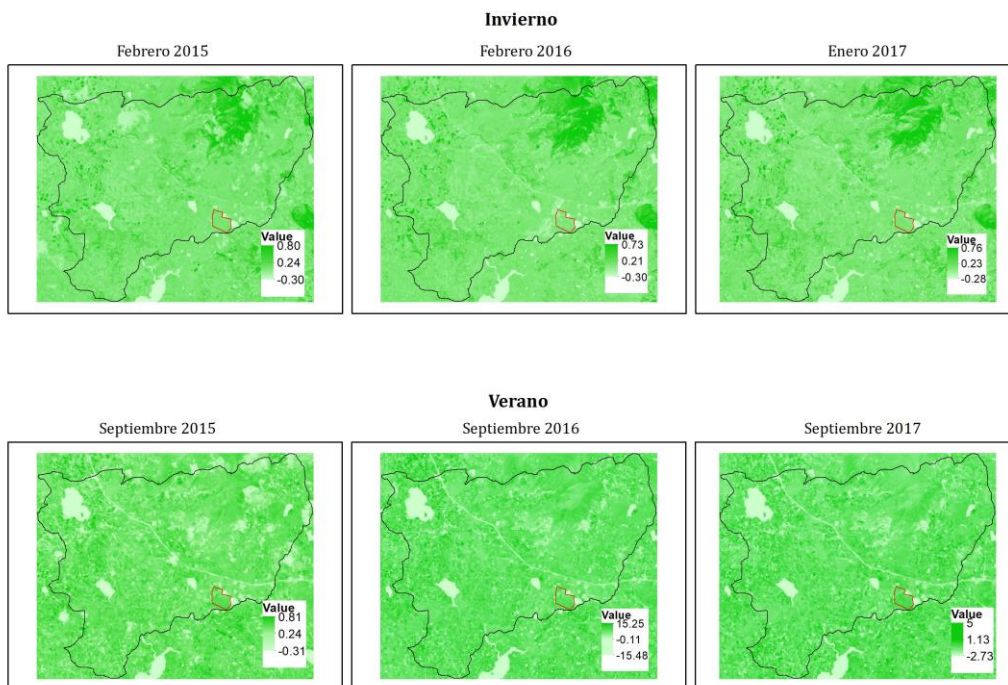


Figura 27. Resultados de EVI invierno y verano para la zona del Sistema Ambiental

b) Fauna

Fase de gabinete

Para caracterizar las comunidades faunísticas del sitio de estudio se realizó una revisión bibliográfica de todos los grupos faunísticos con el fin de recopilar información de las especies reportadas para el sitio de estudio y su área de influencia, la recopilación de esta información se llevó a cabo por medio de búsqueda en artículos publicados en revistas científicas, además se consultaron registros de ocurrencia de las especies en bases de datos especializadas provenientes de colecciones biológicas en el portal Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2016) (disponible en <https://www.gbif.org/>) y eBird (eBird, 2017) (disponible en www.ebird.org).

Fase de campo

Posteriormente se realizaron dos muestreos de campo para corroborar los registros de ocurrencia obtenidos, los muestreos se efectuaron con métodos de muestreo no sistemáticos de fauna, mediante búsqueda intensiva de organismos, con su posterior determinación con guías de identificación de especies. De acuerdo con los lineamientos metodológicos pertinentes para cada grupo taxonómico, se llevaron a cabo metodologías de búsqueda intensiva como transectos, recorridos y métodos de captura con la finalidad de obtener información suficiente con respecto al número e identidad de las especies presentes en la zona.

1) Herpetofauna

En el caso de la captura y observación de anfibios, se realizaron recorridos utilizando el método VES (Survey Visual Encounter) propuesto por Heyer *et al.*, 1994, el cual, consiste en la búsqueda de individuos en un área delimitada y durante un tiempo previamente definido. Este método se apoyó con transectos, que permite identificar los individuos adultos que emiten vocalizaciones a lo largo de un transecto de una longitud predeterminada; estos recorridos se efectuaron a pie con el fin de aumentar la eficiencia del estudio y de cubrir la mayor parte del área y sus principales

coberturas. Se realizaron recorridos intensivos con remoción de materiales del suelo como rocas, desechos, troncos en descomposición, entre otros.

Respecto a los reptiles terrestres, la evaluación se realizó mediante recorridos diurnos en los puntos seleccionados, por medio de inspecciones visuales; así mismo, se procedió a realizar remoción de microhábitats preferenciales (troncos y piedras), hojarasca o material en descomposición, observación de cavidades de troncos, vegetación arbustiva y áreas potenciales de refugios.

2) Aves

Se realizaron transectos de observación en puntos clave (cerca de árboles, parches de vegetación y cuerpos de agua), con el fin de mejorar el éxito de observación e identificación. Este muestreo es útil para medir la riqueza de especies, pero no para realizar estimaciones de densidad. La identificación se realizó por medio de las guías especializadas de identificación de especies.

3) Mamíferos

Se utilizaron métodos de muestreo indirectos que consisten en identificar las impresiones o rastros dejados en el suelo blando, y troncos de árboles, presencia de posaderos, madrigueras y frutos consumidos. Por otro lado, se indagó sobre la presencia de animales vivos en estos sitios y se exploraron los lugares que pudieran servir de refugio, tales como troncos y cavidades de los árboles.

Se encontró una diversidad de 3 órdenes, 13 familias y 16 especies en el área de influencia, de las cuales, dos especies *Sceloporus grammicus* y *Accipiter cooperii* se encuentran bajo la categoría sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM- 059-SEMARNAT-2010. A continuación, se presenta el listado taxonómico de las especies encontradas en los sitios analizados:

Tabla 29 Listado taxonómico de fauna

CLASE	FAMILIA	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2010
REPTILIA	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	-
		<i>Sceloporus grammicus</i>	Pr
AVES	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	-
	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	-
		<i>Zenaida macroura</i>	-
	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	-
	Anatidae	<i>Anas discors</i>	-
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	-
	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr
MAMMALIA	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	-
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	-
	Muridae	<i>Peromyscus melanotis</i>	-
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	-
	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	-
	Cricetidae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	-
		<i>Reithrodontomys megalotis</i>	-

Adicionalmente, se consultó con los habitantes de la comunidad “El Majuay” sobre la presencia de fauna y comentaron que han observado la presencia de zorrillo (posiblemente *Mephitis macroura*) y tlacuache (posiblemente *Didelphis marsupialis*).

En el sitio de estudio y sus áreas circundantes se han llevado a cabo procesos de fragmentación de hábitats lo que representa una disminución en la disponibilidad de hábitats para la fauna considerando el aumento en las actividades antropogénicas como ganadería y agricultura que favorecen la presencia de especies oportunistas y efectos de borde en los fragmentos. La baja diversidad de fauna encontrada puede ser el reflejo del estado de conservación de los ecosistemas

presentes debido a que las poblaciones silvestres dependen de manera directa de los hábitats donde se desarrollan.

IV.2.3 Paisaje

El paisaje puede definirse como el conjunto de interrelaciones derivadas entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (MOPT, 1993). En los estudios de impacto ambiental el paisaje constituye una herramienta para orientar la sustentabilidad y preservación del patrimonio natural, así como la identidad cultural de un lugar.

El paisaje representa una realidad amplia y subjetiva, ya que captura la percepción que uno o varios observadores realizan acerca de un espacio geográfico, es por ello que, a pesar de que se han desarrollado metodologías para abordar este tema de manera más objetiva y sistemática, su trasfondo alberga un peso intrínseco que depende de los especialistas que lo abordan por lo que debe tratarse con flexibilidad. En este trabajo, el análisis de paisaje se realizó considerando tres aspectos fundamentales: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

Análisis de visibilidad

Para evaluar la visibilidad se realizó un análisis de cuenca visual, que es definida como el conjunto de superficies o zonas que pueden ser vistas desde un punto de observación. En este sentido, la cuenca visual común de los puntos que pertenecen a una zona es la intersección del conjunto de las cuencas visuales correspondientes a dichos puntos. La medida de visibilidad es útil para establecer zonas de impactos visuales máximos y mínimos con respecto a las actividades del proyecto, la construcción del análisis de visibilidad permite valorar de forma objetiva la visibilidad del territorio desde todos los puntos de interés.

Metodología

Se seleccionaron 10 puntos de observación dentro del área de influencia del proyecto considerando miradores potenciales como cerros o colinas y vías de flujo de observadores como carreteras, caminos y senderos. El análisis se llevó a cabo en un Sistema de Información Geográfica

con el modelo digital de elevación (MDT) y los puntos de observación seleccionados previamente, además el programa permite fijar la altura del observador para calcular la visibilidad en este caso la altura del observador se seleccionó en 2m.

Resultados

En la Figura 28 se pueden observar las áreas que son visibles desde la ubicación de los observadores en el área de estudio:

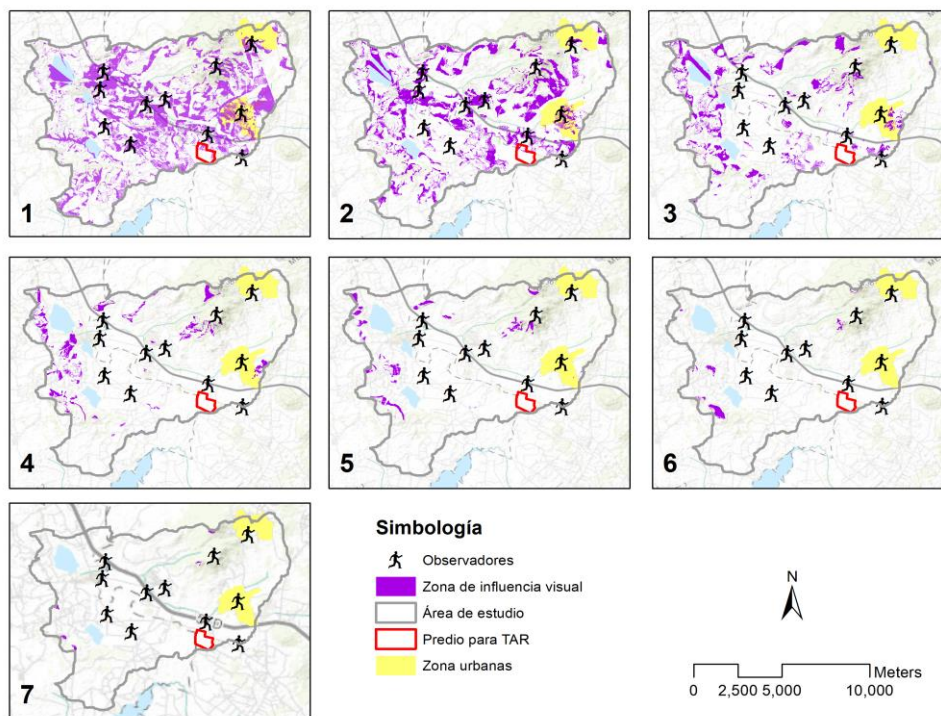


Figura 28 Zonas de influencia visual

La infraestructura que es colocada sobre una elevación podrá ser observada desde muchos puntos especialmente si se encuentra rodeada de un valle, como es el caso de la zona de estudio. Un elemento visible no necesariamente representa un impacto visual o paisajístico debido a que puede formar parte del entorno y crear un paisaje equilibrado.

La visibilidad depende de múltiples factores como la capacidad visual del individuo, la lejanía de la infraestructura observable, la topografía que imposibilita ver más allá de una determinada distancia, asimismo en las zonas montañosas las barreras orográficas representan barreras visuales. Los resultados mostraron que los puntos de mayor visibilidad se encuentran en la carretera 57D ubicada al norte del predio destinado al proyecto, por esta carretera circulan un gran número de observadores cotidianos, generalmente de las comunidades que se encuentran en el área de estudio y observadores potenciales que circulan esporádicamente por dicha carretera, otro punto de alta observación son las zonas de mayor altitud que se encuentran al norte del área de estudio (Figura 29).

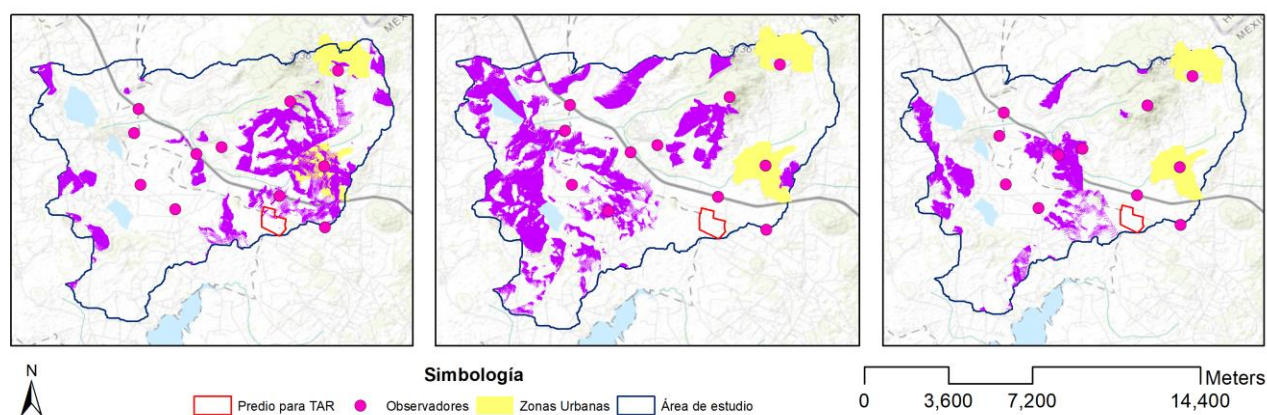


Figura 29 Puntos de mayor visibilidad

Calidad paisajística

En este estudio, la calidad paisajística se evaluó incluyendo tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual y la calidad del fondo escénico.

Para la evaluación de las características intrínsecas del sitio se realizó una subdivisión del área de influencia del proyecto en Unidades de Paisaje (UP). Las Unidades del paisaje (UP) son divisiones

espaciales que cubren el territorio a estudiar, cada unidad es un conjunto ordenado de las partes fundamentales del paisaje (Munoz-Pedrerros and Larrain, 2002).

Características intrínsecas

Metodología

Para definir las UP se estableció a la litología como componente central, debido a que tiene una gran influencia en las condiciones físicas del área de estudio, además de que los estratos litológicos tienen una gran homogeneidad; posteriormente, a este criterio central se agregó la clasificación de la vegetación y el uso del suelo como segundo criterio de clasificación, debido a que el aprovechamiento y la conservación de los recursos vegetales es uno de los aspectos ambientales de mayor relevancia de la zona, posteriormente, con la finalidad de describir la diversidad de cada Unidad de Paisaje se agregó la edafología y la pendiente, como criterios de diversificación.

Resultados

Mediante la integración de la litología y la vegetación se obtuvieron 109 unidades de paisaje agrupadas en 12 clases (Tabla 30).

Tabla 30 Unidades de Paisaje

Unidad de Paisaje	Área (m²)
Volcánico, Agricultura	27372009.1
Volcaniclástico, Agricultura	21466563.5
Volcánico, Pastizal inducido	18832183.2
Volcaniclástico-volcánico, Pastizal inducido	6862674.1
Volcánico, Bosque de encino	6204881.8
Sedimentario, Agricultura	5948478.2
Volcaniclástico, Pastizal inducido	3357342.8

Cuerpo de agua	2126738.5
Volcaniclástico-volcánico, Agricultura	1838589.3
Epiclástico, Agricultura	1662557.2
Volcaniclástico-volcánico, Bosque de encino	285147.2
Sedimentario, Pastizal inducido	36148.9

Al integrar el resto de los componentes abióticos se observa la heterogeneidad interior de cada clase:

Con base en sus características, a cada unidad se le otorgó un atributo de acuerdo al valor estético de sus componentes, mientras mayor heterogeneidad otorgan sus características litológicas y la vegetación que lo compone se considera que su valor como Unidad de Paisaje es mayor (Tabla 31). Los cuerpos de agua, a pesar de que no poseen características litológicas y de vegetación, se consideraron como unidades con un valor Muy bueno, debido a la importancia estética y escénica que otorgan al espacio.

Tabla 31 Valor de las unidades de paisaje

UP	Valor de litología	Valor de vegetación	Valor de paisaje	Atributo
Cuerpo de agua				Muy bueno
Epiclástico, Agricultura	1	1	1	Regular
Sedimentario, Agricultura	3	1	3	Regular
Sedimentario, Pastizal inducido	3	2	6	Bueno
Volcaniclástico-volcánico, Agricultura	2	1	2	Regular
Volcaniclástico-volcánico, Bosque de encino	2	3	6	Bueno

Volcaniclástico-volcánico, Pastizal inducido	2	2	4	Bueno
Volcaniclástico, Agricultura	2	1	2	Regular
Volcaniclástico, Pastizal inducido	2	2	4	Bueno
Volcánico, Agricultura	3	1	3	Regular
Volcánico, Bosque de encino	3	3	9	Muy bueno
Volcánico, Pastizal inducido	3	2	6	Bueno

El mapa de Unidades de Paisaje muestra que las unidades con valores más altos (Muy bueno) se encuentran hacia el noreste, en relieves de origen volcánico, principalmente en flujos de lava, en los que la irregularidad del relieve impide que se desarrollen actividades agrícolas y o de ganadería. Por el contrario, la valoración más baja (Regular) se encontró en las áreas de planicies rellenas por material piroclástico, en donde la vegetación natural se ha removido para desarrollar actividades agrícolas.

MAPA DE UNIDADES DE PAISAJE

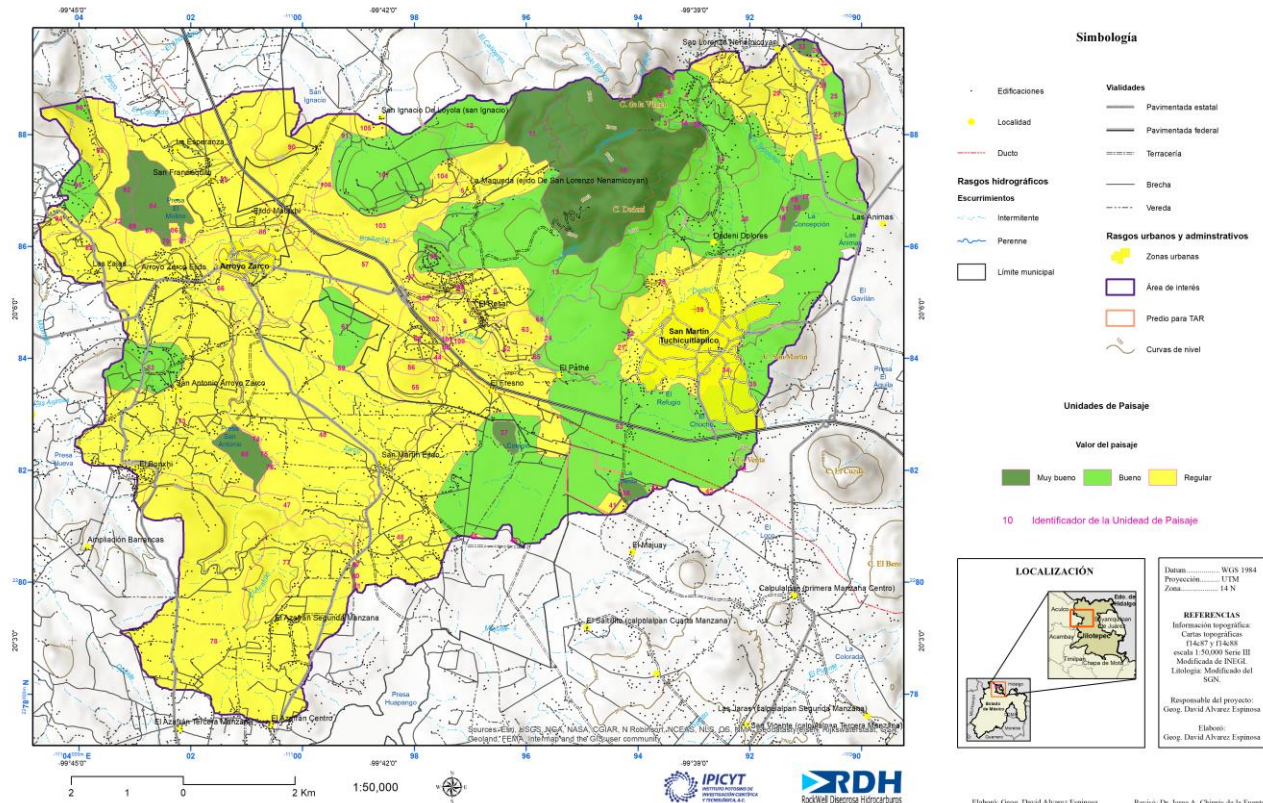


Figura 30 Reducción de mapa de unidades de paisaje. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico

Calidad visual

Metodología

La calidad visual se calculó tomando como base las UP definidas en el apartado anterior; en este trabajo se consideró tomando como referencia el trabajo de Calvo-Iglesias (2000), quien considera a la calidad visual formada por:

Diversidad: evalúa el grado de mosaico de los usos en el paisaje, considerando que los paisajes con mayor diversidad tienen una mayor calidad.

Valor ecológico: se considera que las áreas que poseen elementos ecológicos de mayor importancia poseen mayor calidad.

Naturalidad: en este caso se entiende que un paisaje posee más valor cuanto más natural es.

Proximidad a impactos visuales: se considera que la mayor proximidad a un impacto visual disminuye la calidad del paisaje adyacente.

Resultados

Naturalidad: Se reclasificaron los usos del suelo de 1 a 3, atendiendo a aspectos como naturalidad o valor ecológico. Una vez decididos los valores se convierte a raster y se reclasifica. Una playa o un bosque de frondosas tendrán máxima categoría (5) mientras que un vertedero o una mina a cielo abierto tendrán categoría 1.

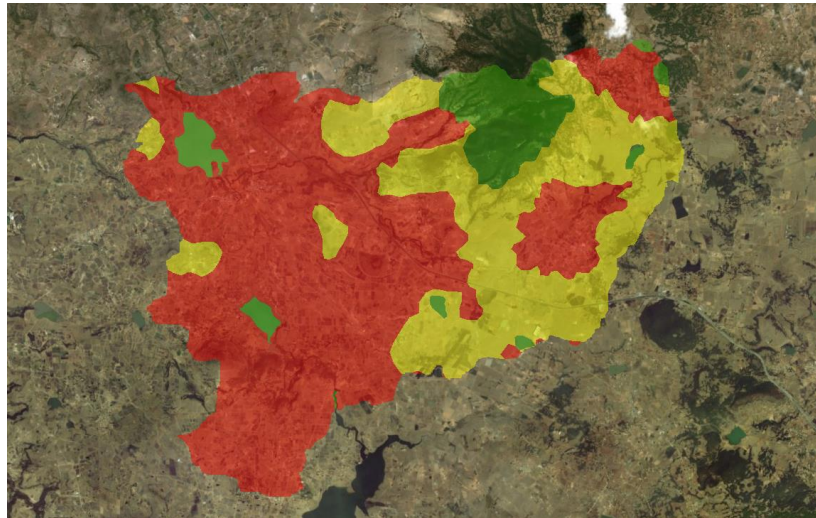


Figura 31. Naturalidad. Rojo: 1; Amarillo: 2; Verde: 3.

Diversidad: Para definir la diversidad se realizó un análisis de texturas de la superficie, se consideró que aquellas superficies con mayor heterogeneidad textural presentan mayor diversidad, a las cuales se les asignó un valor de 3, mientras que a las que de menor heterogeneidad se les asignó un valor de 1.

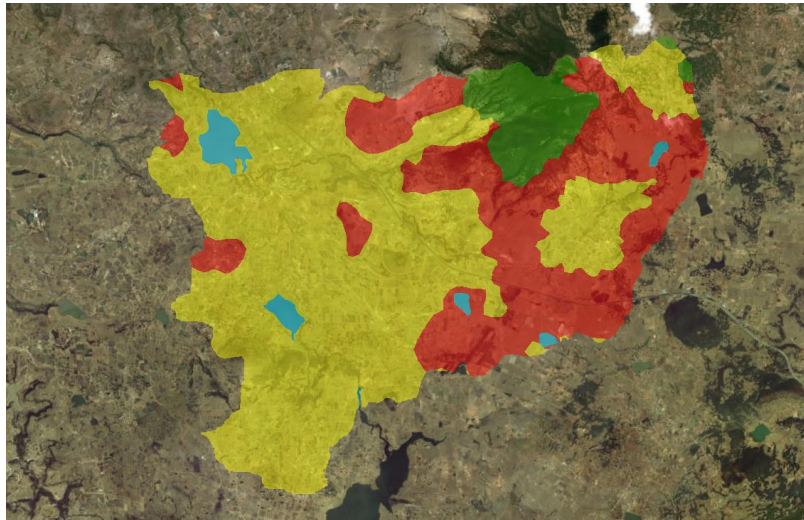
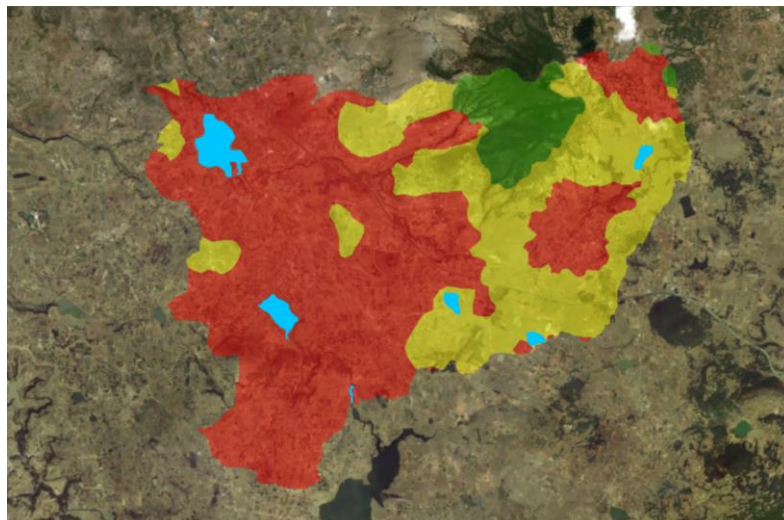


Figura 32. Diversidad: Rojo: 1; Amarillo: 2; Verde: 3.

Valor ecológico: Debido a la biodiversidad que albergan se consideró a los ecosistemas de bosques como los de mayor valor ecológico, teniendo un valor de 3, mientras que los ecosistemas modificados y en los que además existe poca diversidad se les asignó un valor de 1.



Camino a la

www.ipicyt.edu.mx

Figura 33. Valor ecológico: Rojo: 1; Amarillo: 2; Verde: 3.

Proximidad a impactos visuales: Con respecto a este factor, se consideró que mientras más densidad de vías de comunicación se encontraran en la unidad, menor sería su calidad de paisaje.

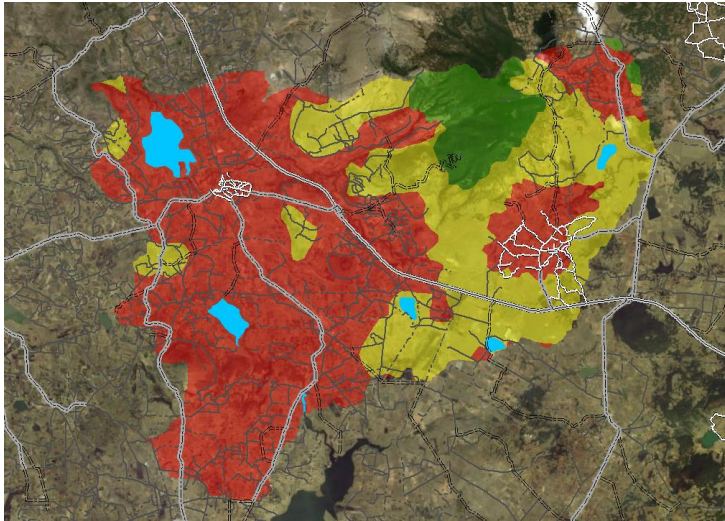


Figura 34. Proximidad a impactos visuales: Rojo: 1; Amarillo: 2; Verde: 3.

La siguiente ecuación une los conceptos antes mencionados. Todos se ponderan por criterio propio. En este cálculo de la calidad, se considera más importante la naturalidad y el valor ecológico (0,3 y 0,2) frente al resto de criterios.

$$Calidad = 0.3 \times Nat + 0.2 \times VE + 0.1 \times Div - 0.1 \times PIV$$

Los valores resultantes van de 0.8 a 2.1, lo más altos corresponden a la zona de más elevad del área en la que se desarrolla un ecosistema de bosque de encino, mientras que los más bajos se encuentran en las planicies dedicadas a actividades agrícolas. **El área de desarrollo del proyecto se encuentra en un área de baja calidad visual.**

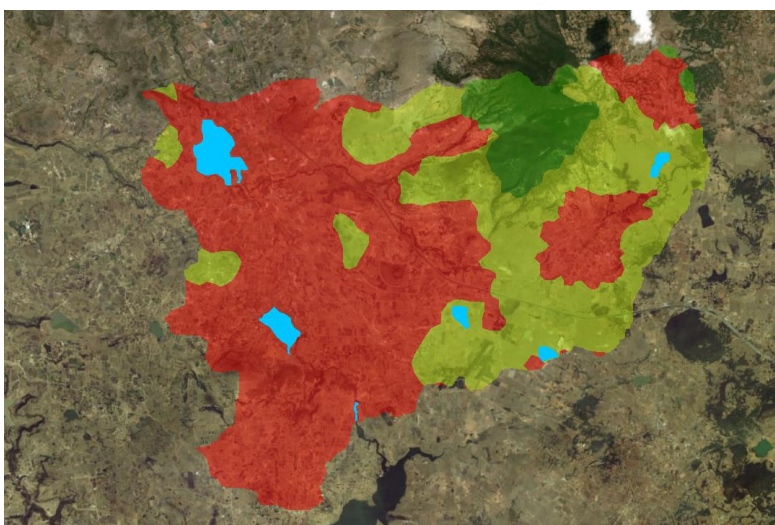


Figura 35. Calidad visual: Rojo: baja calidad visual; Amarillo: media calidad visual; Verde: alta calidad visual.

Fragilidad

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad.

Para evaluar la fragilidad se utilizaron variables biofísicas que ponderan la fragilidad visual de cada Unidad de Paisaje considerando litología, suelo y cubierta vegetal; así como la accesibilidad dada por la distancia y acceso visual desde carreteras y poblados. Los resultados de la fragilidad oscilan entre 0 y 3, siendo 3 las unidades con mayor fragilidad. Los resultados muestran que las unidades de mayor fragilidad corresponden a orígenes volcánicos en los que se conserva

vegetación natural de bosques de encino, mientras que las planicies volcánicas en las que se ha transformado la vegetación para dar paso a la agricultura poseen menor fragilidad. **El área en la que se desarrollará en proyecto se encuentra en un área de fragilidad baja** (Tabla 32).

Tabla 32 Fragilidad del paisaje

UNIDAD DE PAISAJE	SUELO	FRAGILIDAD
Volcaniclástico-volcánico, Bosque de encino	Feozem	1.89
Volcánico, Bosque de encino	Feozem	1.89
Volcaniclástico-volcánico, Bosque de encino	Luvisol	1.89
Volcánico, Bosque de encino	Luvisol	1.89
Sedimentario, Pastizal inducido	Feozem	1.17
Volcaniclástico-volcánico, Pastizal inducido	Feozem	1.17
Volcaniclástico, Pastizal inducido	Feozem	1.17
Volcánico, Pastizal inducido	Feozem	1.17
Volcaniclástico-volcánico, Pastizal inducido	Luvisol	1.17
Volcánico, Pastizal inducido	Luvisol	1.17
Volcaniclástico-volcánico, Pastizal inducido	Leptosol	0.91
Volcánico, Pastizal inducido	Leptosol	0.91
Epiclástico, Agricultura	Feozem	0.72
Sedimentario, Agricultura	Feozem	0.72
Volcaniclástico-volcánico, Agricultura	Feozem	0.72
Volcaniclástico, Agricultura	Feozem	0.72
Volcánico, Agricultura	Feozem	0.72
Volcaniclástico-volcánico, Agricultura	Luvisol	0.72
Volcánico, Agricultura	Luvisol	0.72

Volcaniclástico-volcánico, Pastizal inducido	Vertisol	0.65
Volcaniclástico, Pastizal inducido	Vertisol	0.65
Volcánico, Pastizal inducido	Vertisol	0.65
Volcaniclástico-volcánico, Agricultura	Leptosol	0.56
Volcaniclástico, Agricultura	Leptosol	0.56
Volcánico, Agricultura	Leptosol	0.56
Epiclástico, Agricultura	Vertisol	0.4
Sedimentario, Agricultura	Vertisol	0.4
Volcaniclástico, Agricultura	Vertisol	0.4
Volcánico, Agricultura	Vertisol	0.4
Volcánico, Pastizal inducido	Planosol	0.26
Volcaniclástico, Agricultura	Planosol	0.16
Volcánico, Agricultura	Planosol	0.16

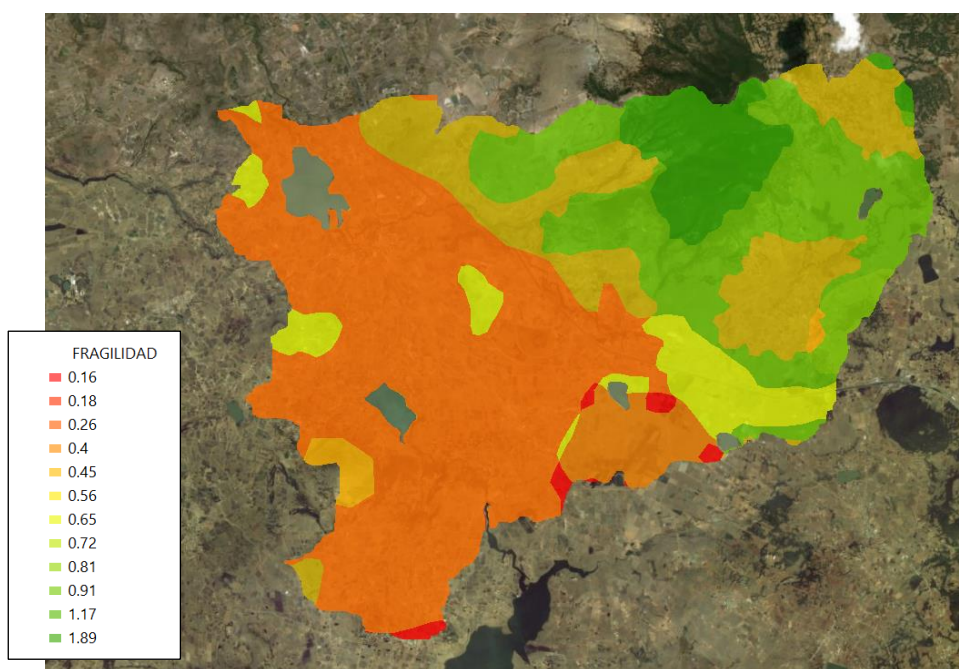


Figura 36. Fragilidad de las Unidades de Paisaje del área de estudio.

IV.2.4 Medio socioeconómico

a) Demografía

Todos los datos demográficos y socioeconómicos fueron tomados del último censo de población y vivienda del INEGI (2010). Debido a que algunas de las variables analizadas en esta sección no estaban disponibles para el último conteo de población (2015).

Población total

En el área de influencia del proyecto se encuentran localidades de los municipios de Jilotepec y Aculco, en total 16 localidades, de las cuales, 10 son rurales y 4 urbanas (

Tabla 33), la población total de las 16 localidades es de 13,123 habitantes, lo que equivale al 0.08% del total del Estado.

Tabla 33. Población total de las localidades

Nombre del municipio	Localidad	Población total	Población masculina	Población femenina
Aculco	Arroyo Zarco Pueblo	998	491	507
	El Bonxhi	688	344	344
	San Martín Ejido	1852	937	915
	San Francisquito	272	135	137
	La Esperanza	128	66	62
	Las Lajas	507	241	266
	San Antonio Arroyo Zarco	919	458	461
	Arroyo Zarco Ejido	933	433	500
	El Azafrán Segunda Manzana	473	242	231
	Ejido Mataxhi	40	20	20
Jilotepec	Dedeni Dolores	291	142	149
	El Rosal	1234	609	625
	San Lorenzo Nenamicoyan	2008	1059	949

Nombre del municipio	Localidad	Población total	Población masculina	Población femenina
	San Martín Tuchicuitlapilco	1942	951	991
	El Fresno	173	82	91
	La Maqueda (Ejido de San Lorenzo Nenamicoyan)	452	223	229

La estructura por sexo en cada una de las localidades sigue un patrón muy similar en los últimos censos y conteos intercensales desarrollados por el INEGI, dicha estructura es la que se muestra en la Figura 37:

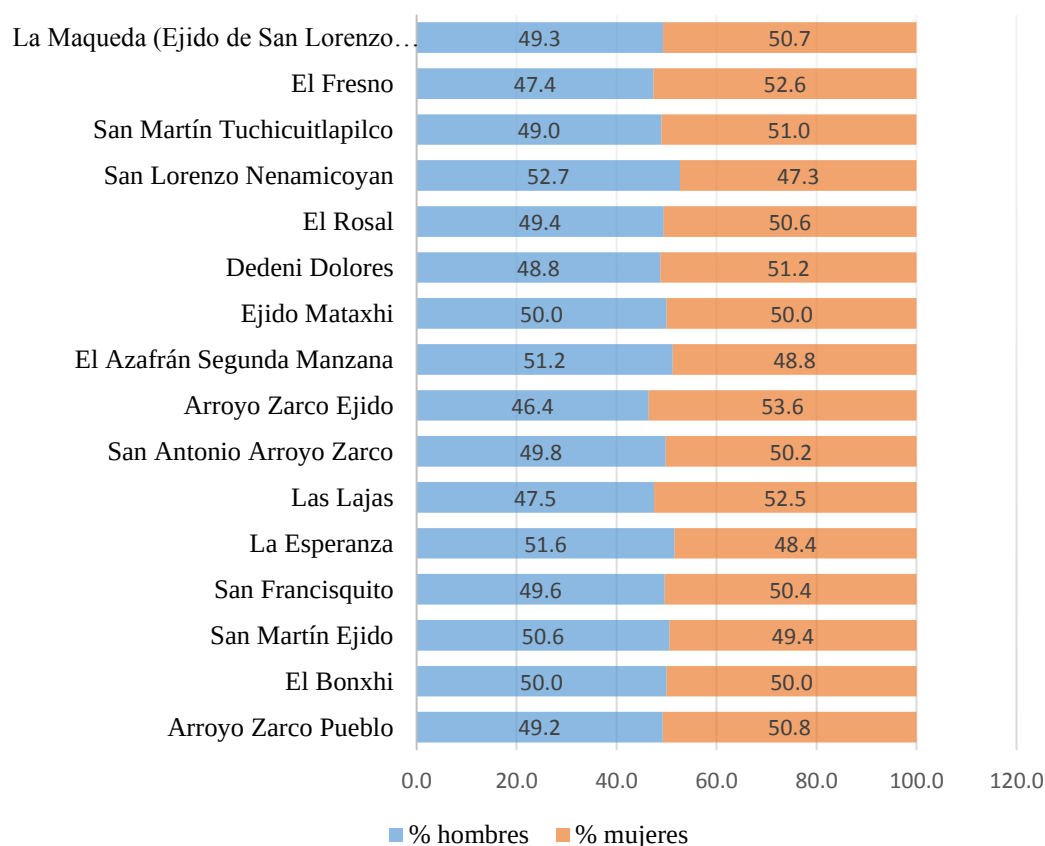
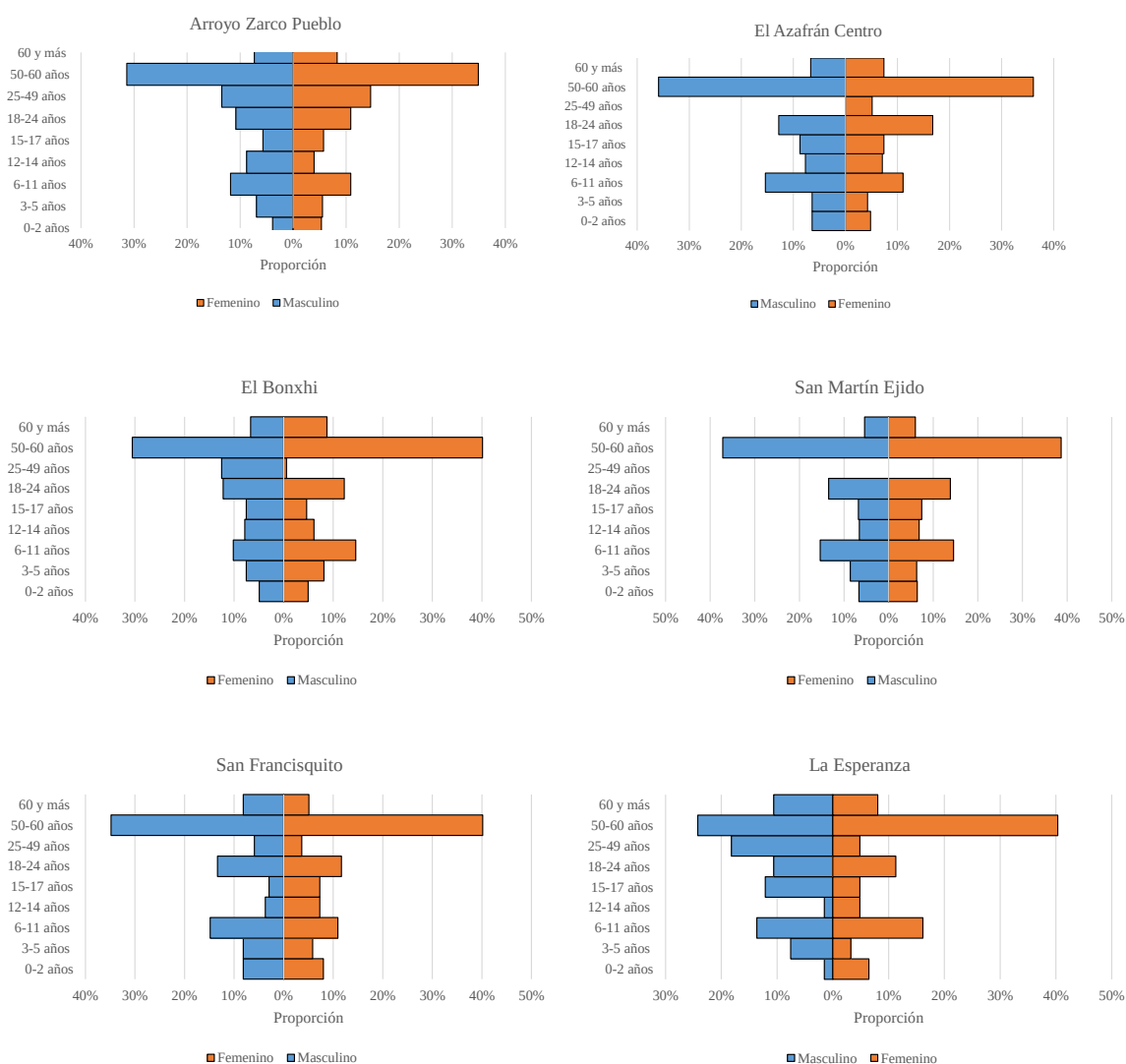


Figura 37. Estructura por sexo de las 16 localidades

Estructura por sexo y edad de las localidades de Aculco

En las localidades del municipio de Aculco predominan habitantes de más de 50 años, con poca población joven, en localidades como el Azafrán centro, El Bonxhi, Las Lajas, Ejido Matxhi y San Martín Ejido, se registra una baja proporción de población de 25 a 49 años. De acuerdo a esta dinámica demográfica podemos concluir que la población joven, en edad laboral, está migrando a centros urbanizados en busca de oportunidades laborales, quedándose solamente en esos sitios población en edad escolar y población mayor a 50 años (Figura 38).



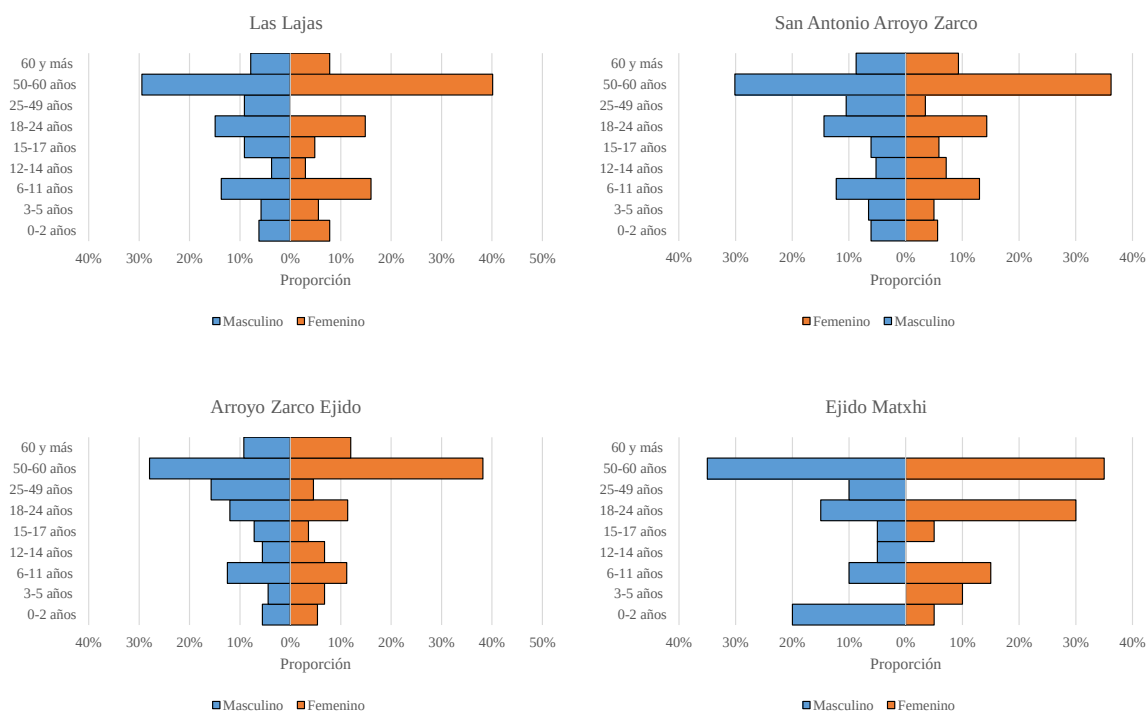


Figura 38. Estructura por sexo y edad de las localidades del municipio Aculco

Estructura por sexo y edad de las localidades de Jilotepec

Al igual que en las localidades de Aculco, en las localidades de Jilotepec se observa un patrón similar, habiendo una mayor proporción de habitantes, tanto masculino como femenino, de 50 años y más (Figura 39).

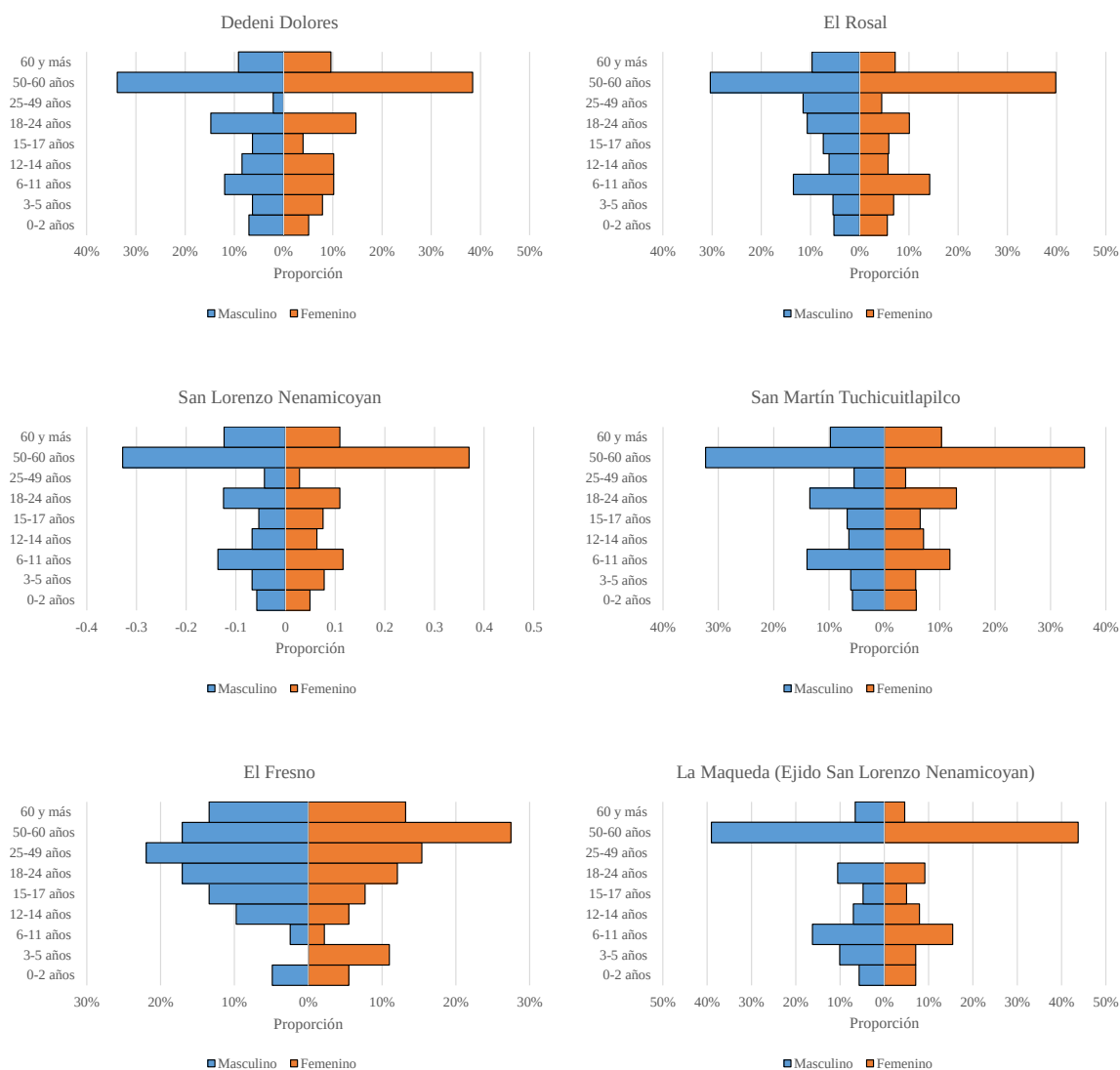


Figura 39. Estructura por sexo y edad de las localidades del municipio de Jilotepec

En las localidades donde se reportan una mayor proporción de población en edades de 18 a 24 y de 25 a 49, también es mayor la población en edad infantil, lo que indica que son poblaciones con una mayor dinámica de natalidad.

En general, las localidades urbanas del municipio de Jilotepec han mostrado un crecimiento poblacional de hasta tres veces, a partir de 1950, pasando de 26,100 a 83,755 habitantes, como es

el caso de San Lorenzo Nenamicoyan y El Rosal que han mostrado un crecimiento medio anual de hasta 3 y 4 puntos respectivamente este crecimiento de la población de Jilotepec refleja una gran dinámica demográfica. Sin embargo, localidades como Dedeni Dolores han mostrado un decremento en la tasa de crecimiento media anual.

Migración

En todas las localidades se observan fenómenos migratorios de la población, personas que llegan a radicar a estas localidades provenientes de otros estados. En algunas localidades como Ejido Mataxhi se observa una mayor proporción de mujeres que hombres, además de una mayor proporción de habitantes en edad escolar y menores lo que hace suponer que llegaron e hicieron familia con hombres nacidos en esta localidad.

En cambio, en localidades donde la proporción de hombres nacidos fuera de la entidad es mayor a la de las mujeres, como La Maqueda y La Esperanza, de los municipios de Jilotepec y Aculco respectivamente, la estructura por sexo y edad muestra menor proporción de personas jóvenes, lo que indica que estos fenómenos migratorios se dieron en esas localidades hace mucho tiempo.

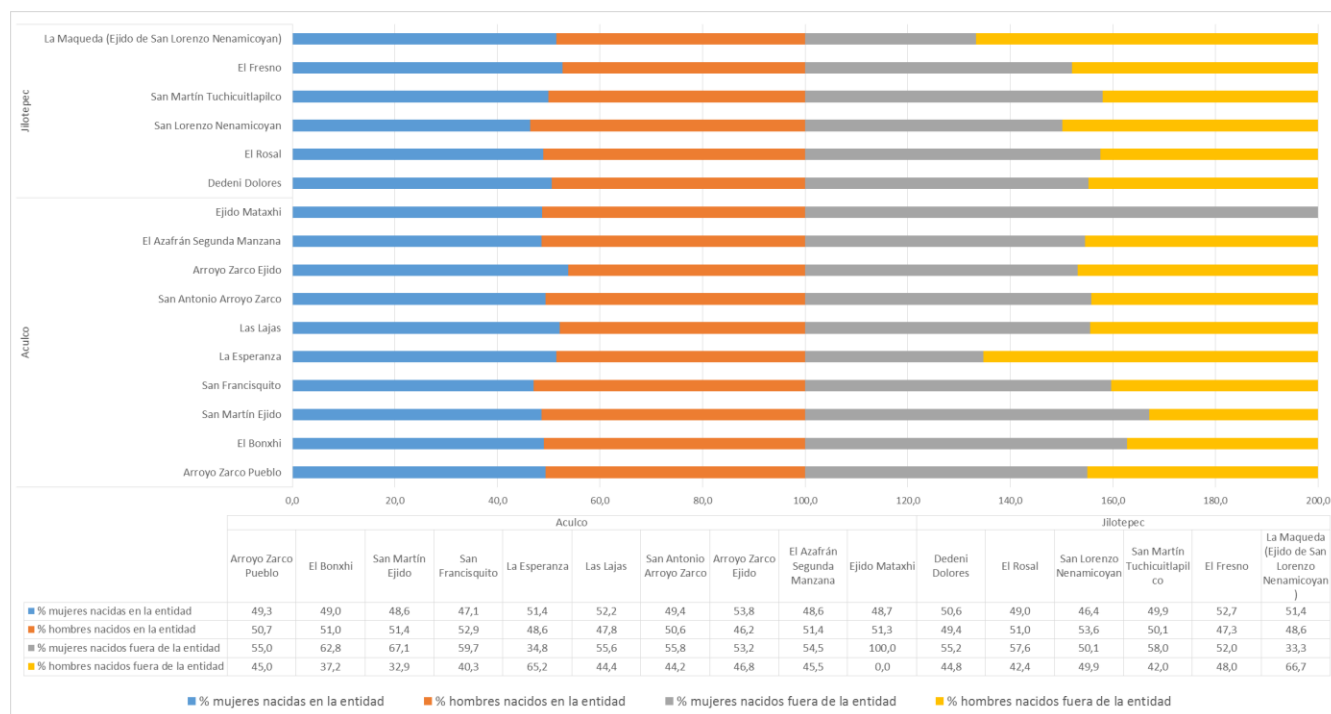


Figura 40. Porcentaje de hombres y mujeres nacidos dentro y fuera de las localidades del área de influencia del proyecto.

Fecundidad

En las pirámides poblacionales mostradas anteriormente es posible observar que la tasa de natalidad está disminuyendo en comparación con los censos anteriores, fenómeno similar al mostrado a nivel nacional. El promedio de hijos nacidos independientemente de la localidad se mantiene entre 2 a 3 hijos por mujer (Tabla 34).

Tabla 34. Promedio de fecundidad por localidad.

Localidad	Promedio de hijos nacidos vivos
Arroyo Zarco Pueblo	2.23
El Bonxhi	2.90
San Martín Ejido	3.01
San Francisquito	2.35
La Esperanza	2.72
Las Lajas	2.76
San Antonio Arroyo Zarco	2.54
Arroyo Zarco Ejido	2.43
El Azafrán Segunda Manzana	2.93
Ejido Mataxhi	2.23
Dedeni Dolores	3.38
El Rosal	2.68
San Lorenzo Nenamicoyan	2.91
San Martín Tuchicuitlapilco	2.99
El Fresno	2.49
La Maqueda (Ejido de San Lorenzo Nenamicoyan)	3.11

Población económicamente activa

La población económicamente activa se refiere a las personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo, pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia, es decir, población en edad laborable pero que no necesariamente laboran. Esta población varía de entre

el 50 y 60% del total como mínimo en todas las localidades. La población ocupada hace referencia a las personas de 12 a 130 años de edad con empleo. Como puede verse en las 16 localidades la población ocupada es igual o ligeramente inferior a la población económicamente activa, lo que indica que las fuentes de empleo en la zona son suficientes. Por la estructura poblacional y las características del área es posible que se trate de empleos del sector primario.

Tabla 35. Población ocupada y económicamente activa de las localidades del área de influencia

Localidad	Población económicamente activa	Población no económicamente activa	Población ocupada	Población desocupada
Arroyo Zarco Pueblo	402	374	397	5
El Bonxhi	269	244	268	1
San Martín Ejido	563	729	531	32
San Francisquito	101	95	101	0
La Esperanza	59	38	58	1
Las Lajas	198	164	196	2
San Antonio Arroyo Zarco	314	380	305	9
Arroyo Zarco Ejido	363	354	358	5
El Azafrán Segunda Manzana	162	178	139	23
Ejido Mataxhi	18	10	18	0
Dedeni Dolores	113	101	113	0
El Rosal	529	380	510	19
San Lorenzo Nenamicoyan	684	801	655	29
San Martín Tuchicuitlapilco	693	766	685	8
El Fresno	90	60	83	7
La Maqueda (Ejido de San Lorenzo Nenamicoyan)	138	164	138	0

Cobertura en salud

El Estado de México tiene más de 5000 localidades y una población total de poco más de 15 millones de habitantes, lo que dificulta la prestación de los servicios de salud. A pesar de eso en lo que respecta a los servicios y cobertura en salud, en todas las localidades del área de influencia más del 50 % de la población cuenta con algún tipo de cobertura, en su mayoría PEMEX, defensa o marina, seguido de IMSS y una pequeña proporción el seguro popular (Figura 41).

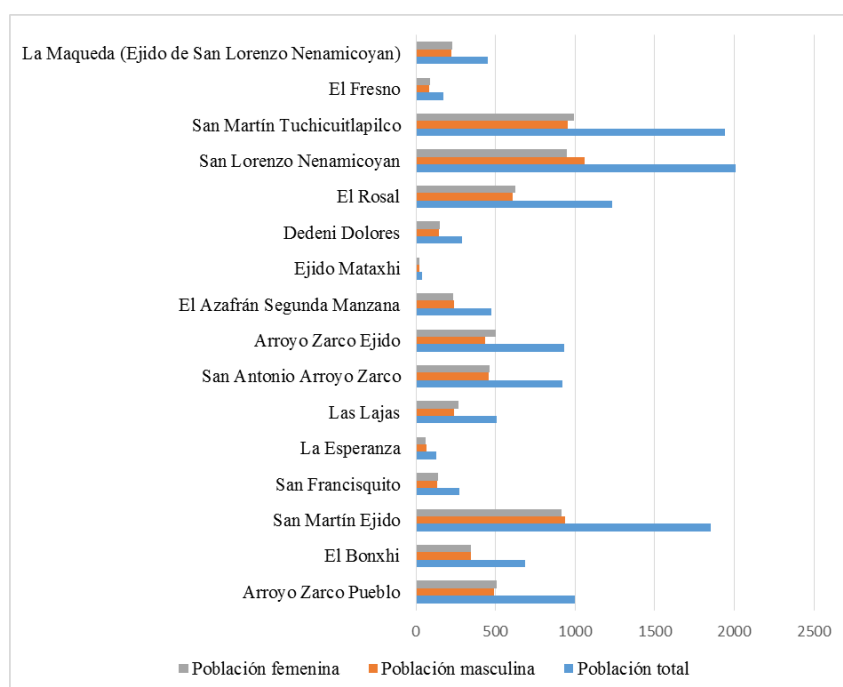


Figura 41. Cobertura en servicios de salud de la población de las localidades del área de influencia del proyecto.

Desarrollo social

Los índices poblacionales del Estado de México han propiciado un desarrollo social inequitativo, entendiendo al desarrollo social como, otorgar la posibilidad a los sectores más desprotegidos de alcanzar una real calidad de vida, tomando en consideración que estos fenómenos están enlazados a través de una relación en sociedad, y que son afectados por manifestaciones específicas. Tal es

el caso de las actividades económicas del ramo terciario, que han propiciado una alta concentración en las áreas urbanas y la disminución en las zonas rurales.

La atención del gobierno municipal en materia de desarrollo social, traducida en servicios a los sectores más vulnerables ha cubierto apenas un pequeño porcentaje del total de la población, encontrando localidades con un alto índice de marginación como La Maqueda, Dedeni Dolores, San Martín Tuchicuitlapilco y San Lorenzo Nenamicoyán. Esto es atribuido a varios factores entre los que destacan la constante migración a zonas urbanas en búsqueda de empleos.

A. Factores socioculturales

Los factores socioculturales se refieren al conjunto de elementos que merecen consideración en el estudio, el componente subjetivo del concepto puede subsanarse concediendo a los factores socioculturales la categoría de recursos culturales y entendiendo en toda su magnitud que se trata de bienes escasos y en ocasiones, no renovables.

A pesar de que el Estado de México presenta una gran riqueza cultural, que puede observarse en sus museos, ferias, fiestas patronales y mercados de artesanías, en lo que se refiere al área de influencia del proyecto, dicha riqueza cultural es más bien escasa. En el área de influencia no hay zonas arqueológicas y en algunas de las localidades existe población con hogares indígenas, aunque ésta no representa un porcentaje considerable del total.

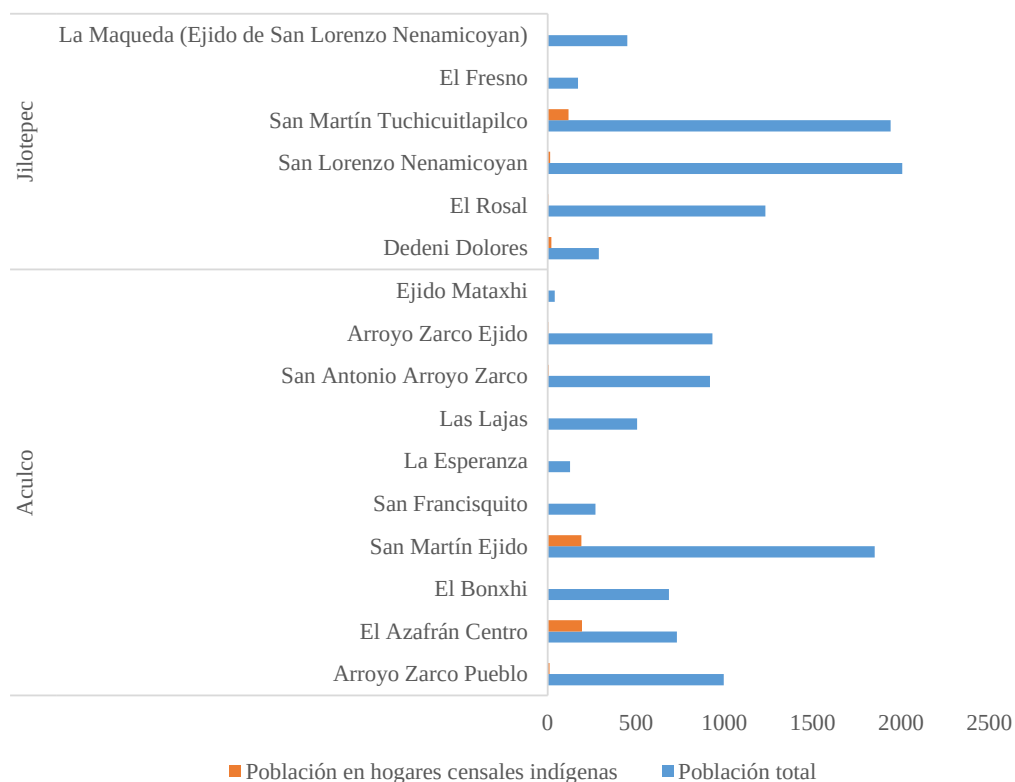


Figura 42. Población con hogares censales indígenas

Como puede observarse en la figura anterior el total de personas que forman hogares censales donde el jefe del hogar o su cónyuge hablan alguna lengua indígena es inferior al 10%, en el caso de las localidades que presentan hogares con estas características (cinco, de un total de 16 localidades).

En aspectos cognoscitivos, las localidades de la zona de influencia el grado promedio de escolaridad fluctúa entre 5.41 y 8.14, entendiéndose este indicador como el resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad. Cabe señalar que estos valores se encuentran por debajo de la media nacional y estatal, cuyo valor es de 9.2 y 9.5 respectivamente.

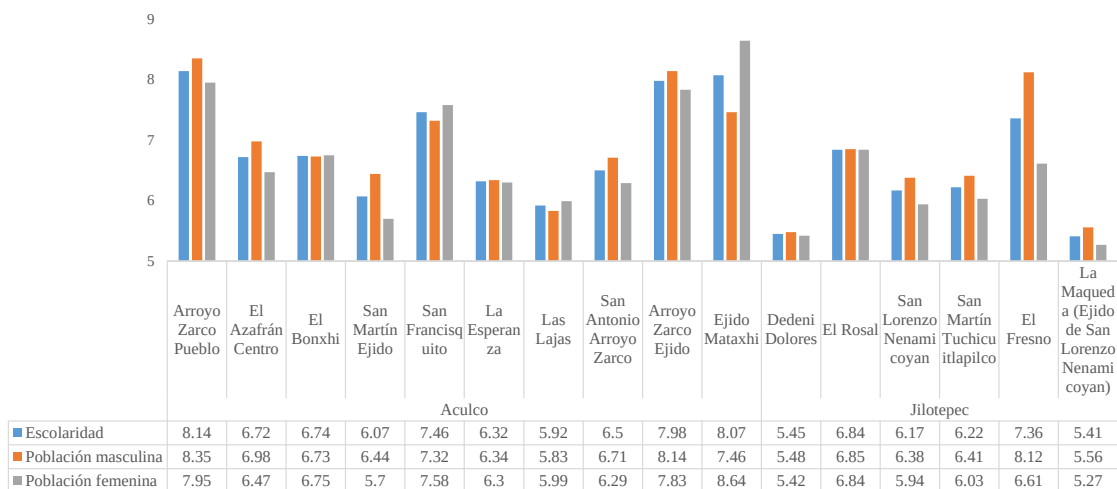


Figura 43. Grado promedio de escolaridad de las localidades del área de influencia.

En cuanto a los valores y normas colectivas es importante destacar que las localidades dentro del área de influencia del proyecto no se rigen de acuerdo a usos y costumbres, sino que se guían de acuerdo a las normas sociales y leyes establecidas para toda la población.

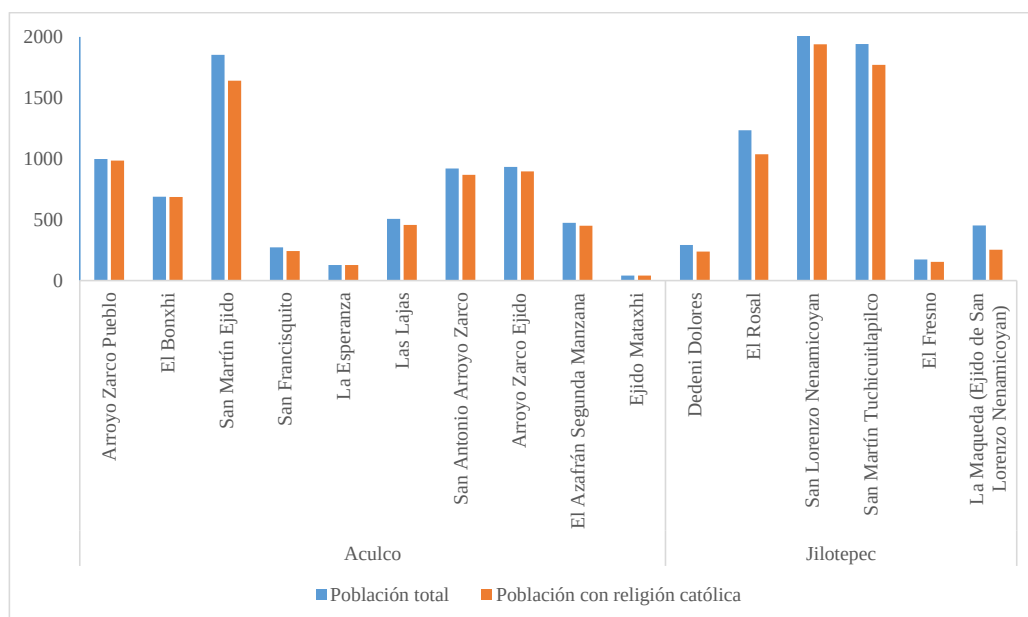


Figura 44. Población católica de las localidades del área de influencia, el censo solo distingue entre población católica y población no católica.

En lo que respecta a creencias de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI la gran mayoría profesa la religión católica.

El uso de los recursos naturales es principalmente aprovechamiento, la mayor abundancia de los factores bióticos listados en secciones anteriores corresponde a pastizal, el cual es aprovechado como alimento para el ganado.

IV.2.5 Diagnóstico Ambiental

El diagnóstico ambiental es un análisis que sintetiza el estado medioambiental del área de influencia del proyecto, en el diagnóstico se obtienen propuestas de actuación y seguimiento de cada uno de los componentes ambientales que influyen en el desarrollo del proyecto, además se analizan sus interacciones y posibles cambios en el tiempo. El análisis se organiza metodológicamente a partir de las siguientes etapas:

1. Superposición de mapas para delimitar los componentes de la microcuenca que serán analizados en el diagnóstico e identificar la presencia de valores ambientales importantes, en este proceso se tomaron en cuenta los elementos existentes en el Sistema Ambiental que fueron descritos en el **Capítulo IV** (Hidrología, Litología, Edafología, Vegetación y Fauna).

Para evaluar el estado de conservación de la microcuenca será dividida para su estudio en las siguientes zonas funcionales:

- a) el área de colecta o captación, donde el agua es captada e infiltrada.
- b) el área de transporte donde el agua concentrada se transforma en escorrentía.
- c) el área de almacenamiento hídrico cuya capacidad variará en cantidad y duración dentro del Sistema Ambiental.

Superposición de mapas

Se diseñó un análisis cuantitativo que nos permite presentar de manera objetiva la asignación de calificaciones que describan el estado de conservación de cada factor ambiental (Tabla 36):

Tabla 36 Calificaciones del diagnóstico ambiental

	Alto	Medio	Bajo
Estado de conservación	Cuando las condiciones no han sido modificadas, o han sido modificadas de forma poco significativa (1)	Cuando se ha modificado el original, pero existe una forma aceptable de conservación (2)	La afectación del factor es relevante y su naturaleza ha sido modificada significativamente (3)
Fragilidad	Un elemento frágil se degrada con facilidad y se recupera con dificultad, es vulnerable (3)	Se encuentra en un término medio de susceptibilidad y capacidad de regeneración (2)	Cuando el componente tiene una alta capacidad de regeneración y no se ve afectado con facilidad (1)
Capacidad de regeneración	Cuando un elemento se recupera en un intervalo de tiempo corto de un efecto impactante (1)	Cuando un elemento se recupera de forma paulatina de un impacto (2)	Cuando no se recupera o es un proceso de muy largo tiempo (3)

El diagnóstico ambiental se presenta en forma de cuadro gráfico, donde se le asigna un valor cualitativo de carácter universal y que integra los criterios antes mencionados, se califican el estado de conservación, fragilidad y capacidad de carga de acuerdo a los fundamentos descritos en la siguiente tabla:

Tabla 37 Diagnóstico ambiental área de colecta o captación

Factor ambiental	Elemento a calificar	Estado de conservación	Fragilidad	Capacidad de regeneración	Total	Evaluación
Hidrología	Superficial	1	2	1	4	Medio
Edafología	-	1	2	2	5	Medio
Litología	-	1	3	3	7	Bajo
Biota	Flora	2	2	3	7	Bajo
	Fauna	2	3	3	8	Bajo

Tabla 38 Diagnóstico ambiental área de transporte

Factor ambiental	Elemento a calificar	Estado de conservación	Fragilidad	Capacidad de regeneración	Total	Evaluación
Hidrología	Superficial	2	2	2	6	Medio
Edafología	-	2	2	2	6	Medio
Litología	-	1	3	3	7	Bajo
Biota	Flora	3	1	1	5	Medio
	Fauna	3	2	2	7	Bajo

Tabla 39 Diagnóstico ambiental área de almacenamiento

Factor ambiental	Elemento a calificar	Estado de conservación	Fragilidad	Capacidad de regeneración	Total	Evaluación
Hidrología	Superficial	3	3	3	9	Bajo
Edafología	-	2	1	1	4	Medio
Litología	-	1	1	3	5	Medio
Biota	Flora	3	1	1	5	Medio
	Fauna	3	1	1	5	Medio

Resultados del diagnóstico

Los elementos ambientales con un diagnóstico ambiental bajo corresponde a componentes que poseen un bajo estado de conservación poca fragilidad y buena capacidad de recuperación, estos elementos están representados por pastos o cultivos, suelos arados y cuerpos de agua que se encuentran en la zona de almacenamiento y que no pueden recuperarse fácilmente y que se encuentran ya impactados por las actividades humanas. Por el contrario, los elementos que poseen un diagnóstico ambiental medio o alto, corresponden a vegetación natural, en un buen estado de conservación, con suelos bien preservados, que normalmente posee alta fragilidad y se recuperan despacio después de sufrir un impacto. **El área que posee un diagnóstico ambiental medio y alto corresponde a la zona se encuentra en la zona de captación, en la que los ecosistemas están mejor preservados, mientras que la zona de almacenamiento, en donde se encuentra el predio en el que se desarrollará el proyecto, el diagnóstico ambiental es bajo.**

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente capítulo se identifican, caracterizan y evalúan los impactos, potenciales y residuales derivados del proyecto, un impacto es definido como “la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza” (Art.3, Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental), el cual puede ser sinérgico, acumulativo; temporal permanente y en su caso residual, con el objeto de determinar las medidas de prevención, mitigación y en su caso compensación.

El reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, en su fracción VII y VIII del artículo 3, define el impacto acumulativo y sinérgico como:

- Impacto ambiental acumulativo: el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado que están ocurriendo en el presente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2000).
- Impacto ambiental sinérgico: aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2000).

El análisis de impactos considera la preparación del sitio, la construcción y la operación de la TAR “El Rosal”, dentro de un área que actualmente se encuentra modificada por las actividades agrícolas y pecuarias que se llevan a cabo en la región.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se realizó utilizando las siguientes herramientas:

- ✓ Lista de indicadores de impacto
- ✓ Matriz de interacciones y evaluación causa-efecto

Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a sección, CP. 78216, San Luis Potosí S.L.P., Tel.: (444) 834 20 00, www.ipicyt.edu.mx

- ✓ Índice de impacto ambiental (VIA)

V.1.1 Indicadores de impacto

Los indicadores de impacto son elementos del ambiente afectado, o susceptibles a modificaciones que son considerados como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de alguna actividad. Para la identificación de los elementos del proyecto que potencialmente puedan generar alguna perturbación, se elaboró un listado con las actividades que se desarrollarán y los factores ambientales que pueden ser susceptibles de modificaciones al ejecutar el proyecto.

Para cada elemento: natural, social y económico se identificó si podría causar alteraciones en las condiciones del estado actual, en cualquiera de sus fases (preparación del sitio, construcción, operación y abandono), identificándose las siguientes:

- a) Agua y su perturbación en la calidad del recurso, tanto superficial como subterránea
- b) Suelo, las perturbaciones que conllevan a una modificación de los patrones de erosión y remoción del mismo
- c) Aire, perturbaciones que afectan la calidad del aire por compuestos orgánicos volátiles o combustión de motores.
- d) Los efectos en flora y fauna
- e) Modificaciones en la dinámica económica por la generación de empleos
- f) Infraestructura urbana

En la Figura 45 se muestran los componentes de cada subsistema analizado:

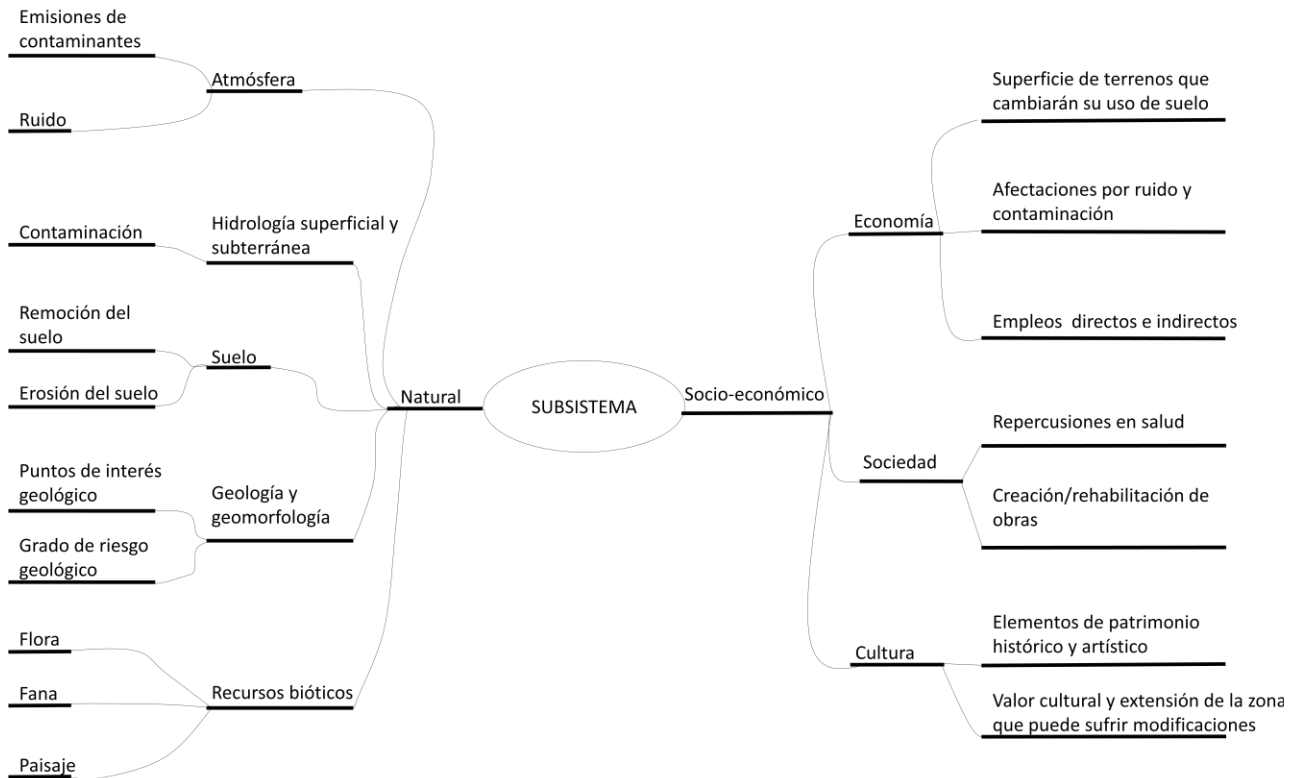


Figura 45. Componentes de los indicadores de impacto. Elaboración propia

La identificación de impactos se realizó mediante una matriz de causa-efecto para la determinación de la existencia de un cambio en alguna de las condiciones ambientales por efecto de una acción del proyecto, el procedimiento para construir la matriz es el siguiente:

- 1) Se colocan las acciones del proyecto en las filas y los componentes ambientales en las columnas
- 2) Posteriormente se busca la existencia de interacciones entre cada una de las acciones con cada factor ambiental, si se encuentra una interacción quiere decir que se presenta un impacto.
- 3) Mediante un breve análisis de la acción y de las consecuencias sobre el factor, se identifica el impacto con una "X" y se elabora un listado de indicadores de impacto para ser utilizado en la evaluación de impactos.

Para el presente proyecto se enlistan a continuación los indicadores de impacto para cada una de las etapas del proyecto:

Tabla 40. Indicadores de impacto ambiental

Etapas	Fase	Acciones	Impactos
Preparación del sitio		Desbroce y chapoleo	Pérdida de comunidades vegetales
			Transformación del paisaje
		Movimiento de tierras	Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada
			Afectación al componente fauna
			Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas
			Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)
			Contratación de maquinaria pesada
		Rellenos	Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural
		Mano de obra	Generación de residuos sólidos urbanos
			Generación de aguas residuales
			Generación de empleos
Construcción	Almacenamiento	Infraestructura de concreto (firme y diques de retención)	Residuos de concreto (arena, grava, cemento)
			Emisiones a la atmósfera por los camiones
			Erosión por nivelación y/o compactación del suelo
			Pérdida de la permeabilidad del suelo
			Generación de ruido
			Vibraciones por la compactación
			Modificación de los patrones naturales de drenaje
			Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado
		Tanques de almacenamiento	Generación de humos de soldadura
			Residuos de acero y soldadura
		Sistema DCI	Residuos de tubería
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Generación de partículas suspendidas
			Generación de ruido
			Residuos de pavimento
	Reparto	Islas de carga	Desechos de tuberías o mangueras
		Estacionamiento de camiones	Generación de polvo
			Emisiones a la atmósfera por camiones de construcción
			Generación de ruido
			Residuos de pavimento

Operación	Almacenamiento	Tanques de almacenamiento	Generación de vapores de hidrocarburos
			Detrimiento de la calidad del paisaje
			Derrames ocasionales de hidrocarburos
		Sistema de aditivos	Derrames de aditivos
		Sistema de bombas	Generación de ruido por bombas en funcionamiento
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Aumento de la temperatura
			Facilidad de transporte
		Sistema DCI	Consumo de agua
		Planta API	Contaminación de agua por aguas hidrocarburadas
			Consumo de agua
	Reparto	Islas de carga	Generación de vapores de hidrocarburos
			Derrames de aditivos
			Derrames de hidrocarburos
			Generación de ruido por camiones
		Estacionamiento de camiones	Emisiones a la atmósfera por tránsito constante
			Derrames de aceite de los autotanques
			Derrames de hidrocarburos
			Generación de ruido
		Operación de autotanques	Generación de empleos
			Generación de aguas residuales
			Generación de residuos sólidos urbanos

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

El propósito de la evaluación de impacto ambiental es asignar un significado relativo a los impactos identificados y de esta manera establecer el orden de prioridad en el que deben ser atendidos, es necesario determinar la importancia o significancia del impacto mediante la agrupación de las interacciones componentes ambientales-impactos identificadas.

V.1.3.2 Valoración de impactos mediante matrices causa-efecto

La valoración de impactos ambientales se realizó utilizando la Matriz de Criterios Relevantes Integrados de Buroz (1990), donde se determinó el carácter de los impactos y el índice integral de impacto ambiental (VIA), a través de la integración de los siguientes criterios:

Intensidad: Hace referencia al nivel de incidencia sobre el factor o elemento específico en el que actúa, dependiendo del grado de cambio sufrido.

Extensión: Representa el área de influencia del impacto con relación al entorno del proyecto afectado por las acciones tanto directa como indirectamente o el alcance global sobre el componente ambiental.

Duración: Evalúa el período de existencia activa del impacto que puede ser 1) permanente: si el impacto aparece en forma continua o bien tiene un efecto intermitente, pero sin final; 2) temporal: si el impacto se presenta en forma intermitente o continua, pero con un plazo limitado de manifestación o 3) eventual: cuando un efecto se presenta en forma esporádica. Se expresa en función del tiempo que permanece el impacto.

Signo: Indica la consideración positiva (+) o negativa (-) respecto al estado previo de la ejecución de cada actividad del proyecto. El impacto puede ser benéfico en caso de que represente una mejoría con respecto al estado previo a la acción o adverso en el caso de que ocasione un daño o alteración al estado previo a la acción.

Magnitud: Es la valoración del efecto de la acción, es un indicador que conjunta la intensidad, duración, influencia espacial y el plazo en que se manifiesta el impacto. Es un criterio integrado con el que se obtiene el valor de la magnitud a partir de la siguiente función:

$$Mi = \Sigma[(I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D)]$$

Donde:

I= Intensidad W_I = peso del criterio intensidad

E= extensión W_E = peso del criterio extensión

D= duración W_D = peso del criterio duración

M_i = Índice de Magnitud del efecto i

Reversibilidad: Es la posibilidad que existe de que las condiciones iniciales del medio previas a la acción puedan ser reconstituidas por medios naturales, una vez que la actividad deje de realizarse.

Riesgo: Probabilidad de ocurrencia del efecto sobre la globalidad del componente.

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA): El desarrollo del índice de impacto se logra a través de un proceso de compilación, mediante una expresión matemática que integra los criterios anteriormente mencionados. Se obtiene a partir de la siguiente función:

$$VIA_i = \varepsilon [R_i^{wr} * RG_i^{wrg} * M_i^{wm}]$$

Donde:

R = reversibilidad w_r = peso del criterio reversibilidad

RG = riesgo w_{rg} = peso del criterio riesgo

M = magnitud w_m = peso del criterio magnitud

Significancia: Se refiere a la importancia relativa o al sistema de referencia utilizado para evaluar el impacto. Consiste en clasificar el valor de VIA obtenido.

Tabla 41. Valores de los criterios

Criterio	Rango de acción	Valor
Signo	Positivo	+
	Negativo	-
	Neutro	0
Duración	Impactos largo plazo (máximo de 10 años)	3.0
	Impactos mediano plazo (5-10 años)	2.0
	Impactos corto plazo (menos de 5 años)	1.0
	Impactos de ninguna duración	0
Intensidad	Valor indicativo de mayor impacto	3.0
	Muy bajo impacto	2.0
	Impacto leve e imperceptible	1.0
	Impacto inexistente	0
Extensión	Impacto regional	3.0
	Impactos local	2.0
	Impacto puntual	1.0
	Impacto inexistente	0
Reversibilidad	Impactos irrecuperables	3.0
	Impactos recuperables a largo plazo (más 20 años)	2.5
	Impacto parcialmente reversibles	2.0
	Impacto altamente reversibles	1.0
	Impactos neutros	0
Significancia	Alto	VIA<=2
	Medio	VIA<=2
	Bajo	VIA<=1
	Neutro	VIA=0
Magnitud	Impacto positivo	>0
	Impacto negativo	<0
	Impacto neutro	=0
Riesgo	Alto (más del 50%)	3
	Medio (10-50%)	2
	Bajo (menos 10%)	1
	Sin ocurrencia	0

Criterio	Rango de acción	Valor
VIA	Alto	3
	Medio	2
	Bajo	1
	Neutro	0

V.1.5 Descripción de los impactos ambientales

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

La preparación del sitio consiste en las actividades previas necesarias para la construcción de las instalaciones del proyecto. Las actividades previstas para esta etapa son: chapoleo, desbroce, movimiento de tierras, excavaciones y relleno, por lo que los impactos previstos son:

Pérdida de las comunidades vegetales

El chapoleo y desbroce consisten en el retiro de maleza, plantas silvestres, es decir, toda la vegetación, excepto árboles, que existan en los terrenos donde se realizará la construcción, lo que ocasiona transformación en el paisaje al modificarse el entorno natural.

Transformación del paisaje

La transformación del paisaje en el área de estudio consiste en el cambio de un paisaje que se encuentra actualmente modificado de su condición natural por prácticas agrícolas y pecuarias a un entorno industrial. Esta transformación no es necesariamente degradadora y puede encontrar un nuevo equilibrio ecológico estable, mediante la transición a un paisaje ordenado.

Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada

El ruido se produce por los motores y movimiento de la maquinaria pesada, puede tener una o varias de las siguientes características: es duradero, de fuerte intensidad, elevada frecuencia y caótico. Mientras que los gases emitidos tienen su origen en la combustión de los motores de la maquinaria, debido a que dentro del proceso de la quema de combustible los componentes del

carbono presentes en las cadenas de hidrocarburos reaccionan con el oxígeno y se forma así el dióxido de carbono (CO_2).

Afectación del componente fauna

La eliminación de la cubierta vegetal constituye pérdida de hábitat y alimento para la fauna, además se generarán ruidos y vibraciones que pueden ocasionar que la fauna que reside en la zona en caso de poder hacerlo se desplace a otros lugares con menor actividad antrópica o se vea afectada de manera considerable por no poder trasladarse a otros sitios.

Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas

Se realizarán cortes y rellenos con maquinaria en las áreas que ocuparán las instalaciones nuevas. Durante estas actividades se realizarán excavaciones, apertura de zanjas, trincheras y perforaciones del suelo, el movimiento de tierras, así como la nivelación y compactación. Con estas actividades se verá afectada la calidad del aire por la emisión de partículas suspendidas (polvos) durante el movimiento de materiales de construcción, ruptura de concreto y excavaciones.

Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)

La remoción de la vegetación y el movimiento de tierras generará residuos orgánicos, este tipo de residuos pueden generar biogás resultante de la descomposición por lo que aportan cantidades importantes de gases que contribuyen al efecto invernadero, entre los que se encuentran el dióxido de carbono (CO_2) y el metano (CH_4).

Contratación de maquinaria pesada

Las ventajas de alquiler de maquinaria pesada son que se genera derrama económica a las empresas mexicanas contratadas. A los encargados de la construcción les permite conocer el coste antes de iniciar la obra y tener garantía de seguridad en el trabajo al disponer de maquinaria que cumple con todas las normativas vigentes.

Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural

La introducción de materiales ajenos a los presentes en el medio natural representa la modificación de las condiciones naturales del suelo como la variación del perfil y trazado. Dentro de las actividades, se considera también utilizar el material proveniente de las excavaciones, por lo que se disminuirá de manera considerable el impacto por la generación de escombros producto de la excavación.

Generación de residuos sólidos urbanos

El impacto ambiental producido por la generación de residuos sólidos urbanos proviene del consumo de recursos no renovables que generan residuos y emisiones, el aumento en la generación de este tipo de residuos puede tener como consecuencia el incremento en la capacidad de carga de los rellenos sanitarios.

Generación de aguas residuales

El aumento en la generación de los efluentes líquidos provenientes del uso doméstico puede causar el incremento en la demanda del servicio de tratamiento de agua, debido a que antes de ser vertidas en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado según su composición, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, hasta evitar que se provoquen los problemas enunciados de polución y de contaminación de las aguas receptoras.

Generación de empleo

El componente socioeconómico con la generación de empleos se considera un impacto benéfico, debido a la derrama económica por sueldos y salarios, además del desarrollo de actividades comerciales a baja escala como la oferta de alimentos, servicios de transporte, servicios de recreación, hospedaje, etc.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En esta etapa del proyecto se realizan las actividades propias de construcción de las instalaciones del proyecto, donde los principales impactos que se prevén son:

Residuos de concreto (arena, grava, cemento)

Los escombros generados en la construcción están constituidos principalmente por residuos de concreto, asfalto, bloques, arenas, gravas lo que representa el 50% del material de construcción. La generación de residuos de construcción es un tema de especial relevancia, debido a que son una mezcla de residuos que en algunos casos incluyen residuos peligrosos y suelen ser gestionados con poco o ningún control. La separación en el origen de los residuos es inadecuada o inexistente, y estos son dispuestos habitualmente en botaderos ilegales o, simplemente, en lotes baldíos cercanos a los sitios de construcción de donde proceden.

Erosión por nivelación y/o compactación del suelo

La erosión del suelo es definida como un proceso de desagregación, transporte y deposición de materiales del suelo por agentes erosivos. Como consecuencia de la desagregación se produce un sello superficial que disminuye sustancialmente la capacidad de infiltración del suelo. Mientras que la compactación representa el incremento de densidad de un relleno por medios mecánicos que tiene como consecuencia el rompimiento de los agregados del suelo más grandes.

Pérdida de la permeabilidad del suelo

Permeabilidad es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire y es una de las cualidades más importantes, mientras más permeable sea el suelo, mayor será la filtración, cualquier modificación en las características naturales del suelo impactará directamente en su permeabilidad.

Vibraciones por la compactación

Las máquinas o equipos tienen elementos susceptibles de generar de vibraciones que pueden propagarse por el suelo produciendo molestias en forma de vibraciones y ruido que pueden afectar tanto a las poblaciones cercanas como a la fauna presente en el área de estudio.

Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado

La contratación de servicios siempre tiene como resultado ganancias económicas directas para la empresa contratada, el desarrollo del proyecto puede tener un impacto positivo para las empresas que se encuentran en las zonas aledañas al sitio de estudio.

Generación de humos de soldadura

Los procesos de unión de piezas metálicas requieren del uso de soldadura que consiste en elevar la temperatura del punto de unión hasta conseguir el reblandecimiento del metal de forma que al enfriarse se forme una masa de unión homogénea, esto conlleva a la generación de humos de soldadura cuya emisión e inhalación puede conducir a trastornos de la salud.

Generación de partículas suspendidas

Las partículas suspendidas consisten en una amplia gama de materiales en fase sólida o líquida cuyo tamaño va de menos de 1 nanómetro a 100 micrómetros. Algunos de los efectos ambientales de las emisiones de partículas suspendidas son la reducción de visibilidad, la lluvia ácida y los daños y manchas provocados en materiales. La deposición de partículas suspendidas puede también contribuir a la acidificación de lagos y ríos, modificar el equilibrio de los nutrientes en los cuerpos de agua, el suelo, afectar bosques y cultivos agrícolas.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Durante esta etapa se considera la puesta en marcha para la cual se realizarán pruebas de las instalaciones del proyecto, estas incluyen pruebas del suministro eléctrico, pruebas de tuberías y equipos.

Generación de vapores de hidrocarburos

Uno de los principales impactos generados por el almacenamiento de hidrocarburos es la contaminación atmosférica derivada de la producción de vapores con compuestos orgánicos volátiles (COVs), estos serán generados en todas las fases del proceso (almacenamiento, operación y reparto) debido a que son producidos en el paso de un contenedor a otro, derrames accidentales o llenado de tanques. Algunos COVs como el benceno o formaldehído tienen efectos cancerígenos probados, otros compuestos por encima de ciertos niveles pueden provocar somnolencia, cefaleas e irritación ocular. Otro de los problemas principales es la generación de ozono troposférico que en exceso puede producir deficiencias pulmonares o ataques de asma, entre otros. Con el objetivo de disminuir al máximo los vapores emitidos durante todas las etapas la Terminal cuenta con la Unidad Recuperadora de Vapores, este sistema está diseñado para cumplir con las reglamentaciones oficiales nacionales e internacionales sobre la emisión de vapores.

Consumo de agua y generación de aguas residuales

Durante la etapa de operación de la TAR, se generarán aguas residuales domésticas y potencialmente hidrocarbурadas, por lo que se construirá un sistema de depuración de aguas residuales y una planta API para el tratamiento de las aguas potencialmente hidrocarbурadas. La disponibilidad de agua se verá afectada de manera poco significativa y poco adversa por el consumo de agua potable por parte de los trabajadores de la TAR y el uso para el sistema contra incendios.

Aumento de la temperatura

La distribución de la temperatura en las construcciones urbanas está influenciada por la radiación solar absorbida por los materiales que lo componen. El pavimento posee alta absorptividad y elevada capacidad térmica, estas características hacen que su contribución al efecto de isla de calor en un sitio se incremente. El aumento de la temperatura funciona como catalizador de las reacciones de los gases de combustión lo que genera mayor cantidad de contaminantes atmosféricos.

Generación de ruido

Durante la operación de la Terminal las principales fuentes generadoras de ruido serán las bombas parte del proceso de almacenamiento y la circulación de autotanques en el área de reparto. El ruido puede impactar directamente en la fauna de los alrededores y en la población de las comunidades cercanas por el incremento en los niveles de ruido.

Derrame de residuos peligrosos (hidrocarburos, aditivos, aceite)

Es necesario considerar que los productos derivados del petróleo son insolubles al agua por lo tanto es difícil la limpieza. Además, los derrames generan residuos como partículas y óxidos que son altamente contaminantes y tóxicos. Es por ello que en el caso de los residuos peligrosos generados se podrá implementar un tratamiento de manejo de residuos peligrosos con la finalidad de optimizar el tiempo y disminuir los costos a través de la recolección, almacenamiento y tratamiento para reducir el riesgo de contaminación ambiental, a través de una empresa especializada en este tipo de materiales.

Generación de residuos sólidos urbanos

Estos residuos serán generados como resultado de las actividades domésticas (producto de embalajes, envases o empaques, entre otros) o de cualquier otra actividad que se desarrolle como el uso de sanitarios; su disposición final será el sistema de recolección del municipio.

Impactos positivos por el desarrollo del proyecto

Generación de empleo

La creación de empleo no solo tiene un impacto en el trabajador, sino también en su familia, la sociedad y el Estado, para el trabajador se genera de manera directa bienestar material, por medio de la disposición de dinero para las necesidades básicas. Los beneficios indirectos están relacionados con el desarrollo personal, la posibilidad de aprender nuevas cosas y la adquisición de conocimientos.

Aumento en la disponibilidad de hidrocarburos en el país

El establecimiento de la Terminal de Almacenamiento permitirá atender las necesidades de abasto de energía en el sector hidrocarburos, lo que promueve el crecimiento de la estructura organizacional que facilite la disponibilidad de hidrocarburos en el país que contribuye en la generación de beneficios económicos, sociales y medio ambientales.

Disminución en los costos de transporte de hidrocarburos

Ante las necesidades de consumo de hidrocarburos en el país es necesario contar con infraestructura como la Terminal de Almacenamiento “El Rosal” que permita disminuir los costos (económicos y ambientales) por transporte de hidrocarburos en la zona centro del país, además de incrementar la capacidad de hidrocarburos almacenados como reserva para el país.

V.1.6 Escenarios de riesgos para los componentes ambientales

Para elaborar el análisis de los impactos al ambiente que puedan resultar de las actividades de la TAR El Rosal en cualquiera de sus etapas, se consideraron escenarios de riesgo derivados de desviaciones desde el diseño, la construcción, modificación y operación de un proceso o de las instalaciones. Para ello se realizó un análisis What if (¿Qué pasa si...?) en el cual se identifican situaciones peligrosas y eventos de accidentes con consecuencias no deseadas. Cabe mencionar que solamente se incluyeron aquellas situaciones que podrían desencadenar efectos en el medio

ambiente, y se dejaron de lado los eventos que poseen un contexto de interés ocupacional o normativo, los cuales se abordan en el estudio de riesgo correspondiente.

En la ejecución del estudio se desarrolla una tabla narrativa en donde se plasman las preguntas y las respuestas, los posibles escenarios, sus consecuencias y sus posibles mitigaciones. Generalmente se utilizan 6 columnas en la primera se plasma la pregunta de interés relacionada con alguna condición anormal del sistema, en la segunda se colocan las posibles consecuencias toda vez que ocurra el evento antes mencionado, en la tercera se hace mención sobre la categoría del evento (tabla de categorías) en la cuarta se clasifica el evento de acuerdo a su severidad (tabla de jerarquías) y en la quinta columna se plasman las salvaguardas con que cuenta la instalación para mitigar o evitar el riesgo identificado y en la sexta columna se reserva exclusivamente para emitir las recomendaciones pertinentes o para la realización de comentarios y/o información adicional sobre el evento analizado.

Tabla 42. Resumen de frecuencias y criterios de ocurrencia.

Frecuencia		Criterios de ocurrencia		
Categoría	Tipo	Cuantitativo		Cualitativo
Alta	F4	$> 10^{-1}$	$> a 1$ en 10 años	Se ha presentado o se puede presentar en los próximos 10 años.
Media	F3	$10^{-1} - 10^{-2}$	1 – 100 años	Puede ocurrir una vez al menos en la vida útil de la instalación.
Baja	F2	$10^{-2} - 10^{-3}$	100 – 1000 años	Concebible: nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero ha ocurrido probablemente en una instalación similar.
Remota	F1	$> 10^{-3}$	> 1 en 1000 años	No se considera posible.

Tabla 43. Tipo de evento y categoría de la consecuencia

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
Afectación al ambiente				
Efectos en el Centro de trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; polvos y partículas en el aire.	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por: fuego y llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas evacuación del personal.
Efectos fuera del Centro de trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas de vecinos	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores; quemadores operando continuamente; ruidos persistentes y presencia de humos	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos; daño significativo a largo plazo de la flora y fauna ó repetición de eventos mayores.

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
Descargas y derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable	Informe a las Autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces.	Contaminación de un gran volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua; mortandad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitidas; reacción de grupos ambientalistas.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación. Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua.

Tabla 44. Frecuencia de ocurrencia

Factores	Remota F1	Baja F2	Media F3	Alta F4
Controles de ingeniería				
Barreras de Protección (a)	Dos o más sistemas pasivos de seguridad independientes entre sí. Los sistemas son confiables; no requieren intervención del personal o de fuentes de energía.	Dos o más sistemas, al menos uno de ellos pasivo. Todos son confiables.	Uno o dos sistemas activos y complejos. La confiabilidad de los sistemas, pueden tener fallas de causa común; que de ocurrir puede afectar a los sistemas.	Ningún sistema o uno activo y complejo; poco confiable
Pruebas (Interrupción, integridad mecánica y sistemas de emergencia)	Protocolos de prueba bien documentados; función verificada completamente; buenos resultados; fallas raras.	Pruebas regulares; la verificación de funcionamiento puede estar incompleta; los problemas no son comunes.	No se prueban a menudo; se registran problemas, algunas pruebas programadas no son realizadas	No están definidas; no se realizan ó no se aprecia su importancia.
Antecedentes de accidentes e incidentes	No se registran accidentes	No se presentan accidentes	Un accidente o incidente	Muchos incidentes y/o

Factores	Remota F1	Baja F2	Media F3	Alta F4
	graves, muy pocos incidentes y todos menores. Cuando se presentan, la respuesta es con acciones correctivas rápidas	o incidentes graves. Se dan Algunos accidentes/incidentes menores. Las causas raíz han sido identificadas y las lecciones son capitalizadas.	menor. Sus causas no fueron totalmente entendidas. Hay dudas de si las medidas correctivas fueron las correctas.	accidentes. No se investigan y registran. Las lecciones no son aprendidas.
Experiencia operacional	Los procesos son bien entendidos. Rara vez se rebasan los límites de operación y cuando esto ocurre, se toman acciones inmediatas para volver a condiciones normales.	Rara vez se rebasan los límites de operación. Cuando esto ocurre, las causas son entendidas. Las acciones correctivas resultan efectivas	Transitorios operacionales menores, no son analizados o no se toman acciones para su control. Transitorios serios, son atendidos y eventualmente resueltos.	Transitorios rutinarios, no son analizados ni explicados. Sus causas no son bien entendidas.

Factores	Remota F1	Baja F2	Media F3	Alta F4
Administración de Cambios	El proceso es estable, los peligros potenciales son entendidos. La información para operar dentro de los límites y condiciones seguras, siempre está disponible.	El número de cambios es razonable. Puede haber nuevas tecnologías, sobre las que se tenga alguna incertidumbre. Buenos análisis de riesgos de los procesos.	Cambios rápidos ó aparición de nuevas tecnologías. Los análisis de riesgos de los procesos son superficiales. Incertidumbre sobre los límites de operación.	Cambios frecuentes. Tecnología cambiante. Análisis de riesgos incompletos o de pobre contenido técnico. Se aprende sobre la marcha.

Posteriormente se realizó la construcción de una matriz de riesgos en la cual se procederá a la ubicación de los escenarios de acuerdo a su categoría y a su jerarquía de la siguiente manera:

FRECUENCIA	Alta F4	B	B	A	A
	Media F3	C	B	B	A
	Baja F2	D	C	B	A
	Remota F1	D	D	C	B
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4

CLASIFICACIÓN SEGÚN LA SEVERIDAD

1. LÍNEAS DE RECIBO DE PRODUCTOS								
No.	¿QUÉ PASA SÍ?	CONSECUENCIAS	C	F	AR	SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES	
1.1	Existe corrosión en la línea de recibo de producto.	Derrame de 200 litros en el terreno.	C1	F3	C	Programa de inspección y mantenimiento. Sistema de protección catódica. Corridas de diablos de limpieza e instrumentados. Sistema SCADA. Alarmas por alta y baja de presión y densidad conectadas a una alarma audible y visual. Se instalará un sistema de protección catódica en ambas líneas, y se diseñar con corriente impresa, con rectificadores multi-salidas de 2 módulos, una para cada tubería.		

1. LÍNEAS DE RECIBO DE PRODUCTOS								
No.	¿QUÉ PASA SÍ?	CONSECUENCIAS	C	F	AR	SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES	
1.2	Se desconecta la manguera sin haber purgado adecuadamente el contenido del mismo (error operacional)	Derrame de contenido de la manguera	C1	F2	D	Procedimientos de listas de verificación de seguridad antes de la descarga (Lista de verificación de seguridad) Sistema de detección de mezclas explosivas, humo y fuego.	Verificación e inspección del estado de las válvulas de descarga de la manguera. Verificación e inspección del estado de las válvulas del dren. Mantener limpio el registro de descarga.	
1.3	Existe lluvia intensa en el momento de desconexión de la manguera y no se purgó adecuadamente el contenido de la manguera (la válvula de drenado del registro se encuentra cerrado).	Podría presentarse una descarga de agua de lluvia hacia el suelo de la zona, contaminada con una cantidad pequeña de hidrocarburos.	C2	F1	D	Procedimientos operativos y lista de verificación de seguridad previo a la descarga Sistemas y procedimiento de paro de emergencia del proceso de descarga. Procedimiento de aseguramiento de mangueras y conexiones involucradas antes y después del proceso. Procedimientos de inspección del estado físico de las	Disponer de equipos y materiales para atención de emergencias. Verificar que el procedimiento de operación incluya la condición de paro de emergencia en caso de lluvia intensa que pudiera inundar el registro e inhabilitarlo como medio de contención en caso de fugas.	

1. LÍNEAS DE RECIBO DE PRODUCTOS								
No.	¿QUÉ PASA SÍ?	CONSECUENCIAS	C	F	AR	SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES	
1.4	Fuga en bridas y/o en juntas ciegas.	Derrame menor a 5 litros.	C1	F3	C	Inspección visual previa, durante y después de la operación de descarga. Programa de inspección y mantenimiento.		
2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO								

1. LÍNEAS DE RECIBO DE PRODUCTOS								
No.	¿QUÉ PASA	CONSECUENCIAS	C	F	AR	SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES	
2.1	Derrame sobrellenado de tanque	por Derrame, el cual es contenido de tanque en el dique de contención	C2	F2	C	Alarmas alto nivel Dique Drenaje aceitoso Fosas API Sistema SIMCOT: nivel de producto, nivel de agua y densidad de producto, alarmas por nivel alto, nivel alto-alto, nivel bajo, nivel bajo-bajo y como respaldo, un sistema mecánico que alarmará en nivel alto-alto, con señales en el área de recibo de productos, en torre de control y en la central de contra-incendio Sistema contraincendios del tanque: red de espuma y de agua contraincendios, cámaras de espuma tipo II inyección subsuperficial, anillos de enfriamiento, hidrantes contra-incendio.		

1. LÍNEAS DE RECIBO DE PRODUCTOS								
No.	¿QUÉ PASA SÍ?	CONSECUENCIAS	C	F	AR	SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES	
2.2	Existe un sobrellenado de los tanques y el producto encuentra una fuente de ignición externa	Incendio de proporciones menores.	C3	F1	C	Dique. Sistema contraincendios del tanque: red de espuma y de agua contraincendios, cámaras de espuma tipo II inyección subsuperficial, anillos de enfriamiento, hidrantes contra-incendio,		
2.3	Fuga en drenes debido a una operación incorrecta.	Derrame contenido de tanque.	C2	F2	C	Dique Detectores de mezclas explosivas Drenaje aceitoso SIMCOT Alarmas por bajo nivel. Sistema contraincendios del tanque: red de espuma y de agua contraincendios, cámaras de espuma tipo II inyección subsuperficial, anillos de enfriamiento, hidrantes contra-incendio,		

1. LÍNEAS DE RECIBO DE PRODUCTOS								
No.	¿QUÉ PASA SÍ?	CONSECUENCIAS	C	F	AR	SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES	
2.4	Una vez derramado el contenido del tanque debido a fuga en dren, éste encuentra una fuente de ignición externa.	Incendio del producto	C3	F1	C	Dique SIMCOT. Sistema contraincendio del tanque: red de espuma y de agua contraincendio, cámaras de espuma tipo II inyección sub-superficial, anillos de enfriamiento, hidrantes contra-incendio,		
3. LLENADO DE CARROS TANQUE								
3.1	Los sistemas permisivos se encuentran inhibidos y al arranca el carrotanque	Derrame de entre 40 y 70 litros al drenaje aceitoso	C1	F2	D	Drenaje aceitoso SIMCOT Sistema de detección de mezclas explosivas. Sistema de paro de emergencia. El sistema contra incendio incluye un sistema de paro remoto de bombas y desenergizado de fuerza y	Capacitación	Aplicación de procedimientos

1. LÍNEAS DE RECIBO DE PRODUCTOS								
No.	¿QUÉ PASA SÍ?	CONSECUENCIAS	C	F	AR	SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES	
3.2	Si el autotank llega con producto y el operador realiza una operación errónea.	Sobre llenado y derrame de entre 40 y 70 litros de combustible	C1	F2	D	Drenaje aceitoso SIMCOT Sistema de detección de mezclas explosivas. Sistema de paro de emergencia. El sistema contra incendio incluye un sistema de paro remoto de bombas y desenergizado de fuerza y C.C.M'S.	Capacitación Aplicación de procedimientos	

De acuerdo a los escenarios analizados se construyó una matriz de riesgo para la jerarquización de eventos:

Matriz de riesgo para la jerarquización de eventos

FRECUENCIA	Alta F4				
	Media F3				
	Baja F2				
	Remota F1				
		1.1, 1.4			
		1.3 3.1, 3.2	2.1, 2.3		
		1.2		2.2, 2.4,	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4

CLASIFICACIÓN SEGÚN LA SEVERIDAD

Los resultados mostraron que de los escenarios identificados ninguno se encuentra en la categoría de riesgo catastrófica. De acuerdo con el tipo de categoría de riesgo en la que se encuentran los escenarios, representa la gravedad y clase de aceptación de riesgo dentro del estudio. En las zonas de tipo B, C y D existe la posibilidad de establecer controles adecuados, con tiempo suficiente para evitar el posible riesgo que pudiera presentarse.

Componentes ambientales receptores

De acuerdo a los resultados mostrados los posibles escenarios de riesgo que podrían presentarse durante las actividades de la TAR son **derrames de productos o incendios de proporciones menores** por errores en los procesos de operación o por eventos fortuitos e inesperados. Una vez establecida la ruta de exposición o la trayectoria que sigue un contaminante desde la fuente de emisión hasta el contacto con los receptores, es posible identificar los componentes ambientales que son susceptibles a la mayor afectación.

- 1) En los derrames el **componente aire** se podría ver afectado por la generación de vapores con compuestos orgánicos volátiles (COV), el **componente agua** se vería afectado por la generación de aguas potencialmente hidrocarbурadas y residuos tóxicos. La contaminación del **componente suelo** afectaría la fertilidad del suelo (cultivos) la **flora**, la **fauna** y los microorganismos formadores de suelo. Además, también puede haber afectación en el **componente social** debido a que los productos son tóxicos (cancerígenos y mutágenos). En la siguiente figura se muestra un modelo conceptual del daño ecológico ocasionado por el derrame de hidrocarburos:

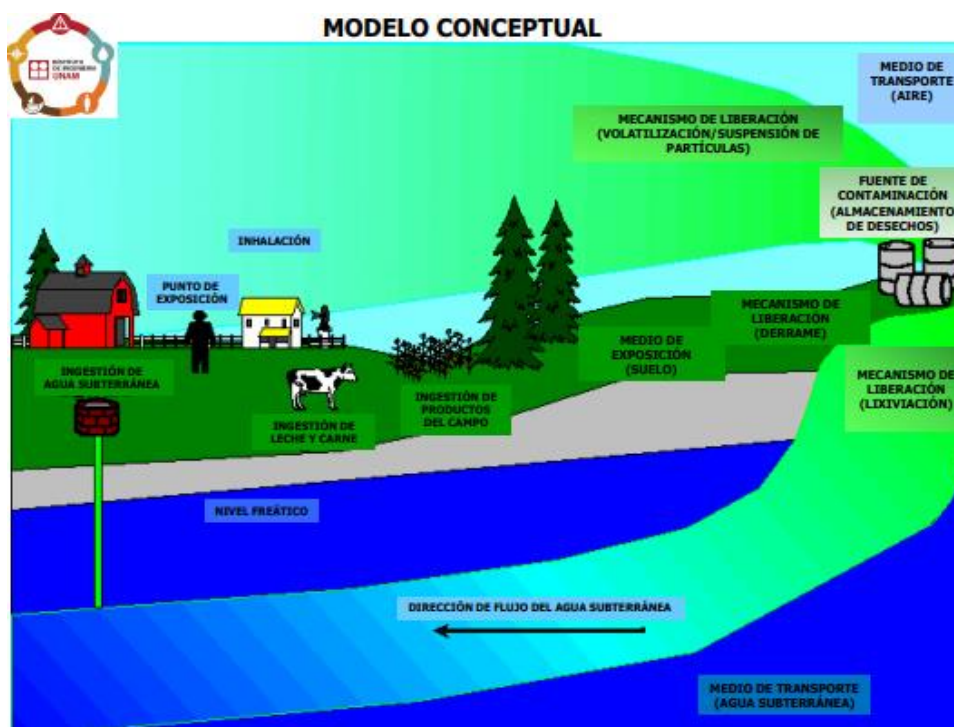


Figura 46 Modelo conceptual del daño ecológico provocado por derrames de hidrocarburos

(Fuente: Instituto de ingeniería UNAM)

- 2) En los incendios, aunque sean de bajas proporciones los daños ecológicos pueden ser ocasionados por la nube de humo que genera una onda expansiva que desplaza las emisiones más allá de los límites normales, por lo que la afectación sería al componente **aire**, componente **suelo**, **flora** y **fauna**, así como al componente **social**. En la siguiente

figura se muestra un modelo conceptual de la afectación de los contaminantes por nube de humo con contaminación por hidrocarburos:

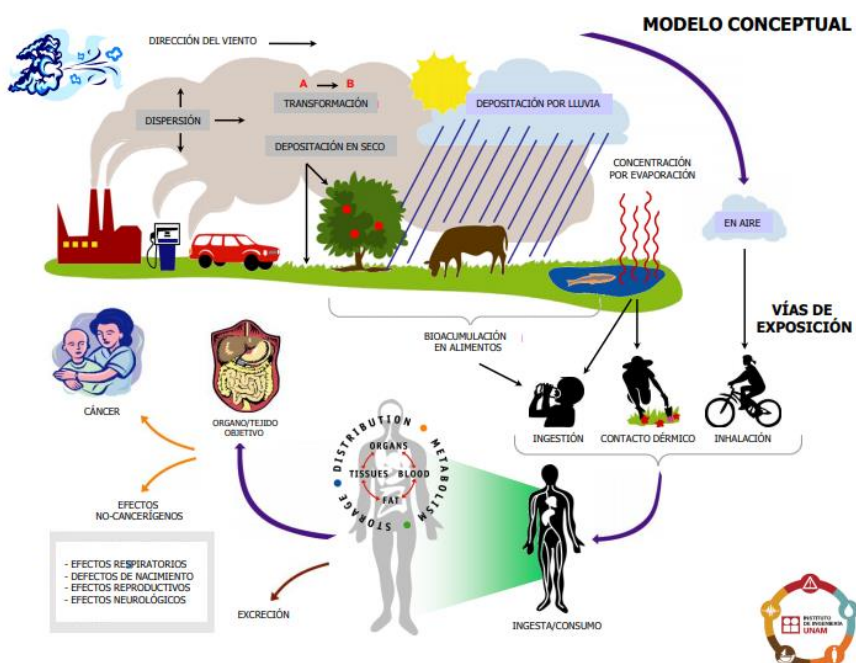


Figura 47 Modelo conceptual de contaminación por hidrocarburos por nube de humo

(Fuente: Instituto de ingeniería UNAM)

Los impactos al ambiente derivados de los escenarios de riesgo analizados serán incluidos en la categorización y análisis de impactos ambientales que se realizan a continuación.

V.2 Resultados

Se elaboraron nueve matrices causa-efecto que relacionan los componentes ambientales (abióticos, bióticos y sociales) con los posibles impactos ambientales que se generarán con el desarrollo del proyecto. Estas matrices relacionan los factores de intensidad, extensión, duración, signo, magnitud, reversibilidad, riesgo, índice de impacto ambiental y significancia, entre los impactos generados en cada uno de los factores analizados. En el análisis se identificaron 51

impactos, de los cuales 11 (20%) pertenecen a la etapa de preparación del sitio, 19 (34.54%) impactos a la etapa de construcción y 21 (38.187%) a la etapa de operación.

MATRIZ DE INTENSIDAD																
ETAPAS- FASES-ACCIONES-IMPACTOS				COMPONENTES AMBIENTALES		ABIÓTICO						BIÓTICO		SOCIAL		
						AIRE		AGUA	SUELO		FLORA	FAUNA				
						Emisiones a la atmósfera	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión	Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora terrestre	Fauna terrestre	Calidad visual y paisaje	Generación de empleo	
Preparación del sitio	Desbroce y chapoleo	Pérdida de comunidades vegetales			0	0	0	3	3	0	3	3	2	0	0	14
		Transformación de paisaje			0	0	0	0	3	0	3	3	3	0	0	12
	Movimiento de tierras	Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada			3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	9
		Afectación al componente fauna			0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6
		Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas			3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5
		Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)			0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4

Construcción	Almacenamiento		Contratación de maquinaria pesada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6
		Rellenos	Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural	0	0	3	3	2	0	2	2	0	0	0	12
		Mano de obra	Generación de residuos sólidos urbanos	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	6
			Generación de aguas residuales	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6
	Almacenamiento	Infraestructura de concreto (firme y diques de retención)	Residuos de concreto (arena, grava, cemento)	0	0	2	3	3	2	2	2	3	0	0	17
			Emisiones a la atmósfera por los camiones	3	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	9
			Erosión por nivelación y/o compactación del suelo	0	0	0	3	3	0	0	0	2	0	0	8
			Pérdida de la permeabilidad del suelo	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Generación de ruido	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	2	8
			Vibraciones por la compactación	0	3	0	2	2	0	0	2	0	0	0	9
			Modificación de los patrones naturales de drenaje	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	6
			Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6
		Tanques de almacenamiento	Generación de humos de soldadura	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Residuos de acero y soldadura	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	4
		Sistema DCI	Residuos de tubería	0	0	0	0	1	2	0	1	2	0	0	6
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Generación de partículas suspendidas	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5
			Generación de ruido	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5
			Residuos de pavimento	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	5
	Reparto	Islas de carga	Desechos de tuberías o mangueras	0	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	5
			Generación de polvo	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4
			Emisiones a la atmósfera por camiones de construcción	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Generación de ruido	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5
		Estacionamiento de camiones	Residuos de pavimento	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Oper.	Almacen.	Tanques de almacenamiento	Generación de vapores de hidrocarburos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Derrames ocasionales de hidrocarburos	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5

Reparto	Sistema de aditivos	Derrames de aditivos	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Sistema de bombas	Generación de ruido por bombas en funcionamiento	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	1	6
	Rutas de acceso (pavimentadas)	Aumento de la temperatura	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5
		Facilidad de transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
	Sistema DCI	Consumo de agua	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Planta API	Contaminación de agua por aguas hidrocarburadas	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	6
		Consumo de agua	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Islas de carga	Generación de vapores de hidrocarburos	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Derrames de aditivos	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	4
		Derrames de hidrocarburos	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3
		Generación de ruido por camiones	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
	Estacionamiento de camiones	Emisiones a la atmósfera por tránsito constante	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Derrames de aceite de los autotanques	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	6
		Derrames de hidrocarburos	1	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	6
		Generación de ruido	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
	Operación de autotanques	Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6
		Generación de aguas residuales	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Generación de residuos sólidos urbanos	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	6
														265

Peso relativo componentes ambientales	34	27	29	14	25	32	19	33	27	12	20	265
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Nota: El valor numérico de intensidad varía de 1 a 3 dependiendo del grado de cambio sufrido, siendo 3= valor indicativo de mayor impacto, 2 = muy bajo impacto, se designa el valor 1 a los impactos leves o imperceptibles y 0 para impactos inexistentes.

MATRIZ DE EXTENSIÓN													
COMPONENTES AMBIENTALES				ABIÓTICO						BIÓTICO		SOCIAL	
				AIRE		AGUA	SUELO			FLORA	FAUNA		
				Emisiones a la atmósfera	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión	Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora terrestre	Fauna terrestre	Calidad visual y paisaje	Peso relativo de acciones
Preparación del sitio	Desbroce	Pérdida de comunidades vegetales	0	0	0	1	1	0	1	2	2	0	7
		Transformación de paisaje	0	0	0	0	2	0	2	2	3	0	9
		Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Afectación al componente fauna	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
		Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
		Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
	Movimiento de tierras	Contratación de maquinaria pesada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
	Rellenos	Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	5
	Mano de obra	Generación de residuos sólidos urbanos	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	4

Construcción	Almacenamiento	Generación de aguas residuales	0	0	2	0	0	0	1	1	1	0	0	5
		Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	5
		Residuos de concreto (arena, grava, cemento)	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	4
		Emisiones a la atmósfera por los camiones	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
		Erosión por nivelación y/o compactación del suelo	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	4
		Pérdida de la permeabilidad del suelo	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	6
		Generación de ruido	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	5
		Vibraciones por la compactación	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
		Modificación de los patrones naturales de drenaje	0	0	3	1	0	0	1	1	0	0	0	6
		Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6
		Generación de humos de soldadura	2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	5
		Residuos de acero y soldadura	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Residuos de tubería	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Generación de partículas suspendidas	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
		Generación de ruido	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4
		Residuos de pavimento	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Desechos de tuberías o mangueras	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Generación de polvo	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	6
		Emisiones a la atmósfera por camiones de construcción	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Generación de ruido	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4
Operación	Almacenamiento	Residuos de pavimento	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
		Generación de vapores de hidrocarburos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
		Derrames ocasionales de hidrocarburos	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Derrames de aditivos	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Reperto	Sistema de bombas	Generación de ruido por bombas en funcionamiento	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4
		Aumento de la temperatura	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Rutas de acceso (pavimentadas)	Facilidad de transporte	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
	Sistema DCI	Consumo de agua	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4
		Contaminación de agua por aguas hidrocarburadas	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	6
	Planta API	Consumo de agua	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Generación de vapores de hidrocarburos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
		Derrames de aditivos	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	7
		Derrames de hidrocarburos	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	7
	Islas de carga	Generación de ruido por camiones	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	6
		Emisiones a la atmósfera por tránsito constante	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7
		Derrames de aceite de los autotankers	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4
		Derrames de hidrocarburos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
	Estacionamiento de camiones	Generación de ruido	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5
		Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
		Generación de aguas residuales	0	0	2	0	0	0	1	1	1	0	0	5
	Operación de autotankers	Generación de residuos sólidos urbanos	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
														202

Peso relativo componentes ambientales	33	14	32	3	12	17	15	24	14	11	36	202
--	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	-----

NOTA: El valor de la extensión es de 3 para impactos regionales, 2 para impactos locales, 1 para impactos puntuales y 0 para impactos inexistentes

MATRIZ DE DURACIÓN															
ETAPAS- FASES-ACCIONES-IMPACTOS				ABIÓTICO						BIÓTICO		SOCIAL			
				AIRE		AGUA	SUELO			FLORA	FAUNA				
				Emisiones a la atmósfera	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión		Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora terrestre	Fauna terrestre	Calidad visual y paisaje	Generación de empleo	
Preparación del sitio	Desbroce y chapoleo	Pérdida de comunidades vegetales	0	0	0	3	3	0	3	3	0	0	0	12	
		Transformación de paisaje	0	0	0	0	3	0	3	3	3	0	0	12	
		Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
		Afectación al componente fauna	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	
		Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	
		Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	
	Movimiento de tierras	Contratación de maquinaria pesada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
	Rellenos	Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	

			Generación de residuos sólidos urbanos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
			Generación de aguas residuales	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Construcción	Almacenamiento	Mano de obra	Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
		Infraestructura de concreto (firme y diques de retención)	Residuos de concreto (arena, grava, cemento)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
			Emisiones a la atmósfera por los camiones	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
			Erosión por nivelación y/o compactación del suelo	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
			Pérdida de la permeabilidad del suelo	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	9
			Generación de ruido	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Vibraciones por la compactación	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
			Modificación de los patrones naturales de drenaje	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
		Tanques de almacenamiento	Generación de humos de soldadura	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
			Residuos de acero y soldadura	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Sistema DCI	Residuos de tubería	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Generación de partículas suspendidas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3
			Generación de ruido	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
			Residuos de pavimento	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Reparto	Islas de carga	Desechos de tuberías o mangueras	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
			Generación de polvo	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
			Emisiones a la atmósfera por camiones de construcción	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Generación de ruido	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Estacionamiento de camiones	Residuos de pavimento	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Operación	Almacenamiento	Tanques de almacenamiento	Generación de vapores de hidrocarburos	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
			Derrames ocasionales de hidrocarburos	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
		Sistema de aditivos	Derrames de aditivos	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4
		Sistema de bombas	Generación de ruido por bombas en funcionamiento	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a sección, CP. 78216, San Luis Potosí S.L.P., Tel.: (444) 834 20 00, www.ipicyt.edu.mx

Reparto	Rutas de acceso (pavimentadas)	Aumento de la temperatura	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Facilidad de transporte	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	3	8
	Sistema DCI	Consumo de agua	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	6
	Planta API	Contaminación de agua por aguas hidrocarburadas	0	0	3	0	0	3	0	3	0	0	3	12
		Consumo de agua	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4
	Islas de carga	Generación de vapores de hidrocarburos	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
		Derrames de aditivos	2	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	7
		Derrames de hidrocarburos	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	9
		Generación de ruido por camiones	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	3	9
	Estacionamiento de camiones	Emisiones a la atmósfera por tránsito constante	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
		Derrames de aceite de los autotanques	2	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	7
		Derrames de hidrocarburos	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	9
		Generación de ruido	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
	Operación de autotanques	Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
		Generación de aguas residuales	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Generación de residuos sólidos urbanos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
														208

Peso relativo componentes ambientales	40	16	31	9	9	23	8	16	6	6	48	208
--	----	----	----	---	---	----	---	----	---	---	----	-----

Nota: El valor numérico de la duración es de 3 para impactos de largo plazo (más de 10 años), 2 para impactos de mediano plazo (5 a 10 años), 1 para impactos de corto plazo (menos de 5 años) y 0 para impactos de ninguna duración

MATRIZ DE SIGNO														
COMPONENTES AMBIENTALES				ABIÓTICO					BIÓTICO		SOCIAL			
				AIRE		AGUA	SUELO		FLORA	FAUNA				
				Emisiones a la atmósfera	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión	Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora terrestre	Fauna terrestre	Calidad visual y paisaje	Generación de empleo	Calidad de vida de población
ETAPAS- FASES-ACCIONES-IMPACTOS														
Preparación del sitio	Desbroce y chapoleo	Pérdida de comunidades vegetales		0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0
		Transformación de paisaje		0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	0	0
	Movimiento de tierras	Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada		-1	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1
		Afectación al componente fauna		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas		-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
		Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)		0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
	Movimiento de tierras	Contratación de maquinaria pesada		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Rellenos	Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural		0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0
	Mano de obra	Generación de residuos sólidos urbanos		0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
		Generación de aguas residuales		0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Generación de empleos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Con.	Alm.	Residuos de concreto (arena, grava, cemento)		0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0

Operación	Reperto	Infraestructura de concreto (firme y diques de retención)	Emisiones a la atmósfera por los camiones	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
			Erosión por nivelación y/o compactación del suelo	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0
			Pérdida de la permeabilidad del suelo	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
			Generación de ruido	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1
			Vibraciones por la compactación	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1
			Modificación de los patrones naturales de drenaje	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1
			Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		Tanques de almacenamiento	Generación de humos de soldadura	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
			Residuos de acero y soldadura	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
		Sistema DCI	Residuos de tubería	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Generación de partículas suspendidas	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1
			Generación de ruido	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1
			Residuos de pavimento	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
	Reperto	Islas de carga	Desechos de tuberías o mangueras	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
		Estacionamiento de camiones	Generación de polvo	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
			Emisiones a la atmósfera por camiones de construcción	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Generación de ruido	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
			Residuos de pavimento	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
		Almacenamiento	Tanques de almacenamiento	Generación de vapores de hidrocarburos	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
			Derrames ocasionales de hidrocarburos	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Sistema de aditivos	Derrames de aditivos	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
			Sistema de bombas	Generación de ruido por bombas en funcionamiento	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1
	Almacenamiento	Rutas de acceso (pavimentadas)	Aumento de la temperatura	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Facilidad de transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Sistema DCI	Consumo de agua	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Planta API	Contaminación de agua por aguas hidrocarbурadas	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	-1
			Consumo de agua	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1

Reperto	Islas de carga	Generación de vapores de hidrocarburos	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
		Derrames de aditivos	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
		Derrames de hidrocarburos	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
		Generación de ruido por camiones	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
	Estacionamiento de camiones	Emisiones a la atmósfera por tránsito constante	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Derrames de aceite de los autotankers	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
		Derrames de hidrocarburos	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Generación de ruido	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
	Operación de autotankers	Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		Generación de aguas residuales	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Generación de residuos sólidos urbanos	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0

Nota: Un signo negativo (-1) implica un impacto adverso y un signo positivo (+1) un impacto benéfico. Un espacio en blanco implica que no hay impacto producido

MATRIZ DE MAGNITUD													
COMPONENTES AMBIENTALES				ABIÓTICO						BIÓTICO		SOCIAL	
				AIRE		AGUA	SUELO			FLORA	FAUNA		
				Emisiones a la atmósfera	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión	Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora terrestre	Fauna terrestre	Calidad visual y paisaje	Calidad de vida de población
ETAPAS- FASES-ACCIONES-IMPACTOS	Preparación del sitio	Desbroce y chapoleo	Pérdida de comunidades vegetales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.20	-2.60	-1.60	0.00
			Transformación de paisaje	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.60	0.00	-2.60	-2.60	-3.00	0.00
			Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada	-1.40	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.20	0.00	-0.80
			Afectación al componente fauna	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00
			Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas	-2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40
			Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Contratación de maquinaria pesada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	2.40
		Rellenos	Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural	0.00	0.00	-1.20	0.00	0.00	-1.40	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mano de obra	Generación de residuos sólidos urbanos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00	0.00
			Generación de aguas residuales	0.00	0.00	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Construcción	Almacenamiento	Generación de empleos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	2.00
		Residuos de concreto (arena, grava, cemento)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Emisiones a la atmósfera por los camiones	-2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40
		Erosión por nivelación y/o compactación del suelo	0.00	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.20	0.00	0.00	0.00
		Pérdida de la permeabilidad del suelo	0.00	0.00	-2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Generación de ruido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.00	0.00	0.00	-1.20	0.00
		Vibraciones por la compactación	0.00	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40	0.00	0.00	0.00	0.00
		Modificación de los patrones naturales de drenaje	0.00	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	2.60	0.00
		Infraestructura de concreto (firme y diques de retención)	Generación de humos de soldadura	-2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.60
		Tanques de almacenamiento	Residuos de acero y soldadura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Residuos de tubería	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Sistema DCI	Generación de partículas suspendidas	-2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.80	0.00	0.00	0.00	-0.20
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Generación de ruido	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.60	0.00	0.00	-0.20
			Residuos de pavimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Reparto	Islas de carga	Desechos de tuberías o mangueras	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Generación de polvo	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Emisiones a la atmósfera por camiones de construcción	-2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Generación de ruido	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Estacionamiento de camiones	Residuos de pavimento	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Operación	Almacenamiento		Generación de vapores de hidrocarburos	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40
			Derrames ocasionales de hidrocarburos	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Sistema de aditivos	Derrames de aditivos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Sistema de bombas	Generación de ruido por bombas en funcionamiento	0.00	-2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.40
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Aumento de la temperatura	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Facilidad de transporte	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80
		Sistema DCI	Consumo de agua	0.00	0.00	-1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Reparto	Planta API	Contaminación de agua por aguas hidrocarburadas	0.00	0.00	-3.00	0.00	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.60
		Consumo de agua	0.00	0.00	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.60
	Islas de carga	Generación de vapores de hidrocarburos	-2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.80
		Derrames de aditivos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Derrames de hidrocarburos	-1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.80
		Generación de ruido por camiones	0.00	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40
	Estacionamiento de camiones	Emisiones a la atmósfera por tránsito constante	-2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Derrames de aceite de los autotankers	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Derrames de hidrocarburos	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Operación de autotankers	Generación de ruido	0.00	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.40
		Generación de empleos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.00
		Generación de aguas residuales	0.00	0.00	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Generación de residuos sólidos urbanos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Magnitud Total del Impacto sobre el Componente Ambiental respectivo	-30.40	-14.20	-16.60	-2.20	-3.40	-22.00	-7.60	-8.80	-5.80	10.40	-6.40
Valoración de Impactos Positivos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	4
Valoración Impactos Negativos	14	7	8	1	2	14	4	6	3	0	15

Simbología:	Peso del Factor Intensidad, Wi:	0.40
	Peso del Factor Extensión, We:	0.40
	Peso del Factor Duración, Wd:	0.20

MATRIZ DE REVERSIBILIDAD																
ETAPAS- FASES-ACCIONES-IMPACTOS			COMPONENTES AMBIENTALES						ABIÓTICO			BIÓTICO		SOCIAL		
			AIRE		AGUA	SUELO			FLORA	FAUNA						
			Emisiones a la atmósfera	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión	Afectación de hábitats		Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora terrestre	Fauna terrestre	Calidad visual y paisaje	Generación de empleo	Calidad de vida de población	Peso relativo de acciones	
Preparación del sitio	Desbroce y chapoleo	Pérdida de comunidades vegetales	0	0	0	2	3	0	3	3	2	0	0	13		
		Transformación de paisaje	0	0	0	0	3	0	3	2	3	0	0	11		
	Movimiento de tierras	Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada	3	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8		
		Afectación al componente fauna	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3		
		Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5		
		Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3		
		Contratación de maquinaria pesada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Rellenos	Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural	0	0	3	2	3	0	2	2	0	0	0	12		
	Mano de obra	Generación de residuos sólidos urbanos	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2		
		Generación de aguas residuales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Construcción	Almacenamiento	Infraestructura de concreto (firme y diques de retención)	Residuos de concreto (arena, grava, cemento)	0	0	3	2	3	0	3	3	0	0	0	14
			Emisiones a la atmósfera por los camiones	3	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0	10
			Erosión por nivelación y/o compactación del suelo	0	0	0	3	2	0	0	0	2	0	0	7
			Pérdida de la permeabilidad del suelo	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Generación de ruido	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	2	7
			Vibraciones por la compactación	0	3	0	2	1	0	0	1	0	0	0	7
			Modificación de los patrones naturales de drenaje	0	0	3	0	3	0	3	0	0	0	0	9
			Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Tanques de almacenamiento	Generación de humos de soldadura	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Residuos de acero y soldadura	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
	Reparto	Sistema DCI	Residuos de tubería	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	3
			Generación de partículas suspendidas	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Generación de ruido	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	2	7
			Residuos de pavimento	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	5
			Islas de carga	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	4
Operación	Almacenamiento	Estacionamiento de camiones	Desechos de tuberías o mangueras	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	4
			Generación de polvo	3	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	6
			Emisiones a la atmósfera por camiones de construcción	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Generación de ruido	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5
		Tanques de almacenamiento	Residuos de pavimento	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	5
			Generación de vapores de hidrocarburos	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Derrames ocasionales de hidrocarburos	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
			Sistema de aditivos	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
			Generación de ruido por bombas en funcionamiento	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5
			Aumento de la temperatura	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6
			Facilidad de transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sistema DCI	Consumo de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Planta API	Contaminación de agua por aguas hidrocarburadas	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	5

Reparto		Consumo de agua	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Generación de vapores de hidrocarburos	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Derrames de aditivos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Derrames de hidrocarburos	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5
		Islas de carga	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
		Emisiones a la atmósfera por tránsito constante	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Derrames de aceite de los autotankers	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	4
		Derrames de hidrocarburos	3	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	7
		Generación de ruido	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
		Generación de aguas residuales	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Operación de autotankers	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
														227

Peso relativo de Componentes Ambientales	42	23	26	11	29	17	21	31	18	3	6	227
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	-----

Nota: El valor numérico de la reversibilidad es de 3 para impactos irreversibles, 2,5 para impactos recuperables a largo plazo (más de 20 años), 2 para impactos parcialmente reversibles, 1 para impactos altamente reversibles y 0 para impactos neutros

MATRIZ DE RIESGO																	
ETAPAS- FASES-ACCIONES-IMPACTOS				COMONENTES AMBIENTALES						ABIÓTICO			BIÓTICO		SOCIAL		
				AIRE		AGUA	SUELO			FLORA	FAUNA						
				Emisiones a la atmósfera	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión	Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora terrestre	Fauna terrestre	Calidad visual y paisaje	Generación de empleo	Calidad de vida de población	Peso relativo de acciones		
Preparación del sitio	Desbroce y chapoleo	Pérdida de comunidades vegetales	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	6			
		Transformación de paisaje	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	6			
	Movimiento de tierras	Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada	3	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	9		
		Afectación al componente fauna	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3		
		Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas	3	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	2	9		
		Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3		
		Contratación de maquinaria pesada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	5			
	Rellenos	Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural	0	0	3	0	1	3	1	0	0	0	0	8			
	Mano de obra	Generación de residuos sólidos urbanos	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3		
		Generación de aguas residuales	0	0	2	0	0	3	2	1	0	0	0	1	9		

Construcción	Almacenamiento		Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	5
		Infraestructura de concreto (firme y diques de retención)	Residuos de concreto (arena, grava, cemento)	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
			Emisiones a la atmósfera por los camiones	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
			Erosión por nivelación y/o compactación del suelo	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
			Pérdida de la permeabilidad del suelo	0	0	3	3	3	0	3	2	0	0	3	17
			Generación de ruido	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	6
			Vibraciones por la compactación	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6
			Modificación de los patrones naturales de drenaje	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6
		Tanques de almacenamiento	Generación de humos de soldadura	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
			Residuos de acero y soldadura	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
		Sistema DCI	Residuos de tubería	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Generación de partículas suspendidas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
			Generación de ruido	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Residuos de pavimento	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
	Reparto	Islas de carga	Desechos de tuberías o mangueras	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
		Estacionamiento de camiones	Generación de polvo	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Emisiones a la atmósfera por camiones de construcción	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
			Generación de ruido	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
			Residuos de pavimento	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Operación	Almacenamiento	Tanques de almacenamiento	Generación de vapores de hidrocarburos	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
			Derrames ocasionales de hidrocarburos	3	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	8
		Sistema de aditivos	Derrames de aditivos	3	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	8
		Sistema de bombas	Generación de ruido por bombas en funcionamiento	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Aumento de la temperatura	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2.5	8.5
			Facilidad de transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
		Sistema DCI	Consumo de agua	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a sección, CP. 78216, San Luis Potosí S.L.P., Tel.: (444) 834 20 00, www.ipicyt.edu.mx

Reperto	Planta API	Contaminación de agua por aguas hidrocarburadas	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	6
		Consumo de agua	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Islas de carga	Generación de vapores de hidrocarburos	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Derrames de aditivos	2	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	7
		Derrames de hidrocarburos	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	6
		Generación de ruido por camiones	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
	Estacionamiento de camiones	Emisiones a la atmósfera por tránsito constante	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
		Derrames de aceite de los autotankers	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	6
		Derrames de hidrocarburos	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Generación de ruido	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	3	9
	Operación de autotankers	Generación de empleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
		Generación de aguas residuales	0	0	2	0	0	3	2	1	0	0	1	9
		Generación de residuos sólidos urbanos	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3
														260

Peso relativo componentes ambientales	49	20	27	6	25	41	12	20	5	12	43	260
--	----	----	----	---	----	----	----	----	---	----	----	-----

Nota: El valor numérico del riesgo es de 3 para impactos que tienen una probabilidad de ocurrencia alta (más del 50%), 2 para impactos que tienen una probabilidad media (del 10 al 50%)
1 para impactos con probabilidad de ocurrencia baja (menos del 10%)
y 0 para impactos sin ocurrencia

ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL																	
ETAPAS- FASES-ACCIONES-IMPACTOS				COMONENTES AMBIENTALES						ABIÓTICO			BIÓTICO		SOCIAL		
				AIRE		AGUA	SUELO			FLOR A	FAUNA						
				Emisiones a la atmósfera	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión	Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora terrestre	Fauna terrestre	Calidad visual y paisaje	Generación de empleo	Calidad de vida de población	Peso relativo de acciones		
Preparación del sitio	Desbroce y chapoleo	Pérdida de comunidades vegetales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.65	2.83	0.00	0.00	0.00	5			
		Transformación de paisaje	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	6			
		Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada	2.21	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4			
		Afectación al componente fauna	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00	3			
		Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3			
		Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0			
	Movimiento de tierras	Contratación de maquinaria pesada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0			
	Rellenos	Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural	0.00	0.00	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2			

Construcción	Mano de obra	Generación de residuos sólidos urbanos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
		Generación de aguas residuales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		Generación de empleos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	Almacenamiento	Residuos de concreto (arena, grava, cemento)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		Emisiones a la atmósfera por los camiones	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
		Erosión por nivelación y/o compactación del suelo	0.00	0.00	0.00	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
		Pérdida de la permeabilidad del suelo	0.00	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
		Generación de ruido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.55	0.00	0.00	1.84	4
		Vibraciones por la compactación	0.00	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	0.00	0.00	0.00	4
		Modificación de los patrones naturales de drenaje	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
		Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		Generación de humos de soldadura	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
		Tanques de almacenamiento	Residuos de acero y soldadura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	1
		Sistema DCI	Residuos de tubería	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	1
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Generación de partículas suspendidas	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
			Generación de ruido	0.00	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
			Residuos de pavimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	2
	Reparto	Islas de carga	Desechos de tuberías o mangueras	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	1
		Estacionamiento de camiones	Generación de polvo	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
			Emisiones a la atmósfera por camiones de construcción	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
			Generación de ruido	0.00	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
			Residuos de pavimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	2
Operación	Almacenamiento	Tanques de almacenamiento	Generación de vapores de hidrocarburos	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
			Derrames ocasionales de hidrocarburos	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
		Sistema de aditivos	Derrames de aditivos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		Sistema de bombas	Generación de ruido por bombas en funcionamiento	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
			Aumento de la temperatura	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3

Reparto	Rutas de acceso (pavimentadas)	Facilidad de transporte	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	Sistema DCI	Consumo de agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	Planta API	Contaminación de agua por aguas hidrocarburadas	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	2.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6
		Consumo de agua	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
	Islas de carga	Generación de vapores de hidrocarburos	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
		Derrames de aditivos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
		Derrames de hidrocarburos	2.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
		Generación de ruido por camiones	0.00	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73	4
	Estacionamiento de camiones	Emisiones a la atmósfera por tránsito constante	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
		Derrames de aceite de los autotanques	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		Derrames de hidrocarburos	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
		Generación de ruido	0.00	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
	Operación de autotanques	Generación de empleos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.92	0.00	3
		Generación de aguas residuales	0.00	0.00	1.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
		Generación de residuos sólidos urbanos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0

110

TOTAL	36.67	17.64	14.59	2.65	2.83	14.00	2.65	9.81	3.00	2.92	3.58
Simbología: Peso del Factor Reversibilidad, W_{RV} :	0.3										
Peso del Factor Riesgo, W_{RG} :	0.3										
Peso del Factor Magnitud, W_M :	0.4										

MATRIZ DE SIGNIFICANCIA													
COMPONENTES AMBIENTALES				ABIÓTICO						BIÓTICO		SOCIAL	
				AIRE		AGUA	SUELO			FLOR A	FAUNA		
				Emissiones a la atmósfera	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión	Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora terrestre	Fauna terrestre	Calidad visual y paisaje	Calidad de vida de población
ETAPAS- FASES-ACCIONES-IMPACTOS													
Preparación del sitio	Desbroce y chapoleo		Pérdida de comunidades vegetales	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	alto	alto	neutro	neutro
			Transformación de paisaje	neutro	neutro	neutro	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	alto	neutro
			Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada	alto	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Afectación al componente fauna	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	alto	neutro	neutro
			Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Generación de residuos orgánicos (suelo y materia vegetal)	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
	Movimiento de tierras		Contratación de maquinaria pesada	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
	Rellenos		Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural	neutro	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
	Mano de obra		Generación de residuos sólidos urbanos	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro
			Generación de aguas residuales	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro

Construcción	Almacenamiento		Generación de empleos	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Infraestructura de concreto (firme y diques de retención)	Residuos de concreto (arena, grava, cemento)	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Emisiones a la atmósfera por los camiones	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Erosión por nivelación y/o compactación del suelo	neutro	neutro	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Pérdida de la permeabilidad del suelo	neutro	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Generación de ruido	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	alto	neutro	neutro	medio
			Vibraciones por la compactación	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro
			Modificación de los patrones naturales de drenaje	neutro	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Ganancias económicas para la empresa de cemento premezclado	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Tanques de almacenamiento	Generación de humos de soldadura	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Residuos de acero y soldadura	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Sistema DCI	Residuos de tubería	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Generación de partículas suspendidas	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Generación de ruido	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Residuos de pavimento	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
	Reparto	Islas de carga	Desechos de tuberías o mangueras	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Estacionamiento de camiones	Generación de polvo	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Emisiones a la atmósfera por camiones de construcción	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Generación de ruido	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Residuos de pavimento	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
Operación	Almacenamiento	Tanques de almacenamiento	Generación de vapores de hidrocarburos	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Derrames ocasionales de hidrocarburos	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Sistema de aditivos	Derrames de aditivos	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Sistema de bombas	Generación de ruido por bombas en funcionamiento	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Rutas de acceso (pavimentadas)	Aumento de la temperatura	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
			Facilidad de transporte	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Sistema DCI	Consumo de agua	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro

Reparto	Planta API	Contaminación de agua por aguas hidrocarbonadas	neutro	neutro	alto	neutro	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Consumo de agua	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
	Islas de carga	Generación de vapores de hidrocarburos	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Derrames de aditivos	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Derrames de hidrocarburos	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Generación de ruido por camiones	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio
	Estacionamiento de camiones	Emisiones a la atmósfera por tránsito constante	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Derrames de aceite de los autotankers	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Derrames de hidrocarburos	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Generación de ruido	neutro	alto	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
	Operación de autotankers	Generación de empleos	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	alto	neutro
		Generación de aguas residuales	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
		Generación de residuos sólidos urbanos	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro

V.2.1 Componentes ambientales abióticos

Aire

Emisiones a la atmósfera

La emisión de partículas suspendidas y gases contaminantes producto de la combustión interna de la maquinaria, equipo y vehículos automotores se considera un impacto alto que se producirá al inicio del proyecto durante un periodo corto de tiempo, con la posibilidad de que prevalezca durante toda la vida útil de las construcciones y la operación. Este componente obtuvo los valores más altos de impacto debido particularmente por las actividades realizadas en las etapas de preparación del sitio y construcción. Durante la etapa de operación el componente aire se verá afectado de manera significativa por las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes producto de la circulación constante de vehículos y la generación de vapores de hidrocarburos, considerando que la TAR se prevé que funcione de forma continua y permanente. Sin embargo, la tecnología de última generación empleada en este proyecto contribuirá a la disminución de los impactos generados a este componente ambiental. De los 51 impactos evaluados 14 representan a la categoría alto impacto. Los resultados del análisis señalan que el componente emisiones a la atmósfera tiene un valor de impacto alto con carácter negativo, se obtuvo un valor de magnitud de -30.40 y un valor de VIA de 36.67.

Niveles de ruido y vibraciones

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el ruido es otro impacto generado por las actividades que implican la utilización de maquinaria y equipo especializado lo que alterará los niveles normales de ruido. Los impactos ocasionados por estas actividades, serán de carácter significativo, pero de manera eventual y puntual. Durante la etapa de operación la generación de ruido será principalmente por la circulación constante de autotankers y en menor porcentaje por la actividad constante de las bombas. De los 51 impactos evaluados 7 obtuvieron la categoría de alto impacto, los resultados mostraron un valor de magnitud de -14.20 y un valor de VIA de 17.64.

Agua

Calidad de agua superficial y subterránea

En la etapa de preparación del sitio, las actividades que implican la nivelación y compactación de terrenos requieren volúmenes poco significativos de agua. Los impactos ocasionados hacia este componente ambiental en cuanto al consumo serán locales e imperceptibles, considerando que el requerimiento de agua se realizará en áreas y etapas específicas. Durante la etapa de construcción, el requerimiento de agua será mínimo y en su caso provendrá de pipas contratadas a un tercero, por lo que este recurso no se verá afectado considerablemente y el impacto se considera local de baja significancia y reversible a corto plazo una vez que se deje de utilizar el recurso.

Con la construcción de toda la infraestructura en el proyecto se verá afectada la permeabilidad del suelo, lo que puede impactar en la recarga de los mantos freáticos de la zona. Durante la operación de la TAR existe probabilidad de generarse aguas potencialmente hidrocarburadas y debido a la estructura química de los derivados del petróleo resulta difícil la total eliminación de estos en el agua. El consumo de agua operativo de la Terminal, dado que ésta solamente se requiere para uso ocupacional, provendrá de la red de agua potable, por lo que por esta actividad no se impactará la disponibilidad de aguas superficiales o de los acuíferos de la zona.

De los 51 impactos evaluados 4 pertenecen a la categoría de alto impacto y 2 a medio impacto. Los resultados mostraron un valor de Magnitud de -16.60 y un valor de VIA de 14.59.

Suelo

Durante la etapa de preparación del sitio se realizarán actividades que implican la utilización de maquinaria pesada y equipo, que desplazarán considerables cantidades de suelo y adicionarán materiales para la consolidación del terreno, dichos materiales provendrán de otros sitios. Esto traerá como consecuencia que se vea afectados los perfiles naturales del suelo. Aun considerando que se realizarán estas actividades sólo en el sitio del proyecto, los impactos ocasionados serán significativos. El impacto a este elemento se consideró porque afectará la calidad del suelo, lo hará de manera puntual y temporal, toda vez que la empresa prevé acciones de limpieza y manejo de estos residuos en el predio. Otro impacto considerado importante es la pérdida de permeabilidad

del suelo ocasionado por la infraestructura de concreto, ya que será de manera permanente y el material utilizado puede generar impactos en el cambio de las características del suelo, erosión y vibraciones por la compactación necesaria en su instalación. De los 51 impactos evaluados 4 obtuvieron carácter alto y 2 medio. Los resultados mostraron un valor de magnitud para el componente erosión bajo de carácter negativo (-2.20) y un valor de VIA de 2.65. Mientras que para el componente afectación de hábitats la magnitud fue de -3.40 y VIA de 2.83. El componente calidad de suelo por presencia de desechos obtuvo un valor de magnitud de -22 y un valor de VIA de 14.

Paisaje

El paisaje del predio en el que se edificará la TAR está cubierto por pastizal y no posee atributos naturales importantes. De acuerdo con el análisis de paisaje realizado, la visibilidad en el predio es alta debido a que se encuentra cerca de la carretera principal. La calidad paisajística de este predio es baja al igual que su fragilidad, por lo que no posee gran valor paisajístico. En términos del área de influencia considerado, existen áreas de calidad paisajística elevada sobre todo al norte de la subcuenca, en donde todavía existen fragmentos importantes de vegetación natural, los cuales también poseen los valores de mayor fragilidad, sin embargo, la mayor parte del área posee una fragilidad media a baja. Hay que mencionar que si bien la mayoría del área se encuentra con pocos atributos de valor paisajístico, y que la valoración de impactos de baja significancia y puntual, estos serán permanentes.

V.2.2 Componentes ambientales bióticos

Vegetación terrestre

Cualquier modificación realizada en un ecosistema, provoca una reacción del mismo, cuya magnitud depende principalmente por el grado del impacto provocado. Esta reacción trae como consecuencia una serie de fenómenos que producen a su vez cambios ecológicos. La cubierta vegetal del área de estudio corresponde principalmente a pastizales que son comunidades

compuestas por especies que interactúan entre sí; estas interacciones se realizan mediante competencia por el espacio, la luz, el agua y los nutrientes. Los disturbios en estos sistemas naturales se expresan a través de procesos de degradación. La pérdida de las comunidades vegetales trae como consecuencia la disminución de la diversidad en la zona donde se desarrollará el proyecto. El impacto de carácter alto a este componente ambiental será por la actividad de desbroce y chapoleo donde se perderán las comunidades vegetales, aunque la diversidad de especies es baja, la severidad del impacto causado por la pérdida de comunidades vegetales influye directamente en los ecosistemas siendo este impacto irreversible por las características propias del proyecto. Los resultados mostraron un valor de magnitud de -7.60 y un VIA de 2.65.

Fauna

La pérdida y fragmentación del hábitat tiene frecuentemente efectos negativos sobre las comunidades de fauna que habitan en un espacio determinado y constituye una de las causas principales de pérdida en las funciones de los ecosistemas. Las consecuencias de la pérdida de las comunidades vegetales para la fauna son complejas y variables, debido a que las especies responden de manera diferente a la pérdida y aislamiento del medio. Las especies con movilidad limitada, o aquellas que requieren de superficies extensas o que tienen fuerte dependencia a un determinado tipo de hábitat serán las primeras en sufrir pérdidas en sus poblaciones o consecuencias por el aislamiento. Por el contrario, las especies que pueden utilizar hábitats diversos, abundantes o pueden soportar distintos niveles de perturbación posiblemente no se verán afectadas significativamente. Uno de los factores que representan gran impacto para la fauna es la perturbación por ruido sobretodo en épocas sensibles, como la de reproducción o crianza. Estas acciones constituyen impactos significativos representados con un valor de magnitud de -8.8 y un valor de VIA de 9.81.

V.2.3 Componente social

Calidad visual y paisaje

El paisaje representa la percepción que posee un sistema ambiental como aglutinador de características del medio físico y su capacidad para absorber los usos que se desarrollan en él. Por lo que el paisaje generalmente es analizado por la calidad visual que posee como una medida del grado de excelencia de éste para que su estructura se conserve en la mayor medida posible. La evaluación de la calidad del paisaje es medida con base en su fragilidad que constituye la susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla un uso diferente a las condiciones naturales, mediante una ponderación de los atributos visuales que lo hacen único y representativo.

Debido a la perturbación que presenta el área de estudio puede ser considerada como un paisaje de baja calidad, debido a que contiene muy poca variedad de atributos naturales. El impacto que generará la construcción de la Terminal representa un impacto de intrusión visual, este impacto se refiere a la incorporación de un nuevo elemento en el paisaje, el cual pasará a ser dominante en relación a la concentración visual hacia él, porque su proporción de tamaño dominará sobre los otros atributos del paisaje, transformándose en el principal elemento visual. Los resultados mostraron que la calidad visual del paisaje obtuvo un valor de magnitud de -5.8 y un valor de VIA de 3.

Generación de empleo

El efecto de la inversión extranjera sobre el empleo es un tema de la política económica actual, durante las últimas décadas México ha sido un país receptor de importantes flujos de capital. A pesar del crecimiento del producto per cápita existen grandes dificultades para generar empleos, cuando la inversión extranjera complementa la inversión nacional, representa la creación de nuevas empresas que tienen como resultado el aumento en la demanda de trabajadores. La importancia de generar empleos formales radica en que la empresa otorga a los individuos mayor certeza sobre su situación laboral y esta correlacionado con altos niveles de productividad, lo que se refleja directamente en la calidad de vida de la población. Los impactos sobre la generación de

empleos se reflejan en el valor de magnitud que obtuvo este componente ambiental alto y positivo con un valor de magnitud de 10.4 y un valor de VIA de 2.92.

Calidad de vida de la población

La calidad de vida es un concepto que hace referencia a varios factores ambientales, materiales, política gubernamental y de relacionamiento; esta calidad de vida tiene que ver con el bienestar social o comunitario y con aspectos específicos de carácter individual o grupal. Es considerado como el bienestar de un individuo como integrante de un grupo, no sólo considerando los bienes materiales que dicho individuo puede adquirir a lo largo de su vida, sino también relacionado con los bienes y servicios a los que tiene acceso. La implementación de proyectos o empresas que puedan aumentar la calidad de vida de la población puede resultar en un beneficio tanto para la empresa como para el trabajador o su familia, lo que puede verse reflejado en la evolución y desarrollo del trabajador, elevada motivación, mejor desenvolvimiento en sus funciones, mayor eficiencia en la empresa, menos accidentes de trabajo, entre otros factores.

Por otra parte, uno de los impactos positivos más importantes de la Terminal de Almacenamiento de Hidrocarburos se basa en la importancia del petróleo, debido a que es la principal fuente de energía mundial, por lo que todas las actividades económicas se sustentan en este producto, es un recurso natural no renovable por lo que existe la posibilidad del agotamiento de las reservas en el futuro. El almacenamiento de hidrocarburos es una de las actividades más importantes dentro de la cadena logística de esta industria, debido a que además de actuar como punto de referencia, mantener las reservas de hidrocarburos contribuye con la estabilización de la economía del país. Los resultados del análisis mostraron que el componente calidad de vida de la población obtuvo un valor de magnitud de -6.40 y uno de VIA de 3.58.

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

En el capítulo anterior fueron identificados y planteados los posibles impactos ambientales que probablemente se generarán durante el desarrollo del proyecto. En este apartado se establecen las medidas de prevención y mitigación necesarias para minimizar o atenuar las alteraciones ambientales que podrían ocasionarse en las diferentes etapas y actividades del proyecto.

Medidas preventivas (MP)

Estas medidas son las más importantes ya que por su carácter preventivo se anticipan a la aparición de un efecto ambiental negativo generado por las actividades del proyecto y pueden incluirse en todas las fases, desde el diseño hasta la operación.

Estas medidas se pueden aplicar en aspectos como:

- Mejora en el diseño
- Ubicación física óptima del proyecto
- Disminución de gases contaminantes
- Disminución de descarga de contaminantes en agua
- Disminución de residuos sólidos
- Mantenimiento adecuado de las instalaciones
- Inspección y vigilancia

Medidas de mitigación (MM)

Son medidas que se aplican para disminuir la magnitud o intensidad de los impactos ambientales adversos que son inevitables en el desarrollo del proyecto.

Estas medidas se pueden ejecutar en los siguientes aspectos:

- Cuidado de la armonía y continuidad del paisaje
- Consumo responsable
- Control y mantenimiento
- Manejo de residuos

PREPARACIÓN DEL SITIO

ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA
Desbroce y chapoleo	Pérdida de las comunidades vegetales	Las obras o actividades cuya localización no ha sido definida o que deba definirse al momento de ejecutarse (por ejemplo, lugares de acopio de material) se localizarán de preferencia en sectores libres de vegetación. La remoción de vegetación se limitará a lo estrictamente necesario para la construcción de caminos e instalación de estructuras. Previo a esta actividad se deberá constatar que no existan especies contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. El personal encargado de esta actividad deberá acatar indicaciones de cortar sólo la superficie señalada y las especies que le sean mencionadas por el encargado de la obra.	MP

ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA
	Transformación del paisaje	Teniendo en cuenta que la infraestructura del proyecto es un conjunto de estructuras verticales (tanques), no parece posible mimetizarla en el entorno. Sin embargo, es posible proyectar su trazado por aquel lugar que presente menor impacto respecto del paisaje, teniendo en cuenta su viabilidad técnica. La selección de alternativas para el trazado, se puede llevar a cabo mediante la elección de aquella que posee menor impacto global. Se propone de manera alternativa conservar un vallado de vegetación nativa alrededor del predio, así como conservar con vegetación al menos el 3% del terreno del predio, en caso de que por diseño o logística esto no pueda ser posible, se propone la reforestación de un área cercana al predio con especies nativas, de manera que se cubra el equivalente al 10% de la superficie del predio.	MM
Movimiento de tierras	Contaminación del aire por la generación de partículas suspendidas	Durante el desarrollo de la remoción de suelo, excavaciones se mantendrán humedecidas las superficies de trabajo susceptibles de formar tolvánicas, para evitar la dispersión de partículas. Se asegurará que los camiones que transporten material hacia el sitio de la obra o lo saquen de la misma se cubran con lonas para evitar la dispersión de este material durante su recorrido. Se verificará el estricto cumplimiento de las normas de tránsito vigentes, en particular la velocidad de operación de	MM

ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA
		los vehículos para evitar la dispersión de partículas. Se humedecerán periódicamente los caminos para disminuir la emisión de partículas.	
	Ruido y emisiones de gases por el uso de maquinaria pesada	Se deberá minimizar al máximo la generación de ruidos y vibraciones de estos equipos, controlando los motores y el estado de los silenciadores. Las tareas que produzcan altos niveles de ruidos, como el movimiento de camiones, hormigón elaborado, suelo de excavaciones, materiales, insumos y equipos, además de los ruidos de la máquina de excavaciones, motoniveladora, pala mecánica y la máquina compactadora en la zona de obra, ya sea por la elevada emisión de la fuente o la suma de los efectos de diversas fuentes, deberán planearse adecuadamente para mitigar la emisión, de acuerdo al cronograma de la obra. Se deberá verificar el correcto funcionamiento de los motores de combustión para evitar desajustes que pudieran producir emisiones de gases.	MP
	Afectación al componente fauna	Deberán evitarse excavaciones y remociones de suelo innecesarias, ya que las mismas producen daños al hábitat, perjudicando a la flora y fauna silvestre. Concientizar a los trabajadores y operarios para que respeten la fauna,	MP

ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA
		debido a que normalmente están acostumbrados a depredar las especies.	
Rellenos	Modificación de características del suelo por introducción de material ajeno al natural	Se deberá buscar que el suelo que se integre para la nivelación del terreno sea de características similares a las que existen en la zona o provenga de un área cercana a la del proyecto.	MP
Mano de obra	Generación de residuos sólidos urbanos	El contratista deberá disponer los medios necesarios para lograr una correcta gestión de residuos durante todo el desarrollo de la obra. Los residuos orgánicos generados durante esta actividad serán almacenados dentro del predio y posteriormente manejados por una empresa contratista o dispuestos como indique la autoridad municipal. Se deberá contar con recipientes adecuados y en cantidad suficiente para el almacenamiento seguro de los residuos producidos.	MP
	Generación de aguas residuales	Asegurar la correcta disposición y tratamiento de aguas residuales. Las aguas residuales que se generen en los baños portátiles serán manejadas por la empresa contratista. No verter aguas negras o contaminadas a los cauces públicos (ríos, arroyos, lagunas, etc.).	MP

CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA
Infraestructura de concreto (firme y diques de retención)	Residuos de concreto (arena, grava, cemento)	Los residuos deben ser gestionados para garantizar la correcta disposición en residuos peligrosos y no peligrosos derivados de la construcción.	MP
	Emisiones a la atmósfera por los camiones	Se tendrán especial cuidado para que los vehículos y maquinaria a contratar observen en tiempo y forma los programas de verificación vehicular antes y durante las obras.	MP
	Vibraciones por la compactación	Enumerar los distintos tipos de maquinaria que generan vibraciones, existente en el centro de trabajo. El trabajo con aparatos que produzcan vibración se limitará a las actividades estrictamente necesarias.	MP
	Modificación de los patrones naturales de drenaje	Respetar siempre que sea posible el patrón de drenaje natural.	MP

		Las desviaciones de caudales superficiales deben evitarse en lo posible, se deberá encauzar las aguas de escorrentía a cursos fluviales ya existentes en la medida de lo posible. Construir el sistema de alcantarillado conforme a lo establecido en la normativa vigente.	
Tanques de almacenamiento	Generación de humos de soldadura	Las superficies de soldadura deben estar limpias de cualquier residuo, solventes o pinturas que generen mayor toxicidad de los humos y gases. Evitar la exposición a los humos y gases, los trabajadores deben respirar contra flujo del aire para reducir la exposición. Para mitigar el impacto en la salud humana, los trabajadores utilizarán equipo de seguridad industrial que disminuirá los vapores inhalados por ellos.	MP
	Residuos de acero y soldadura	Asegurar la correcta disposición de los residuos generados.	MP

Estacionamiento de camiones	Residuos de pavimento	Eliminación adecuada del pavimento de asfalto en el menor plazo establecido y dispuesto a un relleno sanitario autorizado.	MP
	Generación de ruido	Para reducir los niveles de ruido se verificará el cumplimiento de horarios de jornada laboral solo de 6:00 am a 10:00 pm.	MM

OPERACIÓN

ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA
Tanques de almacenamiento	Generación de vapores de hidrocarburos	Revisar el correcto funcionamiento de la Unidad Recuperadora de Vapores para evitar la generación de emisiones por vapores.	MP
	Derrames ocasionales de hidrocarburos	Para evitar los derrames en los tanques se realizará la instalación de diques de retención con las características suficientes para contener el evento de mayor magnitud posible. Se realizarán actividades de mantenimiento tanto en las áreas de los tanques, bombas y servicios como en las áreas de amortiguamiento, así mismo se llevarán bitácoras de seguridad y control mediante revisiones periódicas, de	MM

		las instalaciones, eléctrico, cuarto de bombas, oficinas y tanques en general, estableciendo un estricto control en la prevención de posibles accidentes que pudieran provocar, rupturas de líneas de salida del tanque, fisuras o derrames de combustible. Los tanques estarán contruidos con doble pared metálica y un sistema detector de fugas.	
Planta API	Contaminación de agua por aguas hidrocarburadas	En cada isleta se contará con dos sumideros que recogerán las aguas procedentes de la limpieza del pavimento y serán enviadas a la red de aguas hidrocarburadas. Todas las estaciones de bombeo o áreas donde exista manipulación de producto estarán protegidas con áreas aisladas y encerradas en pequeños muretes para evitar derrames al suelo, todas estas áreas estarán cubiertas por una red de drenajes con puntos de recogida que redirigirán cualquier fluido a la red de drenaje de aguas hidrocarburadas.	MM

		Se contará con una red de recogida de aguas hidrocarburadas y pluviales con tuberías separadas para evitar la contaminación tanto de los cuerpos de agua como de las aguas de lluvia. Garantizar el funcionamiento óptimo de la planta API en todo momento. En caso de falla o accidente, realizar la atención a la emergencia inmediatamente y la remediación correspondiente en caso de que aplique.	
Sistema DCI	Consumo de Agua	El sistema DCI será llenado por única ocasión por lo que el consumo de agua será limitado y puntual. Se deberán mantener las condiciones ópticas de la Terminal para evitar accidentes y el uso del agua contenida en este sistema.	MP
Operación de autotanques	Generación de residuos sólidos urbanos	Se colocarán contenedores en sitios estratégicos para almacenar temporalmente los residuos y que el servicio de limpieza del municipio disponga de ellos.	MP
	Generación de aguas residuales	Se realizará la instalación de un sistema de recogida de aguas residuales	MP

		especial para la correcta disposición de este tipo de residuos.	
--	--	---	--

VI.2 Impactos residuales

Las actividades de la industria petroquímica, como la mayor parte de las actividades que el hombre realiza, generan alteración en el medio, desde las más imperceptibles hasta las que representan grandes impactos en el entorno donde se desarrollan, además de fuertes riesgos a la salud y seguridad humana. Algunos de esos impactos pueden ser residuales, es decir, permanecen en el ambiente aun después de aplicar medidas de mitigación y/o restauración. Para el proyecto de la TAR “El Rosal” en Jilotepec se han considerado acciones que mitigaran los impactos generados por el desarrollo de este, además se pueden suscitar que no se apliquen de manera correcta dichas medidas y en consecuencia se generen impactos residuales. Después de analizar la lista de impactos y las medidas de mitigación propuestas para reducirlos o eliminarlos, se analizan los siguientes impactos residuales:

Tabla 45. Impactos residuales

ETAPA	IMPACTO	ACTIVIDAD	RESIDUALIDAD
Preparación del sitio	Pérdida de comunidades vegetales	Desbroce y chapoleo	La eliminación de la vegetación se considera un impacto residual porque trae como consecuencia la degradación del suelo, lo que repercute en la productividad, fertilidad y por tanto un desequilibrio del mismo

			Además, representa la pérdida de la vegetación que sirve como hábitat y alimento para la fauna.
Preparación del sitio	Movimientos de tierra	Transformación del paisaje	La modificación de la topografía del sitio y en consecuencia del paisaje, por lo que se ha previsto que para la construcción de la infraestructura se busque un equilibrio que permita armonía con el paisaje existente en el área.
Todas las etapas	Generación de gases contaminantes	Uso de vehículos, maquinaria y equipo de combustión interna	La generación de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera por la continua circulación de vehículos en la zona desde la etapa de preparación del sitio hasta la operación, en este sentido se considera que este impacto por lo menos en la etapa de operación no dependerá de la empresa titular del proyecto, por no ser la concesionaria de los autotankers que transitan para la recarga de combustibles.
Operación	Contaminación de agua por aguas hidrocarburadas	Derrames de aditivos, derrames de hidrocarburos, descargas de la planta API	La posible contaminación de agua con la descarga de aguas potencialmente hidrocarburadas es otro impacto residual porque a pesar de prever la instalación de una planta de tratamiento de

			aguas residuales API y reducir los niveles a los que se encuentran por debajo de los niveles permitidos en la normatividad seguirán presentando residuos lo que puede ocasionar que se acumulen en los organismos que entren en contacto con ellos.
	Generación de vapores de hidrocarburos	Llenado de tanques de almacenamiento y autotanques	El manejo de hidrocarburos genera vapores y por mínimos que sean gracias a la tecnología del proyecto, son un impacto residual que persiste durante toda la operación de la TAR.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se examinan los posibles escenarios futuros del sistema ambiental asociados al desarrollo de la Terminal de Almacenamiento. Para esto se analizan tres: el primero considerando el escenario si el proyecto no se realizara; el segundo con el desarrollo del proyecto y el tercero con el escenario del proyecto atendiendo a las medidas de mitigación que se plantean en el capítulo VI.

VII.1 Pronóstico del escenario

El petróleo es la fuente de energía más importante de la sociedad actual, lo usamos cotidianamente para llevar a cabo nuestras actividades. Provee fuerza motriz, calor y luz, se obtienen lubricantes para la maquinaria, se produce alquitrán para asfaltar las superficies de las carreteras y se fabrican una gran variedad de productos químicos.

Pensar sobre un posible escenario de falta de abastecimiento de petróleo llevaría a conclusiones catastróficas; los aviones, automóviles, gran parte de los ferrocarriles, barcos, centrales térmicas, calefacciones, entre otras cosas, dejarían de funcionar. Además, los países dependientes del petróleo para sus economías estarían en bancarrota. Se ha mencionado que al ritmo de consumo actual de las reservas mundiales de menor costo conocidas se agotarían en 53 años (prospectivas 2013-2027).

Al 1 de enero de 2016, México registró un nivel de reservas remanentes totales de 24, 074 millones de barriles de petróleo crudo equivalente (mmbpce), cifra menor en 35.6% en relación 2015. El nivel de reservas en los últimos diez años ha mostrado una tasa promedio anual de -6.4%, significando una reducción de 22, 343 mmbpce en relación a 2006. En 2015, se registró una demanda total de petrolíferos de 1, 351.9 mmbpce, 0.4 % más respecto a 2014.

Para elaborar el análisis de los escenarios futuros basado en el desarrollo del proyecto, se tomó en consideración la dinámica ambiental, económica, los impactos positivos y negativos que éstas pueden ocasionar en función de su magnitud y permanencia en función de los componentes ambientales analizados en los apartados precedentes.

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Como se mencionó anteriormente el terreno donde se ubicará la TAR es utilizado para actividades pecuarias, se puede inferir que esta actividad del sector primario seguiría siendo la principal actividad económica del sitio de estudio en un escenario sin el desarrollo del proyecto.

Una de las actividades más importantes del sector económico primario en el país es la ganadería la cual se practica principalmente en áreas en donde existen pastizales. La mayor parte de la ganadería en México es de tipo extensivo que consiste en dejar pastar libremente a los animales en los pastos que crecen de forma natural, inducida o son cultivados. Este tipo de actividad no tiene avances tecnológicos y no genera los mismos resultados ni ganancias que la ganadería intensiva (desarrollo industrial del ganado). Aunque la ganadería es una actividad productiva creciente los efectos negativos para los ecosistemas donde se desarrolla son evidentes.

Entre los efectos más adversos se encuentran el cambio de uso de suelo y las emisiones por el uso de la tierra, el sector ganadero es causante del 9% del CO₂ procedente de las actividades humanas, además produce un porcentaje mucho más elevado de los gases de efecto invernadero más perjudiciales. Genera el 65% del óxido nitroso de origen humano, que tiene 296 veces el potencial de calentamiento global, la mayor parte de este gas proviene del estiércol. También es responsable del 37% de todo el metano producido por la actividad humana originado en el sistema digestivo de los rumiantes y del 64% del amoníaco, que contribuye de forma significativa a la lluvia ácida.

Otro de los impactos de la ganadería es la deforestación de los sistemas naturales con la finalidad de cultivar pastizales para producir forraje. Además, el sobrepastoreo afecta el ciclo del agua, e impide que se renueven los recursos hídricos tanto de superficie como subterráneos (FAO, 2016). Los métodos de las actividades ganaderas representan un alto costo en la perturbación de los sistemas naturales, por lo que estas actividades se han convertido en un grave problema debido a que transforma radicalmente el entorno, de acuerdo a lo analizado anteriormente la percepción de la situación actual del ambiente en el sitio de estudio sin la realización del proyecto se puede resumir como negativa a largo plazo sin un impacto benéfico perceptible para la calidad de la vida de la población local.

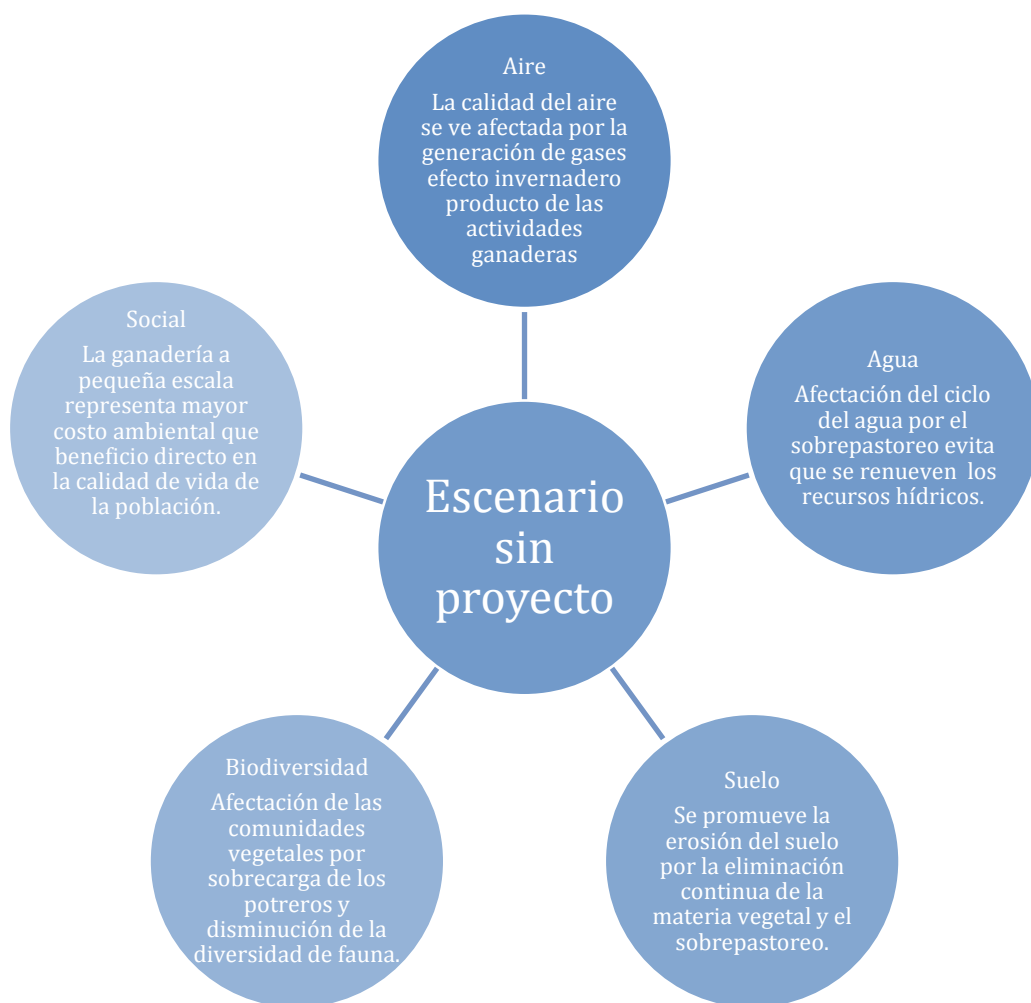


Figura 48. Escenarios sin proyectos

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

El consumo de petrolíferos a nivel internacional permanecerá siendo la fuente de energía más utilizada en el mercado mundial, las mayores cantidades de consumo se deben al sector transporte e industrial que incrementan en una tasa media anual de 1.1% y 1% respectivamente. En México, se espera se sigan la misma tendencia con la demanda de petróleo impulsada principalmente por el sector transporte e industria. Por lo anterior, la industria del petróleo ha presentado cambios fundamentales en las condiciones de oferta, demanda y el desarrollo de infraestructura de las

Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a sección, CP. 78216, San Luis Potosí S.L.P., Tel.: (444) 834 20 00, www.ipicyt.edu.mx

economías emergentes (SENER, 2016). La apertura del sector energético al sector privado, derivada de la Reforma Energética, permite el desarrollo en el almacenamiento, distribución y comercialización con la finalidad de tener mejor abastecimiento en la demanda de estos productos.

La realización del proyecto generará una modificación importante en el sistema ambiental actual, pero también establecerá un impacto positivo significativo en el ámbito social principalmente en la generación de empleos que se refleja directa e indirectamente en la calidad de vida de la población a nivel regional, estatal y federal. A continuación se analizan los principales impactos ocasionados por el establecimiento de la Terminal:

Respecto al componente ambiental aire el aumento en la tendencia de las emisiones de contaminantes atmosféricos disminuye la calidad del aire. La superficie del terreno donde se realizará el proyecto resulta degradada por la preparación del sitio, la nivelación y el desplazamiento y operación de los equipos pesados producen una alteración significativa e irreversible en este componente ambiental. Los efectos sobre el agua se enmarcan en el aumento del consumo de este líquido a nivel municipal y la alta probabilidad de contaminación por hidrocarburos. La biodiversidad se ve afectada de manera directa desde el inicio en el desarrollo del proyecto, principalmente por la pérdida de hábitat.

A pesar de los impactos negativos causados en el sistema ambiental por la realización del proyecto, los impactos positivos se ven reflejados en la generación de empleos formales que permiten la obtención de salarios reales impulsando el desarrollo y la inversión. La economía de los trabajadores incide en el aumento de la capacidad adquisitiva de bienes y servicios básicos. Además, el avance en la infraestructura del transporte de hidrocarburos puede reducir sus costos beneficiando el consumo de este tipo de energías. Esta terminal puede contribuir directamente en las reservas de hidrocarburos a nivel nacional para atender la demanda de combustibles en el centro del país.

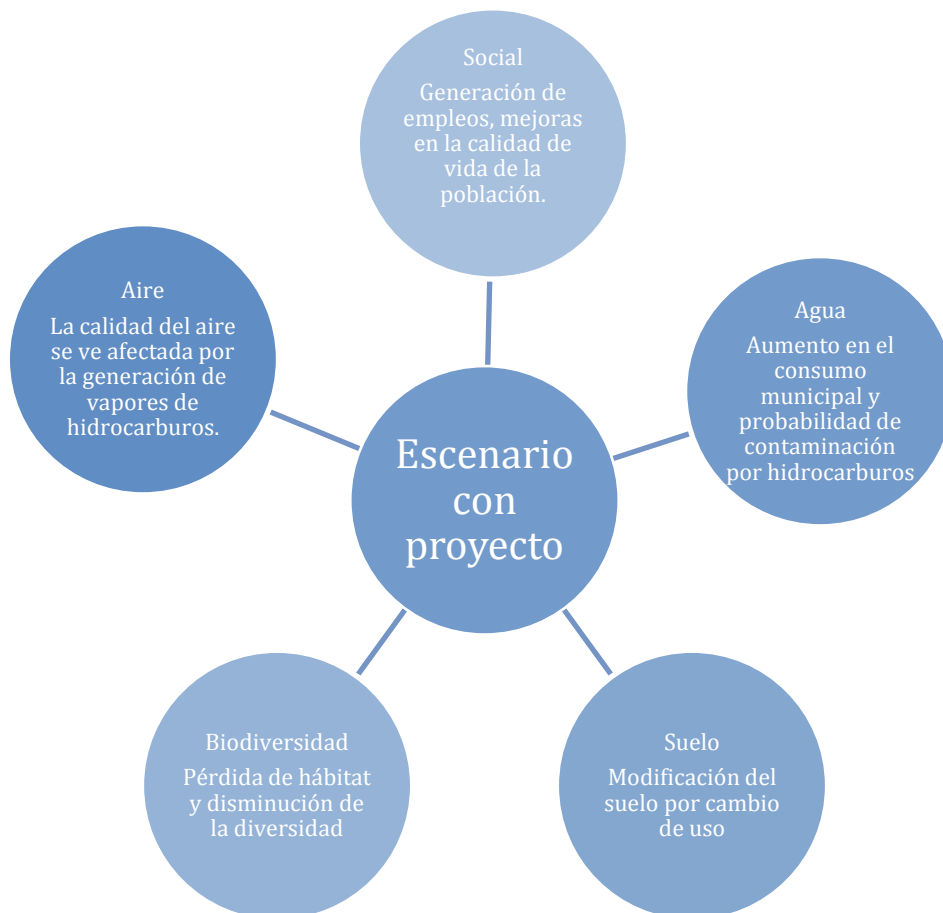


Figura 49. Escenarios con proyecto

VII.1.3 Escenario del proyecto atendiendo a las medidas de mitigación

En las primeras etapas de la evaluación se han identificado los impactos adversos sobre el ambiente por la implementación del proyecto. Cuando los impactos fueron detectados se plantearon medidas de prevención antes de que se apruebe la ejecución del proyecto con la finalidad de implementar políticas, estrategias o acciones para eliminar o minimizar los impactos adversos y mejorar la calidad ambiental en la mayor medida posible.

Las medidas de mitigación planteadas pueden incluir una o varias acciones de las descritas a continuación:

- 1) Minimizar el impacto del proyecto.
- 2) Rectificar el impacto mediante reparación, rehabilitación o restauración del ambiente afectado.
- 3) Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de acciones de preservación y mantenimiento durante toda la vida del proyecto.
- 4) Compensar el impacto producido por sustitución de los recursos afectados.

En general las medidas de mitigación propuestas en el apartado VI.1 deberán establecerse mediante programas que integren a todos los actores del proyecto. Las actividades de preparación del sitio y construcción se realizarán a través de una empresa especializada en el tema, por lo que será necesaria la atención en las consideraciones ambientales ante cualquier impacto adverso, dando seguimiento puntual a las condiciones que establezcan cada medida de mitigación para que se apliquen oportunamente, para dar continuidad a su aplicación hasta que los objetivos sean cumplidos con la finalidad de que la afectación al ambiente sea lo menor posible.

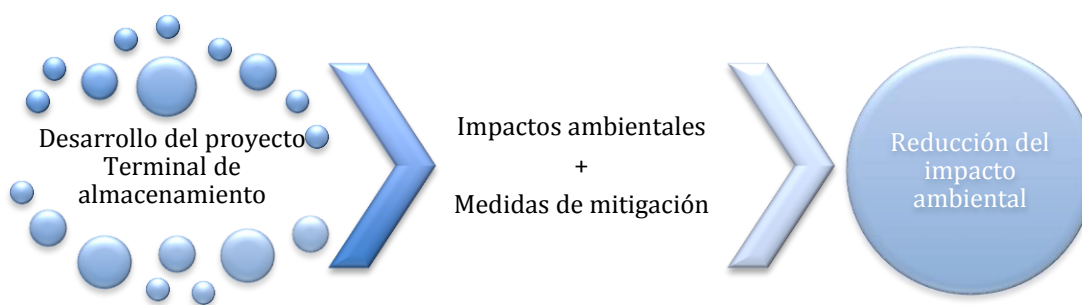


Figura 50. Forma de reducir el impacto ambiental

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental tiene por objetivo comprobar la eficacia de las medidas de mitigación y acciones ejecutadas durante o después del proyecto, además de detectar impactos no previstos en la presente manifestación con la finalidad de desarrollar estrategias adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.

Durante cada etapa se vigilarán los siguientes aspectos:

Preparación y construcción del sitio

- Vigilar que durante las actividades que se realicen en el predio no sean afectadas las especies de flora y fauna de la zona.
- Vigilar y verificar que se le dé mantenimiento continuo a la maquinaria usada, con la finalidad de que funcione adecuadamente y se puedan disminuir las emisiones a la atmósfera, los vertidos de aceites o combustibles y la contaminación sonora.
- Verificar que se coloquen los depósitos adecuados y debidamente rotulados para almacenar residuos sólidos en sitios estratégicos y transportarlos al sitio para su disposición final.
- Vigilar y verificar que la empresa encargada de los baños portátiles realice la colocación de estos, limpieza y disposición de los residuos generados.

Operación

- Vigilar que durante las actividades que se realicen no sean afectadas especies de flora y fauna de la zona.
- Vigilar que los vapores de hidrocarburos que se generen en los tanques de almacenamiento.
- Verificar el correcto funcionamiento del sistema de drenaje para en caso de derrames ocasionales de hidrocarburos o aditivos éstos vayan directamente a tratamiento y/o disposición.
- Verificar que no existan fugas de agua para garantizar un consumo óptimo del recurso.

- Verificar que los camiones cumplan con los niveles de ruido aceptados por la legislación ambiental.
- Verificar un adecuado tratamiento a los residuos sólidos urbanos que se generen.

Cabe mencionar que el programa de vigilancia estará en concordancia con los compromisos y disposiciones en materia ambiental que establece la normatividad ambiental y de seguridad que corresponda. El objetivo es planear-hacer-verificar-replantear en función de la evolución del proyecto y en caso de ser necesario establecer nuevas medidas.

El plan de vigilancia ambiental se plantea con los siguientes objetivos:

- Ser una herramienta de seguimiento de los impactos identificados
- Establecer los mecanismos para identificar impactos no considerados
- Seguimiento a las medidas preventivas o de mitigación
- Evaluación de las medidas preventivas o de mitigación

El programa de vigilancia ambiental se aplicará en las tres etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción y operación, deberá ser administrado por un supervisor el cual deberá estar en contacto directo con el responsable del proyecto, mantener comunicación con los diversos responsables de la obra en los frentes de trabajo que para efecto se implementen y realizar recapitulaciones periódicas para informar y establecer las medidas pertinentes para el cumplimiento de los objetivos del programa. Para asegurarse que se cumplan estos aspectos se generó una tabla con indicadores y medidas complementarias que realizarán los encargados del proyecto durante todas las etapas del mismo (Tabla 46).

Tabla 46 Programa de Vigilancia Ambiental

Actividad		Elemento	Impacto	Acciones	Indicador	Frecuencia	Medidas complementarias
Desbroce y chapoleo		Flora y fauna	Pérdida de flora y fauna	Ahuyentar especies de fauna	Evidencias de trabajos realizados	Al inicio de las actividades	
Construcción	Almacenamiento	Aire	Emisiones a la atmósfera por camiones	Verificación de vehículos automotores.	Malestar en vías respiratorias	Durante la construcción.	Vigilar constantemente el funcionamiento adecuado de los vehículos
			Generación de humos de soldadura	Realizar la actividad en lugares ventilados	Malestar en vías respiratorias	Durante la construcción	
		Agua	Modificación de los patrones naturales de drenaje	Realizar una modificación del drenaje natural para que cualquier derrame lleve a la planta API	Modificación del drenaje	Al inicio de la construcción	
		Suelo	Pérdida de permeabilidad del suelo	Colocar material impermeable para en caso de fugas o	Colocación del material impermeable	Al inicio de la construcción	

				derrames éstas no lleguen al subsuelo			
			Residuos	Contar con depósitos para almacenar residuos sólidos	Número de contenedores con respecto al número de empleados	Durante la construcción	Realizar una separación adecuada de los residuos
		Fauna	Vibraciones por compactación	Ahuyentar especies de fauna	Evidencias de trabajos realizados	Previo al inicio de las actividades de construcción	Reporte de especies observadas
	Reparto	Aire	Generación de polvo	Control de emisiones de partículas a la atmósfera por la remoción de suelo	Malestar en vías respiratorias.	Desde la etapa de preparación del sitio.	Revisión de que se haga solicitud de la pipa y se haga uso de esta antes de las actividades que generarán levantamiento de polvo
			Emisiones a la atmósfera por camiones.	Verificación de vehículos automotores.	Malestar en vías respiratorias	Durante la construcción.	Vigilar constantemente el funcionamiento

							adecuado de los vehículos
			Generación de ruido	Trabajar durante horarios laborales previamente establecidos	Jornada laboral de los empleados.	Durante la construcción	
		Suelo	Residuos	Contar con depósitos para almacenar residuos sólidos	Número de contenedores por número de empleados	Durante la construcción	Realizar una separación adecuada de los residuos
		Operación	Almacenamiento	Aire	Vapores de hidrocarburos	Verificar el correcto funcionamiento de la URV	Bitácora de revisión de la URV
Ruido por bombas							
Ruido por camiones	Verificación de vehículos automotores			Malestar	Durante la operación	En la medida de lo posible trabajar a menos del 100% de capacidad	
Agua	Consumo de agua por DCI			Verificar periódicamente el sistema DCI para evitar fugas de agua	Volumen total del sistema DCI	Durante la operación	

			Contaminación por aguas hidrocarburadas	Verificar correcto funcionamiento de la planta API y de las redes de recogida de agua tanto pluvial como de aguas hidrocarburadas	Bitácoras de revisión de la planta	Durante la operación	Verificar periódicamente la instalación en general para evitar fugas y derrames
		Suelo	Derrames de hidrocarburos, aditivos.	Verificar correcto funcionamiento del sistema de drenaje para que cualquier derrame llegue a la planta API		Durante la operación	
			Generación de residuos sólidos urbanos	Contar con depósitos para almacenar residuos sólidos	Número de contenedores por número de empleados	Durante la operación.	Realizar una separación adecuada de los residuos
	Reparto	Aire	Vapores de hidrocarburos	Verificar el correcto funcionamiento de la URV	Bitácora de revisión de la URV	Durante la operación	
			Ruido por camiones	Verificación de vehículos automotores		Durante la operación	En la medida de lo posible trabajar a menos del 100% de capacidad

		Agua	Generación de aguas residuales domésticas	Conectarse al drenaje municipal	Pago de servicio de drenaje	Durante la operación	
		Suelo	Derrames de hidrocarburos, aditivos.	Verificar correcto funcionamiento del sistema de drenaje para que cualquier derrame llegue a la planta API		Durante la operación	
			Generación de residuos	Contar con depósitos para almacenar residuos sólidos	Número de contenedores por número de empleados	Durante la operación.	Realizar una separación adecuada de los residuos

VII.3 Conclusiones

Cualquier desarrollo de proyectos puede provocar impactos debido a la relación intrínseca que existe entre el hombre y la naturaleza. Por tanto, es necesario realizar un balance entre los impactos positivos y negativos que puede llegar a generar la puesta en marcha de un proyecto. A continuación, se hace un recuento de las afectaciones y los beneficios que traerá la instalación de la Terminal de Almacenamiento de Hidrocarburos “El Rosal”.

Dentro de los impactos positivos inmediatos se encuentran la generación de empleos, debido a la necesidad de mano de obra durante la preparación y construcción del sitio. Los trabajadores requerirán de un servicio de alimentación e incluso alojamiento, lo cual producirá una derrama económica local. Ya en la etapa de operación, el proyecto contribuirá significativamente a la economía de la región contribuyendo a abastecer la demanda de hidrocarburos y permitirá el incremento en el PIB a nivel estatal.

El proyecto generará afectaciones al ambiente, durante todas las etapas de desarrollo (preparación, construcción y operación de la Terminal) los principales impactos puntuales y a corto plazo ocasionados por las diferentes actividades irán desde la generación de residuos sólidos, generación de ruido y consumo de agua. Sin embargo, también existirán impactos permanentes como la eliminación de la cubierta vegetal, el aumento en las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y la posible contaminación del agua, por ejemplo, aunque tanto la planta API como la red de recogida de agua de la TAR cuentan con la tecnología y capacidad suficiente para absorber los efectos provocados por lluvias extremas. Para estos últimos impactos se tiene previsto realizar un programa ambiental que reducirá en gran medida los daños ocasionados.

Cabe señalar que también la empresa tiene previsto actividades de inspección, monitoreo y el mantenimiento preventivo, lo cual disminuirá considerablemente la probabilidad de que ocurra un evento desafortunado, ya sea derrame, explosión y/o fuga.

Dicho lo anterior se concluye que, a pesar de los posibles impactos negativos generados por el proyecto, este contribuirá significativamente a la región coadyuvando a satisfacer la demanda de hidrocarburos al centro del país, además de constituir una reserva de hidrocarburos importante a nivel nacional, lo cual debe valorarse en términos de seguridad para la nación. El estudio determina que los impactos que ocasionará el desarrollo del proyecto serán suficientemente mitigados con la puesta en marcha de las acciones que se enuncian en este estudio como medidas de mitigación, aquellas desarrolladas en el plan de vigilancia y las que se apliquen mediante el plan ambiental.

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

VIII.1 Formatos de presentación

En este apartado se realiza la presentación de los documentos que constituyen la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para la Terminal de Almacenamiento y Reparto “El Rosal” en original y cuatro ejemplares, en formato de Word, memoria magnética, anexos y resumen ejecutivo.

El que suscribe, Dr. Jorge Arturo Chiprés de la Fuente bajo protesta de decir verdad manifiesta que la información contenida en la Manifestación de Impacto Ambiental, del proyecto denominado “Terminal de Almacenamiento y Reparto El Rosal”, es real y fidedigna, asimismo, que los resultados que integran este documento se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor cantidad de información disponible, que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales, teniendo conocimiento de la responsabilidad que incurren los que declaran con falsedad ante autoridad administrativa distinta de la judicial, tal y como lo establece el artículo 247 fracción I, del Código Penal Federal y el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Dr. Jorge Arturo Chiprés de la Fuente
Responsable del Estudio de Impacto
Ambiental

VIII.2 Anexo cartográfico

- *Mapa topográfico
- *Mapa base
- *Mapa climático
- *Mapa de aceleración máxima del terreno
- *Mapa edafológico
- *Mapa hidrológico
- *Mapa litológico
- *Mapa de uso de suelo y vegetación
- *Mapa de unidades de paisaje

VIII.3 Anexo fotográfico

Descripción
En los predios aledaños del proyecto se cultiva maguey y nopal.
X: 430061.006
Y: 2219733.127



Fotografía 1. Cultivos aledaños al predio del proyecto

Descripción
Encharcamiento intermitente dentro del predio del proyecto. X: 430395.833 Y: 2220003.43



Fotografía 2. Cuerpo de agua intermitente

Descripción
Vegetación dominante en el área de influencia del proyecto.
X:4307007.517 Y: 2223509.197



Fotografía 3. Vegetación predominante

Descripción

Cuerpo de agua perenne en los predios aledaños al terreno del proyecto.
--

X: 430699.421

Y: 2219707.444



Fotografía 4. Cuerpo de agua perenne

Descripción
Camino de concreto parcial al costado del predio del proyecto.
X: 430715.296
Y: 2219535.994



Fotografía 5. Camino de concreto parcial

Descripción
Evidencia de reptación dentro del terreno del proyecto.
X: 430312.07 Y: 2219831.27



Fotografía 6. Evidencia de reptación

Descripción
Evidencia indirecta de la presencia de fauna. X: 430121.57 Y: 2220066.22



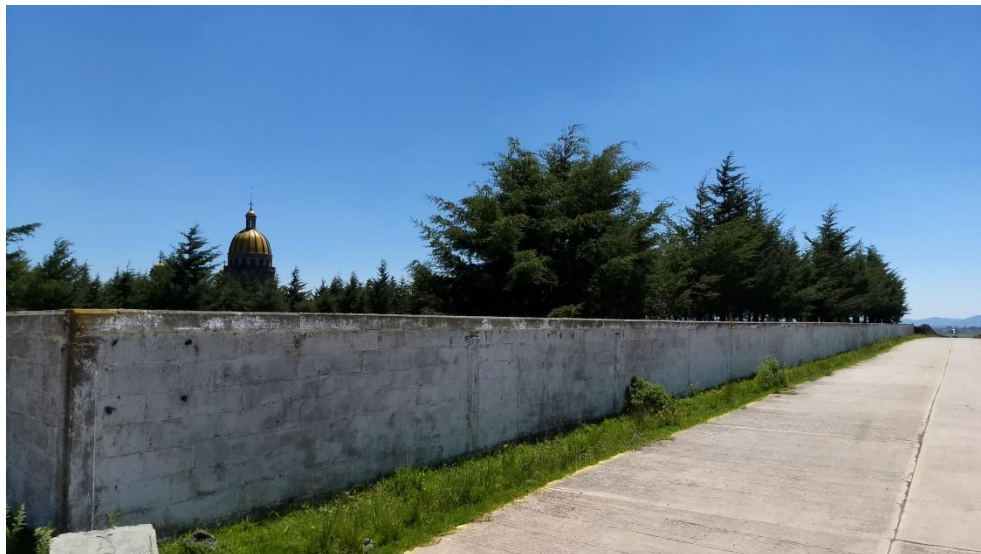
Fotografía 7. Evidencia de la presencia de fauna

Descripción

Panteón de la comunidad “El Majuay” ubicado al sur del predio del proyecto.
--

X: 430019.97

Y: 2220183.695



Fotografía 8. Panteón de la comunidad “El Majuay”

Descripción
Evidencia de reptación dentro del predio del proyecto.
X: 430581.946 Y: 2219767.77



Fotografía 9. Reptación del terreno en el sitio de estudio

Descripción

Cultivos de maguey en los predios aledaños al sitio de estudio.
--

X: 429962.82

Y: 2219967.795



Fotografía 10. Cultivos de maguey

Descripción
Cuerpo de agua perenne ubicado al oeste del predio del proyecto.
X: 430781.971
Y: 2219793.17



Fotografía 11. Cuerpo de agua perenne

Descripción
Fotografía panorámica del área de estudio. X: 430308.895 Y: 2219501.069



Fotografía 12. Vista panorámica del área de estudio

Descripción
Evidencia del estrato arbóreo presente en la zona aledaña al sitio de estudio. X: 430730.854 Y: 2218948.803



Fotografía 13. Estrato arbóreo

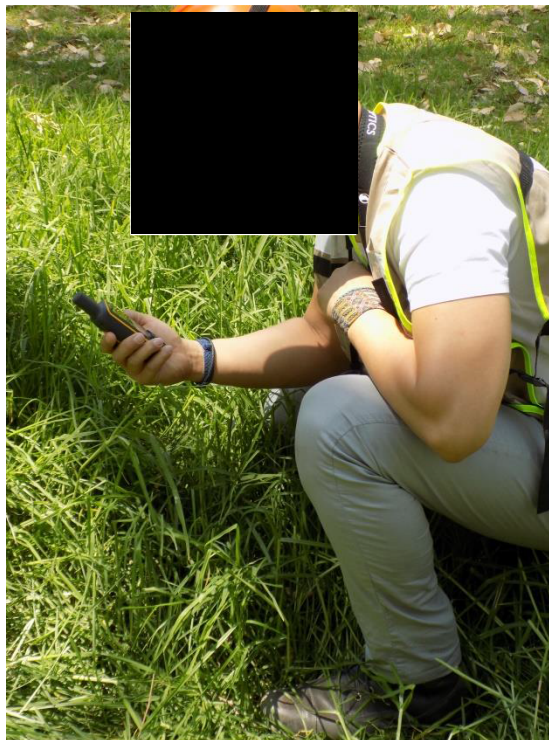
Descripción
Muestreos de vegetación, utilización de telemetro laser.
X: 430058.89 Y: 2224570.917



Fotografía 14. Medición en transecto con telemetro

FOTOGRAFIA DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Descripción
Toma de coordenadas en transectos.
X: 430077.853
Y: 2224571.501



Fotografía 15. Establecimiento de puntos de muestreo

FOTOGRAFIA DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Descripción
Toma de datos de campo en la realización de transectos.
X: 430093.024
Y: 2224572.376



Fotografía 16.Toda de datos en campo

FOTOGRAFIA DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Descripción
Avistamiento para identificación de aves para caracterización de fauna.
X: 431099.877
Y: 2224154.207



Fotografía 17. Avistamiento de aves

FOTOGRAFIA DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Descripción
Avistamiento de aves en transectos, caracterización de fauna.
X: 431100.216
Y: 2224110.349



Fotografía 18. Caracterización de fauna

FOTOGRAFIA DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Descripción
Evidencias fotográficas de muestreo de vegetación.
X: 430381.787 Y: 222228.678



Fotografía 19. Toma de datos muestreo vegetación

FOTOGRAFIA DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Descripción
Toma de datos en transectos.
X: 430382.323
Y: 2222189.864



Fotografía 20. Evidencia de toma de muestras en transectos

FOTOGRAFIA DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

VIII.4 Literatura citada

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2000) 'Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental', *Diario Oficial de la Federación*. CDMX, México, p. 19.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2015) 'LEY General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos', *Diario Oficial de la Federación*.

Campbell, K. (1981) 'Near-source attenuation of peak horizontal acceleration', *Bulletin of the Seismological Society of America*, 71(6), pp. 2039–2070. Available at: <http://www.bssaonline.org/content/71/6/2039.short>.

CDHCU (2014) *Ley de Hidrocarburos*, DOF 11-08-2014.

CENAPRED (2001) *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana.*, Centro Nacional de Prevención de Desastres. Available at: <http://www.cenapred.unam.mx>.

Cervantes-Zamora, Y. *et al.* (1990) 'Provincias Fisiográficas de México.', in *Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000*. México: Instituto de Geografía, UNAM.

Comisión Federal de Electricidad (2008) 'Manual de Diseño de Obras Civiles. Diseño por Viento', in. México.

Cuervo-Robayo, A. P. *et al.* (2014) 'An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico', *International Journal of Climatology*, 34(7), pp. 2427–2437. doi: 10.1002/joc.3848.

eBird (2017) *eBird: An online database of bird distribution and abundance (web application)*, eBird, Ithaca, New York. Available at: www.ebird.org.

- Ferrari, L. *et al.* (2012) 'The dynamic history of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Mexico subduction zone', *Tectonophysics*. Elsevier B.V., 522–523, pp. 122–149. doi: 10.1016/j.tecto.2011.09.018.
- Garcia-Mayordomo, J. and Martinez-Diaz, J. J. (2006) 'Caracterización sísmica del Anticlinorio del Bajo Segura (Alicante): Fallas del Bajo Segura, Torrevieja y San Miguel de Salinas', *Geogaceta*, 40, pp. 19–22.
- García, E. (2004) 'Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen'.
- GBIF (2016) *Global Biodiversity Information Facility, Natural History*. doi: doi:10.15468/39omei.
- Heyer, W. R. *et al.* (1994) *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians, Biological Diversity Handbook Series*. doi: 10.2307/2413714.
- INEGI (1999) 'Carta hidrológica de aguas subterráneas de México serie II escala 1:1, 000,000'.
- IUSS Working Group WRB (2015) *Base referencial mundial del recurso suelo 2014 Sistema internacional de clasificación de suelos, World Soil Resources Reports No. 106*. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i3794s.pdf>.
- Lesser-Carrillo, L. E. *et al.* (2011) 'Balance hídrico y calidad del agua subterránea en el acuífero del Valle Mezquital, México Central', *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28(3), pp. 323–336. Available at: [http://satori.geociencias.unam.mx/28-3/\(01\)Lesser.pdf](http://satori.geociencias.unam.mx/28-3/(01)Lesser.pdf).
- México, H. Congreso, D. L. U. (2013) 'Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.', *Diario Oficial de la Federación*, pp. 1–223. Available at: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf>.

- México, G. del E. L. y S. de (2001) 'Atlas de Riesgos del Estado de México', *Dirección General de Protección Civil*, 2.
- MOPT (1993) 'Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación', *Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Series Monográficas, Madrid, España*, p. 809 pp.
- Munoz-Pedrerros, A. and Larrain, A. (2002) 'Impacto de la actividad silvoagropecuaria sobre la calidad del paisaje en un transecto del sur de Chile', *Revista Chilena de Historia Natural*, 75(4), pp. 673–689. doi: 10.4067/S0716-078X2002000400004.
- Reyes, C. *et al.* (2002) 'Estimación de espectros de aceleraciones correspondientes a diferentes periodos de retorno para las distintas zonas sísmicas de la ciudad de México.', *Revista de Ingeniería Sísmica*, 66(66), pp. 95–121.
- Sánchez Montero, J. M. and Alcántara León, A. R. (2007) 'IX. Compuestos orgánicos volátiles en el medio ambiente', *Departamento de Química Orgánica y Farmacéutica de la Universidad Complutense*, p. 27. doi: es/monoranf.v0i0.605.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue) (1988) 'Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)', *Diario Oficial de la Federación*.
- SEMARNAT (2010) 'Norma Oficial Mexicana. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de especies en Riesgo', *Diario Oficial de la Federación*. CDMX, México.