

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Ciudad de México, a 27 de marzo de 2018

ASUNTO: Autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales por una superficie de 1.4961 hectáreas para el desarrollo del proyecto denominado "**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**" ubicado en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo.

C. VERÓNICA MUÑOZ GARCÍA

APODERADA LEGAL DE LA EMPRESA

TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA S. DE R.L. DE C.V

Dirección, Teléfono y correo electrónico del representante legal, Art. 116 de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.

CORREO ELECTRÓNICO:

P R E S E N T E

En referencia a la solicitud de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por una superficie de 1.4961 hectáreas, para el desarrollo del proyecto denominado "**Gasoducto Tula-Villa de Reyes Sección 2A-2**", ubicado en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo, presentada por la C. Verónica Muñoz García en su carácter de Apoderada Legal de la empresa denominada Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R.L. de C.V. (**REGULADO**), en la Unidad de Gestión Industrial de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (**AGENCIA**), el día 22 de enero de 2018, al respecto le informo lo siguiente:

RESULTANDO

- I. Que mediante escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0112 de fecha 22 de enero 2018, recibido en esta **AGENCIA** el mismo día de su emisión, la C. Verónica Muñoz García en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, presentó la solicitud de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales por una superficie de 1.4961 hectáreas para el desarrollo del

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

proyecto denominado **"Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2"**, ubicado en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo, adjuntando para tal efecto la siguiente documentación:

- a) Original impreso del estudio técnico justificativo elaborado por la empresa denominada Miren Digital S.C., y su respaldo en formato digital.
- b) Formato FF-SEMARNAT-030 Solicitud de Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de fecha 22 de enero 2018, firmado por la Apoderada Legal.
- c) Copia simple del pago de derechos por la cantidad de \$1,592.00 (Mil quinientos noventa y dos pesos 00/100 M. N.) de fecha 08 de enero de 2018, por concepto de recepción, evaluación y dictamen del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) y en su caso, la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- d) Documentos con los cuales se acredita la personalidad del **REGULADO**:
 - Presenta Escritura número 104,521 de fecha 16 de agosto de 2004 ante la fe del Lic. Armando Gálvez Pérez Aragón, que contiene la protocolización de poderes otorgados en el extranjero y del contrato de sociedad que realiza el Lic. Horacio María de Uriarte Flores en representación de "TRANSCANADA PIPELINES LIMITED" Y "TCPL CENTRORIENTE LTD" para constituir una Sociedad de Responsabilidad Limitada de Capital Variable bajo la denominación "TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA". El poder es otorgado en favor de los CC. Francisco Fuentes Ostos y Horacio María de Uriarte Flores.
 - Escritura número 19,125 de fecha 18 de mayo de 2016 ante la fe del Lic. Alfonso Martín León Orantes que contiene el nombramiento de apoderados en favor de la C. Verónica Muñiz García entre otros por parte de "TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA" SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA DE CAPITAL VARIABLE que resulta de la protocolización del acta de resoluciones unánimes adoptadas fuera de asamblea por la totalidad de los socios.
 - Copia certificada de la identificación oficial a nombre de la C. Verónica Muñiz García.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

e) Documentos con los que se acredita la propiedad, posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales:

1. **Nombre de la persona físicas, Art. 116 de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.**

Anuencia forestal otorgada por el C. [REDACTED] respecto de la parcela 72 Z-1 P1/2 ubicada en el ejido de Tula de Allende, municipio de Tula de Allende, estado de Hidalgo, con superficie total de 2-49-69.86 has, en favor de la empresa Transportadora de Gas Natural de la Huasteca S. de R.L. de C.V.

Certificado Parcelario número 221328 respecto de la parcela 72 Z-1 P1/2 del ejido Tula de Allende, municipio de Tula de Allende, estado de Hidalgo, con superficie de 2-49-69.86 has, en favor del C. **Nombre de la persona físicas, Art. 116 de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.**

- II. Que la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, mediante oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0127/2018 de fecha 26 de enero de 2018, dirigido al Dr. Javier Warman Diamant, Encargado de Despecho de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, solicitó la opinión técnica correspondiente al ámbito de su competencia respecto a la viabilidad para el desarrollo del proyecto en comento.
- III. Que la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, mediante oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0226/2018 de fecha 14 febrero de 2018, dirigido al Ing. Benjamin Pilar Rico Moreno, Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo, solicitó la opinión técnica sobre la solicitud de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, asimismo, requirió que en el ámbito de sus atribuciones manifestaran si dentro del polígono del proyecto, existen registros de terrenos incendiados que se ubiquen en los supuestos establecidos en el artículo 117 tercer párrafo de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- IV. Que la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA** mediante oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0348/2018 de fecha 06 marzo de 2018, notificó a la C. Verónica Muñiz García, en su calidad de Apoderada Legal del **REGULADO** sobre la realización de la visita técnica por parte del personal adscrito a la **AGENCIA**, el día 07 de marzo de 2017, a las 09:00 horas en

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

los predios objeto de la solicitud de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales del proyecto en mención.

- V. Que con el objeto de dar cumplimiento a la diligencia prevista por el artículo 122 fracción IV del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, personal adscrito a la **AGENCIA** llevó a cabo recorrido en los predios objeto de la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, recabando diferente tipo de información técnica ambiental que permitieran confirmar la veracidad de lo contenido en el estudio técnico justificativo integrado en el expediente cuya bitácora es 09/DSA0114/01/18.
- VI. Que mediante oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0391/2018 de fecha 13 de marzo de 2018, esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, notificó a la Apoderada Legal del **REGULADO**, que como parte del procedimiento para expedir la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, debería depositar ante el Fondo Forestal Mexicano, la cantidad de **\$ 620,076.47 (Seiscientos veinte mil setenta y seis Pesos 47/100 M.N.)**, por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en una superficie de 0.63 hectáreas de matorral crasicaule, 0.71 hectáreas de vegetación de tular y 2.53 hectáreas de vegetación de galería, preferentemente en el estado de Hidalgo.
- VII. Que mediante escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0133 de fecha 16 de marzo de 2018, recibido en esta **AGENCIA** el día 22 del mismo mes y año, la C. Verónica Muñoz García en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, notificó haber realizado el depósito al Fondo Forestal Mexicano por la cantidad de **\$ 620,076.47 (Seiscientos veinte mil setenta y seis Pesos 47/100 M.N.)**, por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en una superficie de 0.63 hectáreas de matorral crasicaule, 0.71 hectáreas de vegetación de tular y 2.53 hectáreas de vegetación de galería, preferentemente en el estado de Hidalgo.

CONSIDERANDO

- I. Que esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales, es competente para dictar la presente resolución, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 2° del **ACUERDO** por el que se

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

delega en la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales, las facultades que se indican, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2017, y atento a lo dispuesto en los artículos 1°, 2°, 3° fracción XI, 4°, 5° fracción XVIII y 7° fracción VII, de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; 4° fracción XIX, 12° fracción I, inciso a), 18° fracciones XVIII y XX, 29° fracciones XIX y XX del Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

- II. Que el promovente acreditó personalidad y derecho suficiente para promover la presente solicitud, a través de los instrumentos número 104,521 de fecha 16 de agosto de 2004 y 19,125 de fecha 18 de mayo de 2016.
- III. Que el **REGULADO** manifestó en el escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0112 de fecha 22 de enero 2018, recibido en el Área de Atención al Regulado de esta **AGENCIA** el día mismo día, que se tengan por autorizados a los CC. [REDACTED] Pastrana para oír y recibir notificaciones sobre el proyecto en cuestión. **Nombre de la persona físicas, Art. 116 de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.**
- IV. Que la actividad de transporte por medio de ductos es de utilidad pública, interés social y orden público, y tiene preferencia sobre otros usos de suelo, por lo que en el presente expediente de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales del proyecto denominado "**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**" se satisface el régimen de excepción previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- V. Que con el objeto de verificar el cumplimiento de los requisitos de solicitud establecidos por el artículo 15° de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, así como los artículos 120° y 121° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, esta Unidad Administrativa revisó la información y documentación que fue proporcionada por el **REGULADO**, mediante sus escritos de solicitud y subsecuentes, considerando lo siguiente:
 - 1.- Por lo que corresponde al cumplimiento de los requisitos de solicitud establecidos en el artículo 15 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, párrafos segundo y tercero:

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Con vista en las constancias que obran en el expediente en que se actúa, se advierte que los requisitos previstos por el artículo 15° de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, párrafo segundo y tercero fueron satisfechos mediante escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0112 de fecha 22 de enero, 2018, el cual fue signado por la C. Verónica Muñiz García, en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, dirigido a la Unidad de Gestión Industrial de la **AGENCIA**, en el cual solicitó la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por una superficie de 1.4961 hectáreas, para el desarrollo del proyecto denominado "**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**", ubicado en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo.

2.- Por lo que corresponde al cumplimiento de los requisitos de solicitud establecidos en el artículo 120° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

Con vista en las constancias que obran en el expediente, se advierte que los requisitos previstos por el artículo 120°, párrafo primero del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, fueron satisfechos mediante la presentación del formato de solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales FF-SEMARNAT-030, debidamente requisitado y firmado por el **REGULADO**, donde se asientan los datos que dicho artículo señala.

Por lo que corresponde al requisito establecido en el artículo 120°, párrafo segundo del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, consistente en presentar el estudio técnico justificativo del proyecto en cuestión, éste fue satisfecho mediante el documento denominado Estudio Técnico Justificativo para cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**", que fue exhibido por la interesada adjunto a su solicitud de mérito, el cual se encuentra firmado por la C. Verónica Muñiz García, en su carácter de Apoderada Legal, así como por el Ing. Jorge Isaac Padilla Pastrana en su carácter de Representante Legal de la empresa Miren Digital S. C, responsable técnico de la elaboración del mismo, misma que se encuentra inscrita en el Registro Forestal Nacional como Persona Moral Prestadora de Servicios Técnicos Forestales en el Libro COLIMA, Tipo VI, Volumen 1, Número 1.

En lo correspondiente al requisito previsto en el artículo 120°, párrafo segundo del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, consistente en presentar original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, éstos quedaron satisfechos en el presente expediente con los documentos citados en el Resultado I del presente resolutivo, los cuales obran en el archivo de esta **AGENCIA**, en el expediente con bitácora 09/DSA0114/01/18.

3.- Por lo que corresponde al cumplimiento de los requisitos de contenido del estudio técnico justificativo, los cuales se encuentran establecidos en el artículo 121° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

Con vista en las constancias que obran en el expediente, se advierte que los requisitos previstos por el artículo 121° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, fueron satisfechos por el **REGULADO**, en la información vertida en el estudio técnico justificativo entregados en esta **AGENCIA**, mediante escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0112 de fecha 22 de enero 2018.

Por lo anterior, con base en la información y documentación que fue proporcionada por el **REGULADO**, esta Autoridad Administrativa tuvo por satisfechos los requisitos de solicitud previstos por los artículos 120° y 121° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y del artículo 15° párrafos segundo y tercero de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

- VI. Que con el objeto de resolver lo relativo a la demostración de los supuestos normativos que establece el artículo 117°, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, de cuyo cumplimiento depende la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales solicitada, esta Autoridad Administrativa revisó la información y documentación que obra en el expediente, considerando lo siguiente:

El artículo 117°, párrafo primero, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece:

ARTÍCULO 117°. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

De la lectura efectuada a la disposición anteriormente citada, se desprende que a esta Autoridad Administrativa sólo le está permitido autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales por excepción, cuando el interesado demuestre a través de su estudio técnico justificativo, que se actualizan los siguientes supuestos:

1. Que no se comprometerá la biodiversidad,
2. Que no se provocará la erosión de los suelos,
3. Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y
4. Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo

Con base en el análisis de la información técnica proporcionada por el **REGULADO**, se examinan los cuatro supuestos arriba referidos, en los términos que a continuación se indican:

1. Por lo que corresponde al **primero de los supuestos**, referente a la obligación de demostrar que no se comprometerá la biodiversidad, se observó lo siguiente:

Del estudio técnico justificativo se desprende lo siguiente:

El proyecto general denominado Gasoducto Tula Villa de Reyes consiste en la instalación de un Sistema de Transporte de Gas Natural con tubería de acero de carbono en una longitud de 299 kilómetros con una capacidad máxima para transportar 886 millones de pies cúbicos estándar por día a una temperatura operativa entre 10° y 50° C.

El proyecto estará ubicado, iniciando en el municipio de Tula estado de Hidalgo, cruza los estados de México, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí para llegar a la estación de Villa de Reyes. En un punto intermedio en el sitio denominado La Lira en el estado de Querétaro se derivará el ramal hacia Salamanca.

La longitud total de 299 kilómetros con una capacidad máxima para transportar 886 millones de pies cúbicos y para el proyecto "Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2" se solicita el

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 1.4961 hectáreas ubicadas en 1 predio y en un área definida como zona federal cruz del río Tula con el método a cielo abierto.

De la superficie forestal 1.4961 hectáreas solicitadas para cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), 0.2292 hectáreas corresponden a superficie con afectación de la vegetación de manera permanente y 1.2669 hectáreas con afectación de la vegetación de manera temporal. El ancho de afectación del gasoducto será de 30 metros, que incluye el derecho de vía (10 metros de ancho) y la franja de afectación temporal (20 metros de ancho).

Para la descripción del medio natural se delimitó una Cuenca Hidrológica Forestal (CHF) dado que es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente), por lo que facilita el análisis del impacto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales sobre los recursos naturales. En esta unidad de análisis se encuentra bien representado el tipo de vegetación que se afectará, así mismo el tamaño permite establecer las obras y programas para mitigar los impactos ocasionados por la ejecución del proyecto. Para delimitar dicha unidad se utilizó el software cartográfico Arc Gis 10.3, el modelo digital de elevación y la red de drenajes del sitio del proyecto, es decir se delimitó el parteaguas de la microcuenca de influencia dentro de la subcuenca del Río Tula, para ello se determinó el punto de salida en la presa Endhó y el escurrimiento del Río Tula obtenidas de la página del INEGI.

En la CHF la vegetación está representada principalmente por Agricultura de temporal anual, el cual cubre una superficie de 3,578.61 ha equivalente a 37.17% dentro de la CHF así como también la vegetación Matorral Grassicaule ocupa un espacio de 3.24%, acorde a la escala 1:250,000 con que se elaboró la serie III de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI. En menor proporción se encuentran zonas con vegetación secundaria, asentamientos humanos, zona urbana, agricultura anual y semipermanente de los antes mencionados, sumando el 22.63% del total de la CHF. En la siguiente tabla se muestra la información por tipo de vegetación.

Asociaciones y Uso de suelo y vegetación en la CHF. Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje
Agricultura de Riego Anual y Semipermanente	1923.3943	19.98%
Agricultura de Temporal Anual	3578.6140	37.17%

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Agricultura de Temporal Anual y Permanente	208.4985	2.17%
Asentamientos Humanos	4.5075	0.05%
Cuerpo de Agua	256.0991	2.66%
Matorral Crasicaule	311.8921	3.24%
Pastizal Inducido	1946.9739	20.22%
Desprovisto de Vegetación	305.5706	3.17%
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	127.7629	1.33%
Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	52.6885	0.55%
Zona urbana	912.1793	9.47%
Total	9,628.18	100.00%

Con la clasificación de INEGI, solo el 5.11 % de la superficie de la cuenca hidrológico forestal presenta terrenos forestales (492.34 ha). La vegetación en la cuenca es muy variada, sin embargo, en virtud de que la vegetación por afectar en el área del proyecto es del tipo Matorral Crasicaule, Bosque de galería y Tular, estos últimos no fueron cartografiados para esta zona, debido principalmente a la escala de la carta 1:250,000, lo que no permite cartografías polígonos pequeños como es el caso donde se ubica el bosque de galería y el tular.

El uso actual de los terrenos destinados para construir el Gasoducto Tula-Villa de Reyes en la Sección 2A-2 presenta un uso forestal en 1.4961 hectáreas, cuantificadas con la fotointerpretación de ortofotos digitales del área y su comprobación en campo. Sin embargo, de acuerdo con la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie III de INEGI, parte de la superficie forestal de CUSTF se ubica en zonas clasificadas con usos de agricultura temporal anual y en agricultura de riego anual y semipermanente. Esto debido a la escala de 1:250,000 utilizada en la Serie III, en donde las superficies fragmentadas en polígonos pequeños no alcanzan el área mínima cartografiable, que es de 100 hectáreas para la escala 1:250,000. Lo anterior significa que, unidades menores a esta superficie no son cartográficamente distinguibles, por lo que se generaliza el uso de mayor superficie. Por lo tanto, las zonas forestales delimitadas para la Sección 2A-2 se clasifica como Vegetación de Tular, Vegetación de galería y el Matorral Crasicaule, cuyos polígonos en la totalidad de los casos son menores a 100 hectáreas, por lo que para el INEGI no fueron susceptibles a una diferenciación o clasificación de acuerdo con la escala trabajada.

Así mismo, la cartografía de la Serie III, muestra que algunos polígonos de vegetación forestal cercanos al área de CUSTF y dentro de la misma CHF definida para el proyecto, mismos que

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/PGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

sustentan Vegetación de tipo Matorral Crasicaule. por lo anterior, la clasificación del tipo de vegetación de las áreas de CUSTF se realizó con la información de los muestreos de campo, en cuanto a la composición de especies y sus dimensiones, llegando así a la conclusión de que la vegetación forestal que sustentan los polígonos de CUSTF (1,4961 ha) pertenecen al tipo de vegetación de Matorral Crasicaule, Vegetación de galería y Tular.

Respecto al estado de conservación de la vegetación con la visita técnica realizada en los predios, se observó que corresponde a vegetación de matorral crasicaule, que se trata de vegetación primaria en proceso de degradación, Tular vegetación primaria en proceso de degradación y Galería que se trata de Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación.

Para la flora

Para la caracterización de la vegetación se realizó el levantamiento de 12 sitios de muestreo en el en el área de cuenca distribuidos aleatoriamente los sitios fueron de forma rectangular con dimensiones de 500 m², esto para para los estratos arbóreo, cactáceas y rosetáceas y 12 sitios de 100 m² para arbustivas y 60 sitios para herbáceas de 1 m².

Para el área de CUSTF, se levantó información de la vegetación a través de un censo (conteo total de los individuos dentro del área solicitada) para las especies de los estratos arbóreo, rosetáceas y cactáceas, mientras que para el arbustivo y epífitas se levantaron un total de 12 sitios forestales, con vegetación de galería, Matorral Crasicaule y Tular. Las actividades de muestreo se realizaron en el mes de octubre del 2017. Para el muestreo, se utilizaron sitios rectangulares de 100 metros cuadrados para contabilizar las especies del estrato arbustivo y epífitas, además de contabilizar las especies de epífitas y especies en regeneración (individuos arbóreos de pequeñas dimensiones) y en el mismo centro se delimitó otro sub-sitio de 1 m² para contabilizar las especies del estrato herbáceo.

El levantamiento de la información de campo se dividió en seis estratos por sitio: arbórea, cactáceas y rosetáceas (censo), arbustiva (100 m²), herbácea (1 m²) y el grupo de las epífitas (100 m²). En total se levantaron un total de 12 sitios de 100 m² y 60 sitios de 1 m², dentro de los polígonos de CUSTF.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Con la información de campo, se procedió a realizar el análisis estadístico, mediante modelos no paramétricos, con apoyo del software EstimateS versión 9.1.0., estos se estimaron para cada estrato. Con la información de abundancia de especies obtenida de los sitios de muestreo se construyó la matriz de datos y la elaboración de la curva de acumulación de especies, la cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo.

Las curvas de acumulación de especies requieren de un procedimiento de ajuste mediante modelos que permitan la obtención de la pendiente y la asíntota, previamente se realiza un proceso de aleatorización (200 veces) y suavizado de los datos obtenidos en campo, mediante el programa EstimateS versión 9.1., aunado a la obtención de los valores de estimadores no paramétricos, tales como Chao1, Chao2, ACE, Jackknife, Bootstrap, entre otros, con objeto de poder establecer un comparativo entre la riqueza observada y la estimada. Se obtuvo las curvas de acumulación y riqueza de especies, para los estratos arbustivo, herbáceo y epífitas encontrados en el tipo de vegetación; Matarral Crasicaule, Tular y Galería (Se realizó censo en los estratos: Arbóreo, Cactáceo y Rosetófilo) con extrapolación en el estrato arbustivo por un factor de 2n. Lo anterior, con objeto de conocer el comportamiento de curva y establecer el momento de la asíntota.

Se presentaron las curvas de acumulación de especies obtenidas mediante el programa EstimateS, para cada estrato. Así como las curvas que muestran el comparativo de los valores referentes a la riqueza de especies, obtenidos mediante los modelos no paramétricos, utilizando la fórmula bias-corrected y modelo tradicional, para los modelos de Chao1 y Chao2, aunado a los estimadores Jackknife, Bootstrap, ICE y ACE, todos ellos versus $S(est)$, para el correspondiente número de sitios de muestreo, considerando los estimadores que presentan los dos valores más próximos al valor observado.

Para calcular la diversidad florística se usó el índice de Shannon, este índice es una medida utilizada en ecología para estimar la diversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Para complementar el análisis de diversidad se obtuvo también, el índice de equidad de Pielou, el cual posee valores que pueden variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Las características estructurales del tipo de vegetación por afectar se evaluaron a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro de cada uno de los ecosistemas, es el caso de las dominancias, densidades y frecuencias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI). Este es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es 300, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes.

Con la información obtenida durante los muestreos y de la aplicación de los índices antes señalados se presentan tablas comparativas de la vegetación que se encuentra en la cuenca con la que se pretende afectar con el desarrollo del proyecto, por estrato y su respectivo análisis. Para el estrato arbóreo el Índice de Valor de Importancia (IVI), la especie ecológicamente más importante, es: *Prosopis glandulosa* (248.32%), para vegetación de matorral crasicaule y la especie *Salix humboldtiana* (167.16) para vegetación de galería.

Estrato arbóreo para los tres tipos de vegetación: Galería, Matorral crasicaule y Tular

Especie	Nombre común	Vegetación de Galería CHF			Vegetación de Galería CUSTF		
		Núm. de individuos por sitio de muestreo	Núm. de individuos por hectárea	Índice de Valor de Importancia	Núm. de individuos por sitio de muestreo	Núm. de individuos por hectárea	Índice de Valor de Importancia
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto azul	3	12	30.74	4	16	40.02
<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	111	444	70.31	26	104	72.04
<i>Populus tremuloides</i>	Álamo	1	4	7.87	0	0	0
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	1	4	7.59	0	0	0
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauz	112	448	167.16	40	159	158.73
<i>Schinus molle</i>	Pirul	3	12	16.33	3	12	29.21
		Matorral crasicaule CHF			Matorral crasicaule CUSTF		
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	39	195	248.32	26	92	231.01
<i>Schinus molle</i>	Pirul	2	10	51.68	4	14	68.99
		Tular CHF			Tular CUSTF		
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauz	3	3	300.00	1	1	300.00

Analizando los resultados para el estrato arbóreo, se observa que la riqueza es de seis especies de las cuales para el área de la CHF y en el área de CUSTF es similar para vegetación de bosque de galería, encontrando la especie *Salix humboldtiana*, dominante en ambas áreas con un índice de

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

valor de importancia de 167.16 para CHF y 158.73 para CUSTF, asimismo esta especie se observa para vegetación de Tular con solamente un ejemplar. Las especies antes señaladas no tienen una distribución restringida, así mismo no se encuentran bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo tanto, se confirma que la ejecución del cambio de uso de suelo no afectará la diversidad de este estrato.

Parámetro	Vegetación de Galería		Matorral crasicaule		Tular	
	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF
Riqueza S	6	4	2	2	1	1
H'	1.24	1.4172	0.2812	0.5828	---	---
H' max = Ln S	2.58	2	---	1	---	---
Equidad (J) = H'/H' max	0.48	0.7086	---	0.5828	---	---

En la CHF, el estrato arbóreo presenta una riqueza de seis especies para vegetación de bosque de galería, los cuales 4 se encontraron en área de CUSTF, la H calculada presenta un valor de 1.24 y 1.41. La máxima diversidad posible se obtiene con un valor de 2.58, es decir, si todas las especies tuvieran el mismo número de individuos esta sería la máxima diversidad posible que se alcanzaría. La equidad se observa con un valor de 0.70, indicador que hay una especie dominante, en este caso, *Salix humboldtiana*, asimismo se observa que para vegetación de tular no se realizó el análisis toda vez que solamente se registró una especie.

Estrato arbustivo para los tres tipos de vegetación: Galería, Matorral crasicaule y Tular

En cuanto al Índice de Valor de Importancia (IVI), la especie ecológicamente más importante es: *Typha dominguensis* 245.15% para la vegetación de tular, *Ricinus communis* 131.16 %, *Celastrus paniculatus*, tanto para la cuenca y para CUSTF. El resto de las especies poseen porcentajes menores: *Celastrus paniculatus* (38.52%), *Eupatorium glabratum* (29.08%), *Condalia mexicana* (25.50%) y *Plumbago scandens* (25.48%). En lo que respecta al área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, las especies ecológicamente más importantes, son: *Celastrus paniculatus* (115.56%), *Salvia mexicana* (55.32%) y *Plumbago scandens* (50.16%). El Bejuco matapalos tiene una tendencia notable a presentar valores del IVI sobresaliente, por lo que esta especie es la dominante en el matorral crasicaule, aun siendo su densidad y frecuencia similares a las demás, por lo que esta especie destaca en la dominancia por sus dimensiones.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Especie	Nombre común	Vegetación de Galería CHF			Vegetación de Galería CUSTF		
		Núm. de individuos por sitio de muestreo	Núm. de individuos por hectárea	Índice de Valor de Importancia	Núm. de individuos por sitio de muestreo	Núm. de individuos por hectárea	Índice de Valor de Importancia
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Jarilla	31	620	103.68	27	540	102.83
<i>Ricinus communis</i>	Higuera	52	1040	89.25	60	1200	131.16
<i>Persicaria lapathifolia</i>	Chilillo blanco	19	380	49.27	0	0	0.00
<i>Sida glabra</i>	Guinar Escobero	10	200	33.11	3	60	19.31
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	2	40	16.14	2	40	15.67
<i>Machaonia coulteri</i>	Huele de Noche	1	20	8.56	2	40	16.12
<i>Plumbago scandens</i>	Beles del Caribe	0	0	0.00	2	40	14.90
		Matorral Crasicaule-CHF			Matorral Crasicaule-CUSTF		
<i>Abutilon abutiloides</i>	Acapan	4	100	8.11	0	0	0.00
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	4	100	12.76	0	0	0.00
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Jarilla	1	25	3.60	0	0	0.00
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	13	325	14.40	13	325	26.69
<i>Brickellia veronicifolia</i>	Peisto	4	100	8.11	8	200	27.84
<i>Celastrus paniculatus</i>	Bejuco Matapalos	5	125	38.52	10	250	115.56
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	3	75	16.68	0	0	0.00
<i>Condalia mexicana</i>	Granjeno Fino	11	275	25.50	0	0	0.00
<i>Eupatorium glabratum</i>	Arbusto de la Paloma	21	525	29.08	0	0	0.00
<i>Machaonia coulteri</i>	Huele de Noche	2	50	9.69	0	0	0.00
<i>Mimosa biuncifera</i>	Uña de Gato	4	100	9.60	0	0	0.00
<i>Plumbago scandens</i>	Beles del Caribe	17	425	25.48	22	550	50.16
<i>Rubus aboriginum</i>	Zarzamora de Cerro	7	175	12.95	0	0	0.00
<i>Salvia mexicana</i>	Salvia	9	225	15.31	0	0	0.00
<i>Sida glabra</i>	Guinar Escobero	1	25	3.42	6	150	24.43
<i>Zaluzania augusta</i>	Limpia Tuna	55	1375	66.80	0	0	0.00
		Tular-CHF			Tular-CUSTF		
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Jarilla	2	67	29	0	0	0.00
<i>Persicaria lapathifolia</i>	Chilillo Blanco	560	18667	92	380	12667	54.85
<i>Typha domingensis</i>	Tule	3250	108334	179	5705	190167	245.15

Para analizar el estrato arbustivo, se observa que la riqueza es superior para vegetación de matorral crasicaule encontrando 16 especies, 7 en vegetación de galería y 3 en vegetación de tular de las cuales la especie *Barkleyanthus salicifolius* es la mas dominante localizándose en los tres tipos de vegetación, así mismo la especie *Typha domingensis* con un IVI de 245.15 en el vegetación de tular indicando domina esta especie en CHF y CUSTF, en proporción se puede decir que las especies están bien representadas en el área de la CHF y en general en el ecosistema, ya que en su totalidad todas las especies del área de CUSTF se encuentran en la CHF. Se observa que las especies con mayor IVI en el área de CUSTF: *Typha domingensis*, *Celastrus paniculatus* y *Ricinus communis* con respecto a la CHF, no tienen una distribución restringida, así mismo no se encuentran bjo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Parámetro	Vegetación de Galería		Matorral crasicaule		Vegetación de Tular	
	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF
Riqueza S	6	6	16	6	3	2
H'	1.92	1.4438	3.2042	2.3792	0.608	0.3371
H' max = Ln S	2.58	2.585	4	2.585	1.58	1
Equidad (J) = H'/H'max	0.74	0.5585	0.801	0.92	0.38	0.3371

El estrato arbustivo de la vegetación de matorral crasicaule presenta una riqueza específica de 16 especies, una abundancia de 161 individuos, lo cual le representa un índice de biodiversidad de 3.2042 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 4.00, y por lo tanto el índice de equitatividad, como resultado del cociente entre los dos valores antes mencionados, es de 0.8010. En cuanto al área de cambio de uso de suelo presenta una riqueza específica de 6 especies, una abundancia de 87 individuos, con un índice de biodiversidad de 2.3792 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 2.5850, y por lo tanto el índice de equitatividad, es de 0.9204. Esto indica que la homogeneidad, es decir la distribución del número de individuos por especie, se encuentra en un nivel que va de medio a alto, con la posibilidad de que exista una o dos especies medianamente dominantes dentro del estrato, en otras palabras, especies cuya abundancia no resulta significativamente mayor a las demás.

Para el estrato de las cactáceas, este solo se observó en vegetación de matorral crasicaule, con respecto al Índice de Valor de Importancia (IVI), la especie ecológicamente más importante, es: *Opuntia streptacantha* (61.21%), y las especies *Cylindropuntia imbricata* (55.45%), *Mammillaria magnimamma* (43.84%), *Myrtillocactus geometrizans* (35.96%) y *Echinocereus pentalophus* (25.12%) para la cuenca y para el área de cambio de uso de suelo se tiene que el Índice de Valor de Importancia (IVI) las representan las especies de *Opuntia streptacantha* (114.72%) y *Cylindropuntia imbricata* (104.0%).

El resto de las especies se clasifican en un nivel bajo y debido a que no existe una variación significativa entre ellas; es decir, 2 especies presentan IVI que van del 25.56% al 25.72%, considerada estas últimas como las especies con menor valor de importancia y de todas se ubicaron en el área de la cuenca así como se observa en la siguiente tabla.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Especie	Nombre común	Matorral crasicaule-CHF			Matorral crasicaule-CUSTF		
		Núm. de ind. por sitio de muestreo	Núm. de ind. por hectárea	Índice de Valor de Importancia	Núm. de ind. por sitio de muestreo	Núm. de ind. por hectárea	Índice de Valor de Importancia
<i>Coryphantha clavata</i>	Mammillaria Clavata	1	5	3.17	0	0	0.00
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón Tunero	116	580	55.45	569	569	104.00
<i>Echinocereus pentalophus</i>	Cardón Pitaya	53	265	25.12	7	7	25.72
<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga Ganchuda	17	85	13.03	4	4	25.56
<i>Mammillaria magnimamma</i>	Mammillaria Chilitos	138	690	43.84	0	0	0.00
<i>Mammillaria saxicola</i>	Mammillaria Deditos	5	25	7.07	0	0	0.00
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	18	90	35.96	0	0	0.00
<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal Espina Amarilla	10	50	12.42	0	0	0.00
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal tuna mansa	1	5	9.63	0	0	0.00
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal Redondo	2	10	7.23	0	0	0.00
<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal Ovalado	37	185	61.21	551	551	145
<i>Opuntia tomentosa</i>	Nopal lengua de vaca	28	140	18.76	0	0	0.00
<i>Stenocactus crispatus</i>	Biznaga Chichi de Yequa	18	90	7.12	0	0	0.00

Para las cactáceas se tiene una riqueza superior en la CHF por 13 especies de las cuales 4 se observaron en el área de cambio de uso de suelo en vegetación de matorral crasicaule, toda vez que en los otros tipos de vegetación no se encontraron especies de este estrato, la riqueza específica de 13 especies con una abundancia de 444 individuos y con un índice de biodiversidad de 2.7722 bits/individuo para cuenca y CUSTF se encontró una riqueza específica de 4 especies con una abundancia de 320 individuos, lo cual le representa un índice de biodiversidad de 1.0783 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 2.0.

Por lo tanto para la cuenca se observa que la homogeneidad, es decir la distribución del número de individuos entre las especies, se encuentra en un nivel que va de medio a alto y para CUSTF, se encuentra en un nivel muy bajo, debido a que se observa la presencia de dos especies dominantes dentro del estrato, asimismo ninguna de las especies no tienen una distribución restringida, como se indica en la siguiente tabla:

Parámetro	Vegetación de Galería		Matorral crasicaule		Vegetación de Tular	
	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF
Riqueza S	—	—	13	4	—	—
H'	—	—	2.77	1.0783	—	—
H' max = Ln S	—	—	3.7	2	—	—
Equidad (J) = H'/H' max	—	—	0.749	0.5391	—	—

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Para este estrato se destaca por la abundancia de las especies *Opuntia streptacantha* (114.72%) y *Cylindropuntia imbricata* (104.0%), las especies antes mencionadas no tienen distribución restringida, asimismo no se encuentran bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Todas las especies registradas en el área de CUSTF se encuentran distribuidas en la CHF, por lo que no se tiene la presencia de especies únicas, y todas las especies del área del proyecto presentan un número representativo de individuos en la CHF, por lo que se concluye que no se pone en riesgo la diversidad del estrato cactáceo con la implementación del proyecto.

Estrato rosetófilo.

Este estrato presenta una riqueza de una especie en el área de CUSTF la especie *Agave salmiana* con 4 Individuos/ha y una especie en la CHF siendo la misma especie con una abundancia de 50 Individuos/ha.

El Índice de Shannon del área de CUSTF y en la CHF al ser una sola especie el valor del índice es de 0.00 lo que señala que la diversidad del estrato es mala. En cuanto al IVI, en el área de CUSTF y CHF la especie *Agave salmiana* es la especie ecológicamente más importante en este estrato con un IVI de 300% para ambas áreas. Como se puede observar la especie identificada para el área de CUSTF está bien representada en la CHF, esta especie tiene una amplia distribución en el territorio nacional, lo que, se puede considerar que la ejecución del cambio de uso de suelo no provocará la pérdida de biodiversidad.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo presenta una riqueza de específica de 7 especies para vegetación de galería 14 especies para matorral crasicaule y 7 para vegetación de tular.

Para vegetación de galería el estrato herbáceo presenta una diversidad específica en el área de CUSTF de tres especies, en tanto que en la CHF presenta con siete especies. En el área de CUSTF la especie con mayor abundancia es *Cynodon nlemfuensis* con AbA de 85,600 ejemplares/ha y AbR de 50.00%; en tanto que en la CHF el 57.64% de la abundancia relativa se agrupa en tres especies que corresponden a *Digitaria sanguinalis* con AbA de 52,000 ejemplares/ha y AbR de 15.05% y *Cynodon nlemfuensis* con AbA de 147,200 organismos/ha y AbR de 42.59%.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Para vegetación de Tular el estrato herbáceo presenta una riqueza específica en el área de CUSTF de dos especies, en tanto que en la CHF es el de mayor riqueza específica con siete especies. Para vegetación de matorral crasicuale presenta una riqueza de 14 especies para la cuenca de los cuales se observaron 8 en el área de cambio de uso de suelo, la especie con mayor abundancia es *Bouteloua gracilis* con AbA de 51,500 ejemplares/ha y AbR de 66% y la especie *Solanum nudum* con AbA de 51,000 ejemplares/ha y AbR de 65%.

Todas las especies presentes en el área de CUSTF fueron identificadas en la CHF por lo que no se tienen especies únicas en este estrato y tipo de vegetación así como se indica en la siguiente tabla.

Especie	Nombre común	Vegetación de Galería CHF			Vegetación de Galería CUSTF		
		Núm. de ind. por sitio de muestreo	Núm. de ind. por hectárea	Índice de Valor de Importancia	Núm. de ind. por sitio de muestreo	Núm. de ind. por hectárea	Índice de Valor de Importancia
<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto Para	62	24800	19.15	0	0	0.00
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pasto Estrella	368	147200	121.32	214	85600	129.68
<i>Cyperus esculentus</i>	Coquillo	76	30400	28.12	0	0	30.73
<i>Digliptera peduncularis</i>	Maleza de las Lomas	33	13200	13.07	45	18000	139.59
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Pasto Popoyote	130	52000	49.69	169	67600	0.00
<i>Paspalum conjugatum</i>	Pasto Grama	121	48400	39.93	0	0	0.00
<i>Senecio vulgaris</i>	Margarita de pantano	74	29600	28.73	0	0	0.00
		Matorral Crasicuale-CHF			Matorral Crasicuale-CUSTF		
<i>Ambrosia confertiflora</i>	Estafiate Pegajoso	34	17000	22.26	0	0	0.00
<i>Aristida stricta</i>	Pasto Aguja	45	22500	24.53	39	19500	25
<i>Bouteloua gracilis</i>	Pasto Navaja	55	27500	38.64	103	51500	66
<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto Para	31	15500	17.64	0	0	0.00
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pasto Estrella	13	6500	6.59	25	12500	18
<i>Elytraria imbricata</i>	Cordoncillo	88	44000	58.02	0	0	0.00
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregrado	18	9000	17.12	0	0	0.00
<i>Martynia annua</i>	Uña de Gato	3	1500	2.62	19	9500	10
<i>Petiveria alliacea</i>	Pasto Cola de Zorra	28	14000	17.10	37	18500	24
<i>Sedum sediforme</i>	Siempre Viva	17	8500	13.95	0	0	0.00
<i>Sida acuta</i>	Huinar	19	9500	13.25	79	39500	49
<i>Solanum nudum</i>	Tomatillo	10	5000	7.03	102	51000	65
<i>Solanum rostratum</i>	Manca Mula	13	6500	11.63	34	17000	21
<i>Stipa ichu</i>	Pasto Ichu	81	40500	49.63	0	0	0.00
		Tular-CHF			Tular-CUSTF		
<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto Para	27	18000	22.57	0	0	0.00
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pasto Estrella	34	22667	28.28	0	0	0.00
<i>Cyperus esculentus</i>	Coquillo	108	72000	92.31	102	68000	179.50
<i>Eichhornia crassipes</i>	Pico de Pato	78	52000	61.58	0	0	0.00

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

<i>Nymphoides peltatum</i>	Colomo del Pantano	36	24000	31.29	0	0	0.00
<i>Senecio vulgaris</i>	Margarita de pantano	57	38000	46.43	14	9333	120.50
<i>Setaria grisebachii</i>	Pasto Pajita	20	13334	17.54	0	0	0.00

El estrato herbáceo de la vegetación de galería presenta una riqueza específica de 7 especies, una abundancia de 864 individuos, lo cual le representa un índice de biodiversidad de 2.3976 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 0.8540, para matorral crasicaule presenta una riqueza específica de 14 especies, una abundancia de 455 individuos con un índice de biodiversidad de 3.4063 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 3.8074, para tular se observa una riqueza de 360 individuos con una biodiversidad de 2.58 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 0.5313,

Si analizamos los índices de biodiversidad de Shannon por cada estrato se observa que el estrato herbáceo presenta una mayor biodiversidad y mayor índice de equitatividad en vegetación de matorral crasicaule lo cual quiere decir que el número de individuos por especie se encuentra en proporciones más equitativas como se muestra en la siguiente tabla.

Parámetro	Vegetación de Galería		Matorral crasicaule		Vegetación de Tular	
	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF
Riqueza S	7	3	14	8	7	2
H'	2.39	1.371	3.4063	2.9277	2.58	0.5313
H' max = Ln S	2.807	105850	3.8074	3.1699	2.8	1
Equidad (J) = H' / H' max	0.85	0.865	0.89	0.9236	0.92	0.5313

Para finalizar el análisis de diversidad de la vegetación, se enfatiza que el estrato herbáceo presenta comportamientos de temporalidad, lo que explica que la presencia o ausencia de algunas especies dependerá de la época del año en la que se lleve a cabo el esfuerzo de muestreo; este estrato también es muy dependiente de las condiciones de "conservación" en las que se encuentre el sitio muestreado.

Otro indicador que permite concluir que para el estrato herbáceo no se compromete la biodiversidad, son las condiciones sobre las que se desarrolla, es decir, las áreas de CUSTF, tienen en general mayor perturbación que las áreas muestreadas en la CHF, esto permite que la mayoría

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

de las especies de herbáceas tengan mejores condiciones de desarrollo en esta área, no siendo este un indicador de mejores condiciones para el desarrollo de otros estratos vegetales.

A manera de resumen, para las especies de flora en general de los diferentes estratos se ha encontrado que algunas presentan mayores valores de importancia en el área de CUSTF que en la CHF, la mayoría de estas especies tienen una amplia distribución, y no se encuentran bajo categorías de protección y/o riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunado a esto todas las especies identificadas en el área de CUSTF se encuentran representadas en la CHF.

Medidas de prevención y mitigación

Las medidas que se plantean en estudio técnico justificativo que permitirá asegurar que la ejecución de las actividades propuestas no comprometerá la biodiversidad en el ecosistema son las siguientes:

Con la finalidad de mitigar el efecto del proyecto por la remoción de vegetación se propone un programa de rescate, reubicación y reforestación de flora silvestre, el cual tiene por objetivo, disminuir la afectación a la misma, en especial de las especies que son más abundantes en el área del proyecto y dan estructura a la vegetación, a través del rescate y la reubicación de los organismos con el fin de mantener su abundancia, diversidad y sobre todo conservar los servicios ambientales que presentan dentro del ecosistema, Anexo 1 de 2.

- Se estima rescatar un total de 81 individuos contemplados para el rescate y reubicación de las 3 especies de cactáceas identificadas en el área de CUSTF. Sin embargo, el número de ejemplares rescatados puede llegar a variar una vez que el programa sea ejecutado, debido a que el número de individuos que se proponen en el presente programa es una estimación de lo que se podría encontrar en campo.
- Se estima reforestar un total de 309 individuos de la especie *Prosopis glandulosa* para vegetación de matorral crasicaule, 214 individuos de la especie *Fraxinus uhdei* y 321 individuos de la *Salix humboldtian* para vegetación de galería y por último la reforestación de la especie *Typha dominguensis* con un total de 192,420 individuos para vegetación de tular.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

- Reubicaciones en sitios adyacentes en las áreas de afectación temporal del derecho de vía del proyecto, que cumplan con las características ambientales para hábitat de las especies a trasplantar.
- la especie *Typha dominguensis* tendrá una densidad de 20 plantas/m² para vegetación de tular.
- Recuperación de la capa superficial del suelo y su reincorporación posterior para las actividades de revegetación.
- Trituración de las materias primas resultantes del cambio de uso de suelo y su reincorporación al suelo para enriquecerlo en nutrientes y se favorezca la revegetación natural.
- Capacitación al personal contratado en temas relacionados con aspectos ambientales de las especies de flora y fauna a proteger y conservar donde se incluirán sus funciones, posibles usos y su importancia. Asimismo, dar pláticas de legislación ambiental, manejo de maquinaria y equipo, manejo y disposición de residuos, cuidado del agua, señalamientos, etc.
- Remoción de la vegetación únicamente en la zona sujeta a cambio de uso de suelo empleando equipo y técnicas que eviten el daño a la vegetación en zonas aledañas.
- Previo a las actividades de desmonte y despalle en la preparación del sitio se realizará la delimitación del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo, con la finalidad de evitar afectación a sitios aledaños o no considerados en el presente estudio.
- El material vegetal muerto deberá ser esparcido en el área del CUSTF conforme se finalicen las actividades de construcción buscando que quede disperso a lo largo de toda el área, esto con el fin de reducir la energía del agua en su impacto con el suelo durante la precipitación, y reducir la velocidad del viento, por lo tanto, propiciar la conservación de la humedad del suelo y reducir la erosión eólica.

Para la fauna

Respecto a las especies faunísticas, en la zona de influencia del área propuesta para el cambio de uso de suelo en terreno forestal y en la cuenca hidrológico-forestal, EL REGULADO hace mención que realizó trabajo de campo con la delimitación y recorridos de 5 transectos de 100 m en la cuenca. De esta manera, el diseño de muestreo empleado fue de tipo sistemático, es decir la

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

cercanía de los transectos, el tamaño del área junto con la naturaleza móvil de la fauna permite considerar que cubrimos el área y que en realidad estamos trabajando en cierta manera dentro de una gradilla. El establecer 5 transectos dentro de la cuenca y se aplicó el mismo esfuerzo de muestreo que en el área de CUSTF 5 transectos.

El muestreo de las especies de vertebrados terrestres se llevó a cabo en el mes de Noviembre de 2017, mediante recorridos tomando como referencia 5 transectos de observación distribuidos en la CHF y CUSTF. El muestreo de fauna dentro de la cuenca se realizó en áreas de similar tipo de vegetación que en el área de CUSTF, para lo cual se ubicaron en áreas forestales de la CHF fuera del área del proyecto con el mismo tipo de vegetación, con el propósito de que las condiciones fueran similares y poder realizar un comparativo, evitando las áreas agrícolas existentes en las proximidades de las áreas forestales.

Metodología utilizada para los muestreos de fauna

Aves. Se estableció una técnica combinada de puntos de conteos, consistiendo en un punto central donde inicio el recorrido a una distancia de 100 metros por transecto lineal para matorral crasicaule en la metodología utilizada fue a través de la denominada puntos de conteo, en un radio de 25 m, que es básicamente la realización de conteos en puntos definidos durante el recorrido del mismo transecto recorrido para los otros grupos faunísticos.

El conteo se realizó mediante la observación en el centro de cada uno de los transectos (centroide de cada transecto de vertebrados terrestres). En cada punto de conteo se hizo un censo visual y auditivo de aves durante 10 minutos registrando todas aquellas especies que se encontraban en un rango visible y auditivo.

Anfibios y Reptiles. Se utilizó la técnica de inspección por encuentro visual con captura manual "VES" (Urbina-Cardona et al., 2015), en transectos lineales. En cada recorrido se revisaron todos los sitios (micro hábitats) donde podrían estar los animales: cortezas de troncos, hojarasca, debajo de las rocas, troncos caídos, entre otros. Cabe señalar que el avistamiento fue bajo debido principalmente a que las fechas de recorrido de campo corresponden a la temporada de invierno.

Mamíferos: Se llevaron a cabo transectos de longitud de 100 metros, empleando métodos convencionales directos, avistamiento de individuos en vida libre, e indirectos como búsqueda de

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

rastros: huellas, extretas, pelo, rascaderos, madrigueras, etc. (Aranda, 2000; Romero-Almaraz et al., 2000). Cada rastro registrado fue debidamente fotografiado, y un costado de cada uno se colocaron objetos como referencia de tamaño como monedas y lápices, esto para una identificación más adecuada de cada uno.

Biodiversidad de los datos

Anfibios

Con los muestreos en el área de CUSTF para la clase anfibios se tiene la presencia de dos especies, presentando abundancia absoluta de *Hyla eximia* con AbA de 2 organismos y AbR de 40.00% y *Anaxyrus punctatus* con AbA de 3 ejemplares y AbR de 60.00%. Por lo que respecta en la CHF se tiene la presencia de tres especies, siendo la más abundante *Anaxyrus punctatus* con AbA de 4 especímenes y AbR de 44.44%, seguida de *Hyla eximia* con AbA de 3 organismos y AbR de 33.33% y *Lithobates neovolcanicus* con AbA de 2 ejemplares y AbR de 22.22%.

Como se puede observar, las especies presentes en el área de CUSTF fueron registradas en el área de la CHF con un número mayor de individuos y las abundancias relativas que presenta en la CHF se ve afectada por el número de especies presentes en esta área de estudio, con lo que se considera que no existen especies únicas en el área de CUSTF, además que se encuentran bien representadas en la CHF.

Especie	Nombre Corlún	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Individuos		Abundancia Relativa		Índice de Shannon	
			CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF
<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	---	4	3	44.44%	60%	-0.52	-0.4422
<i>Hyla eximia</i>	Rana de montaña	---	3	2	33.33%	40%	-0.5283	-0.5288
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	Rana neovolcánica	---	2	---	22.22%	---	-0.4822	---
Total			9	5	100.00%	100.00%	-1.5305	-0.971
Máxima diversidad del ecosistema H' máx =							1.585	1
Equitatividad (J) H'/H' máx =							0.97	0.97

El Índice de Shannon indica que en tanto en el área de CUSTF como en la CHF la diversidad de este grupo faunístico es mala al tener valores de 0.97 y 1.53, respectivamente, en tanto que en la

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

diversidad máxima en el área de CUSTF se ha alcanzado y en la CHF se está relativamente cerca de lograrlo, al establecerse en valores de 1.00 para el área de CUSTF y 1.58 en la CHF.

El Índice de Equitatividad de Pielou indica que la distribución de la abundancia en ambas áreas de estudio es homogénea, con valores de 0.97 para el área de CUSTF y CHF, lo anterior como resultado de no presentarse grandes grupos dominantes de especies, donde los valores de abundancias absolutas y relativas son poco significativos entre especies. Las dos especies del sitio del proyecto son frecuentes ser registradas en tres y dos de los cinco transectos, en tanto que en la CHF son *Anaxyrus punctatus* y *Hyla eximia* con cuatro y tres, respectivamente, de los cinco transectos.

Siguiendo los criterios empleados por Duellman (1965), Muñoz (1988), Mendoza (1990), Martínez y Muñoz (1998) y Vargas (1998) donde una especie se considera rara (R) cuando se registran uno o 2 ejemplares; moderadamente abundante (M) si se observan de 3 a 5 ejemplares, y abundante (A) cuando se encuentran más de 5 ejemplares, los resultados de estudio de fauna indican que una especie registradas para el área de CUSTF se considera moderadamente abundantes y la otra se ubica como una especie rara con la presencia de dos ejemplares.

Por lo anterior y considerando los hábitos de desplazamiento y la condición territorial de las especies de este grupo de fauna, resulta importante la implementación del programa de rescate y reubicación de especies bajo las metodologías establecidas en el programa correspondiente, con el objetivo de que se reduzca al mínimo la afectación directa de estas especies.

Las especies presentes en el sitio del proyecto (área de CUSTF) son 2 y pertenecen al orden Anura, a las familias Hylidae y Bufonidae; *Hyla eximia* se considera como escasa y la otra especie es común. Las 2 especies son residentes del país; por su sociabilidad *Anaxyrus punctatus* es solitaria y *Hyla eximia* se considera gregaria; por su alimentación, las 2 son insectívoras y ninguna de ellas está en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni listadas en los Apéndices CITES.

En la CHF las tres especies pertenecen al orden Anura, a las familias Bufonidae, Hylidae y Ranidae; *Hyla eximia* se considera como escasa y las otras dos especies como comunes. Las tres especies son residentes del país; por su sociabilidad *Anaxyrus punctatus* es solitaria y las otras dos como

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

gregarias; por su alimentación, las tres son insectívoras y ninguna de ellas está en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni listadas en los Apéndices CITES.

No se tiene la presencia de especies en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies identificadas en el área de CUSTF fueron observadas en la CHF con una ligera mayor abundancia absoluta en esta área de estudio.

Reptiles

Con los muestreos en el área de CUSTF para la clase reptiles se tiene la presencia de cuatro especies, siendo la más abundante *Sceloporus spinosus* con AbA de 4 Individuos y AbR de 33.33%, seguida de *Sceloporus cautus* y *Sceloporus horridus* con AbA de 3 especímenes y AbR de 25.00%. Por lo que respecta en la CHF se tiene la presencia de seis especies, siendo las más abundantes *Sceloporus horridus*, *Sceloporus cautus* y *Sceloporus spinosus* con AbA de 4 organismos y AbR de 21.05% cada una. La diferencia en abundancia absoluta entre especies en ambas áreas de estudio es poco significativa.

Como se puede observar, las especies presentes en el área de CUSTF fueron registradas en el área de la CHF con un número mayor de individuos y la abundancia relativa que presenta en la CHF se ve afectada por el número de especies presentes en esta área de estudio.

Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT-2010	Individuos		Abundancia Relativa		Índice de Shannon	
			CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada	---	3	2	15.79%	16.67%	-0.42	-0.43
<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija espinosa tímida	---	4	3	21.05%	25.00%	-0.47	-0.50
<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa del pacífico	---	4	3	21.05%	25.00%	-0.47	-0.50
<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	---	4	4	21.05%	33.33%	-0.47	-0.53
<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	---	2	---	10.53%	---	-0.34	---
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra listonada cuello negro	---	2	---	10.53%	---	-0.34	---
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada	---	3	2	15.79%	16.67%	-0.42	-0.43
<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija espinosa tímida	---	4	3	21.05%	25.00%	-0.47	-0.50
Total			19	12	100.00%	100.00%	-2.52	-1.96
Máxima diversidad del ecosistema H' máx =							2.59	2.00
Equitatividad (J) H'/H' máx =							0.98	0.98

El Índice de Shannon indica que en tanto en el área de CUSTF como en la CHF la diversidad de este grupo faunístico es buena al tener valores de 2.52 y 1.95 respectivamente, en tanto que en la

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

diversidad máxima están relativamente cercanas a lograrlo, al establecerse en valores de 2.00 para el área de CUSTF y 2.58 en la CHF.

El Índice de Equitatividad de Pielou indica que la distribución de la abundancia en ambas áreas de estudio es homogénea, con valores de 0.98 para la CHF y sitio de CUSTF, lo anterior como resultado de no presentarse grandes grupos dominantes de especies, donde los valores de abundancias absolutas y relativas son poco significativos entre especies.

Las especies presentes en el sitio del proyecto pertenecen al orden Squamata, a la familia Phrynosomatidae, tres especies se consideran comunes y una poco común. Las cuatro especies se consideran residentes, por su sociabilidad son solitarias, las cuatro especies son insectívoras, no se tiene la presencia de especies en categoría de Protección especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En la CHF las seis especies pertenecen al orden Squamata, a dos familias, presentando el mayor número de especies Phrynosomatidae, todas las especies se consideran residente, cinco son comunes y una poco comunes. Por sus hábitos alimenticios cinco son insectívoras y una carnívora. Todas se consideran solitarias por su sociabilidad. No se tiene la presencia de especie en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies identificadas en el área de CUSTF fueron observadas en la CHF con una mayor abundancia absoluta en esta área de estudio.

Aves

Para la clase Aves, se identificaron 19 especies en el área del proyecto y 24 en el área de la CHF, siendo en el área de CUSTF las especies más abundantes Zenaida macroura con AbA de 5 organismos y AbR de 8.06%, Columbina inca con AbA de 5 ejemplares y AbR de 8.06% y Bubulcus ibis con AbA de 8 especímenes y AbR de 12.90%, el resto de las especies se agrupan en dos conjuntos con abundancias absolutas similares, 13 especies con abundancias de 2 y 3 individuos, otro de tres especies con abundancia absoluta de cuatro ejemplares.

En la CHF las especies más abundante es igualmente Plegadis falcinellus con AbA de 18 Individuos y AbR de 13.53%, seguida de Bubulcus ibis con AbA de 9 organismos y AbR de 6.77% y Zenaida asiatica con AbA de 9 ejemplares y AbR de 6.77%, El resto de las especies presentan número de

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

individuos y abundancias relativas marcadamente menores a las especies más abundantes, cuyos valores se ven afectados por la abundancia absoluta de la especie dominante, pero sin dejar de ser representativos en cuanto al número de individuos observados.

En la tabla siguiente se muestran la abundancia absoluta y relativa para cada una de las especies, que permite observar su comportamiento en cada área de estudio.

Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Individuos		Abundancia Relativa		Índice de Shannon	
			CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF
<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta amarilla	---	2	---	1.50%	---	-0.09	---
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	---	5	2	3.76%	3.23%	-0.18	-0.16
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	---	9	8	6.77%	12.90%	-0.26	-0.38
<i>Caracara cheriway</i>	Cara cara	---	4	3	0.0301	4.84%	-0.15	-0.21
<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeciroja	---	6	2	0.0451	3.23%	-0.20	-0.16
<i>Columba inca</i>	Tórtola coli larga	---	7	5	5.26%	8.06%	-0.22	-0.29
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	---	4	3	3.01%	4.84%	-0.15	-0.21
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojos amarillos	---	3	---	2.26%	---	-0.12	---
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	---	5	4	0.0376	6.45%	-0.18	-0.26
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	---	7	3	0.0526	4.84%	-0.22	-0.21
<i>Icterus parisorum</i>	Boisero tunero	---	3	2	2.26%	3.23%	-0.12	-0.16
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	---	4	2	3.01%	3.23%	-0.15	-0.16
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	---	5	3	3.76%	4.84%	-0.18	-0.21
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	---	3	2	0.0226	3.23%	-0.12	-0.16
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	---	4	---	0.0301	---	-0.15	---
<i>Passerina caerulea</i>	Pico gordo azul	---	6	2	4.51%	3.23%	-0.20	-0.16
<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis cara oscura	---	18	4	13.53%	6.45%	-0.39	-0.26
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pechi rojo	---	5	2	3.76%	3.23%	-0.18	-0.16
<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	---	4	3	0.0301	4.84%	-0.15	-0.21
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero aliblanco	---	4	---	0.0301	---	-0.15	---
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico curvo	---	5	4	3.76%	6.45%	-0.18	-0.26
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	---	4	---	3.01%	---	-0.15	---
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	---	9	3	6.77%	4.84%	-0.26	-0.21
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	---	7	5	0.0526	8.06%	-0.22	-0.29
Total			133	62	100.00%	100.00%	-4.41	-4.12
Máxima diversidad del ecosistema H' máx =							4.59	4.25
Equitatividad (J) H/H'máx =							0.96	0.97

El Índice de Shannon señala que en tanto en el área de CUSTF como en la CHF la diversidad de este grupo faunístico es muy buena al tener valores de 4.58 y 4.12 respectivamente en tanto que en la diversidad máxima están relativamente cercanas a lograrlo, al establecerse en valores de 4.59 para el área de CUSTF y 4.25 en la CHF.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

El Índice de Equitatividad de Rielou indica que la distribución de la abundancia en ambas áreas de estudio es homogénea, con valores de 0.96 y 0.97 para el área de CUSTF y Cuenca respectivamente, lo anterior como resultado de no presentarse grandes grupos dominantes de especies, donde los valores de abundancias absolutas y relativas son poco significativos entre especies. En este grupo de fauna en el área de CUSTF no se tiene la presencia de especies en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y solo la especie Caracara cheriway listada en el Apéndice II de la CITES.

De las 19 especies de aves presentes en el área de CUSTF pertenecen a ocho ordenes, 14 familias, de las cuales Columbidae con tres especies y, Mimidae, Ardeidae y Tyrannidae con dos especies son las más ricas en número de especies. En cuanto a la estacionalidad de las especies 17 son residentes y dos son migratorias. Por su sociabilidad 12 son gregarias y siete solitarias. En cuanto a la abundancia dos son abundantes, 16 comunes y una poco común. Por la alimentación de los individuos destacan las especies carnívora y granívora con cuatro y seis ejemplares cada una.

Mamíferos

Para la clase mamíferos en el área de CUSTF, se encontraron tres especies, siendo *Lepus californicus*, *Otospermophilus variegatus* y *Sylvilagus audubonii*, todas con AbA de 2 especímenes y AbR de 33.33%. En el muestreo de la cuenca, se identificaron cuatro especies, siendo *Lepus californicus* y *Sylvilagus audubonii* con AbA de 3 Individuos y AbR de 30.00%, cada una, las más abundantes del grupo faunístico, y *Otospermophilus variegatus* y *Procyon lotor* con AbA de 2 organismos y AbR de 20.00%. En este grupo faunístico en el área de CUSTF no se identificaron especies en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en los listados CITES.

Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Individuos		Abundancia Relativa		Índice de Shannon	
			CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	—	3	2	30%	25%	-0.52	-0.53
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	—	2	2	20%	25%	-0.46	-0.53
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	—	2	—	30%	—	-0.46	—
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	—	3	2	20%	25%	-0.52	-0.53
Total			10	6	100%	100%	-1.97	-1.59
			Máxima diversidad del ecosistema H' máx =				2.00	1.59
			Equitatividad (J) H/H'máx =				0.99	1.00

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

El Índice de Shannon indica que, en el sitio del proyecto la diversidad de las especies se considera regular, al tener un índice de 1.58, en tanto que en la CHF la diversidad del grupo faunístico es regular con un índice de 1.97; ambas áreas de estudio están relativamente cerca de alcanzar la diversidad máxima para este grupo faunístico.

En cuanto a la distribución de la abundancia de las especies para ambas áreas de estudio se considera homogéneo al presentar un Índice de Equitatividad de Pielou de 1.00 y 0.99 para el área de CUSTF y CHF, respectivamente, como consecuencia de la ausencia de grandes grupos de especies dominantes.

En el área de CUSTF las especies pertenecen a los órdenes Lagomorpha y Rodentia, a dos familias, de las cuales Leporidae es la más rica en especies. Se identificaron dos especies de importancia cinegética, todas las especies son de estacionalidad residentes, comunes y destacan las de hábitos alimenticios de tipo herbívoro con dos especies.

En la CHF se tiene de igual manera que en el área de CUSTF dos especies se consideran de importancia cinegética, las cuatro especies son comunes por su abundancia, todas ellas son de estacionalidad residentes. Por su alimentación destacan las herbívoras con dos especies, por su sociabilidad dos son gregarias y dos solitarias.

Como se puede observar las especies de mamíferos identificadas en el área de CUSTF fueron observadas en la CHF con igual o mayor número de individuos, por lo que se concluye que no se ponen en riesgo las especies de este grupo faunístico al estar bien representadas en la CHF, además de las actividades de ahuyentamiento y rescate que se contemplan en el programa correspondiente.

En lo que corresponde a las medidas de prevención y mitigación propuestas para el grupo faunístico se considera la ejecución del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, se lo siguiente:

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

En el estudio técnico justificativo el REGULADO presentó como una de las medidas para evitar posibles afectaciones a cualquier especie de fauna presente en la zona del proyecto, la ejecución del programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, cuyo propósito es rescatar y reubicar en la zona de conservación la mayor cantidad de individuos susceptibles de rescate, para garantizar la permanencia de ejemplares que pudieran ser afectados directamente con la remoción de la vegetación.

Con la implementación correcta del programa de rescate, los grupos faunísticos encontrados en la CHF y en el sitio del proyecto no se verán comprometidos por la remoción de la vegetación, debido a que estas especies se pueden trasladar en zonas aledañas que presenten condiciones similares a las del predio sujeto a CUSTFF.

Asimismo, se presenta diferentes acciones que aseguran el mantenimiento de la biodiversidad.

- Se llevará a cabo la identificación y ahuyentamiento de fauna, previo a las actividades de preparación del sitio, desmonte y despalle, antes y durante la etapa de construcción, haciendo hincapié en especies sensibles, de importancia ecológica, endémicas, lento desplazamiento o que se encuentren citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 susceptibles a daño alguno.
- Búsqueda minuciosa de madrigueras, por lo menos una semana antes de iniciar cualquier actividad de extracción, para tener la seguridad de que no se encuentran individuos de ninguna especie dentro del área.
- Se realizará actividades de ahuyentamiento permanentes durante todas las actividades de cambio de uso del suelo, con la finalidad de no causarles daños a los individuos de lento desplazamiento.
- se realizará recorridos por las áreas a desmontar generando ruido para ahuyentar y/o en su caso, rescatar y reubicar aquellas especies de fauna que se encuentran presentes en las áreas sujetas a afectación (independientemente de su inclusión o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010).
- Se hará difusión y educación ambiental, en el cual serán tratados los temas relacionados con la protección, cuidado y respeto de las especies de fauna silvestre, con énfasis en

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que fueron registradas en la cuenca hidrológico-forestal y en la superficie de cambio de uso de suelo.

- *Estará prohibido coleccionar, cazar, trampear, azuzar o dañar las especies de fauna silvestre que sean observadas sobre las áreas de trabajo durante las etapas de preparación del sitio y construcción.*

Con base en los razonamientos arriba expresados y en lo expuesto por el **REGULADO**, esta Autoridad Administrativa considera que se encuentra acreditada la primera de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117 párrafo primero, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto a que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo forestal en cuestión **no compromete la biodiversidad**.

2. Por lo que corresponde al **segundo de los supuestos**, referente a la obligación de demostrar que no se provocará la erosión de los suelos, del estudio técnico justificativo e información complementaria, se desprende lo siguiente:

En el estudio técnico justificativo, el **REGULADO** manifiesta lo siguiente respecto al tipo de suelo, las características de relieve del mismo, las causas de su degradación y grado de erosión:

Para obtener los tipos de suelo a nivel del área de cambio de uso de suelo y en la cuenca hidrológica se consultó la información la serie I de Edafología elaborada por el INEGI, la cual utilizó la clasificación de la FAO/UNESCO. Para este estudio los suelos presentes en el área de cambio de uso de suelo son de tipo feozem háplico es el que se encuentra presente en toda el área del proyecto ya que ocupan (100.0%), esto como unidad principal, ya que como unidad secundaria se presentan los suelos de tipo Feozem lúvico.

El territorio posee en su mayor parte suelos medianamente profundos, con una textura fina y con una poca materia orgánica. Por la cercanía al río tula existe una capa de arenas en perfil de suelo con mayor profundidad.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Para conocer la erodabilidad, entendiéndose como el grado de facilidad o dificultad de que se erosione el suelo y con ello identificar el grado de fragilidad del suelo que está en función de sus características propias como la textura, profundidad y pedregosidad.

El factor Erodabilidad (K) de la ecuación universal de pérdida de suelo, representa el efecto de las propiedades del suelo y de las características del perfil del suelo en la pérdida de suelo. Generalmente los valores de K son asignados usando el nomograma de erodabilidad del suelo, que combina el efecto del tamaño de las partículas, % MO, código de la estructura del suelo y la clase de permeabilidad del perfil. Es importante destacar que a medida que el valor de "K" aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

A la falta de análisis de suelos específicos del sitio, para determinar la erodabilidad se utilizan los generados según método de la FAO, modificado por Figueroa et. al (1991), que determina el factor erodabilidad considerando el tipo de suelo y su textura.

Con los diferentes valores del factor K para los diferentes tipos y condiciones de suelo, se definieron tres rangos dados por Figueroa (1991), asignando el rango (mayor-mínimo) /3 para así obtener el cuartil de cada categoría, identificando el valor correspondiente al tipo de suelo en el predio, considerando las subunidades de INEGI, siendo el siguiente:

Valores del Factor K para los suelos del predio

Unidad 1	Subunidad 1	Unidad 2	Subunidad 2	Textura	K 1	K 2	Factor K promedio
Feozem	háplico	Feozem	lúvico	Fina	0.0070	0.0070	0.0070

Al valor promedio para el tipo de suelo en la zona del proyecto (0.007) se tendría un nivel o grado Bajo de vulnerabilidad a la erosión.

Para determinar el estado de conservación del suelo en el área del proyecto, se consultaron estudios realizados al respecto que incluyen el área del proyecto, encontrando 2 estudios relacionados con la erosión del suelo en la zona y que se encuentren publicados, mismos que se describen a continuación:

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

"Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000" (SEMARNAT Y COLPOS)

Esta evaluación fue elaborada a partir de una valoración directa de los suelos de México en campo, se basó en la metodología de Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre, conocida como ASSOD (1997), por sus siglas en inglés, la cual establece el tipo de degradación actual de los suelos, sus niveles de afectación, las extensiones (superficies) que ocupan, las tasas actuales que presentan y las causas que la originan, utilizando como mapa base la delimitación de sistemas terrestres, sobre los espacio-mapas del INEGI a una escala de 1:250,000.

Con base en la cartografía desarrollada por el estudio, se ubicó el área de CUSTF del proyecto, para obtener los tipos de degradación del suelo y sus causas, como se muestra en la tabla siguiente:

Áreas correspondientes al factor causante de degradación del suelo en el área de CUSTF

Causa de la degradación del suelo	Tipo de degradación del suelo	Área (Ha)	Porcentaje
Actividades agrícolas	Qp2.95(+)a	0.2830	18.92%
Tierras sin uso	Num.80	1.2131	81.08%
Total		1.4961	100.00%

Considerando la información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía a través de la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, sobre los tipos, formas y grados de erosión existente en el país, escala de representación 1:250,000, el área del proyecto Gasoducto Tula – Villa de Reyes, Sección 2A-2, se ubica en terrenos con la siguiente clasificación:

Erosión del suelo en la zona del proyecto (INEGI).

Clave	Tipo de erosión	Forma	Grado	Superficie (Ha)	%
SE	Sin erosión	N/A	N/A	1.4961	100
TOTAL				1.4961	100%

Con la información anterior dentro del área de CUSTF no se presenta erosión de ningún tipo, clasificando el proyecto en el 100% del área como "Sin Erosión".

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Con los estudios antes referidos, el grado de conservación de los suelos en el área del proyecto de la Sección 2 A-2 se considera con una afectación baja, en proceso de degradación causada por uso de agroquímicos, la deforestación y las actividades industriales en los terrenos aledaños y muy baja dentro del predio solicitado a CUSTF.

La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físicos, como el agua o el viento, por las cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas.

Considerando a la erosión de los suelos como el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo por los agentes del intemperismo y que sus causas pueden ser abióticas y bióticas. De las causas abióticas, el agua y el viento son los principales agentes. La actividad humana se ha convertido en la principal causa biótica, inclusive puede dominar todas las causas de la erosión de suelos. Algunos se refieren a la erosión causada por el hombre como erosión antropogénica, otros como erosión secundaria que sería lo opuesto a erosión natural o primaria, como por ejemplo, terremotos, grandes tormentas y sequías severas.

La erosión abiótica causada por el agua, llamada erosión hídrica es la generada por la lluvia y las escorrentías que dispersan y arrastran partículas de suelo; y por otro lado la erosión de tipo eólica depende de la intensidad del viento, que ejerce una fuerza sobre el suelo que afecta a las partículas de un tamaño específico (limo grueso y arena), por lo que su gravedad solo se presenta en las zonas áridas y semiáridas. La erosión hídrica es la que mayores efectos tiene y es la que se puede estimar más acertadamente.

Es por ello que, se ha estimado el grado de erosión, ó pérdida de suelo que actualmente presenta el área del proyecto en las 1.4961 hectáreas de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), considerando la erosión hídrica y la eólica, siendo la eólica la más importante por la condición de clima semiseco templado que predomina en la zona del proyecto. Posteriormente se hace una estimación del grado de pérdida de suelo que se tiene en el sitio considerando la eliminación de la vegetación, esto es ejecutando el cambio de uso de suelo y así generar el escenario con proyecto.

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

La evaluación de la erosión hídrica se realizó utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo EUPS (Wischmeier y Smith 1978), la cual es un modelo empírico que incluye a un factor R (potencial erosivo de la lluvia), un factor K (erosionabilidad del suelo), un factor L (longitud de pendiente), un factor S (grado de pendiente), un factor C (cobertura vegetal) y un factor P (prácticas de conservación de suelos). En consecuencia, los cuatro primeros factores de la EUPS determinan el riesgo de erosión en un área determinada. La estimación de erosión es anual y la EUPS sirve como guía metodológica para la toma de decisiones en la planeación de la conservación del suelo (Wischmeier y Smith, 1978).

Este modelo tiene la siguiente expresión:

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

Donde:

A= Pérdida de suelos en ton/ha para la unidad de R

R= Factor de erosividad de la lluvia

K= Factor de Erosionabilidad del Suelo

L= Longitud de la pendiente

S= Grado de la pendiente

C= Factor de cultivo ó Cobertura vegetal

P= Prácticas mecánicas de control de erosión

Una vez obtenidos los resultados del modelo de pérdida de suelos, para tener una panorámica de los niveles de erosión actuales y con el proyecto se utilizó la clasificación establecida por la FAO-PNUMA.

Clasificación de los niveles de erosión de acuerdo con la tasa de pérdida de suelo (FAO, 1980).

Nivel de erosión (pérdida de suelo)	Rangos Ton/ha/año
Leve (ligera)	< 10
Moderada	10 - 50
Fuerte (severa)	50- 200
Muy Fuerte	>200

Para el cálculo del nivel de erosión en el área de CUSTF se utilizó un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS 10.1) a través de la creación de un modelo algebraico de mapas con las variables de la ecuación de la EUPS.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Para la ejecución de la ecuación (EUPS), se dispuso de la información de las variables de la ecuación mediante valores en cartografía digital para cada uno de ellos, esto es dando los valores numéricos por pixel de 25 m² (5 x 5 metros).

Tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales

Una vez generadas las capas de información en formato Raster y con tamaño de pixel de 5 metros para los 6 factores de la ecuación universal de pérdida de suelo se procedió a ejecutar el "Model Builder" en el Sistema de Información Geográfica ArcGis, estimando el valor de erosión actual para el área de CUSTF.

La acción Model Builder es una herramienta del SIG y es un modelo visual sencillo para poder generar una herramienta que será la secuenciación de varias herramientas, de tal forma que si se debe hacer una serie de pasos iguales con distintas capas, mediante el uso de Model Builder, se puede secuenciar las diversas herramientas para que únicamente solo se ingresen las capas a utilizar.

Para nuestro caso, se obtuvieron y rasterizaron las seis capas con valores a nivel pixel de 25 m² y el model builder realizó el procesamiento algebraico de los datos para ejecutar la ecuación universal de pérdida de suelos.

Valores rasterizados de los factores de la EUPS para el escenario actual

Factor	Valor de los Pixeles en el área del proyecto
R	1,316 a 1328
K	0.007
LS	0.042 a 31.56
C	0.003, 0.009 y 0.085
P	1

Una vez procesada la información de las diferentes capas y la multiplicación de los valores a nivel pixel, se obtuvo una malla de resultados a nivel pixel, se agruparon los valores con los rangos establecidos por la FAO, obteniendo los siguientes resultados:

Nivel de erosión hídrica del área de CUSTF actualmente sin proyecto.

Grado	Rangos Ton/ha/año	Área (ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	1,4961	100.00
Moderada	10-50	0.0	0.00

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126-0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Fuerte (severa)	50- 200	0.0	0.00
Muy Fuerte	>200	0.0	0.00
Total		1.4961	100.0

Como se observa en la tabla anterior los niveles de erosión dentro del predio de CUSTF se encuentran en niveles muy bajos donde el 100% del área se encuentra en un nivel leve o ligero, sin presentar niveles de erosión superiores, lo cual indica que la erosión hídrica en la zona no es problema o riesgo de deterioro del suelo.

Erosión hídrica promedio del área de CUSTF actualmente sin proyecto.

Concepto	Erosión (ton/ha/año)	Clasificación FAO
Erosión actual promedio	0.04	Leve

Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, considerando el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo

Para este escenario representa los niveles de erosión una vez ejecutado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y sin considerar medidas de mitigación, con lo cual se estima el incremento en los niveles de erosión a causa del proyecto.

Considerando la afectación por el desmonte de las áreas forestales en la superficie forestal de 1.4961 ha con la ejecución del proyecto, y valorando únicamente el proyecto hasta la etapa del desmonte, se realizó el mismo proceso que con el escenario actual y sólo se modificó el factor C con el proyecto (capa ráster), considerando la eliminación de la vegetación forestal, siendo este factor de 0.45 obtenido también de la tabla de valores del libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión". Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998), este valor corresponde a una cobertura sin vegetación por lo que se estaría suponiendo una condición totalmente desnuda.

Con la modificación de la variable de la cobertura del suelo (factor C) se procedió a correr de nuevo el modelo de la "EUPS" en el SIG, considerando las demás variables (pendiente, longitud, precipitación y suelo) con sus valores iniciales.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Los resultados de la nueva ejecución del modelo de erosión se presentan en la siguiente tabla con los niveles dados por la FAO (1980), esta superficie del análisis es únicamente del área del proyecto de CUSTF.

Clasificación de los niveles de erosión hídrica en el área del proyecto con el CUSTF

Nivel	Rangos Ton/Ha/año	Área (ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	1.4619	97.71
Moderada	10-50	0.0317	2.12
Fuerte (severa)	50-200	0.0025	0.17
Muy Fuerte	>200	0.0000	0.00
Total		1.4961	100.0

Como se cuantifica el aumento de la erosión por la actividad del desmonte o remoción de la vegetación que actualmente cuenta las 1.4961 ha se puede deducir que en la actualidad el 100% de la superficie propuesta de CUSTF está en categoría de leve, mientras que con la ejecución del proyecto hasta la etapa de desmonte esta superficie alcanza el nivel baja al 97.71% pasando la diferencia hacia niveles mayores de erosión, hacia la categoría de moderada donde tendría un incremento del 2.12% y la fuerte con un incremento de 0.17%. En la tabla siguiente se presenta el promedio para toda el área de proyecto una vez ejecutado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Erosión hídrica con el CUSTF en el área del proyecto.

Concepto	Erosión con proyecto (ton/ha/año)	Clasificación FAO
Erosión Promedio	1.12	Leve (ligera)

Al análisis comparando los niveles medios de erosión hídrica en toneladas por hectárea por años el actual (0.04) y con el proyecto (1.12) se tendría un incremento potencial de 1.08 ton/ha/año si multiplicamos este volumen por el área propuesta de CUSTF (1.4961 ha) se estima una pérdida de suelo anualmente en lo que se ejecuta el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 1.62 toneladas por año a consecuencia del CUSTF.

Erosión hídrica en dos escenarios

Concepto	Erosión actual sin proyecto (ton/ha/año)	Erosión con proyecto (ton/ha/año)
Erosión Promedio	0.04	1.12

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Los niveles de erosión que se incrementarán a causa del CUSTF se verán reducidos con las medidas de mitigación y compensación propuestas y señaladas en el capítulo VIII y en los anexos del estudio técnico justificativo, donde de manera general se restituirá la Franja de Afectación Temporal a través de una reforestación y obras de conservación de suelo, con esto se estaría cumpliendo el criterio de excepcionalidad indicado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento en vigor.

Con la ecuación desarrollada por la FAO para la erosión eólica se realizó una simulación para el sitio del proyecto mediante un proceso similar al del cálculo de la erosión hídrica. Esto es mediante la transformación de la información de la ecuación en capas de información en formato Ráster y con tamaño de píxel de 5 metros para los factores de la ecuación y con ello se procedió a ejecutar el "Model Builder" en el Sistema de Información Geográfica ArcGIS, estimando el valor de erosión eólica actual para el área de CUSTF.

Estimación de la Erosión eólica actual

Los resultados de la ecuación de la Erosión eólica actual = $f(C, S, T, V, L)$, mediante la operación que multiplica los valores o rango de valores (según sea el factor considerado) es decir se multiplica la capa (formato ráster) del suelo por la capa de factor topográfico (formato ráster) por la capa de la vegetación natural (formato ráster) por la capa del uso de la tierra (formato ráster) por el factor de agresividad climática. Esta multiplicación de capas y un factor da como resultado otra capa (formato ráster) la cual es el resultado de la erosión eólica, ésta contiene los valores de los niveles de erosión y posteriormente se clasifican en rango establecidos por la FAO para los niveles de erosión dados en la siguiente tabla, todo este procedimiento es obtenido dentro del Sistema de Información Geográfica.

La clasificación de los niveles de erosión propuestos por la FAO se encuentra en la siguiente tabla, en donde el 1.60% de la superficie se encuentra en un nivel leve, el 84.05% en un nivel moderado y el nivel fuerte con el 14.35% de la superficie del proyecto.

Nivel de Erosión eólica del área de CUSTF actualmente sin proyecto:

Grado	Rangos Ton /Ha/año	Área (ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	1.2131	81.09
Moderada	10-50	0.2830	18.91
Fuerte (severa)	50- 200	0.0	0.00

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Muy Fuerte	>200	0.0	0.00
Total		1.4961	100.0

En promedio dentro del área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales la erosión eólica presenta una tasa de 3.47 ton/ha/año la cual se ubica en un nivel leve en toda el área.

Estimación de la Erosión eólica con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal

Similar al escenario de la erosión hídrica, se modeló de nuevo la ecuación de la erosión eólica modificando el valor de la cobertura vegetal siendo este escenario con la ejecución del proyecto, y valorando el proyecto con el desmonte de la vegetación presente en sitio, por lo anterior se modificó el valor del factor "V" a 0.7, esto considerando la eliminación de la vegetación natural arbórea.

La clasificación de los niveles de erosión propuestos por la FAO se encuentra en la siguiente tabla, en donde hubo un ligero cambio de categoría debido a que los niveles de erosión presentes a causa del CUSTF de la superficie pasan de un nivel leve, moderado y fuerte a los niveles moderado, fuerte y muy fuerte.

Clasificación de los niveles de erosión eólica en el área del proyecto con el CUSTF

Nivel	Ranfos Ton/ha/año	Área (ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	0.0	0.00
Moderada	10-50	0.3356	22.43
Fuerte (severa)	50-200	1.1605	77.57
Muy Fuerte	>200	0.0	0.00
Total		1.4961	100.0

Como se cuantifica el aumento de la erosión eólica por la actividad del desmonte o remoción de la vegetación que actualmente cuenta las 1.4961 ha, donde los incrementos se dan en la categoría de fuerte con un 77.57% más área que la actual, siendo este tipo de erosión la más representativa para la zona. El promedio para toda el área del proyecto que tendría una vez ejecutado el CUSTF se muestra en la siguiente tabla.

Erosión eólica con el CUSTF en el área del proyecto

Concepto	Erosión (ton/ha/año)
Erosión Promedio	61.99

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Con la comparando los niveles medios de erosión eólica en toneladas por hectárea por año en el escenario actual (3.47) y con la estimación con la ejecución del proyecto de CUSTF (61.99) se tendría un incremento potencial de 58.52 ton/ha/año si multiplicamos este volumen por el área propuesta de CUSTF (1.4961) se estima una pérdida de suelo adicional anualmente de 87.55 toneladas por año por efectos de la erosión eólica.

Erosión potencial eólica en dos escenarios

Concepto	Erosión actual sin proyecto (ton/ha/año)	Erosión con proyecto (ton/ha/año)
Erosión eólica Promedio	3.47	61.99

Nivel de erosión total (Hídrica + Eólica)

Los procesos erosivos, hídrico y eólica, en el área del proyecto fueron evaluados con dos metodologías ampliamente utilizadas, mismas que se emplean para la planeación en el uso del territorio, para nuestro caso nos ayudaron a determinar los niveles de erosión que presenta el área solicitada de CUSTF para generar el escenario actual del proyecto, y a partir de ahí establecer nuestra línea cero o base en las obras y medidas de mitigación que compensen el incremento en los niveles de erosión por el CUSTF.

Como era de suponerse por las condiciones medioambientales del sitio del proyecto con una baja precipitación, dando características de un clima de seco a semiseco, la erosión o agente más erosivo es el viento, en la siguiente gráfica y tabla se hace una suma de los dos tipos de erosión que fueron determinados para el proyecto.

Erosión total actual y con proyecto en el área de CUSTF.

Clase de erosión	Escenario actual (ton/ha/año)	Escenario con proyecto (ton/ha/año)
Erosión hídrica	0.04	1.12
Erosión eólica	3.47	61.99
Erosión total	3.51	63.11

Con los datos obtenidos se demuestra que en las condiciones actuales la erosión eólica es la de mayor importancia por las condiciones medio ambientales de clima semi-secos, con una precipitación baja, en el sitio del proyecto y es por lo tanto que se deben proponer medidas que

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

contrarresten los efectos del cambio de uso de suelo, en contraste la erosión hídrica es baja en la zona.

Incremento de la erosión total con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal

Para estimar el incremento total en los niveles de erosión a causa del desmonte en el área forestal del proyecto se realizó una suma de los incrementos parciales obtenidos previamente para la erosión hídrica y la eólica, en la siguiente tabla se representa los niveles de erosión que se incrementan a cauce del CUSTF.

Incremento potencial de la Erosión por la ejecución del CUSTF.

Clase de erosión	Erosión actual* (ton/año)	Erosión con CUSTF* (ton/año)	Incremento (ton/año)
Erosión hídrica	0.06	1.68	1.62
Erosión eólica	5.19	92.74	87.55
Total	5.25	94.42	89.17

*Es el resultado de la multiplicación de la erosión por hectárea por las 1.4961 ha de CUSTF.

Como se puede observar en la tabla, se tiene un incremento de pérdida de suelo del orden de 89.17 toneladas/año con la ejecución del cambio de uso de suelo en las 1.4961 hectáreas, así mismo se determina que la erosión eólica es la más importante para la zona del proyecto donde aporta un incremento de 87.55 ton/año lo que representa el 98.19% de la erosión, mientras que la erosión hídrica es de 1.62 ton/año lo que representa el 1.81%.

Tasa de erosión con la aplicación de las medidas de mitigación

Una vez concluida la etapa de construcción del proyecto "Gasoducto Tula-Villa de Reyes, Sección 2A-2" se llevará a cabo un programa de restauración a través de una reforestación y obras de conservación de suelo en una superficie de 1.4961 ha, que corresponde al DDV del gasoducto.

La restauración tienen por objetivo, compensar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión hídrica, eólica y en la infiltración de agua, partiendo de la necesidad de compensar ambientalmente por la erosión a aumentar y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto, mismos que se identificaron y cuantificaron en el capítulo IV en el estudio técnico justificativo.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Para el área de restauración del proyecto se considera con base que la erosión hídrica y eólica a recuperar es la misma calculada para el escenario del predio con la realización del desmonte, que es de 94.42 ton/año. Esta pérdida potencial de suelo es el escenario base o año 1 a partir de la cual se emprenderán medidas para reducir este nivel hasta alcanzar la compensación.

Erosión hídrica y eólica con la restauración

Para cuantificar la erosión que se dejaría de generar por las acciones propuestas en los polígonos de las franjas temporales y permanentes que es de 1.4961 ha, se consideró la distribución de superficies por tipo de actividades que se señalan en la tabla siguiente:

Actividades y superficies para la restauración.

Ubicación	Acción o actividad	Área (ha)
Franja de afectación temporal (FAT) del presente proyecto, excluyendo las áreas que sustentan un uso agrícola, por lo que el FAT a reforestar corresponde a las zonas que actualmente son forestales de los tipos de vegetación Matorral crasicaule y bosque de galería.	Reforestación con terrazas individuales (FAT)	0.4550
Derecho de Vía del proyecto (DDV) tanto de del FAT y FAP de la vegetación de Tular	Reforestación del Tular	0.9621

Como se observa en la tabla anterior, se tiene una superficie destinada de 1.4171 ha para obras de reforestación y terrazas individuales, existiendo un área de traslape donde se conjugarán ambas obras, es decir la reforestación y las obras de conservación de suelos.

Estimación de la Erosión Hídrica con las obras propuestas

Para cuantificar la erosión hídrica que se dejaría de generar por las acciones de reforestación y obras de conservación de suelo propuestas en el polígono de CUSTF en las 1.4961 ha, se procedió a simular a través de la ecuación universal de pérdida de suelo (RUSLE) considerando la reforestación como medida de cambio de cobertura de suelo (Factor C) y las obras de conservación de suelo y agua (factor P).

Con la tabla anterior, para el área de enriquecimiento de la vegetación se utilizaron valores promedio para obtener el valor de "C" actual y su modificación conforme se desarrolla la vegetación.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Factor C considerado para el área de reforestación en el área de vegetación de matorral crasicaule

Año	Condición	Cobertura del suelo	Factor C dentro del FAT
1	Establecimiento de la reforestación	0 %	0.45
2	Reforestación con vegetación de matorral con escasa cobertura	10 %	0.4
3	Reforestación con vegetación de matorral con una cobertura del 20% y plantas herbáceas sin descomponer en el 20% del suelo	20 %	0.22
4	Reforestación con vegetación de matorral con una cobertura del 40% y plantas herbáceas sin descomponer en el 40% del suelo	30 %	0.09
5	Reforestación con vegetación de matorral con una cobertura del 40% y plantas herbáceas sin descomponer en el 60% del suelo	40 %	0.040

Factor C considerado para el área de reforestación en el área de vegetación de galería

Año	Condición	Cobertura del suelo	Factor C dentro del FAT
1	Establecimiento de la reforestación (después del CUSTF)	0 %	0.45
2	Reforestación con vegetación de pequeña (brinzales) con escasa cobertura	10 %	0.4
3	Reforestación con vegetación de altura baja con una cobertura del 25% y plantas herbáceas sin descomponer en el 20% del suelo	40 %	0.22
4	Reforestación con vegetación de arbolado sin matorral pequeño con una cobertura del 50% y cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus en el 40% del suelo	50 %	0.09
5	Reforestación con vegetación de arbolado sin matorral pequeño con una cobertura del 60% y cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus en el 80% del suelo	60 %	0.013

Factor C considerado para el área de reforestación en el área de vegetación de tular

Año	Condición	Cobertura del suelo	Factor C dentro del FAT
1	Establecimiento de la reforestación (después del CUSTF)	0 %	0.45
2	Reforestación con vegetación de Tular en la totalidad del área para su restablecimiento de forma natural por su fácil propagación, teniendo inicialmente una escasa cobertura	20 %	0.17
3	Establecimiento del tular en un 50% del área donde se desarrolla este tipo de vegetación y un cubrimiento en contacto con el suelo del 40%	50 %	0.07
4	Vegetación del tular con una cobertura total del 75% y un cubrimiento en contacto con el suelo del 80%	75 %	0.012
5	Restablecimiento de la condición original de la vegetación con una cobertura del 100% y del contacto con el suelo completo	100 %	0.003

Fuente: Elaborado a partir de valores promedio de los Valores de C para pastizales, matorral y arbustos.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

De igual manera, se modificó el Factor de Prácticas de Conservación (P) de la ecuación universal de pérdida de suelos, debido a que se contempla las actividades de conservación del suelo, con la construcción de barreras de retención de suelo con material obtenido del desmonte, dicha acción se llevará a cabo en la Franja de Afectación Permanente de los tipos de vegetación del Matorral Crasicaule y de la vegetación de bosque de galería y se encuentren con un uso forestal, por lo que se deba considerar construir obras de conservación de suelos sumando una superficie de 0.0790 ha. Para este caso en particular se consideró el factor P, definido por Becerra (1999), el cual recomienda valores a considerar en la EUPS para obras de conservación de suelos de acuerdo con la pendiente. Estos valores son conservadores y muy similares a los que manejan otros autores como TRAGSA.

Valor del factor P Prácticas de conservación de suelos en las áreas de restauración del DDV.

Obra de conservación	Valor
Barreras de retención de suelo	0.45

Para el caso de las terrazas individuales se consideró su construcción por su beneficio y viabilidad técnica en la Franja de Afectación Permanente de los tipos de vegetación Matorral Crasicaule y la vegetación de bosque de galería, asignando el mismo factor para esta obra. Para determinar la erosión contemplando las áreas propuestas para restaurar, se ejecutó de nuevo el modelo de la EUPS asumiendo los parámetros establecidos expuestos anteriormente, con el proyecto de restauración obteniendo los siguientes resultados:

Una vez realizado el proceso en el sistema de Información geográfica, se obtuvieron los siguientes resultados:

Erosión hídrica promedio por hectárea una vez reforestado en ton/ha/año.

Acción a llevar	Erosión promedio ton/ha/año				
	1	2	3	4	5
Reforestación y obras de conservación de suelos	1.12	0.44	0.23	0.09	0.01

Fuente: Resultado promedio de la EUPS en el SIG de los valores de los pixeles del área restituida

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/PGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Si se multiplica el volumen ton/ha/año por la superficie en la cual se realizarán las actividades de reforestación que es de 1.4961 hectáreas, obtenemos el volumen promedio que por erosión hídrica se tendría del año 1 al 5, los cuales se reflejan en la siguiente tabla

Erosión hídrica en la totalidad del área del proyecto (ton/año).

Acción a llevar	Área (ha)	Actual	Erosión promedio ton/año en 1.4961 ha				
			1 (con CUSTF)	2	3	4	5
Reforestación y obras de conservación de suelos	1.4961	0.06	1.68	0.66	0.34	0.13	0.01

*Año 1 con relación al inicio de la reforestación

Los cálculos obtenidos, mediante la ejecución del programa reforestación y obras de conservación de suelo, disminuye la pérdida potencial de suelos gradualmente, hasta llegar al año 5 con una pérdida de suelos de 0.01 ton/año.

Si consideramos que inicialmente, las áreas sin restauración y ejecutando el CUSTF presentan 1.68 ton/año en el año base (año 1) y en el año 5 presenta una erosión de 0.01 ton/año existe una disminución de 1.67 ton/año, superior al incremento de 1.62 ton/año. Para los años posteriores al año 5, este saldo positivo se incrementa debido al crecimiento de la vegetación establecida en la reforestación y al incremento de la cobertura. Los resultados comparativos por escenario se muestran en la tabla siguiente:

Erosión hídrica total con la ejecución del proyecto por año.

Tipo de erosión	Escenario Actual ton/ha/año	Escenario con proyecto ton/ha/año	Erosión con medidas año 5 (ton/ha/año)
Erosión hídrica	0.04	1.12	0.01

Fuente: Resumen de resultados obtenidos

En la tabla anterior, se puede observar que la tasa de erosión hídrica con las medidas de mitigación es menor que la que se tiene actualmente sin proyecto.

Estimación de la Erosión eólica con la restauración

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Al igual que en la erosión hídrica, para el caso de la erosión eólica se ejecutó de nuevo el modelo elaborado con el SIG considerando la actividad de la reforestación, para lo cual se tomaron los valores contenidos en la siguiente tabla.

Valoraciones del factor vegetación natural "V" adimensional. FAO (1980).

Estado Actual	Tipo de vegetación	Condición a crear	Año 1 (con CUSTF)	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Reforestación de la FAT	Matorral crasicaule	Vegetación de matorral crasicaule con especies nativas	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1
Reforestación de la FAT	Vegetación de galería	Vegetación de galería	0.7	0.5	0.3	0.15	0.05
Reforestación de la FAT y FAP	Tular	Tular	0.7	0.4	0.2	0.1	0.01
Establecimiento natural de la vegetación natural de la FAP	Herbáceas	Similar a una estepa sin árboles	0.7	0.6	0.5	0.3	0.15

Para determinar la erosión eólica que se dejaría de producir en las áreas propuestas para reforestar se ejecutó de nuevo el modelo de la FAO asumiendo los parámetros establecidos en el capítulo IV "descripción del predio" exceptuando el relativo a la cobertura vegetal siendo esta la que se presenta en la tabla anterior conforme al año y desarrollo de la vegetación, con el proyecto de reforestación, obteniendo los datos que se muestran a continuación:

Erosión eólica futura promedio (con el proyecto de restitución).

Acción a llevar	Erosión promedio ton/ha/año				
	1	2	3	4	5
Reforestación y obras de conservación de suelos	61.99	39.66	22.28	12.55	2.9

Si se multiplica el volumen ton/ha/año por la superficie en la cual se realizarán las actividades de reforestación que es de 1.4961 hectáreas, obtenemos el volumen promedio que por erosión hídrica se tendría del año 1 al 5, los cuales se reflejan en la tabla siguiente.

Erosión eólica total en las áreas de reforestación

Acción a llevar	Área ha	Actual	Erosión promedio ton/año en 1.4961 has				
			1	2	3	4	5
Reforestación y obras de conservación de suelos	1.4961	5.19	92.74	59.34	33.33	18.78	4.34

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Como resultado general se presentará una erosión eólica de 92.74 ton/año mientras que con la ejecución del proyecto de reforestación de las áreas afectadas por el CUSTF se tendría una erosión eólica de 4.34 Ton/año hacia el año 5, lo cual significa una disminución de 88.40 por lo que si comparamos con la que se incrementaría con la ejecución del proyecto de CUSTF en las 1.4961 ha (87.55 ton/año) es mayor, por lo que se estaría reduciendo la erosión eólica con las medidas de mitigación.

Conclusiones que con la ejecución del proyecto no se provoca un incremento de la erosión:

Con los cálculos y estimaciones realizadas por medio de la ecuación universal de pérdida de suelos y la ecuación desarrollada por la FAO para la erosión eólica, para determinar la erosión o pérdida potencial de suelo en el predio sujeto a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se determinó un incremento de 89.17 tonelada/ha/año considerando exclusivamente la superficie de 1.4961 hectáreas que requieren autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Para hacer el análisis y poder afirmar que la ejecución del proyecto no generará erosión de los suelos, se ha propuesto como medida de compensación la implementación de trabajos de reforestación de las franjas de ocupación temporal y permanente del gasoducto las cuales suman una superficie de 1.4961 hectáreas. Para el área de restitución de 1.4961 hectáreas, se estimó la erosión actual con las mismas metodologías de la ecuación universal de pérdida de suelos y de la ecuación desarrollada por la FAO para la erosión eólica obteniéndose los siguientes resultados:

Comparativo de la erosión por hectárea en los tres escenarios.

Tipo de erosión	Escenario Actual ton/ha/año	Escenario con proyecto ton/ha/año	Erosión con medidas año 5 (ton/ha/año)
Erosión hídrica	0.04	1.12	0.01
Erosión eólica	3.47	61.99	2.9
Total	3.51	63.11	2.91

Comparativo de la erosión con el programa de restauración.

Clase de erosión	Escenario 1: Situación Actual (ton/año)	Escenario 2 con CUSTF (ton/año)	Escenario 3 con Restauración* (ton/año)
Erosión hídrica	0.06	1.68	0.01
Erosión eólica	5.19	92.74	4.34
Total	5.25	94.42	4.35

Fuente: concentrado de resultados obtenidos en tablas anteriores
*año 5 de la restauración

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Los resultados obtenidos anteriormente, se tiene una disminución de la erosión con la ejecución de las medidas de mitigación, con una tasa anual menor a la que se tiene actualmente en el área del proyecto, por lo que, el aumento potencial que se tiene con la ejecución del proyecto, se disminuye a tal grado que no se provocará un incremento en la erosión de los suelos.

A pesar de que se reducen los niveles de erosión en el año 5 a niveles menores a los que presenta actualmente el área del proyecto, se presenta una pérdida de suelo durante los 5 años conforme crece la vegetación establecida, por lo que se tienen las siguientes cantidades:

Niveles de erosión durante un periodo de 5 años posteriores a la reforestación.

Erosión	Área (ha)	Año (Ton/Año)				
		1	2	3	4	5
Erosión hídrica ton/año	1.4961	1.68	0.66	0.34	0.13	0.01
Pérdida acumulada			2.34	2.68	2.81	2.82
Erosión eólica ton/año	1.4961	92.74	59.34	33.33	18.78	4.34
Pérdida acumulada			152.08	185.41	204.19	208.53
Erosión total (ton/año)	1.4961	94.42	60.00	33.67	18.91	4.35
Pérdida acumulada total			154.42	188.09	207.00	211.35

De acuerdo con lo anterior, al año 5 se tiene una pérdida acumulada de 211.35 toneladas en las 1.4961 hectáreas, por lo que a continuación se calcula la capacidad de retención de las obras de conservación de suelos (Terrazas individuales y barreras de sedimentación).

Medidas de mitigación con obras de conservación de suelo y agua.

Estimación de la Erosión con medidas de mitigación (Escenario 3)

Las medidas de mitigación propuestas para evitar el incremento de la pérdida de suelo por el desmonte de 1.4961 hectáreas, se describen a continuación:

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Actividades y superficies para la restauración.

Ubicación	Acción o actividad	Área (ha)
Franja de afectación temporal (FAT) del presente proyecto, excluyendo las áreas que sustentan un uso agrícola, por lo que el FAT a reforestar corresponde a las zonas que actualmente son forestales de los tipos de vegetación Matorral crasicaule y bosque de galería.	Reforestación con terrazas individuales (FAT)	0.4550
Derecho de Vía del proyecto (DDV) tanto de del FAT y FAP de la vegetación de Tular	Reforestación del Tular	0.9621

Manejo de la capa superficial del suelo

Posterior a los rescates de fauna, flora, colecta de semilla, derribo y retiro de material vegetal se procederá a rescatar la tierra vegetal consistente en la remoción de la capa superficial de suelo que oscila en un rango de 0 a 20 centímetros de suelo. Esta capa fértil se colocará en un extremo de la franja de afectación temporal y se programará su uso en la etapa de restauración.

El suelo superficial removido en las áreas de cambio de uso de suelo forestal será separado del subsuelo, almacenado y mantenido temporalmente en un área separada. Este material será utilizado en las tareas de recomposición del terreno, de manera de restaurar las condiciones edáficas superficiales para la revegetación.

Si consideramos una capa de 10 cm en promedio, por la superficie del predio, tendríamos un retiro de 1496.10 m³ multiplicado por un coeficiente de 1.20 para su estimación en toneladas se tiene un volumen de 1,795.32 toneladas retiradas, almacenadas temporalmente y reincorporadas en el proceso de restauración del sitio.

Si consideramos que existe la pérdida potencial de suelo por la erosión hídrica y eólica en un volumen por ha de 59.60 ton/ha/año y en una superficie de 1,4961 hectáreas se tendría una pérdida potencial de 1,463.95 ton/año, se evita la pérdida quitando la capa fértil del suelo, como se muestra en la siguiente tabla comparativa.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Niveles de erosión actual y con desmonte.

Erosión (ton/año)		Pérdida potencial de suelo (ton/año)	Suelo retirado y almacenado (ton)
Actual	Con proyecto		
5.25	94.42	89.17	1,795.32

Con lo anterior, se demuestra que la pérdida potencial de suelo por la erosión hídrica y eólica se evita al remover y almacenar la capa de suelo fértil.

Capacidad de retención de sedimentos de las obras de conservación de suelos

Terrazas individuales

Con las características del predio, se ha determinado una cantidad de 1,283 terrazas/ha en matorral crasicaule distribuidas en tres bolillo a lo largo de la franja de afectación temporal del área solicitada de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Características de las terrazas individuales.

Tipo de vegetación	Densidad de terrazas/ha	Área donde se construirá (FAT)	Terrazas a construir
Matorral Crasicaule	1,283	0.2409	309
Bosque de galería	2,500	0.2141	535
Total			844

Su ubicación georreferenciada de cada una de ellas sería muy complicado establecerla tanto por la cantidad como por la exactitud, sin embargo existe la ubicación de las áreas de afectación temporal del proyecto que es de 0.4550 hectáreas, por lo que se tiene como meta la construcción de 884 terrazas, con una capacidad de captación de agua y azolves de 0.15708 m³ por terraza (resultado de la cubicación de un círculo de 1 m de diámetro y 0.10 m de profundidad), lo que representa 132.58 m³ en toda el área del proyecto.

Características de las terrazas individuales.

Concepto	Unidad	Valor
Diámetro de la terraza	Metro	1
Área de la terraza	Metro cuadrado	0.7854
Profundidad de la terraza	Metro	0.2
Volumen de la terraza	Metro cúbico	0.15708

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Concepto	Unidad	Valor
Densidad de terrazas por hectárea	Terrazd	1,283 y 2,500
Superficie a construir terrazas	Hectárea	0.455
Número de terrazas a construir	Terraza	844
Volumen a retener total	Metro cúbico	132.58
Volumen a retener total	Toneladas	159.09

Con esta capacidad de retención de 132.58 m³, multiplicado por el factor de 1.20 para su conversión a toneladas nos arroja un volumen de 159.09 toneladas de capacidad de retención de suelo.

Comparativo del incremento de la erosión con el desmonte y la capacidad de retención de las terrazas individuales

Incremento de la Erosión con el desmonte	Capacidad de retención de las terrazas
89.17 Ton	159.09 Ton

Con la tabla anterior, las terrazas individuales presentan una capacidad suficiente para retener el incremento de la pérdida de suelo por la erosión hídrica motivada por el desmonte, una vez que se ha reintegrado al área del proyecto, el cual había sido previamente retirado y vuelto a establecer una vez concluidos los trabajos de construcción.

Conclusiones de la capacidad de retención de suelo de las obras de conservación.

Como se observa con los análisis por tipo de actividad a desarrollar durante el periodo de 5 años posteriores a la construcción del gasoducto se logrará una retención de sedimentos mayor a la que se pierde por la ejecución del proyecto de CUSTF, como se muestra en el siguiente resumen:

Capacidad de retención de suelo de las obras a implementar.

Obra de conservación de suelo y agua	Superficie	Volumen (Ton)
Terrazas individuales	0.4550	159.09
Total		159.09

La función en conjunto de estas actividades permite retener en términos reales la erosión hídrica en un volumen de 159.09 ton posteriores al desmonte y a la reincorporación de la capa fértil del suelo.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Comparativo de la erosión acumulada y la capacidad de retención en 5 años.

Erosión hídrica acumulada	Capacidad de retención
2.82 Ton	159.09 Ton

Esta pérdida acumulada de 2.82 toneladas en los cinco años es menor a la capacidad de retención de las obras propuestas.

Resumen de los valores de erosión acumulada y de la capacidad de retención de suelo de las obras.

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Erosión Hídrica total Ton/año	1.68	0.66	0.34	0.13	0.01
Capacidad retención de las obras Ton	159.09	157.41	156.75	156.41	156.28

Si bien al año 5 se tiene una pérdida acumulada de 211.35 toneladas, considerando la erosión hídrica y la eólica, la capacidad de las obras es factibles para retener la erosión hídrica y en cuanto a la pérdida de suelo debido a la erosión eólica, la disminución de la pérdida de suelo será de manera gradual conforme crece la reforestación de la franja de afectación temporal, como se demostró en apartados anteriores.

Con los cálculos obtenidos, durante las diferentes etapas del proyecto no se provocará la erosión o pérdida de los suelos, de acuerdo con la aplicación de las medidas de mitigación antes descritas, hasta tener una tasa de erosión menor a la que se tiene actualmente.

Comparativo de la erosión total en el área del proyecto.

Clase de erosión	Escenario Actual ton/año	Escenario con proyecto (ton/año)	Erosión con medidas año 5 (ton/año)
Erosión hídrica	0.06	1.68	0.01
Erosión eólica	5.19	92.74	4.34
Total	5.25	94.42	4.35

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos del modelo de la EUPS y ecuación de la erosión eólica.

Se concluye que con la ejecución del proyecto, no se provocará la erosión de los suelos, en virtud de que con la aplicación de las medidas de mitigación, se evita la pérdida de suelo durante el desmonte debido a que el suelo se encuentra resguardado y posteriormente cuando se reincorpora se cuenta

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos IndustrialesOficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

con la capacidad de controlar la pérdida potencial de suelo durante los primeros 5 años del establecimiento de las medidas de mitigación, disminuyendo la erosión que se tiene actualmente en el área del proyecto, por lo que no se provocará un incremento en la erosión de los suelos, con lo cual se justifica el criterio de excepcionalidad indicado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

Adicionalmente se señala que como medidas de prevención y mitigación se contemplan las siguientes actividades enfocadas a evitar la afectación de los ecosistemas:

- Troceado y distribución de los residuos no aprovechables de la vegetación para que se reintegren al suelo y a su vez lo protejan de la erosión hídrica y eólica.
- Proteger el suelo con una base de plástico o de concreto al momento de hacer carga de combustible, para evitar que los derrames accidentales de combustibles o aceites se infiltren.
- Durante la operación de excavado, se retirará la tierra vegetal y se colocará en la franja de afectación temporal, para poder optimizar su uso y reutilizarla en actividades de recuperación del sitio y la reubicación de individuos.
- Evitar la disposición sobre el suelo de los residuos orgánicos producto de la ingesta y desechos de los trabajadores colocando tambos de basura.
- Se colocarán contenedores para el almacenamiento de los residuos, para su posterior traslado al lugar determinado en el que se realice la disposición de residuos.
- Para disminuir el riesgo de contaminación al suelo, se contratará una empresa que se encargue de la disposición de los residuos, con la finalidad de dar un manejo adecuado.
- En los sitios en los que se detecte cualquier indicio de erosión, se aprovecharán los materiales que se extraerán producto del cambio de uso de suelo, principalmente los arbustos, para construir barreras de estos materiales que impidan el arrastre de partículas por efecto del agua de lluvia, facilitando así la retención de los mismos en el sitio.
- Colocación de baños portátiles para uso de los trabajadores.

Por lo anterior, con base en los razonamientos y consideraciones arriba descritas, esta Autoridad Administrativa considera que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117 párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Sustentable, en cuanto a que, con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo forestal, **no se provocará la erosión de los suelos.**

3. Por lo que corresponde al **tercero de los supuestos** arriba referidos, relativo a la obligación de demostrar que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, del estudio técnico justificativo e información complementaria, se desprende lo siguiente:

Del estudio técnico justificativo se desprende lo siguiente:

Con la clasificación hidrológica de INEGI (Red hidrográfica Nacional 2.0), se ubica dentro de la cuenca Río Moctezuma, en la Región Hidrológica RH26, con la red hidrográfica nacional y a lo observado en campo, en el trazo se tiene la presencia de un escurrimiento de tipo perenne, denominado Río Tula, el cual tiene su desembocadura en la presa Endho, que se ubica a 700 metros del cruce más cercano.

La ubicación de las áreas solicitadas de cambio de uso de suelo de terrenos forestales de la Sección 2A-2, se está solicitando en una parte en la zona federal del cruce con el río Tula, por lo que la afectación del cauce será de manera temporal con un diseño de ingeniería que afecte lo menos al recurso hidrológico, esto se describe ampliamente en el capítulo II y las medidas a ser consideradas en el capítulo VIII de este ETJ.

El río Tula es uno de los escurrimientos más grandes que atraviesa el trazo del gasoducto, a raíz de esto y de la afectación por la construcción del gasoducto se delimitó la zona federal de cada lado del escurrimiento realizado el trámite ante la Comisión Nacional del Agua, en la dirección estatal de Hidalgo obteniendo los permisos correspondientes para su construcción, por lo que la vegetación en la zona federal del río Tula es la afectada para este ETJ.

El área del Proyecto se ubica dentro del acuífero Valle del Mezquital (1310), definido por la CONAGUA con las características de la siguiente tabla:

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Datos de disponibilidad del acuífero donde se ubica el área del proyecto.

Concepto	Acuífero (1310) Valle del Mezquital (Mm ³ /año)
Recarga media anual	515
Descarga natural comprometida	293
Volumen concesionado de agua subterránea	161.502868
Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos	137.7
Disponibilidad media anual de agua subterránea	60.497132
Déficit	0.0

Fuente: CNA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero 1310 Valle del Mezquital.
Publicada el 20 de abril del 2015 en el DOF

Estimación de la infiltración en las áreas de cambio de uso de suelo forestal

Para conocer la interacción del proyecto de CUSTF en las 1.4961 ha para el proyecto "Sección 2A-2, Gasoducto Tula-Villa de Reyes" sobre el recurso agua y especialmente en la infiltración en el acuífero se estimó la infiltración utilizando el balance hídrico del predio de CUSTF.

Mediante el uso del balance hídrico de la zona, la infiltración se determina por la diferencia de la precipitación, menos la intercepción, evapotranspiración y el escurrimiento superficial, quedando la ecuación de la siguiente manera:

Infiltración (Inf): $Inf = P - (Int + Ev + E)$

Dónde:

P: Precipitación (m³/año)

Int: Intercepción (m³/año), por el dosel de la vegetación arbórea

Ev: Evapotranspiración (m³/año), Evaporación + Transpiración.

E: Escurrimiento Superficial (m³/año).

Inf: Infiltración (m³/año)

Cálculo de la Intercepción de Agua

La intercepción hace referencia a la cantidad de agua que es retenida y conservada en la vegetación, la hojarasca que está sobre el suelo y que luego se evapora (Jiménez, 2009). La intercepción de la precipitación dentro del área del proyecto de CUSTF se calculó mediante un

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

coeficiente de intercepción correspondientes a los tipos de vegetación y uso del suelo que hay dentro de la misma.

Para el cálculo de la intercepción se requiere obtener los valores de los siguientes parámetros:

- Cubierta forestal.
- Cobertura de la vegetación
- Área (ha).
- Agua Precipitada (m^3).
- Agua captada por la cobertura (m^3).
- Coeficiente de intercepción.

La cubierta forestal se refiere al tipo de vegetación que será sujeta de afectación (pino, encino, selva baja caducifolia, etc.). Así como su cobertura, el cual es un valor porcentual basado en la observación directa de la vegetación en campo en el que se determina el porcentaje de suelo que cubre la vegetación forestal.

En tanto que el área es la superficie que se está proponiendo para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, diferenciada por tipo de vegetación y densidad.

El agua precipitada es el producto que se obtiene de multiplicar la superficie de cada tipo de vegetación y cobertura por la precipitación promedio para el sitio del proyecto. Considerando una precipitación promedio anual de 557.3 mm la cual es la correspondiente a la estación Tula (13092), se tendría una precipitación de 5,573.0 m^3 /ha, obteniéndose los resultados siguientes:

Estimación del agua precipitada por tipo de vegetación y cobertura.

Cubierta o uso del suelo	Cobertura o densidad %	Área (ha)	Precipitación m^3 /ha	Agua Precipitada (m^3)
Matorral Crasicaule	50	0.283	5,573.0	1,577
Vegetación riparia o de galería	90	0.251	5,573.0	1,399
Vegetación de tular	100	0.9621	5,573.0	5,362
Total		1.4961		8,338

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

El agua captada por la cobertura de vegetación se obtiene multiplicando el agua precipitada por el porcentaje de la cobertura.

Estimación del agua captada por tipo de vegetación y cobertura

Cubierta o uso del suelo	Cobertura de la vegetación %	Agua Precipitada (m³)	Agua captada por la cobertura (m³)
Matorral Crasicaule	50	1,577	789
Vegetación de galería	90	1,399	1259
Vegetación de tular	100	5,362	5362
Total		8,338	7,409

El coeficiente de intercepción de la selva, bosque y pastizales se calculó con base a los propuestos por Westenbroek, S.M et. al. (2010) en la siguiente tabla:

Factor de intercepción en Bosque o Selva.

Cubierta	Factor de Intercepción
Matorral (Shrubland)	0.0625
Tular (Wetland)	0.05
Vegetación de galería (Forested wetland)	0.05

Fuente: Westenbroek, S.M et. al. (2010)

Finalmente el cálculo de la intercepción, misma que es el producto de multiplicar el agua captada por la cobertura por el coeficiente de intercepción obteniéndose los siguientes resultados:

Intercepción de la vegetación escenario actual.

Cubierta o uso del suelo	Área (ha)	Cobertura (promedio) de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m³)
Matorral Crasicaule	0.283	0.283	789	0.0625	49
Vegetación de galería	0.251	0.251	1259	0.05	63
Vegetación de tular	0.9621	0.9621	5362	0.05	268
Total	1.4961	1.4961	7,409		380

Fuente: La intercepción es el resultado de la multiplicación del agua captada por el coeficiente de intercepción

De la tabla anterior se obtiene la intercepción total dentro del área del predio solicitado para CUSTF, de 380 m³ lo que representa un 4.56% del total de agua captada en la zona.

Cálculo de la Evapotranspiración

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

La evapotranspiración combina dos formas mediante las cuales el agua regresa en forma gaseosa a la atmósfera. Dentro de ambos procesos interfieren una serie de variables generalmente complejos. Dado que los datos para la obtención de la evapotranspiración son escasos y las mediciones para encontrar el valor de las pérdidas de agua son difíciles y presentan altos costos para llevarse a cabo, se consideró lo determinado por la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007), para calcular la evapotranspiración real. La ecuación es la siguiente:

$$E = \frac{P}{\sqrt{1.5 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde:

E: Evapotranspiración real en mm

P: Precipitación anual en mm

$L = 300 + 25T + 0.05T^2$

T: Temperatura media anual en °C

Para la determinación de la evapotranspiración real es necesario conocer la temperatura media anual en grados Celsius, para lo cual se utilizó la que se presenta en la normal climatológica de la estación Tula (13092), los datos se pueden consultar en el punto de clima de este capítulo, la cual asciende a 17.60 grados Celsius.

Valores considerados para la estimación de la Evapotranspiración:

P= Precipitación= 557.30 mm

T= Temperatura Media Anual= 17.60°C

$L = 300 + 25(17.60) + 0.05(17.60)^2 = 300 + 440 + 15.488 = 755.488$

$E = 557.30 / \sqrt{1.5 + [(557.30)^2 / (755.30)^2]}$

E= 389.79 mm

Evapotranspiración en el sitio del proyecto.

Evapotranspiración real (mm)	Área en ha	Evapotranspiración anual (m³)
389.79	1.4961	5,832

Fuente: La Evapotranspiración anual es el resultado de la evapotranspiración real por el área del proyecto.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Con las estimaciones realizadas la evapotranspiración es de $5,832 \text{ m}^3$ el coeficiente de evapotranspiración partiendo que se tiene una precipitación de $8,338 \text{ m}^3$ el coeficiente es de 69.94, este cociente indica que del 100% del agua precipitada el 69.94% se evapotranspira.

Cálculo del Esguerrimiento medio

El esguerrimiento se inicia sobre el terreno una vez que en la superficie se alcanza un valor de contenido de humedad cercano a la condición de saturación. Posteriormente se iniciará un flujo tanto sobre las laderas, como a través de la matriz de los suelos, de las fracturas de las rocas o por las fronteras entre materiales de distintas características, esto es, un flujo subsuperficial (Breña y Jacobo, 2006).

Para el análisis básico del esguerrimiento, se deben de considerar las variables siguientes: la intensidad de la precipitación; la capacidad de infiltración de una superficie particular; la condición hidráulica a la que se encuentra el suelo o la roca; y la característica hidráulica del suelo o roca (Breña y Jacobo, 2006).

Existen diversos métodos para estimar el esguerrimiento medio, desde el análisis de hidrogramas, aforo de corrientes y el uso de la fórmula racional (Viessman et al, 1989), misma que se detalla y utiliza, en la NOM-011-CNA-200 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales para su explotación y aprovechamiento (Diario Oficial de la Federación, 2 de agosto del 2001), y que se describe a continuación:

$$Vm = Ce * Pm * A$$

Dónde:

Vm = Volumen medio que puede esguerrir (m^3)

A = Área de la cuenca (m^2) (para nuestro caso se consideró el área del proyecto)

Ce = Coeficiente de esguerrimiento

Pm = Precipitación media (m)

Para determinar el Coeficiente de esguerrimiento (Ce) de igual manera se consideró lo descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, en función del tipo y uso de suelo, y del volumen de precipitación anual.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Características por tipo de suelo

Tipo de suelo	Características
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: suelos algo más compactados que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 Diario Oficial de la Federación, 2 de agosto del 2000.

Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de praderas	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizales:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% poco pastoreo	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% regular	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% excesivo	0.24	0.28	0.3
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Praderas permanentes	0.18	0.24	0.3

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (Diario Oficial de la Federación, 2 de agosto del 2000)

En el área de estudio se clasificó el tipo de suelos y de acuerdo con sus características se encuentran en la categoría B, al ser estos de textura fina, aunque profundos y cercanos al cauce, clasificados como suelos medianamente permeables.

Con el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, se obtiene el valor K como en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** siguiente tabla, considerando el tipo de suelo B y las diferentes coberturas de la vegetación en el área del proyecto.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Factor K del área del proyecto

Cubierta	Cobertura de la vegetación %	Factor K Suelo B
Matorral Crasicaule	50	0.22
Vegetación de galería	90	0.16
Vegetación de tular	100	0.16

Fuente: Valores obtenidos por tipo de suelo y cobertura

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

Si K es menor o igual a 0.15

$$Ce = K (P - 250) / 2000$$

Si K es mayor a 0.15

$$Ce = K (P - 250) / 2000 + (K - 0.15) / 1.5 \text{ (Donde P es la precipitación en mm)}$$

Cálculo del coeficiente de escurrimiento

Cubierta	Cobertura de la vegetación %	Factor K Suelo B	Coeficiente de escurrimiento
Matorral Crasicaule	50	0.22	0.080
Vegetación de galería	90	0.16	0.031
Vegetación de tular	100	0.16	0.031

Con el dato anterior, el escurrimiento total de dentro del área del predio es de 338 m³ lo que representa un 4.06% del total de agua captada en la zona.

Cálculo de la infiltración

Con base en los resultados anteriores utilizando la ecuación de la Infiltración $Inf = P - (Int + Ev + E)$, se obtienen los siguientes resultados:

$$Inf = 8,338 - (380 + 5,832 + 338) = 1,788 \text{ m}^3$$

La infiltración total dentro del predio donde se encuentra el proyecto es de 1,788 m³/año en las 1.4961 ha lo que representa un 21.44% del total de agua captada en la zona.

Escenario de la captación de agua con la ejecución del proyecto sin restauración

Con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal que afectará la cobertura forestal en 1.4961 ha, por la pérdida de la cubierta vegetal disminuirá la capacidad de infiltración, por lo que para

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

determinar el volumen que se dejaría de infiltrar, se utilizó la misma metodología del balance hidrológico, con la modificación de las variables de Intercepción y escurrimiento, que serían las variables que se modifican de la ecuación ($\text{Infiltración} = P - (\text{Int} + \text{Ev} + E)$).

Se presentan las tablas de los cálculos de intercepción y escurrimiento con el CUSTF, con una sola cobertura, debido a que ya se carece de vegetación.

Intercepción con el desmonte

Intercepción de la vegetación escenario con proyecto de CUSTF.

Cubierta	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coefficiente de intercepción	Intercepción (m³)
Área de CUSTF	1.4961	8,338	0	0	0.05	0
Total	1.4961	8,338		0		0

Escurrimiento con el desmonte

Escurrimiento en el escenario con proyecto de CUSTF.

Cubierta	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	(Pastizal)	Factor K Suelo B (suelo desnudo)	Coefficiente de escurrimiento	Escurrimiento (m³)
Área de CUSTF	1.4961	8,338	0	0.28	0.130	1,081
	1.4961	8,338				1,081

Con base en las modificaciones realizadas anteriormente y considerando que no se tendría vegetación forestal, se tiene el siguiente balance:

$$\text{Infiltración} = 8,338 - (0 + 5,832 + 1,081) = 1,425 \text{ m}^3$$

Si comparamos la infiltración actual con la ejecución del proyecto (cambio de uso de suelo en terrenos forestales) se tendría una disminución de 363 m^3 , ($1,788 - 1,425$) volumen que se incrementa en el escurrimiento. Siendo este volumen el que se pondría en riesgo como servicio ambiental correspondiente al almacenamiento y retención de agua prestado por el área forestal solicitada para CUSTF.

Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en dos escenarios

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Infiltración actual (m³)	Infiltración con CUSTF (m³)	Diferencia (m³)
1,788	1,425	-363

Para compensar la infiltración disminuida a causa del CUSTF se proponen medidas de mitigación que se detallan en el capítulo VIII y en los anexos que corresponde a la restauración de la Franja de Afectación Permanente a través de la reforestación con especies nativas.

Escenario de la captación de agua con la ejecución del proyecto con medidas

Para estimar la capacidad de infiltración con las actividades de restauración se utilizó la misma metodología del balance hidrológico para calcular la infiltración, con la consideración de que se realice la reforestación de la franja de afectación del proyecto, es decir la superficie que se está solicitando de CUSTF.

En la siguiente tabla se presenta la superficie de reforestación por tipo de vegetación dentro de la Franja de Afectación Temporal (FAT) misma que se propone de reforestación.

Área de reforestación por tipo de vegetación.

Tipo de Vegetación	Superficie para reforestar	Área para reforestar
Matorral Crasicaule	0.2409	FAT
Vegetación de galería	0.2141	FAT
Vegetación de tular	0.9621	FAT y FAP
Total	1.4171	

Con base a los trabajos de reforestación en las 1.4171 hectáreas, más la superficie de 0.0790 de franja permanente donde habrá obras de conservación de suelos, se realizó el análisis de balance hidrológico, por lo que se consideró la modificación de la cobertura del suelo considerando un lapso de 6 años de análisis sobre el área de la reforestación considerando el crecimiento anual de la vegetación y en consecuencia de la cobertura vegetal de manera gradual por año, utilizando los valores estimados en la tabla para determinar el factor C (tabla presentada capítulo IV):

Factor K considerado para la cobertura del suelo B.

Año	Matorral		Tular		Vegetación de galería	
	Cobertura	Factor k	Cobertura	Factor k	Cobertura	Factor k
1	0%	0.28	0%	0.28	0%	0.28

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

2	10%	0.27	20%	0.27	10%	0.27
3	20%	0.26	50%	0.22	20%	0.26
4	30%	0.25	75%	0.20	40%	0.24
5	40%	0.24	100%	0.16	60%	0.22
6	50%	0.22	100%	0.16	80%	0.16

Para determinar la infiltración del área del proyecto con las medidas de restauración se volvieron a modificar las variables de Intercepción, Evapotranspiración y escurrimiento, que serían las variables que se modifican de la ecuación ($\text{Infiltración} = P - (\text{Int} + \text{Ev} + E)$), como se muestra en las tablas siguientes:

Intercepción de la vegetación Matorral Crasicaule escenario de reforestación año 1 al 6.

Año	Polígono	Actividad	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m³)	
								Parcial	Total
1	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	0	0	0.0625	0	0
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	
2	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	10	134	0.0625	8	8
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	
3	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	20	269	0.0625	17	17
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	
4	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	30	403	0.0625	25	25
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	
5	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	40	537	0.0625	34	34
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	
6	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	50	671	0.0625	42	42
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración. Del capítulo IV

FAT=Franja de Afectación Temporal; FAP= Franja de Afectación Permanente

Ref=Reforestación, Te=Terrazas, Reg=Regeneración

Intercepción del Tular en escenario de reforestación año 1 al 6.

Año	Polígono	Actividad	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m³)	
								Parcial	Total
1	FAT	Reforestación	0.8119	4,525	0	0	0.05	0	0
	FAP	Reforestación	0.1502	837	0	0	0.05	0	
2	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	20	905	0.05	45	54
	FAP	Regeneración	0.1502	837	20	167	0.05	8	

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Año	Polígono	Actividad	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m³)	
								Parcial	Total
3	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	50	2,262	0.05	113	134
	FAP	Regeneración	0.1502	837	50	419	0.05	21	
4	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	75	3,394	0.05	170	201
	FAP	Regeneración	0.1502	837	75	628	0.05	31	
5	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	100	4,525	0.05	226	268
	FAP	Regeneración	0.1502	837	100	837	0.05	42	
6	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	100	4,525	0.05	226	268
	FAP	Regeneración	0.1502	837	100	837	0.05	42	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración. Del capítulo IV
FAT=Franja de Afectación Temporal; FAP= Franja de Afectación Permanente

Intercepción de la vegetación riparia o de galería en escandrio de reforestación año 1 al 6.

Año	Polígono	Actividad	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m³)	
								Parcial	Total
1	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	0	0	0.05	0	0
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	
2	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	10	119	0.05	6	6
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	
3	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	20	239	0.05	12	12
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	
4	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	40	477	0.05	24	24
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	
5	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	60	716	0.05	36	36
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	
6	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	80	955	0.05	48	48
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración. Del capítulo IV
FAT=Franja de Afectación Temporal; FAP= Franja de Afectación Permanente
Ref=Reforestación, Te=Terrazas, Reg=Regeneración

Para la Evapotranspiración se consideró lo determinado por la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007).

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Evapotranspiración en los tres tipos de vegetación, escenario de reforestación año 1 al 6.

Año	Evapotranspiración real (mm)	Matorral crasicaule		vegetación de Tular		Vegetación de galería	
		Área (ha)	Evapotranspiración anual (m³)	Área (ha)	Evapotranspiración anual (m³)	Área (ha)	Evapotranspiración anual (m³)
1	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978
2	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978
3	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978
4	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978
5	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978
6	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978

Fuente: Elaborado a partir de los datos de la estación meteorológica de referencia

Escurrecimiento en el escenario de reforestación de Matorral Crasicaule año 1 al 6.

Año	Polígono	Acción a ejecutar	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Factor K	Factor C	Escurrecimiento (m³)	Total anual
Año 1	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	0	0.28	0.130	174	205
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.28	0.130	30	
Año 2	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	10	0.27	0.121	163	194
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.28	0.130	30	
Año 3	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	20	0.26	0.113	152	183
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.28	0.130	30	
Año 4	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	30	0.25	0.105	141	172
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.28	0.130	30	
Año 5	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	40	0.24	0.097	130	157
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.26	0.113	27	
Año 6	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	50	0.22	0.080	108	133
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.25	0.105	25	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Ref=Reforestación, Te=Terrazas, Reg=Regeneración

Escurrecimiento en el escenario de reforestación del Tular año 1 al 6.

Año	Polígono	Acción a ejecutar	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Factor K	Factor C	Escurrecimiento (m³)	Total anual
Año 1	FAT	Reforestación	0.8119	4,525	0	0.28	0.130	587	695
	FAP	Reforestación	0.1502	837	0	0.28	0.130	109	
Año 2	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	20	0.27	0.121	550	651
	FAP	Regeneración	0.1502	837	20	0.27	0.121	102	
Año 3	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	50	0.22	0.080	364	431
	FAP	Regeneración	0.1502	837	50	0.22	0.080	67	
Año 4	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	75	0.2	0.064	290	343

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N.º ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Año	Polígono	Acción a ejecutar	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Factor K	Factor C	Escurrimiento (m³)	Total anual
	FAP	Regeneración	0.1502	837	75	0.2	0.064	54	
Año 5	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	100	0.16	0.031	141	168
	FAP	Regeneración	0.1502	837	100	0.16	0.031	26	
Año 6	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	100	0.16	0.031	141	168
	FAP	Regeneración	0.1502	837	100	0.16	0.031	26	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Escurrimiento en el escenario de reforestación de la vegetación de galería año 1 al 6.

Año	Polígono	Acción a ejecutar	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Factor K	Factor C	Escurrimiento (m³)	Total anual
Año 1	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	0	0.28	0.130	155	181
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.28	0.130	27	
Año 2	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	10	0.27	0.121	145	172
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.28	0.130	27	
Año 3	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	20	0.26	0.113	135	160
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.27	0.121	25	
Año 4	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	40	0.24	0.097	116	139
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.26	0.113	23	
Año 5	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	60	0.22	0.080	96	118
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.25	0.105	22	
Año 6	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	80	0.16	0.031	37	57
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.24	0.097	20	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Ref=Reforestación, Te=Terrazas, Reg=Regeneración

Una vez modificados y calculados los parámetros para los 6 escenarios (años) y los diferentes tipos de vegetación, se realizó una suma de cada proceso del balance hidrológico para cada año utilizando la ecuación Infiltración (Inf): $Inf = P - (Int + Ev + E)$, obteniendo los resultados siguientes:

Balance hidrológico de la reforestación año 1 al 6.

Año	Precipitación	Intercepción (m³)	Evapotranspiración total (m³)	Escurrimiento (m³)	Infiltración (m³)
0 (Actual)	8,338	380	5,832	338	1,788
1	8,338	0	5,832	1,081	1,425
2	8,338	68	5,832	1,017	1,422
3	8,338	163	5,832	774	1,569

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México,

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Año	Precipitación	Intercepción (m ³)	Evapotranspiración total (m ³)	Escorrentamiento (m ³)	Infiltración (m ³)
4	8,338	250	5,832	654	1,602
5	8,338	337	5,832	442	1,727
6	8,338	358	5,832	357	1,791

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Una vez obtenida la infiltración en el área de compensación (1.4961 ha) durante un proceso de seis años, se realiza el comparativo de estos cálculos con la pérdida de infiltración por la ejecución del proyecto sin las medidas de mitigación.

En la siguiente tabla se realiza el comparativo de la infiltración en los tres escenarios (actual, con cambio de uso del suelo y con medidas de mitigación), para lo cual se considera el año 1 como el año en que se realiza el CUSTF y es la línea base del volumen de infiltración a recuperar y el año 2 sería el primer año de la reforestación como medida de mitigación, y así subsecuentemente.

Comparativo de la infiltración actual y con proyecto por año.

Año	Infiltración actual m ³ /año	Infiltración con el desmonte m ³ /año	Infiltración con Restauración m ³ /año	Saldo m ³ /año
0	1,788	1,425	-----	-363
1	-----	-----	1,425	-363
2	-----	-----	1,422	-366
3	-----	-----	1,569	-219
4	-----	-----	1,602	-186
5	-----	-----	1,727	-61
6	-----	-----	1,791	3

Fuente: Adaptada de los datos obtenidos del cálculo de infiltración actual y con medidas de mitigación.

Los resultados obtenidos, se demuestra que a partir del año 6 (5 después de la reforestación) las áreas de reforestación se recupera la pérdida potencial de la infiltración por las actividades del cambio de uso de suelo de terrenos forestales propuestos para el proyecto, teniendo para el año 6 una infiltración de 1,791 m³ anuales que es una capacidad mayor a la que se tiene actualmente sin proyecto de 1,788 m³ anuales.

Con lo descrito anteriormente, se puede concluir que con el cambio de uso de suelo forestal en las 1.4961 has, más las medidas de mitigación y restauración, la posible afectación a los recursos

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

hidrológicos es mitigable y se compensa con las actividades de restauración. Lo anterior, esclarece que con la ejecución del proyecto no se verán afectados abastecimientos de agua a poblaciones cercanas y en consecuencia no se pone en riesgo los servicios hidrológicos que se generarán en la zona y el impacto temporal que se pudiera presentar es mitigable y recuperable una vez restaurado el sitio.

Además, se proponen una serie de medidas para prevenir o mitigar dichos impactos, entre ellas pueden mencionarse las siguientes:

Con la finalidad de mitigar el efecto del proyecto por la remoción de vegetación se propone un programa de rescate, reubicación y reforestación de flora silvestre, el cual tiene por objetivo, disminuir la afectación a la misma, en especial de las especies que son más abundantes en el área del proyecto y dan estructura a la vegetación, a través del rescate y la reubicación de los organismos con el fin de mantener su abundancia, diversidad y sobre todo conservar los servicios ambientales que presentan dentro del ecosistema, Anexo 1 de 2.

- Ejecución del programa de reforestación de flora silvestre, el cual tiene por objetivo, disminuir la afectación a la misma, Anexo 1 de 2.
- Se estima reforestar un total de 309 individuos de la especie *Prosopis glandulosa* para vegetación de matorral crasicaule, 214 individuos de la especie *Fraxinus uhdei* y 321 individuos de la *Salix humboldtian* para vegetación de galería y por último la reforestación de la especie *Typha dominguensis* con un total de 192,420 individuos para vegetación de tular.
- Reubicaciones en sitios adyacentes en las áreas de afectación temporal del derecho de vía del proyecto, que cumplan con las características ambientales para hábitat de las especies a trasplantar.
- la especie *Typha dominguensis* tendrá una densidad de 20 plantas/m² para vegetación de tular.
- Establecer 193,264 plantas de las principales especies nativas, con el propósito de proteger el suelo y promover la infiltración del agua, en las 1.4171 has.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

- Para mantener la calidad del agua dentro de los parámetros actuales en el área de cambio de uso del suelo se plantean una serie de medidas de prevención a realizar durante la etapa de preparación del proyecto y en la fase de restauración del sitio, siendo estas:
- Uso de letrinas portátiles conforme a las especificaciones que señale la normatividad vigente.
- Realización de mantenimiento preventivo y /o correctivo de equipo y maquinaria fuera del sitio del proyecto.
- Manejo de residuos sólidos urbanos a través de depósitos ubicados estratégicamente a lo largo del trazo del proyecto, debiendo realizar la separación por tipo de material.
- Realizar la carga de combustibles de maquinaria y equipo conforme al manejo que señale la normatividad vigente a fin de evitar derrames en el sitio del proyecto.
- Manejo adecuado de residuos peligrosos (estopas impregnadas de aceite y grasa, botellas de aceite, contenedores de grasa, depósitos de combustibles, entre otros) conforme lo que especifique la normatividad aplicable tanto en su recolección, manejo y disposición.
- Manejo adecuado de las aguas residuales de generarse estas en las actividades a las actividades de construcción del proyecto.
- Colocación y distribución de 1 baño portátil por cada 15 trabajadores en los sitios en los que no se cuente con el servicio sanitario, debiendo realizar el depósito o tratamiento de los residuos de acuerdo con las alternativas que brinde la región.

Con base en las consideraciones arriba expresadas, esta Autoridad Administrativa estima que se encuentra acreditada la tercera hipótesis normativa que establece el artículo 117, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ya que ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, **no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.**

4. Por lo que corresponde al **cuarto de los supuestos** arriba referidos, relativo a la obligación de demostrar que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo, del estudio técnico justificativo, se desprende lo siguiente:

Justificación de porqué el uso alternativo propuesto es más productivo a largo plazo que el actual.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos IndustrialesOficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Con el fin de demostrar que el uso propuesto con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 1.4961 hectáreas es más productivo a largo plazo, se tomaron en cuenta las estimaciones económicas de los servicios ambientales que brinda el ecosistema por afectar, el valor de los recursos biológicos forestales que incluye el valor de las materias primas forestales y no forestales, esto para determinar el valor de uso forestal que presenta el predio en la actualidad y que será comparado con los beneficios que traerá el proyecto.

Considerando que los recursos biológicos forestales de la región representan cierta utilidad para los habitantes de las comunidades que habitan los alrededores del proyecto, ya que las especies vegetales representan indudablemente un valor económico se efectúa un análisis de los ingresos netos que a partir del ecosistema presente se podrían obtener mediante sus distintos usos alternativos.

Para tener una valoración aproximada se considerará con base a las 1.4961 hectáreas que se afectarán con el proyecto y de las cuales se solicitará el cambio de uso de suelo forestal. Se identificaron las 75 especies que se tienen las áreas forestales y su principal uso, mismo que fue identificado en los recorridos de campo en entrevistas a los lugareños, identificando siguientes usos: Leña, maderable, carbón ornamental, alimento, Ornamental y Forrajero, mismas que se indican en el capítulo XIII del estudio técnico justificativo.

Estimación económica de los productos

Para determinar el precio de los productos maderables, se consultó el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2014. Con base en el valor promedio de la producción maderable en el estado de Hidalgo otras latifoliadas (aserrío y leña), y el promedio nacional para las especies corrientes tropicales (Carbón) y se obtuvo el precio del m³ rollo para escuadría, carbón y leña, obteniendo los siguientes precios:

Valor económico de la madera para aserrío.

Nombre científico	Volumen Total Aprovechable (m ³ r)	Valor del m ³ r*	Valor estimado por la superficie del proyecto
<i>Fraxinus uhdei</i>	2.401	\$297.62	\$714.58
TOTAL	2.401		\$714.58

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Valor económico de la Madera para carbón

Concepto	Cantidad
Volumen total m ³ rta	4.152
Volumen dprovechable m ³	3.737
Valor por m ³	\$ 518.04
Valor estimado por la superficie del proyecto	\$1,935.92

Valor económico de la Madera para leña.

Concepto	Cantidad
Volumen total m ³ rta	33.569 m ³ rta
Volumen aprovechable leña m ³	30.212 m ³
Volumen aprovechable (30% del volumen de aserrío)	0.720 m ³
Volumen aprovechable total para leña	30.932 m ³
Valor por m ³	\$161.67
Valor estimado por la superficie del proyecto	\$5,000.78

Con respecto a la estimación de los valores económicos de los productos forestales no maderables, se realizó la estimación de los valores económicos de algunos productos no maderables que existen en la zona de cambio de uso del suelo forestal, aunque los precios de compra-venta son aproximados y/o de referencia en función de las perspectivas económicas de la población local, ya que se basan en la experiencia de dichos pobladores de la región con relación a cuánto podrían producir y cuánto podría valer los productos referidos, los productos no maderables tenemos los siguientes grupos.

- Alimento y forrajero
- Elaboración de bebida
- Elaboración de escobas
- Ornamental
- Forrajero

Valor económico de las especies de uso ornamental

No.	Nombre común	Nombre científico	No. individuos	Precio por pieza	Importe Total
1	Pirul	Schinus molle	28	\$30.00	\$840.00
2	Cardón Tunero	Cylindropuntia imbricata	161	\$50.00	\$8,050.00

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

3	Cardón Pitaya	Echinocereus pentaloophus	2	\$50.00	\$100.00
4	Biznaga Ganchuda	Ferocactus latispinus	1	\$50.00	\$50.00
		TOTAL	192		\$9,040.00

Dentro de este grupo para elaboración de bebidas se clasificaron las especies encontradas en el área de CUSTF que se elaboran bebidas de manera artesanal (mezcal potosinb), siendo el producto final el que tiene un mercado y valor de consumo, basaso con las entrevistas el valor de cada planta puede llegar a tener un valor de 350 pesos, con esta referencia se ha realizado la siguiente estimación:

Valor económico de las especies de elaboración de bebidas.

Nombre Común	Nombre Científico	Num plantas	Valor unitario	Valor económico
Maguey	Agave salmiana	1	300	\$300.00
Total				\$300.00

Del grupo alimento y forraje se clasificaron las especies encontradas en el área de CUSTF tales como los nopales, mismos que son usados como alimento de las familias de manera local y como forraje para el ganado bovino y ovino principalmente el valor que se estimó fue por pieza y de acuerdo con las entrevistas a lugareños durante el inventario forestal realizado.

Valor económico de las especies de alimento y forraje.

Nombre Común	Nombre Científico	Valor por individuo (\$)	Número de individuos	Valor económico
Nopal ovalado	Opuntia streptacantha	30	156	\$4,680.00
Total				\$4,680.00

Para clasificar las de uso exclusivo como forraje, como son los pastos y las herbáceas del área, se realiza la estimación con los valores indirectos como la renta anual para pastoreo que con la información de los lugareños la hectárea de renta para pastoreo tiene un valor de 1,000 pesos.

Los precios en el volumen de especies usadas como forraje se considera un producto que se aprovecha por superficie y no por individuo o volumen, siendo el número total de hectáreas por la renta de su utilización.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Valor económico de las especies forrajeras.

Producto	Valor por hectárea	Superficie de renta	Valor económico
Forraje	\$ 1,000.00	1.4961	\$1,496.10

Para la estimación económica de la fauna silvestre se realizó un listado de especies clasificadas por orden, reportadas en el proyecto, mismas que se presentan en la siguiente tabla y se consultó precios de compra/venta en el mercado local, sobre todo para las especies que no tienen un mercado establecido.

Valor económico de las especies de fauna silvestre

Clase	Especie	Nombre Común	Abundancia	Valor unit	Valor Total
Anfibios	Anaxyrus punctatus	Sapo de puntos rojos	3	\$500.00	\$1,500.00
Anfibios	Hyla eximia	Rana de montaña	2	\$500.00	\$1,000.00
Subtotal			6		\$2,500.00
Aves	Ardea herodias	Garza morena	2	\$1,200.00	\$2,400.00
Aves	Bubulcus ibis	Garza ganadera	8	\$1,200.00	\$9,600.00
Aves	Caracara cheriway	Cara cara	3	\$500.00	\$1,500.00
Aves	Cathartes aura	Aura cabeciroja	2	\$400.00	\$800.00
Aves	Columbina inca	Tórtola coli larga	5	\$200.00	\$1,000.00
Aves	Corvus corax	Cuervo	3	\$100.00	\$300.00
Aves	Haemorrhous mexicanus	Pinzón mexicano	4	\$300.00	\$1,200.00
Aves	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	3	\$200.00	\$600.00
Aves	Icterus parisorum	Bolserb tunero	2	\$200.00	\$400.00
Aves	Lanius ludovicianus	Alcaudon verdugo	2	\$250.00	\$500.00
Aves	Mimus polyglottos	Cenzontle nortño	2	\$200.00	\$400.00
Aves	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	3	\$500.00	\$1,500.00
Aves	Passerina caerulea	Pico gordo azul	2	\$500.00	\$1,000.00
Aves	Plegadis falcinellus	Ibis cara oscura	4	\$1,000.00	\$4,000.00
Aves	Pyrocephalus rubinus	Pechi rojo	2	\$350.00	\$700.00
Aves	Sayornis nigricans	Papamoscas negro	3	\$100.00	\$300.00
Aves	Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche Pico curvo	4	\$200.00	\$800.00
Aves	Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	3	\$250.00	\$750.00
Aves	Zenaida macroura	Paloma huilota	5	\$200.00	\$1,000.00
Subtotal			62		\$28,750.00
Mamíferos	Lepus californicus	Liebre cola negra	2	\$500.00	\$1,000.00
Mamíferos	Otospermophilus variegatus	Ardillón de roca	2	\$750.00	\$1,500.00
Mamíferos	Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	2	\$250.00	\$500.00
Subtotal			6		\$3,000.00

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Clase	Especie	Nombre Común	Abundancia	Valor unit	Valor Total
Reptiles	Aspidoscelis gularis	Lagartija rayada	2	\$25.00	\$50.00
Reptiles	Sceloporus cautus	Lagartija espinosa tímida	3	\$50.00	\$150.00
Reptiles	Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del pacífico	3	\$50.00	\$150.00
Reptiles	Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa	4	\$50.00	\$200.00
Subtotal			12		\$550.00
Total general			85		\$34,800.00

Para hacer una valoración económica de los servicios ambientales generados en el área del proyecto, se realiza la estimación del valor económico de los siguientes:

- Valor de la flora
- Valor de la Fauna
- Valor por la Captura de Carbono
- Valor por la Producción de agua
- Valor del reemplazo suelo

En los párrafos anteriores del presente documento, se realizó la valoración de la Flora y la Fauna y la valoración económica de los servicios ambientales se realizará con base a la superficie 1.4961 hectáreas de 3 tipos de vegetación que se afectarán con el proyecto y de las cuales se solicita el cambio de uso de suelo forestal.

Mediante una revisión bibliográfica y reportes de la valoración de los servicios ambientales, se ha estimado el valor económico de los servicios ambientales de captura de carbono y captura de agua o servicios hidrológicos y estimación del valor del suelo.

Estimación del valor por captura de carbono

El incipiente mercado de carbono generado a raíz del Protocolo de Kioto. Las estimaciones publicadas del valor de la captura de carbono varían de US\$650 a \$3,500 por hectárea en términos de valor actual neto.

A la fecha existen varias estimaciones del potencial de captura de carbono para México, entre las que destacan Bellón et al. (1993) que hace una estimación para todo el país manteniendo las áreas naturales protegidas, realizando un manejo adecuado de los bosques comerciales y

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

reforestando áreas degradadas. Por otro lado, Adger et al. (1995) proyecta la pérdida de carbono debida a cambios de uso del suelo.

Potencial de captura de carbono en el área de cambio de uso de suelo

Tipo de Vegetación	TC/ha	Superficie (Ha)	Total captura (Ton C)
Matorral Crasicaule	45	0.283	12.74
Vegetación de tular	160	0.9621	153.94
Bosque de Galería	160	0.251	40.16
TOTAL		1.4961	206.83

Se consideró una tasa de 160 TC/ha para la vegetación riparia por la condición de presentar especies de hoja perenne en el estrato arbóreo, en tanto que para la vegetación de tular igualmente se consideró una tasa de 160 TC/ha por la condición siempre verde de las especies que la componen.

Estimación económica

El Mercado de carbono capturado en bosques y selvas se define en dólares por tonelada de carbono capturado. El valor económico de cada tonelada de carbono depende de los costos marginales del cambio climático, mismos que son muy difíciles de estimar dado que esto requiere una enorme cantidad de proyecciones y supuestos.

Con los parámetros estimados, se obtiene la siguiente estimación por el cambio de uso de suelo forestal:

- Área de cambio de uso de suelo forestal: 1.4961 hectáreas
- Potencial de Captura en Ton de CO₂: 206.83
- Valor de la Ton de C₂ estimada: \$ 10 dls por t de C₂

Considerando esta metodología (Muñoz, 1994) y los diferentes tipos de vegetación presente en el sitio, se considera como templado caducifolio el matorral crasicaule y un valor similar al bosque de galería y tular, dado que no se tiene una especificación similar a este tipo de ecosistemas, por lo que de acuerdo con estos valores teniendo una superficie de 1.4961 ha (600 dls/ha), nos da como resultado una pérdida de \$897.66 dólares, a una tasa de cambio de \$18.00 se tiene un valor por la pérdida potencial de \$16,157.88 pesos m.n.

Servicios hidrológicos

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos IndustrialesOficio: N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

La captura de agua se calcula mediante la infiltración que provoca la masa arbolada, propiciando la recarga de los mantos acuíferos. Estos cálculos se realizaron las siguientes estimaciones.

Estimación con base al balance hídrico

Con el análisis realizado y descrito en los capítulos IV y IX del estudio técnico justificativo, la cuantificación de las tasas de infiltración o recargar para el área del proyecto, mediante el uso del balance hídrico en la superficie de 1.4961 hectáreas de terrenos forestales propuestas para cambio de uso de suelo se tiene una infiltración de 1,788 m³/año.

Considerando las tarifas de la Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales del estado de Hidalgo, el precio del m³ de agua potable para uso doméstico tiene una cuota mínima de \$62.60 hasta 8 m³, por lo que el metro cubico se estima en \$ 7.82, valor que se toma como referencia para estimar el precio del agua en la zona, por lo que para la superficie del proyecto donde se infiltran 1,788 m³/año, se tiene un valor económico estimado en el área de CUSTF de \$13,982.16/año por el área del proyecto, que como consecuencia es el costo económico del agua que se infiltra en el área del proyecto.

Valor del reemplazo del suelo

Con lo estimado en el capítulo IX del estudio técnico justificativo, con la ejecución del proyecto se tiene un incremento en la pérdida de suelo de 59.60 toneladas por ha por año en la superficie de 1.4961 has provocada por la erosión hídrica y eólica.

Para darle un valor estimado al suelo, se consultó el valor promedio de la tonelada de tierra de monte en las estadísticas del año 2014 de la producción forestal nacional (Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2014, SEMARNAT). Se tiene que el valor promedio de la tonelada de tierra de monte es de \$446.90/ton, por lo que el valor de reemplazo del suelo sería de \$26,635.24/ha equivalente a \$39,848.98 en el área total del proyecto.

Estimación económica total de los recursos Biológicos forestales.

En la tabla siguiente se muestra el costo total de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo para la flora y fauna y con la estimación económica de los individuos que se distribuye en área, así como sus servicios ambientales.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Resumen del valor económico de los recursos biológicos forestales en el área del proyecto

Bienes y Servicios	Estimación económica	Restricciones
Aprovechamiento maderable para aserrío	\$714.58	Sin restricciones
Aprovechamiento maderable para carbón	\$1,935.92	Sin restricciones
Aprovechamiento maderable leña	\$5,000.78	Sin restricciones
Alimento y forrajero	\$4,680.00	Se realiza su aprovechamiento pero generalmente es para autoconsumo
Elaboración de bebidas	\$300.00	Se realiza su aprovechamiento pero generalmente es para autoconsumo
Ornamental	\$9,040.00	Especies de diferentes dimensiones
Forrajeras	\$1,496.10	Bajos rendimientos por lo que se realiza de manera local
Fauna	\$34,800.00	Estimación de los precios estimados en la región, sin ser comercializables
Captura de carbono	\$37,229.40	Tipo de vegetación con escasas posibilidades de mercados de captura de carbono.
Servicios hidrológicos	\$13,982.16	
Valor de reemplazo del suelo	\$39,848.98	Por sus características sería difícil su comercialización
Total	\$149,027.92	

Con lo anterior, la estimación económica de los recursos biológicos forestales presentes en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la construcción proyecto del "Gasoducto Tula - Villa de Reyes, Sección 2A-2", es de \$149,027.92 (ciento cuarenta y nueve mil veintisiete pesos 92/100 M.N.).

Uso más productivo a largo plazo con el uso propuesto

La empresa Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R.L. de C.V. (TGNH), es una empresa privada altamente integrada en su cadena de valor. Sus actividades abarcan la planeación, construcción y operación de gasoductos. Así, cuenta con proyectos en operación localizados en varias ciudades de la República Mexicana. Los gasoductos que construye TGNH, permiten que se dé el abasto de gas natural a diversos sectores, especialmente el relacionado con centrales generadoras de energía eléctrica de ciclo combinado, en las regiones Centro y Occidente del país.

Las operaciones del gasoducto Tula-Villa de Reyes que se localiza en los estados de Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí y Querétaro, se transportará y distribuirá el gas natural a esas

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

entidades y su interconexión a otros gasoductos de la red nacional de gasoductos y se espera que la demanda de gas natural en 2028 sea de 11,595.2 mmpcd, lo que representará un incremento de 4,642.9 mmpcd respecto a 2013, esto debido a la incorporación de nuevos consumidores y proyectos, asociados en gran parte a una mayor infraestructura de transporte mediante ductos y al mayor consumo de gas en el sector eléctrico, en el cual el gasoducto Tula-Villa de Reyes es uno de los proyectos más importantes para conectar diversos gasoductos del norte y oriente del país.

En virtud de que la Sección 2A-2 forma parte integral del funcionamiento del gasoducto Tula-Villa de Reyes, para valorar su productividad se partió de un análisis exhaustivo sobre las condiciones de diseño y las variables de operación del proyecto gasoducto Tula-Villa de Reyes, considerando variables de referencia de otros gasoductos en virtud de que el gasoducto Tula de Villa de Reyes se encuentra en proceso de inicio de construcción.

Por ello se ha estimado el rendimiento sobre la inversión considerando una tarifa promedio en base a una proyección por un periodo de 5 años a partir de la puesta en marcha del sistema de transporte. Aunque el cálculo estadístico de la tarifa fue tomando como referencia de 5 años, el análisis del rendimiento es para 15 años de operación.

En primera instancia se analizaron las características de diseño del sistema de transporte Tula-Villa Reyes, el cual consiste en un gasoducto con una capacidad máxima para transportar 886 millones de pies cúbicos diarios (MMPCD). El diámetro nominal del gasoducto será de 36 pulgadas y la máxima presión de operación permisible (MPOP) será de 1,440 psig.

Una vez que ha sido determinado el flujo energético y utilizando una tarifa promedio por transporte de gas natural por servicio en base firme por uso y por capacidad se puede determinar el costo de transporte diario, mensual, anual y a largo plazo por un periodo de 15 años el cual se considera razonable para una proyección a largo plazo.

Costos del servicio de transporte

Conceptos	cantidad
Capacidad de transporte máxima con compresión ($m^3/día$)	26,504,568.00
Capacidad de transporte máxima con compresión (MMSPCD)	936.00
Capacidad de transporte máxima con compresión ($GJ/día$)	1,060,182.00
Poder calorífico mínimo MJ/m^3	37.3

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpán, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Poder calorífico máximo MJ/m ³	43.6
Cargo por servicio en base firme por capacidad (Pesos /GJ)	\$4,8218
Cargo por servicio en base firme por uso (Pesos /GJ)	\$0.0377
Cargo por servicio en base interrumpible (Pesos /GJ)	\$4,8520
Ingreso por el servicio de transporte promedio por día (Pesos)	\$5,209,917.45
Ingreso por el servicio de transporte promedio por mes (Pesos)	\$156,297,523.64
Ingreso por el servicio de transporte promedio por año (Pesos)	\$1,875,570,283.63
Ingreso por el servicio de del transporte promedio por 15 años (Pesos)	\$28,133,554,254.45

*tarifas estimadas, en virtud de que para el Gasoducto Tula-Villa de Reyes aún no se definen.

Con los ingresos por el transporte de gas y una vez que se calcularon los costos de Operación, Mantenimiento, Administración, Impuestos y Depreciación anual, se obtiene un rendimiento o utilidad dproximada del 58.56 %, obteniéndose un monto aproximado de \$16,476,892,599.29.

Los montos antes estimados son para la totalidad del sistema de transporte, por lo que sería necesario estimar la parte proporcional para la superficie en la cual se propone el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) en un área de 1.4961 ha, considerando que, aunque la superficie solicitada no es tan significativa en relación con la magnitud.

Estimación del rendimiento proporcional del área de CUSTF.

Concepto	Porcentaje	Valor
Superficie total para establecimiento del proyecto	100%	1,666.77 ha
Superficie solicitada para CUSTF	0.09%	1.4961 ha
Rendimiento sobre la inversión del sistema de transporte	100%	\$16,476,892,599.29
Rendimiento sobre la inversión del área de CUSTF	0.09%	\$14,789,730.45

A partir del rendimiento proporcional obtenido para el área de CUSTF, el cual contribuye al rendimiento del total del sistema en un 0.09 %, se puede concluir que el uso que se le va a dar al terreno tendrá una productividad para un periodo de 25 años de \$14,789,730.45 pesos mexicanos, dicho monto puede ser comparado con la valoración económica de los recursos biológicos, el cual fue estimado en \$149,027.92 pesos mexicanos con lo que se puede demostrar que el uso propuesto será más productivo a largo plazo.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Situación de los beneficios esperados del terreno forestal (sin custf).

Como se describe en el capítulo IV y IX del estudio técnico justificativo, el uso actual de los terrenos propuestos para cambio de uso de suelo se ubican principalmente en terrenos con un escaso o nulo aprovechamiento de los recursos forestales presentes, principalmente por su ubicación respecto a las localidades y la presencia de infraestructura, principalmente caminos.

Además, como se cita en el capítulo IV el clima de la región en que se ubica el proyecto corresponde a un clima seco templado con una precipitación aproximada de 600 mm anuales, lo que limita seriamente el desarrollo de actividades productivas de tipo temporal, aunado que el tipo de vegetación encontrado en las áreas de CUSTF corresponde a matorral crasicaule, bosque de galería y vegetación de tular.

Bajo tales circunstancias, y considerando que las áreas forestales propuestas para CUSTF actualmente no están siendo aprovechadas para la extracción de materias primas o productos forestales como los que se describen en el cuadro de valoración de los recursos biológicos forestales, se considera que el beneficio por actividades forestales es escaso, dado un limitado aprovechamiento para actividades de subsistencia y uso doméstico.

La actividad más común a la que se destinan estos terrenos forestales es a la ganadería extensiva de especies de ganado caprino y ovino, con un reducido número de cabezas por hectárea y con bajo rendimientos de peso por unidad animal, lo que incide que los tiempos de espera para la venta de las cabezas de ganado sean prolongados.

Por lo anterior los beneficios económicos esperados por actividades productivas en el predio de cambio de uso de suelo en terrenos forestales se considera nula o escasa, y con pocas posibilidades de incorporarlos a actividades productivas extractivas y no extractivas.

Beneficios económicos del proyecto deben ser mayores a largo plazo.

Con a los análisis presentados anteriormente, a partir del rendimiento proporcional obtenido para el área de CUSTF de la Sección 2A-2 del Gasoducto Tula-Villa de Reyes, el cual contribuye al rendimiento del total del sistema en un 0.09%, se puede concluir que el uso que se le va a dar al terreno tendrá una productividad para un periodo de 15 años de \$14,789,730.45 pesos mexicanos, dicho monto puede ser comparado con la valoración económica de los recursos

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

biológicos, el cual fue estimado en \$149,027.92 pesos mexicanos con lo que se puede demostrar que el uso propuesto será más productivo a largo plazo.

Si bien, el beneficio económico se ha valorado para la etapa de operación a nivel del promovente, el beneficio se dará de manera indirecta, y de una manera más regional o incluso nacional, si se considera el porcentaje de ahorro por la compra/consumo del gas natural que como se señaló es del orden del 45.75%, por lo que los montos por este ahorro económico se dirigirán a la mejora de la propia infraestructura del sector energético o proyectos productivos o realización de obras de infraestructura que mejoren las condiciones de vida de la población.

De igual manera se tendrán beneficios indirectos, en virtud de que este tipo de proyectos son los que se consideran como "de paso", como lo son las líneas de transmisión eléctrica, carreteras, entre otros, cuyos beneficios se dan en la etapa de construcción por la compra de los terrenos del DDV, disposición de insumos y servicios; mientras que en la etapa de operación, los beneficios económicos directos para la población de las localidades cercanas al proyecto es escasa, se reduce a la generación de empleos de baja especialización para labores de mantenimiento no especializado para el cumplimiento a algunas medidas de mitigación (replante, construcción o mantenimiento de obras de conservación de suelos, etc).

Por lo anterior, si se considera el valor de los recursos biológicos forestales presentes en las áreas de CUSTF que es \$149,027.92, en comparación con el costo-beneficio diario que representa el ahorro por compra/consumo del gas natural, queda demostrado el beneficio económico del proyecto es mayor a largo plazo.

Justificación social

Proyectos como la Sección 2A-2 que forman parte del proyecto Gasoducto Tula-Villa de Reyes, representan iniciativas que contribuyen a mejorar la calidad de vida del entorno y a fortalecer a diversos sectores de la región a través del transporte en calidad de gas natural, la inversión en este proyecto permite generar bienestar de las comunidades a través de la generación de empleos en su etapa de construcción.

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R.L. de C.V. promovente del proyecto, está fuertemente comprometida con el crecimiento y con la calidad de vida de los habitantes de la

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

región. De esta manera, se han definido iniciativas de apoyo y promoción de la educación, salud, cultura y autoempleo que benefician a un gran número de personas originarias de las localidades cercanas, que permiten potenciar los impactos positivos del Proyecto.

Por lo anterior, el beneficio social del proyecto, se resumen de la siguiente manera:

- El principal beneficio de la construcción y operación del Gasoducto Tula-Villa de Reyes, es que se abastecerá de energía eléctrica a un sector importante de la población, en el centro y occidente del país; lo que acarrea consigo beneficios sociales, económicos y ambientales, debido a la reducción de costos en la producción y abastecimiento, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- Asegura el suministro de gas natural a gasoductos cuyo destino final serán las centrales generadoras de energía eléctrica ciclo combinado en las regiones Centro y Occidente del país.
- De manera directa, los beneficiarios serán, proveedores y negocios, que facilitarán los insumos durante la construcción de la Sección 2A-2 del Gasoducto Tula-Villa de Reyes, y la generación de hasta 150 empleos directos durante la etapa de construcción.
- En la etapa de operación y mantenimiento, el personal estará distribuido en las instalaciones superficiales, así como en la supervisión del ducto. En total se requieren 29 empleados y 30 obreros. Lo anterior se traducirá en fuentes de empleo temporal para los trabajadores contratados y sus familias.
- El uso actual del suelo de los predios que se afectarán por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales no representa una fuente de ingreso importante a los poseedores de los predios, por lo que la empresa promotora ha adquirido el derecho de uso mediante contrato, por lo que el propietario obtendrá ingresos por tal motivo.
- Se solicitará el derecho de paso a los propietarios de todas las parcelas y predios a lo largo de la trayectoria y se llegará a un acuerdo sobre el debido pago, lo que también se considera un beneficio socioeconómico, ya que deriva en la adquisición de bienes y servicios familiares y/o en la mejora de los mismos.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos IndustrialesOficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

- El proyecto considera también la rehabilitación de caminos existentes lo que contribuye a mejorar la infraestructura de caminos locales y se traduce en beneficios para el paso de los habitantes de las localidades hacia los centros importantes de población, se facilitará el transporte de productos comercializables, el transporte hacia hospitales, entre otras ventajas que representa el tener caminos de acceso en buenas condiciones.
- El área solicitada de cambio de uso de suelo forestal de la Sección 2A-2 forma parte de un proyecto integral regional y nacional, el cual de manera general compatibiliza con los preceptos de desarrollo del país inscritos en sus diferentes programas sectoriales y estratégicos, lo que permite garantizar la disponibilidad de energía a mediano y largo plazo en un marco que permite el pleno desarrollo de la generación de energía eléctrica para beneficio de la sociedad que lo requiere y con la incidencia de reducir las emisiones contaminantes al ambiente.
- Es de mencionar que el Gasoducto Tula – Villa de Reyes es considerado dentro del Plan quinquenal de expansión del sistema de transporte y almacenamiento nacional integrado de gas natural 2015 – 2019, como un “gasoducto de cobertura social”, toda vez que la construcción y puesta en operación del mismo permitirá llevar el hidrocarburo (Gas Natural) a regiones menos favorecidas del país, buscando detonar la generación de industrias que generen empleo y propicien el bienestar económico y social.
- El proyecto incorpora un Plan de Inversión Social para fortalecer el bienestar de las familias que se verán impactadas por el proyecto, asimismo promueve el desarrollo de sus localidades.

Beneficios para las comunidades locales:

- Se instaurará un Plan de Inversión Social que contempla acciones para fortalecer la salud, educación, economía y desarrollo de las familias en el área de influencia del proyecto.
- Cualquier afectación económica será compensada. Cabe destacar que el proyecto generará nuevas oportunidades de empleo y creará mayor derrama económica.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

- En todo momento se garantizará que los beneficios del proyecto lleguen a los grupos más vulnerables, como mujeres, niños y adultos mayores.

Una parte importante del beneficio social se traduce en las mejoras que se tendrán ambientalmente por el uso del gas natural, sustituyendo al combustóleo el cual es más contaminante, por lo que se tendrá una reducción significativa de Monóxido y Dióxido de Carbono, Azufre, entre otros elementos que forman parte de los gases de efecto invernadero, lo cual acarreará que se mejore sustancialmente la calidad del aire de las localidades en que se ubican las Centrales Termoeléctricas y de la región.

Por otra parte, la empresa ha elaborado un Presupuesto del Plan de Inversión Social, el cual contiene los siguientes rubros y capital de inversión.

Presupuesto del Programa de Inversión Social.

Capital	Rubro	Presupuesto
Natural	Campañas socio-ambientales	\$ 111 720.00
	Tecnologías alternativas para las viviendas	\$ 2 089 500.00
	Rehabilitación de espacios naturales	\$ 1 750 000.00
	Total capital natural	\$ 3 951 220.00
Social	Espacios de recreación	\$ 2 520 000.00
	Rehabilitación de espacios públicos	\$ 2 245 833.00
	Total capital social	\$ 4 765 833.00
Económico	Capacitación para proyectos productivos	\$ 4 014 192.00
	Total capital económico	\$ 4 014 192.00

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, esta Autoridad Administrativa estima que se encuentra acreditada la cuarta hipótesis normativa establecida por el artículo 117, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en cuanto que con estas ha quedado técnicamente demostrado que **el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo.**

VII. Que en cumplimiento de la obligación que a esta Autoridad Administrativa le impone lo dispuesto por el artículo 117, párrafos segundo y tercero, de la Ley General de Desarrollo Forestal

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Sustentable, revisó la información y documentación que obra en el expediente, observándose lo siguiente:

El artículo 117, párrafos, segundo y tercero, establecen:

En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años y que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.

1. Por lo que corresponde a la opinión del Consejo Estatal Forestal en el estado de Hidalgo, la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales, con fundamento en el artículo 122 fracción III del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, solicitó opinión mediante oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0226/2018 de fecha 14 de febrero de 2018 y acuse del 19 de febrero de 2018, sin que a la fecha de emisión del presente resolutivo se haya emitido opinión alguna, por lo que con fundamento en el artículo 55 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, se entiende que no existe objeción a las pretensiones del interesado.
2. Por lo que corresponde a la prohibición de otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, se advierte que la misma no es aplicable al presente caso, ya que, del informe de la visita técnica realizada en el sitio del proyecto, se desprende que en el recorrido físico de la superficie sujeta a CUSTF no se detectó superficie afectada por incendio forestal.

Por lo antes manifestado, se ajustan los preceptos normativos que se establecen en el párrafo segundo y tercero del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

- VIII. Que en cumplimiento de la obligación que a esta Autoridad le impone lo dispuesto por el artículo 117, párrafo cuarto, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, consistente en que las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de las

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

especies de vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondientes, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

1. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre

Al respecto y para dar cumplimiento a lo que establece el párrafo antes citado el **REGULADO** manifestó que se implementará un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, con base en los datos que se establecen en el artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 24 de febrero de 2014, dicho programa se anexa al presente resolutivo como Anexo 1 de 2.

2. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

En el estudio técnico justificativo, el capítulo XII señala que el Programa de Ordenamiento Ecológico está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

El programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (OETH), publicado en el Periódico Oficial del Estado el 2 de abril de 2001, es el instrumento técnico normativo para la aplicación de la política ecológica que procura alcanzar el desarrollo sustentable en el estado de Hidalgo. Este programa determina 33 Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) con lineamientos generales para el desarrollo de las actividades productivas, el uso y restauración de los recursos naturales y el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Tula – Tepeji del estado de Hidalgo, fue decretado y publicado en el periódico oficial del estado de Hidalgo el 10 de junio de 2002. Sin embargo, esta región es una de las áreas prioritarias del desarrollo regional, para el gobierno estatal, en la medida que es ahí donde se concentra la mayor actividad productiva industrial, por lo que se realizó una actualización al modelo de ordenamiento publicado el 27 de enero de 2014.

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Con el análisis derivado de la última actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Tula – Tepeji del estado de Hidalgo, el proyecto se ubica en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) No. 1 y 87.

De la revisión y análisis realizado a este instrumento, se puede concluir que el desarrollo del proyecto considera y cumple con las estrategias que le son aplicables de acuerdo con el presente ordenamiento, a través de la ejecución de diversos programas, así como de medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas como parte integral del proyecto.

3. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Del estudio técnico justificativo se desprende que el área propuesta para cambio de uso de suelo en terrenos forestales no se localiza dentro de alguna ANP, la más cercana es el Parque Nacional Tula ubicado a 150 m al Sur del área de CUSTF.

4. Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad

El REGULADO manifiesta en el capítulo XII del estudio técnico justificativo que el área del proyecto, no atraviesa por ningún sitio de interés ecológico, la Región Hidrológica Prioritaria (RHP), más cercana se encuentra a 2.2 km al Oeste del área de CUSTF denominada "Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca" en cuanto a la Región Terrestre Prioritaria (RTP), "Sierra de Chincua" la más cercana se encuentra a 65 Km al Suroeste del proyecto, respecto de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), el proyecto no se ubica dentro de alguna, las más cercanas son el AICA Sierra Chincua a una distancia aproximada de 83 km en dirección suroeste del proyecto.

Con la información que se vierte en el estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y una vez analizada la vinculación de los lineamientos con el desarrollo del proyecto, se establece que éste no contraviene lo señalado en ningún ordenamiento referente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, toda vez, que las acciones y objetivos del proyecto dan cumplimiento a lo que se establece en los lineamientos que aplican al proyecto según con lo expuesto por el **REGULADO**.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos IndustrialesOficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Con base en las consideraciones arriba expresadas, esta Autoridad Administrativa concluye que no existen criterios de manejo específicos que impidan el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para el desarrollo del proyecto en comento.

Por lo anterior, se da cumplimiento a lo que establece el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

IX. Que con el objeto de verificar el cumplimiento de la obligación establecida por el artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, conforme al procedimiento señalado por los artículos 123 y 124 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, esta Autoridad Administrativa se avocó al cálculo del monto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, determinándose lo siguiente:

1. Que mediante oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0391/2018 de fecha 13 de marzo de 2018, se notificó al **REGULADO** que, como parte del procedimiento para expedir la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, debería depositar al Fondo Forestal Mexicano la cantidad de **\$ 620,076.47 (Seiscientos veinte mil setenta y seis pesos 47/100 M.N.)**, por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en una superficie de 0.63 hectáreas de matorral crasicaule, 0.71 hectáreas de vegetación de tular y 2.53 hectáreas de vegetación de galería, preferentemente en el estado de Hidalgo.
2. Que en cumplimiento del requerimiento de esta Autoridad Administrativa y dentro del plazo establecido por el artículo 123, párrafo segundo, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, mediante escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0133 de fecha 16 de marzo de 2018, recibido en esta **AGENCIA** el día 22 del mismo mes y año, la C. Verónica Muñiz García en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, presentó copia del comprobante de CONAFOR del depósito realizado al Fondo Forestal Mexicano (FFM) por la cantidad de **\$ 620,076.47 (Seiscientos veinte mil setenta y seis pesos 47/100 M.N.)**, por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en una superficie de 0.63 hectáreas de matorral crasicaule, 0.71 hectáreas de

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

vegetación de tular y 2.53 hectáreas de vegetación de galería, preferentemente en el estado de Hidalgo.

En virtud de lo anterior y con fundamento en los artículos 1°, 2° fracción I, 12° fracción XXIX, 16° fracción XX, 117° párrafo primero y 118° de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; 1°, 2° párrafo tercero, 3° fracción XI, 4°, 5° fracción XVIII, 7° fracción VII de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; 1°, 2° fracciones I Bis y I Ter, 120°, 121°, 122°, 123°, 123° Bis, 124° y 126° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; los artículos 4° fracción XIX, 12° fracción I, inciso a), 18° fracciones XVIII y XX y 29° fracciones XIX y XX del Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; artículo 2° del **ACUERDO** por el que se delega en la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales, las facultades que se indican, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2017, así como las demás disposiciones que resulten aplicables, esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales:

RESUELVE

PRIMERO. AUTORIZAR por excepción el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en una superficie de 1.4961 hectáreas, para el desarrollo del proyecto denominado "**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**", ubicado en el municipio Tula de Allende en el estado de Hidalgo, promovido por la C. Verónica Muñiz García, en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, bajo los siguientes:

TÉRMINOS

- I. El tipo de vegetación forestal por afectar corresponde a Matorral crasicaule, vegetación de galería y vegetación de tular; el cambio de uso del suelo en terrenos forestales que se autoriza se realizará en las superficies correspondientes a 4 polígonos con las siguientes coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 14.

Polígono 1, superficie 0.2830 ha.		
VERTICE	X	Y
1	464899.73	2220010.47

2	464825.92	2220009.71
3	464852.02	2220064.98
4	464881.11	2220065.28

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Polígono 2, superficie 0.1087 ha.		
VERTICE	X	Y
1	463265.30	2220360.98
2	463251.33	2220359.69
3	463250.40	2220362.14
4	463245.31	2220383.05
5	463241.22	2220412.12
6	463240.01	2220428.94
7	463254.96	2220430.32
8	463261.42	2220381.93
Polígono 3, superficie 0.1423 ha.		
VERTICE	X	Y
1	463329.16	2220366.88
2	463314.91	2220365.57
3	463296.44	2220404.07
4	463287.48	2220433.33
5	463313.97	2220435.78
6	463313.26	2220419.48
7	463323.40	2220391.21
Polígono 4, superficie 0.9621 ha.		
VERTICE	X	Y
1	463623.09	2220460.45
2	463621.15	2220458.96
3	463615.63	2220460.45
4	463613.54	2220457.17
5	463611.31	2220451.06
6	463609.96	2220445.85
7	463614.74	2220442.87
8	463622.64	2220433.94
9	463620.10	2220429.02

10	463616.67	2220429.62
11	463611.46	2220432.30
12	463609.96	2220431.70
13	463608.62	2220429.02
14	463608.67	2220417.28
15	463604.81	2220409.26
16	463600.79	2220406.59
17	463594.84	2220404.51
18	463587.26	2220398.42
19	463576.57	2220389.77
20	463452.78	2220378.32
21	463453.99	2220381.01
22	463452.36	2220388.56
23	463452.06	2220394.94
24	463457.26	2220403.38
25	463461.86	2220413.94
26	463465.87	2220421.35
27	463472.39	2220426.39
28	463477.57	2220430.83
29	463489.65	2220436.12
30	463494.91	2220441.61
31	463497.54	2220447.34
32	463500.89	2220447.58
33	463509.25	2220444.71
34	463512.60	2220443.76
35	463514.99	2220444.47
36	463515.71	2220446.86
37	463512.84	2220449.25
38	463508.93	2220453.81
39	463624.14	2220464.47

- II. Respecto a los volúmenes de las materias primas forestales a obtener por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales y el Código de Identificación para acreditar la legal procedencia de dichas materias primas forestales, el **REGULADO** manifestó lo siguiente:

"Productos resultantes no se pretenden aprovechar por lo tanto no se requerirá documentación legal que acredite la legal procedencia de los recursos forestales".

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

Por lo anterior, no se generaron códigos de identificación para el material forestal derivado del cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

- III. La vegetación forestal que se encuentre fuera de la superficie del proyecto en la que se autoriza el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, no podrá ser afectada por los trabajos y obras relacionadas con el cambio de uso de suelo, aun cuando ésta se encuentre dentro de los predios donde se autoriza la remoción de la vegetación forestal en el presente resolutivo, en caso de ser necesaria su afectación, deberá tramitar de manera previa la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la superficie correspondiente ante esta **AGENCIA**.
- IV. La remoción de la vegetación forestal autorizada, deberá realizarse por medios mecánicos y manuales y no utilizar sustancias químicas y fuego para tal fin. La remoción de la vegetación deberá realizarse de forma gradual, para evitar largos periodos del suelo descubierto que propicien la erosión hídrica y eólica. Los resultados del cumplimiento de este Término se deberán incluir en los informes a los que se refiere el Término XXII del presente resolutivo.
- V. La C. Verónica Muñiz García quien es titular de la presente autorización deberá implementar todas las acciones necesarias para evitar la cacería, captura, comercialización y tráfico de las especies de fauna silvestre, así como la colecta, comercialización y tráfico de las especies de flora silvestre que se encuentran en el área del proyecto y en las áreas adyacentes al mismo, solo se podrá realizar la colecta de especies de flora y captura de especies de fauna silvestre con el propósito de rescate y reubicación, siendo la titular la única responsable de estas acciones. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo.
- VI. Previo a las labores de desmonte y despalme, se deberá implementar el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre presentes en el área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales tal como se establece en el Anexo 1 de 2 de la presente resolución. Los resultados y evidencia fotográfica del cumplimiento del presente Término se deberá incluir en los reportes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo, citando el porcentaje de avance de dicha actividad y la descripción detallada de todas las actividades llevadas a cabo para dar cabal cumplimiento al presente Término, indicando el porcentaje de supervivencia

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

obtenido y las acciones llevadas a cabo en el seguimiento y evaluación que permita a esta autoridad evaluar su cumplimiento.

- VII. Deberá llevarse a cabo el rescate y reubicación de 81 individuos de las especies *Echinocereus pentalophus*, *Ferocactus latispinus* y *Opuntia streptacantha*; y garantizar el 80% de supervivencia. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.
- VIII. Deberá realizar la reforestación de 309 individuos de la especie *Prosopis glandulosa* en una superficie de 0.2409 hectáreas en vegetación de matorral crasicaule, 214 individuos de la especie *Fraxinus uhdei* y 321 individuos de la especie *Salix humboldtiana* en una superficie de 0.2141 hectáreas de vegetación de galería y la especie *Typha dominguensis* 20 plantas/m² en una superficie de 0.9621 hectáreas en vegetación de tular y permitir en la franja permanente el establecimiento de vegetación de herbáceas y pastizales, para favorecer la capacidad de infiltración de agua. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.
- IX. Previo a las labores de desmonte y despalme, deberá implementar el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre del proyecto, especialmente de las especies clasificadas bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal como se establece en el Anexo 2 de 2 de la presente resolución. Los resultados y evidencia fotográfica del cumplimiento del presente Término se incluirán en los reportes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo.
- X. Deberá resguardar la capa orgánica del suelo, producto del despalme, para su posterior reincorporación en las áreas de uso temporal para restaurar la zona del proyecto, además deberá construir en la superficie 0.4550 hectáreas de la franja de afectación temporal las 844 terrazas individuales y realizar la obra de protección de los taludes del cauce del río tula, como se señala en el estudio técnico justificativo, para compensar la erosión hídrica y eólica por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y favorecer la capacidad de infiltración de agua. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica, deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

- XI. El material que resulte del desmonte y que no sea aprovechado, deberá ser triturado y utilizado para cubrir el suelo en un área próxima al área de trabajo sin afectar vegetación forestal aledaña, con el fin de facilitar el establecimiento y crecimiento de la vegetación natural, para proteger el suelo de la acción del viento y las lluvias, evitando la erosión. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.
- XII. Los movimientos de maquinaria y vehículos de servicio deberán acotarse a las áreas de trabajo definidas a efecto de evitar la compactación del suelo fuera de éstas.
- XIII. Deberá colocar letrinas portátiles a razón de una por cada 15 trabajadores y hacer el retiro de residuos cada tres días o menos si es necesario para evitar la contaminación del suelo y por consiguiente del agua. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.
- XIV. Deberá realizar el tratamiento y disposición de residuos peligrosos en sitios autorizados y con una empresa prestadora del servicio, debidamente autorizada por la autoridad competente.
- XV. Deberá llevarse a cabo un manejo y disposición adecuada de residuos sólidos urbanos para evitar la contaminación del suelo y el agua. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo.
- XVI. Una vez concluido el proyecto, en el área de uso provisional para emplazamiento de oficinas, almacenes, patios de maquinaria, campamentos y comedores, entre otros que requiera la obra, deberá aplicar medidas de restauración consistentes en la descompactación, arroje con material de despálme y siembra de pasto. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo.
- XVII. Con la finalidad de evitar la contaminación del suelo y agua, durante las etapas de despálme y acondicionamiento de la superficie autorizada para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la maquinaria deberá ser reparada en los centros de servicios especializados para evitar el derrame de aceites, combustibles y otros residuos peligrosos en los suelos, el almacenamiento de combustibles, lubricantes, grasas y equipo se realizará en un área habilitada que impida la infiltración de cualquier derrame. Los resultados del cumplimiento del

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo.

- XVIII. Deberá dar cumplimiento a las medidas de prevención y mitigación de los impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestre consideradas en el estudio técnico justificativo, las Normas Oficiales Mexicanas y Ordenamientos Técnico-Jurídicos Aplicables, así como lo que indiquen otras instancias en el ámbito de sus respectivas competencias. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.
- XIX. Una vez iniciadas las actividades de cambio de uso del suelo en terrenos forestales y dentro de un plazo máximo de 10 días hábiles siguientes a que se den inicio los trabajos de remoción de la vegetación forestal, deberá notificar por escrito a esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, quién será el responsable técnico encargado de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo en terrenos forestales autorizado, el cual deberá establecer una bitácora de actividades, misma que formará parte de los informes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo, en caso de que existan cambios sobre esta responsabilidad durante el desarrollo del cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se deberá informar oportunamente.
- XX. El plazo para realizar la remoción de la vegetación forestal derivada de la presente autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales será de **12 meses**, a partir de la recepción de la misma, el cual podrá ser ampliado, siempre y cuando se solicite a esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, antes de su vencimiento y se haya dado cumplimiento con las acciones e informes correspondientes que se señalan en el presente resolutivo, así como la justificación técnica, económica y ambiental que explique el retraso en la ejecución de los trabajos relacionados con la remoción de la vegetación forestal y que motiven la ampliación del nuevo plazo solicitado.
- XXI. El plazo para garantizar el cumplimiento y la efectividad de los compromisos derivados de las medidas de mitigación por la afectación al suelo, el agua, la flora y la fauna, así como para el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, será de cinco años.

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/01/18

XXII. Se deberán presentar a la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial de la **AGENCIA**, informes de avances semestrales y un informe de finiquito al término de las actividades que hayan implicado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como el desahogo y las evidencias de cada uno de los Términos, en las cuales se demuestre el cumplimiento de los Términos IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XIII, XV, XVI, XVII, XVIII y XIX de este resolutivo.

SEGUNDO. Con fundamento en el artículo 16 fracciones VII y IX de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, se hace de su conocimiento:

- I. La C. Verónica Muñiz García, Apoderada Legal del **REGULADO** será responsable ante la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial de la **AGENCIA** de cualquier ilícito en materia de cambio de uso del suelo en terrenos forestales en que incurra derivado de las actividades del proyecto.
- II. La C. Verónica Muñiz García, Apoderada Legal del **REGULADO**, será la única responsable de realizar las obras y gestiones necesarias para mitigar, restaurar y controlar todos aquellos impactos ambientales adversos, atribuibles a la construcción y operación del proyecto que no hayan sido considerados o previstos en el estudio técnico justificativo, la información complementaria y lo establecido en el presente resolutivo.
- III. La Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial de la **AGENCIA**, podrá realizar en cualquier momento las acciones que considere pertinentes para vigilar que sólo se afecte la superficie forestal autorizada, así como llevar a cabo una evaluación al término del proyecto para verificar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación establecidas en el estudio técnico justificativo y de los Términos indicados en la presente autorización.
- IV. La C. Verónica Muñiz García, Apoderada Legal del **REGULADO**, es la única titular de los derechos y obligaciones de la presente autorización, por lo que queda bajo su estricta responsabilidad la ejecución del proyecto y la validez de los contratos civiles, mercantiles o laborales que se hayan firmado para la legal implementación y operación del mismo, así como

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

su cumplimiento y las consecuencias legales que corresponda aplicar a la **AGENCIA** y a otras autoridades federales, estatales y municipales.

- V. En caso de transferir los derechos y obligaciones derivados de la presente autorización, se deberá dar aviso a esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, en los términos y para los efectos que establece el artículo 17° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, adjuntando al mismo el documento en el que conste el consentimiento expreso del adquirente para recibir la titularidad de la autorización y hacerse responsable del cumplimiento de todas las obligaciones establecidas en la misma, así mismo, deberá adjuntar los documentos legales que acrediten el derecho sobre los terrenos donde se realizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de quien pretenda ser el nuevo titular.
- VI. La C. Verónica Muñiz García, Apoderada Legal del **REGULADO**, es la persona con alta jerarquía para la toma de decisiones, respecto a paros de labores del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y/o la realización de acciones de urgente aplicación, ello ante el riesgo potencial o declaración de contingencia ambiental por diversos motivos, emitida por la Autoridad competente.
- VII. Esta autorización no exenta a la titular de obtener otras aprobaciones que al respecto puedan emitir otras dependencias federales, estatales o municipales en el ámbito de sus respectivas competencias.

TERCERO. Téngase por reconocida la personalidad jurídica con la que se ostenta la C. Verónica Muñiz García, en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, con fundamento en el artículo 19, párrafo segundo de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

CUARTO. Con fundamento en el artículo 19, párrafo tercero de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, se tiene por autorizados a los CC. [REDACTED]

[REDACTED] para oír y recibir notificaciones sobre el proyecto en cuestión. **Nombre de la persona físicas, Art. 116 de la**

LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

QUINTO. Notifíquese personalmente a la C. Verónica Muñiz García, en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, la presente resolución del proyecto denominado "**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**", ubicado en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo, o bien a los CC. **Nombre de la persona físicas, Art. 116 de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.**

Pastrana autorizados para tal efecto, de conformidad con el artículo 35 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y demás correlativos de la Ley.

**ATENTAMENTE
EL DIRECTOR GENERAL**

ING. DAVID RIVERA BELLO

C.C.P. Ing. Carlos de Regules Ruiz-Funes. - Director Ejecutivo de la ASEA. - Conocimiento.
Mtro. Ulises Cardona Torres. - Jefe de la Unidad de Gestión Industrial. - Conocimiento.
Ing. José Luis González González. - Jefe de la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial. - Seguimiento.

RCC/CEZC/EMVC/LEM

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/02/18

Anexo 2 de 2

PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA DEL PROYECTO DENOMINADO "GASODUCTO TULA-VILLA DE REYES 2ª-2", CON UNA SUPERFICIE DE 1.4961 HECTÁREAS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE EN EL ESTADO DE HIDALGO.

I. INTRODUCCIÓN

Se presenta el programa de manejo y rescate de fauna silvestre, con el propósito de contar con el soporte técnico en caso de requerirse manejo especializado sobre algunas especies de fauna silvestre consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de las que no estén consideradas en la norma y se presenten en el área del proyecto.

El programa de rescate de fauna busca la preservación de la biodiversidad, es prioritario mantener el potencial genético de especies animales silvestres, tomando en cuenta que hay una gran variedad de especies de fauna que por diversos motivos se encuentran en alguna categoría de protección.

La construcción y operación de proyectos que requieren del cambio de uso de terrenos forestales, como cualquier otro proyecto incide directamente y en forma negativa sobre los recursos naturales presentes en el sitio. Afectando directamente la vegetación y como consecuencia directa a las especies de fauna silvestre tales como anfibios, reptiles, aves y pequeños mamíferos que requieren de dicho recurso para su alimentación, refugio y desarrollo en general, dejando desprotegidas a las especies de fauna por lo que es necesario tomar medidas que permitan su rescate y reubicación a un sitio donde puedan continuar con sus procesos naturales.

El "Programa de manejo de la fauna silvestre", contemplará todas aquellas especies susceptibles de sufrir el mayor impacto, como pueden ser especies de fauna de lento desplazamiento, fauna migratoria o aquellas especies clave en el ecosistema, además de las contempladas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/02/18

De acuerdo a lo anterior, para la construcción y operación del Gasoducto "Tula-Villa de Reyes sección 2ª-2", se pretende efectuar en la medida de lo posible el rescate de especies de fauna silvestre que se encuentren presentes previo y durante la ejecución del cambio de uso de terrenos forestales.

El presente programa de rescate de fauna establece el conjunto de actividades y medidas necesarias para compensar y mitigar los impactos ambientales que se desprenden del desarrollo del proyecto sobre las diferentes especies de fauna presentes en el área del proyecto.

Los impactos ambientales sobre la fauna que fueron identificados en el estudio técnico justificativo de cambio de uso de suelo de terrenos forestales y que el programa pretende atender son:

- Disminución del hábitat de la fauna de las especies de fauna silvestre.
- Disminución de la abundancia y distribución de especies de fauna silvestre.
- Disminución de la abundancia de especies en estatus de conservación de la fauna silvestre.

En la etapa de preparación del sitio y construcción se presentarán principalmente los impactos arriba enlistados como consecuencia del desarrollo de las actividades de desmonte en el derecho de vía del proyecto, así como en áreas adicionales que presentan vegetación natural.

II. OBJETIVOS

a. General

El presente programa tiene como propósito establecer las medidas necesarias para mitigar los impactos posibles sobre las especies de fauna que pudieran presentarse en el área del proyecto sujeto a cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Identificar y preservar individuos de las especies de fauna silvestre presentes en el área de proyecto, consideradas o no bajo algún estatus de protección con base en su clasificación en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, endemismo o aquellas que en el ámbito local o regional estén consideradas bajo condición restringida en cuanto a su abundancia y distribución y/o por sus características de lento desplazamiento.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Col. Jardines de la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México
Tel: (55) 9126 0100 exts. 13448 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/02/18

b./Específicos

- Reubicar las especies de fauna silvestre que pudieran verse afectadas por la realización de actividades u obras específicas para el desarrollo del Proyecto.
- Evitar o disminuir los efectos adversos asociados al proyecto sobre la fauna presente en el área del proyecto, por medio de la identificación y desarrollo de métodos adecuados para el rescate y reubicación de los individuos.
- Poner especial énfasis en las especies de fauna considerada bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de lento desplazamiento y/o endémica.
- Capturar las especies de baja movilidad, cuyo hábitat o distribución sea restringido.
- Implementar técnicas de captura y manejo encaminadas a evitar el daño y/o estrés de los organismos de especies de fauna silvestre.
- Establecer actividades preventivas para proteger las especies de fauna presentes en el área de influencia del Proyecto ante las afectaciones que provocará la construcción del mismo.
- Identificar los sitios de reubicación para la fauna silvestre, los cuales deben ser zonas aledañas, similares al hábitat original.
- Evitar la sobrecarga de especies de fauna silvestre en los sitios de reubicación.
- Fomentar la permanencia de las especies presentes en el predio mediante acciones de mejoramiento de hábitat en la zona.
- Implementar un programa de señalización para la protección de las especies presentes en los sitios del proyecto, así como de la fauna migratoria que utilice el área.
- Concientizar y sensibilizar a los trabajadores acerca de la importancia de las especies de fauna silvestre presentes en el área del proyecto.

III. ALCANCES

El presente programa de protección y ahuyentamiento, aplica para las especies de fauna silvestre que pudieran verse afectadas o desplazadas por la ejecución de las actividades de cambio de uso de suelo.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/02/18

Las especies de fauna silvestre registradas en el contexto local, tomando como base los listados faunísticos obtenidos en el muestreo realizado para los límites de la cuenca hidrológico forestal así como los realizados en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, que en su momento se pueden encontrar en los frentes de trabajo y que se tendrán que ahuyentar o rescatar para su posterior reubicación, conforma un total de 47 especies, conformada por 28 especies de aves, 7 de mamíferos, 8 de reptiles y 4 especies de anfibios, de este grupo de especies, 3 se encuentran listadas en algún estatus de protección con relación a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Listado potencial y registradas durante los recorridos de campo realizados en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo y en la cuenca hidrológico-forestal.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Anfibia	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	No incluida	----
Anfibia	<i>Hyla eximia</i>	Rana de montaña	No incluida	----
Anfibia	<i>Lithobates neovolcanicus</i>	Rana neovolcánica	No incluida	----
Aves	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	No incluida	----
Aves	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	No incluida	----
Aves	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta amarilla	No incluida	----
Aves	<i>Caracara cheriway</i>	Cara cara	No incluida	----
Aves	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeciroja	No incluida	----
Aves	<i>Columbina inca</i>	Tórtola coli larga	No incluida	----
Aves	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	No incluida	----
Aves	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojos amarillos	No incluida	----
Aves	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	No incluida	----
Aves	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	No incluida	----
Aves	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	No incluida	----
Aves	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudon verdugo	No incluida	----
Aves	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	No incluida	----
Aves	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	No incluida	----
Aves	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	No incluida	----
Aves	<i>Passerina caerulea</i>	Pico gordo azul	No incluida	----
Aves	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis cara oscura	No incluida	----
Aves	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pechi rojo	No incluida	----
Aves	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	No incluida	----
Aves	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero aliblanco	No incluida	----
Aves	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico curvo	No incluida	----

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/02/18

Aves	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	No incluida	----
Aves	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	No incluida	----
Aves	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	No incluida	----
Mamíferos	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	No incluida	----
Mamíferos	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	No incluida	----
Mamíferos	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	No incluida	----
Mamíferos	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	No incluida	----
Reptil	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada	No incluida	----
Reptil	<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija espinosa tímida	No incluida	----
Reptil	<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa del pacífico	No incluida	----
Reptil	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	No incluida	----
Reptil	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	No incluida	----
Reptil	<i>Thamnophis cyrtopis</i>	Culebra listonada cuello negro	No incluida	----

Con relación a su abundancia, de las 37 especies identificadas, 1 se considera escasa, 31 son comunes, 2 poco común y 3 son abundantes. La mayoría de las especies son de hábitos alimenticios de tipo insectívoros (11 especies), 6 especies son de tipo carnívoros, 2 hervíboros, granívoros 8, y el resto son entre, néctar, frugívoros y semillas. El 56.75% de las especies son gregarias y el resto solitarias.

Uno de los grupos que se caracteriza por albergar varios organismos de lento desplazamiento, es el de anfibios y reptiles (herpetofaunístico), por lo que, junto con algunas especies de mamíferos pequeños se considera un grupo potencialmente vulnerable durante el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, mientras que para el grupo de las aves, estos organismos por su tipo de desplazamiento (vuelo) y rápida respuesta ante situaciones de peligro, se le considera poco vulnerable a los impactos del cambio de uso de suelo solicitado. En este caso, fueron observadas algunas especies de anfibios y reptiles, y todas ellas se considera de lento desplazamiento.

Especies consideradas de desplazamiento lento de especies de anfibios y reptiles

Clase	Especie	Nombre común	Desplazamiento
Anfibia	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	Lento
Anfibia	<i>Hyla eximia</i>	Rana de montaña	Lento
Anfibia	<i>Lithobates neovolcanicus</i>	Rana neovolcánica	Lento
Reptil	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada	Lento
Reptil	<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija espinosa tímida	Lento

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Col. Jardines de la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México

Tel: (55) 9126 0100 exts. 13448 - | www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/02/18

Clase	Espécie	Nombre común	Desplazamiento
Reptil	<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa del pacífico	Lento
Reptil	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	Lento
Reptil	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	Lento
Reptil	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra listonada cuello negro	Lento

IV. METODOLOGÍA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE LAS ESPECIES

Metodología para rescate de mamíferos

El rescate de ejemplares de mamíferos será realizado empleando trampas tipo Tomahawk y trampas tipo Sherman, las cuales sirven para capturar especies de roedores, ardillas terrestres y prociénidos. Previo a la colocación de dichas tramas, se efectuarán recorridos previos a la franja de afectación antes de realizar el desmonte, con el propósito de verificar la presencia de madrigueras de mamíferos susceptibles de ser dañadas al comienzo de las actividades de desmonte.

De acuerdo al estudio previo realizado, se tiene registro de especies como el armadillo nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), Zorrillo listado del sur (*Mephitis macroura*) y Mapache (*Procyon lotor*) por mencionar algunos, este tipo de especies al ser muy susceptibles a la presencia de maquinaria y equipo huyen, sin embargo se propone un monitoreo de estaciones olfativas con trampas Tomahawk previamente cebadas con olores atractivos para cada uno de los organismos antes mencionados, estas estaciones quedaran dentro de los sitios de CUSTF con el objetivo de que sean estas las atrapadas y no se atraigan más de afuera. En caso de ser atrapado algún individuo de cualquier especie, será trasladado al área designada de reubicación, la cual contará con las mismas condiciones similares a donde se capturó.

Las trampas se colocarán preferentemente 20 noches seguidas o alternadas, siendo activas durante 12 horas. Por tanto, el esfuerzo de muestreo fue de 35 trampas/día y 420 hrs/trampa. Cabe señalar que se efectuará búsqueda de madrigueras en uso, empleadas por algún tipo de mamífero, aves o reptiles y el trampeo se hará de manera prioritaria en dichas zonas.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/02/18

Metodología para rescate de reptiles

La metodología consiste en revisar el área de afectación directa antes del desmonte, revisando todos los sitios que puedan funcionar como refugio para la herpetofauna (debajo de rocas, troncos, hojarasca y cuerpos de agua) para capturar a todos los ejemplares que se observen, se tomarán datos de campo (tipo de vegetación, altitud, ubicación geográfica, fecha y hora etc.) para elaborar la bitácora de esta actividad y tener una mayor precisión en la información generada.

Los anfibios constituyen el grupo de mayor sedentarismo, por su fidelidad a refugios y baja capacidad para desplazarse. Poseen un ámbito de hogar o radio de acción varias veces menor que reptiles insectívoros y mamíferos pequeños, de similar peso, lo que implica que son incapaces de realizar movimientos de larga distancia o distintos a los que realizan diariamente para obtener recursos (Wells 2007).

Esta condición les confiere la casi nula opción de reaccionar frente a cambios abruptos y repentinos en su hábitat. Para los anfibios, la conducta de escape no sólo depende de sus hábitos de vida y de la capacidad de movimiento intrínseca de cada especie, sino que también de factores ambientales y de la condición de desarrollo en que se encuentren los individuos durante el momento de la intervención (e.g. larvas, postmetamórficos, adultos, etc.).

De similar modo, la mayoría de las especies de anfibios exhiben una mayor actividad durante la noche, especialmente los ejemplares adultos, y durante el día generalmente permanecen ocultos en sus refugios. Estos antecedentes permiten justificar la aplicación de la captura directa con fines de reubicación.

Los anfibios serán capturados utilizando arreglos de trampas tipo Pit-fall, redes tipos Dipnet en combinación con búsqueda activa, donde se realizará captura manual a lo largo de transectos previamente establecidos.

Las trampas serán colocadas en sitios estratégicos dentro del trazo del proyecto, el cual corresponderá a áreas cubiertas por extensas superficies forestales, siempre y cuando el tipo de sustrato permita la colocación de dichas trampas. La trampa Pit-fall será colocada en la tarde antes de que oscurezca, en varios sitios dentro del predio y se mantendrá activa preferentemente

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/02/18

durante 20 días, sumando un total de 480 hrs efectivas de muestreo. Esta trampa será revisada en las primeras horas de la mañana y antes del anochecer. La trampa Pit fall tendrá una longitud de 30 m y contará con seis cubetas dispuestas a cada 10 m, fue dispuesta en los tipos de vegetación mejor conservados.

En el caso de los reptiles, la captura de serpientes se realizará empleando ganchos y pinzas herpetológicas. Es necesaria la participación de expertos en el tema entrenados en la prevención y atención de accidentes ofídicos, toda vez que dentro de las superficies impactadas se presentan especies venenosas, como los coralillos (el caso de *Micrurus fulvius* y *M. bernadi*) y las víboras de cascabel (*Crotalus molossus nigrescens*, *C. aquilus* entre otras).

Los animales capturados serán colocados temporalmente dentro de bolsas de manta que pueden ser humedecidas con el fin de mantener hidratados a los organismos y que serán revisadas de forma periódica para asegurar la integridad de los ejemplares, esto con el fin de transportarlos a las áreas de reubicación seleccionadas. Previo a la liberación de los ejemplares capturados se procederá a realizar su identificación taxonómica con el apoyo de literatura especializada para el sitio de interés tales como los trabajos de Pérez-Higareda y Smith (1991), Guzmán (2011), y Ramírez-Bautista et al. (2014). Adicionalmente se realizarán los registros tanto escrito en bitácoras, como fotográfico mediante cámaras fotográficas o de video.

Metodología para rescate aves

Las aves que se encuentran en la región son transitorias, temporales o permanentes. No se realizará rescate, pero si se hará observaciones para determinar que no existan nidos en uso dentro de las áreas en las cuales se desmontará.

Se verificará la presencia de nidos ocupados por especies de aves con categoría de riesgo. La identificación de las especies que ocupan el nido puede realizarse a través de los caracteres del huevo, pero también puede inferirse por la presencia de los adultos en los nidos.

Para el rescate de la ornitofauna (aves), en caso de encontrarse nidos con huevos, se deberá de reubicarlos solicitando el apoyo de especialistas debido a que las técnicas de incubación de aves y cuidados de polluelos requiere de personal y equipo especializado, preferentemente del Centro para

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Col. Jardines de la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México

Tel: (55) 9126 0100 exts. 13448 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/02/18

la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre (CIVS) Los Reyes Estado de México, dependiente de la SEMARNAT. Idealmente, en caso de encontrar huevos y/crías de aves, se deberá reubicarlos junto con los progenitores, o en su defecto se realizará la reubicación de huevos y crías únicamente, asegurándose de enviarlos a una instancia donde se disponga del equipo y personal

Medidas preventivas

Se establecerán reglamentos internos durante las labores de capacitación para evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal teniendo como base la protección de las poblaciones de fauna, es decir, que no se deberá perseguir, capturar, cazar, coleccionar, comercializar ni traficar especies de fauna silvestre que habitan en la zona de estudio (especialmente aquellas que se encuentran en categoría de protección según lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010), acciones que se encuentran normadas por la Ley General de Vida Silvestre.

Pláticas y capacitación adecuada a los trabajadores, para evitar el saqueo o daños (como la muerte de alguna especie ya sea animal o vegetal) de la zona.

Se indicarán las zonas en las cuales es probable que cruce la fauna, y se marcarán recordando la velocidad máxima a la que se debe transitar los vehículos y la maquinaria que circulen sobre la franja de afectación, tomarán las precauciones necesarias para evitar la muerte accidental de ejemplares de fauna silvestre (especialmente reptiles y anfibios de lento desplazamiento), circulando a velocidades no mayores de 20 km/hr.

Inspección periódica de la zanja para identificación de las especies que puedan caer en esta de manera accidental, ejecutando los procedimientos de ahuyentamiento y en su caso, las acciones de rescate y reubicación convenientes según el grupo taxonómico involucrado.

Depósito de residuos sólidos domésticos en contenedores con tapa, los cuales serán ubicados de manera estratégica en los frentes de obra y disposición periódica en sitios autorizados por la Autoridad, a efecto de evitar su dispersión y la posible agrupación de especies de fauna silvestre en el sitio por la posible creación de fuentes de alimentación.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/02/18

V. LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE REUBICACIÓN DE LA FAUNA RESCATADA

Para garantizar la efectividad de la liberación y evitar sobrecarga de individuos en el ecosistema, la reubicación de los individuos será en sitios cercanos al DDV, con el fin de que las áreas tengan características similares a las del sitio de rescate, lo cual evitará el estrés de los organismos y permitirá que puedan satisfacer sus necesidades básicas.

Previo a la ejecución del rescate, es necesario definir un área de reubicación que sea apropiada para cada grupo taxonómico de interés y que al menos cumpla con los requerimientos de hábitat básicos de las especies que han originado la medida además de conocer el ámbito hogareño mínimo para determinar el área requerida para la relocalización. Lo anterior requiere necesariamente por parte del especialista que ejecutará la medida, un sólido conocimiento sobre la historia natural de cada una de las especies focales, de modo que pueda identificar sus necesidades críticas y en función de ellas, evaluar las opciones que exhiben las eventuales áreas de relocalización para solventarlas.

Para la reubicación de los ejemplares rescatados en campo, se consideró la ubicación y situación del área del proyecto, la cual se encuentra en una zona forestal fragmentada en medio de actividad agrícola-frutícola y pecuaria, por lo que se consideró que la fauna rescatada se reubique en predios aledaños con menos presión de actividad antropogénica, ubicándose en las siguientes coordenadas.

Sitio	X	Y
1	463,323	2,220,562
2	464,821	2,219,602

La distancia que hay entre los sitios de CUSTF con respecto a los sitios de liberación, quizás no sea muy grande, pero las razones por lo cual se debe que esto sea así, es que se tomaron en cuenta las siguientes cuestiones:

- La fauna no debe que estar mucho tiempo encerrada o guardada en recipientes herméticos (aunque cuenten con las condiciones propicias para asegurar su sobrevivencia temporal) ya que esto aumentaría el estrés en ellas.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/02/18

- Mucha de la vegetación en estos lugares está algo fragmentada, por lo cual llevar estos animales a lugares más lejanos, generaría más estrés en ellos, desde el tiempo de captura, de guardado más tiempo de transporte, lo cual implica más costos en el consumo de combustible.

VI. ACCIONES A REALIZAR PARA GARANTIZAR LA SUPERVIVENCIA

La ejecución del rescate y ahuyentamiento se plantean dos escenarios:

- El rescate previo antes de las acciones de desmonte, y
- La supervisión y posible rescate de ejemplares durante las acciones de desmonte y construcción del sitio.

En el primer caso, el rescate se debe ejecutar al menos un mes antes del inicio de las actividades principales de desmonte, con las técnicas descritas en el apartado anterior.

El rescate posterior y supervisión durante las fases de desmonte involucran la coordinación con los responsables de obra para que durante la operación de la maquinaria en caso de aquellos animales de lento desplazamiento se den las facilidades al equipo de rescate para su captura y posterior reubicación en los sitios aledaños que no serán afectados.

Para proteger a las especies de fauna presentes en el área destinada, es importante instrumentar una campaña de información a los trabajadores y a los integrantes de las comunidades aledañas al proyecto, indicando por medios gráficos y pláticas las acciones a seguir para resguardar a la fauna y no provocar daño alguno, así como para salvaguardar la integridad física del personal. Principalmente, las pláticas o talleres estarán enfocadas a mantener distancia con los animales a fin de no molestarlos y por otro lado evitar posibles accidentes para las personas, de igual manera, se deberán colocar letreros alusivos a no molestar a la fauna silvestre y letreros con límites de velocidad para los vehículos que transiten por el predio.

Es importante tomar en cuenta que cada una de las etapas del proyecto generarán diferentes impactos sobre la fauna en cantidad y magnitud de los mismos, por ello es preciso atender de manera puntual cada una de las etapas.

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/02/18

En este sentido, las charlas y recomendaciones a los trabajadores estarán encaminadas a reportar el incidente para el posterior rescate del organismo y enfatizar en el cuidado de lastimar o matar alguno durante las etapas del proyecto.

Mientras que los habitantes de la zona serán instruidos por medio de pláticas y talleres acerca de la importancia de la conservación y las precauciones que deberán tener en caso de estar en presencia de algún animal, principalmente guardando la distancia limitándose a observar y fotografiar de ser el caso, sin flash.

Se deberán colocar letreros alusivos a no molestar a la fauna silvestre, a no cazar y/o extraer la fauna silvestre, de igual forma se establecerán límites de velocidad para los vehículos que transiten por el predio, para lo cual se recomienda que la velocidad máxima para transitar sea de 10 km/h. Con esto se evitará el exceso de ruido en los predios así como el posible atropellamiento de algún ejemplar de las especies de lento desplazamiento.

Se establecerán reglamentos internos durante las labores de capacitación para evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal teniendo como base la protección de las poblaciones de fauna, es decir, que no se deberá perseguir, capturar, cazar, coleccionar, comercializar ni traficar especies de fauna silvestre que habitan en la zona de estudio (especialmente aquellas que se encuentran en categoría de protección según lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010), acciones que se encuentran normadas por la Ley General de Vida Silvestre.

Inspección periódica de la zanja para identificación de las especies que puedan caer en esta de manera accidental, ejecutando los procedimientos de ahuyentamiento y en su caso, las acciones de rescate y reubicación convenientes según el grupo taxonómico involucrado. Depósito de residuos sólidos domésticos en contenedores con tapa, los cuales serán ubicados de manera estratégica en los frentes de obra y disposición periódica en sitios autorizados por la Autoridad, a efecto de evitar su dispersión y la posible agrupación de especies de fauna silvestre en el sitio por la posible creación de fuentes de alimentación.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Col. Jardines de la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México
Tel: (55) 9126 0100 exts. 13448 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018

Bitácora 09/DSA0114/02/18

/Resultados esperados

En primera instancia la ejecución del presente programa representa un paso más en el uso sustentable de los recursos naturales y una excelente oportunidad de implementar efectivos programas que aseguren la viabilidad de las especies de fauna presente en aquellos sitios en los que se desarrollen obras y actividades.

- Se espera encontrar el mayor número de individuos posible (ello en relación con los datos de población que se tienen y los cálculos de esfuerzo de captura).
- Minimizar el daño a las poblaciones de fauna presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos presentes.
- Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos capturados, evitando causar estrés en ellos o manejo excesivo.
- Encontrar el sitio óptimo de reubicación para todas y cada una de las especies capturadas.
- Crear una conciencia de protección y manejo entre los inversionistas y la gente que labore en dicho proyecto.

VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El programa de rescate de fauna silvestre, se deberá realizar previo y durante las actividades de cambio de uso de suelo, con una anticipación mínima una semana al respecto a los trabajos de desmonte y despalde de cada área destinada a la construcción del proyecto. Además, se deberá prolongar durante todas las distintas etapas de desmonte contempladas para la implementación del proyecto. El cronograma de ejecución de actividades abarca los 12 meses que durará la construcción del proyecto.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/02/18

Cronograma de actividades para el rescate y ahuyentamiento de fauna

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recorridos de prospección												
Ubicación de áreas de reubicación												
Rescate y reubicación de individuos de fauna												
Recorridos de vigilancia ambiental												
Monitoreo y evaluación.												

VIII. INFORME DE AVANCES Y RESULTADOS

Se entregará un informe semestral y uno de finiquito, sin embargo, se realizará el monitoreo en todo momento de la ejecución de las actividades del proyecto. En los informes se presentarán las actividades realizadas, que incluirán evidencia fotográfica para respaldarlos. En éste se presentará las especies rescatadas y/o ahuyentadas hasta terminar el proceso de construcción.

El informe de finiquito, al término del plazo otorgado en la autorización para realizar la remoción de la vegetación forestal; presentará las actividades realizadas para este programa, incluyendo evidencias fotográficas, gráficas, tablas, bitácoras, coordenadas y la información que considere pertinente.

DRB/RCC/CEZC/EMVC/LEM

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Ciudad de México, a 27 de marzo de 2018

ASUNTO: Autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales por una superficie de 1.4961 hectáreas para el desarrollo del proyecto denominado "**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**" ubicado en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo.

C. VERÓNICA MUÑIZ GARCÍA
APODERADA LEGAL DE LA EMPRESA
TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA S. DE R.L. DE C.V

[REDACTED]
Dirección, Teléfono y correo
electrónico del representante legal,
Art. 116 de la LGTAIP y 113 fracción
I de la LFTAIP.

CORREO ELECTRÓNICO: [REDACTED]

P R E S E N T E

En referencia a la solicitud de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por una superficie de 1.4961 hectáreas, para el desarrollo del proyecto denominado "**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**", ubicado en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo, presentada por la C. Verónica Muñiz García en su carácter de Apoderada Legal de la empresa denominada Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R.L. de C.V. (**REGULADO**), en la Unidad de Gestión Industrial de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (**AGENCIA**), el día 22 de enero de 2018, al respecto le informo lo siguiente:

RESULTANDO

- I. Que mediante escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0112 de fecha 22 de enero 2018, recibido en esta **AGENCIA** el mismo día de su emisión, la C. Verónica Muñiz García en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, presentó la solicitud de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales por una superficie de 1.4961 hectáreas para el desarrollo del

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

proyecto denominado “**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**”, ubicado en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo, adjuntando para tal efecto la siguiente documentación:

- a) Original impreso del estudio técnico justificativo elaborado por la empresa denominada Miren Digital S.C., y su respaldo en formato digital.
- b) Formato FF-SEMARNAT-030 Solicitud de Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de fecha 22 de enero 2018, firmado por la Apoderada Legal.
- c) Copia simple del pago de derechos por la cantidad de \$1,592.00 (Mil quinientos noventa y dos pesos 00/100 M. N.) de fecha 08 de enero de 2018, por concepto de recepción, evaluación y dictamen del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) y en su caso, la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- d) Documentos con los cuales se acredita la personalidad del **REGULADO**:
 - Presenta Escritura número 104,521 de fecha 16 de agosto de 2004 ante la fe del Lic. Armando Gálvez Pérez Aragón, que contiene la protocolización de poderes otorgados en el extranjero y del contrato de sociedad que realiza el Lic. Horacio María de Uriarte Flores en representación de “TRANSCANADA PIPELINES LIMITED” Y “TCPL CENTRORIENTE LTD” para constituir una Sociedad de Responsabilidad Limitada de Capital Variable bajo la denominación “TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA”. El poder es otorgado en favor de los CC. Francisco Fuentes Ostos y Horacio María de Uriarte Flores.
 - Escritura número 19,125 de fecha 18 de mayo de 2016 ante la fe del Lic. Alfonso Martín León Orantes que contiene el nombramiento de apoderados en favor de la C. Verónica Muñiz García entre otros por parte de “TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA” SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA DE CAPITAL VARIABLE que resulta de la protocolización del acta de resoluciones unánimes adoptadas fuera de asamblea por la totalidad de los socios.
 - Copia certificada de la identificación oficial a nombre de la C. Verónica Muñiz García.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo “ASEA” y las palabras “Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente” como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

e) Documentos con los que se acredita la propiedad, posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales:

1. **Nombre de la persona físicas, Art. 116 de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.**

Anuencia forestal otorgada por el C. [REDACTED], respecto de la parcela 72 Z-1 P1/2 ubicada en el ejido de Tula de Allende, municipio de Tula de Allende, estado de Hidalgo, con superficie total de 2-49-69.86 has, en favor de la empresa Transportadora de Gas Natural de la Huasteca S. de R.L. de C.V.

Certificado Parcelario número 221328 respecto de la parcela 72 Z-1 P1/2 del ejido Tula de Allende, municipio de Tula de Allende, estado de Hidalgo, con superficie de 2-49-69.86 has, en favor del C. **Nombre de la persona físicas, Art. 116 de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.**

- II. Que la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, mediante oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0127/2018 de fecha 26 de enero de 2018, dirigido al Dr. Javier Warman Diamant, Encargado de Despecho de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, solicitó la opinión técnica correspondiente al ámbito de su competencia respecto a la viabilidad para el desarrollo del proyecto en comento.
- III. Que la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, mediante oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0226/2018 de fecha 14 febrero de 2018, dirigido al Ing. Benjamin Pilar Rico Moreno, Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo, solicitó la opinión técnica sobre la solicitud de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, asimismo, requirió que en el ámbito de sus atribuciones manifestaran si dentro del polígono del proyecto, existen registros de terrenos incendiados que se ubiquen en los supuestos establecidos en el artículo 117 tercer párrafo de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- IV. Que la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA** mediante oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0348/2018 de fecha 06 marzo de 2018, notificó a la C. Verónica Muñoz García, en su calidad de Apoderada Legal del **REGULADO** sobre la realización de la visita técnica por parte del personal adscrito a la **AGENCIA**, el día 07 de marzo de 2017, a las 09:00 horas en

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

los predios objeto de la solicitud de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales del proyecto en mención.

- V. Que con el objeto de dar cumplimiento a la diligencia prevista por el artículo 122 fracción IV del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, personal adscrito a la **AGENCIA** llevó a cabo recorrido en los predios objeto de la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, recabando diferente tipo de información técnica ambiental que permitieran confirmar la veracidad de lo contenido en el estudio técnico justificativo integrado en el expediente cuya bitácora es 09/DSA0114/01/18.
- VI. Que mediante oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0391/2018 de fecha 13 de marzo de 2018, esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, notificó a la Apoderada Legal del **REGULADO**, que como parte del procedimiento para expedir la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, debería depositar ante el Fondo Forestal Mexicano, la cantidad de **\$ 620,076.47 (Seiscientos veinte mil setenta y seis Pesos 47/100 M.N.)**, por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en una superficie de 0.63 hectáreas de matorral crasicaule, 0.71 hectáreas de vegetación de tular y 2.53 hectáreas de vegetación de galería, preferentemente en el estado de Hidalgo.
- VII. Que mediante escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0133 de fecha 16 de marzo de 2018, recibido en esta **AGENCIA** el día 22 del mismo mes y año, la C. Verónica Muñiz García en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, notificó haber realizado el depósito al Fondo Forestal Mexicano por la cantidad de **\$ 620,076.47 (Seiscientos veinte mil setenta y seis Pesos 47/100 M.N.)**, por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en una superficie de 0.63 hectáreas de matorral crasicaule, 0.71 hectáreas de vegetación de tular y 2.53 hectáreas de vegetación de galería, preferentemente en el estado de Hidalgo.

CONSIDERANDO

- I. Que esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales, es competente para dictar la presente resolución, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 2° del **ACUERDO** por el que se

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

delega en la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales, las facultades que se indican, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2017, y atento a lo dispuesto en los artículos 1°, 2°, 3° fracción XI, 4°, 5° fracción XVIII y 7° fracción VII, de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; 4° fracción XIX, 12° fracción I, inciso a), 18° fracciones XVIII y XX, 29° fracciones XIX y XX del Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

- II. Que el promovente acreditó personalidad y derecho suficiente para promover la presente solicitud, a través de los instrumentos número 104,521 de fecha 16 de agosto de 2004 y 19,125 de fecha 18 de mayo de 2016.
- III. Que el **REGULADO** manifestó en el escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0112 de fecha 22 de enero 2018, recibido en el Área de Atención al Regulado de esta **AGENCIA** el día mismo día, que se tengan por autorizados a los CC. [REDACTED]
[REDACTED] **Nombre de la persona físicas, Apellido** para oír y recibir notificaciones sobre el proyecto en cuestión. **116 de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.**
- IV. Que la actividad de transporte por medio de ductos es de utilidad pública, interés social y orden público, y tiene preferencia sobre otros usos de suelo, por lo que en el presente expediente de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales del proyecto denominado **“Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2”** se satisface el régimen de excepción previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- V. Que con el objeto de verificar el cumplimiento de los requisitos de solicitud establecidos por el artículo 15° de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, así como los artículos 120° y 121° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, esta Unidad Administrativa revisó la información y documentación que fue proporcionada por el **REGULADO**, mediante sus escritos de solicitud y subsecuentes, considerando lo siguiente:
 - 1.- Por lo que corresponde al cumplimiento de los requisitos de solicitud establecidos en el artículo 15 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, párrafos segundo y tercero:

Con vista en las constancias que obran en el expediente en que se actúa, se advierte que los requisitos previstos por el artículo 15° de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, párrafo segundo y tercero fueron satisfechos mediante escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0112 de fecha 22 de enero 2018, el cual fue signado por la C. Verónica Muñoz García, en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, dirigido a la Unidad de Gestión Industrial de la **AGENCIA**, en el cual solicitó la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por una superficie de 1.4961 hectáreas, para el desarrollo del proyecto denominado “**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**”, ubicado en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo.

2.- Por lo que corresponde al cumplimiento de los requisitos de solicitud establecidos en el artículo 120° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

Con vista en las constancias que obran en el expediente, se advierte que los requisitos previstos por el artículo 120°, párrafo primero del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, fueron satisfechos mediante la presentación del formato de solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales FF-SEMARNAT-030, debidamente requisitado y firmado por el **REGULADO**, donde se asientan los datos que dicho artículo señala.

Por lo que corresponde al requisito establecido en el artículo 120°, párrafo segundo del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, consistente en presentar el estudio técnico justificativo del proyecto en cuestión, éste fue satisfecho mediante el documento denominado Estudio Técnico Justificativo para cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto “**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**”, que fue exhibido por la interesada adjunto a su solicitud de mérito, el cual se encuentra firmado por la C. Verónica Muñoz García, en su carácter de Apoderada Legal, así como por el Ing. Jorge Isaac Padilla Pastrana en su carácter de Representante Legal de la empresa Miren Digital S. C, responsable técnico de la elaboración del mismo, misma que se encuentra inscrita en el Registro Forestal Nacional como Persona Moral Prestadora de Servicios Técnicos Forestales en el Libro COLIMA, Tipo VI, Volumen 1, Número 1.

En lo correspondiente al requisito previsto en el artículo 120°, párrafo segundo del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, consistente en presentar original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o

en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, éstos quedaron satisfechos en el presente expediente con los documentos citados en el Resultando I del presente resolutivo, los cuales obran en el archivo de esta **AGENCIA**, en el expediente con bitácora 09/DSA0114/01/18.

3.- Por lo que corresponde al cumplimiento de los requisitos de contenido del estudio técnico justificativo, los cuales se encuentran establecidos en el artículo 121° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

Con vista en las constancias que obran en el expediente, se advierte que los requisitos previstos por el artículo 121° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, fueron satisfechos por el **REGULADO**, en la información vertida en el estudio técnico justificativo entregados en esta **AGENCIA**, mediante escrito libre con número TVDR-TGNH-ASEA-0000-0112 de fecha 22 de enero 2018.

Por lo anterior, con base en la información y documentación que fue proporcionada por el **REGULADO**, esta Autoridad Administrativa tuvo por satisfechos los requisitos de solicitud previstos por los artículos 120° y 121° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y del artículo 15° párrafos segundo y tercero de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

- VI. Que con el objeto de resolver lo relativo a la demostración de los supuestos normativos que establece el artículo 117°, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, de cuyo cumplimiento depende la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales solicitada, esta Autoridad Administrativa revisó la información y documentación que obra en el expediente, considerando lo siguiente:

El artículo 117°, párrafo primero, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece:

ARTÍCULO 117°. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

De la lectura efectuada a la disposición anteriormente citada, se desprende que a esta Autoridad Administrativa sólo le está permitido autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales por excepción, cuando el interesado demuestre a través de su estudio técnico justificativo, que se actualizan los siguientes supuestos:

1. Que no se comprometerá la biodiversidad,
2. Que no se provocará la erosión de los suelos,
3. Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y
4. Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo

Con base en el análisis de la información técnica proporcionada por el **REGULADO**, se examinan los cuatro supuestos arriba referidos, en los términos que a continuación se indican:

1. Por lo que corresponde al **primero de los supuestos**, referente a la obligación de demostrar que no se comprometerá la biodiversidad, se observó lo siguiente:

Del estudio técnico justificativo se desprende lo siguiente:

El proyecto general denominado Gasoducto Tula Villa de Reyes consiste en la instalación de un Sistema de Transporte de Gas Natural con tubería de acero de carbono en una longitud de 299 kilómetros con una capacidad máxima para transportar 886 millones de pies cúbicos estándar por día a una temperatura operativa entre 10° y 50° C.

El proyecto estará ubicado, iniciando en el municipio de Tula estado de Hidalgo, cruza los estados de México, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí para llegar a la estación de Villa de Reyes. En un punto intermedio en el sitio denominado La Lira en el estado de Querétaro se derivará el ramal hacia Salamanca.

*La longitud total de 299 kilómetros con una capacidad máxima para transportar 886 millones de pies cúbicos y para el proyecto “**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**” se solicita el*

cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 1.4961 hectáreas ubicadas en 1 predio y en un área definida como zona federal cruce del río Tula con el método a cielo abierto.

De la superficie forestal 1.4961 hectáreas solicitadas para cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), 0.2292 hectáreas corresponden a superficie con afectación de la vegetación de manera permanente y 1.2669 hectáreas con afectación de la vegetación de manera temporal. El ancho de afectación del gasoducto será de 30 metros, que incluye el derecho de vía (10 metros de ancho) y la franja de afectación temporal (20 metros de ancho).

Para la descripción del medio natural se delimitó una Cuenca Hidrológica Forestal (CHF) dado que es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente), por lo que facilita el análisis del impacto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales sobre los recursos naturales. En esta unidad de análisis se encuentra bien representado el tipo de vegetación que se afectará, así mismo el tamaño permite establecer las obras y programas para mitigar los impactos ocasionados por la ejecución del proyecto. Para delimitar dicha unidad se utilizó el software cartográfico Arc Gis 10.3, el modelo digital de elevación y la red de drenajes del sitio del proyecto, es decir se delimitó el parteaguas de la microcuenca de influencia dentro de la subcuenca del Río Tula, para ello se determinó el punto de salida en la presa Endhó y el escurrimiento del Río Tula obtenidas de la página del INEGI.

En la CHF la vegetación está representada principalmente por Agricultura de temporal anual, el cual cubre una superficie de 3,578.61 ha equivalente a 37.17% dentro de la CHF así como también la vegetación Matorral Crassicaule ocupa un espacio de 3.24%, acorde a la escala 1:250,000 con que se elaboró la serie III de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI. En menor proporción se encuentran zonas con vegetación secundaria, asentamientos humanos, zona urbana, agricultura anual y semipermanente de los antes mencionados, sumando el 22.63% del total de la CHF. En la siguiente tabla se muestra la información por tipo de vegetación.

<i>Asociaciones y Uso de suelo y vegetación en la CHF. Uso de suelo y vegetación</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Agricultura de Riego Anual y Semipermanente</i>	<i>1923.3943</i>	<i>19.98%</i>
<i>Agricultura de Temporal Anual</i>	<i>3578.6140</i>	<i>37.17%</i>

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

<i>Agricultura de Temporal Anual y Permanente</i>	208.4985	2.17%
<i>Asentamientos Humanos</i>	4.5075	0.05%
<i>Cuerpo de Agua</i>	256.0991	2.66%
<i>Matorral Crasicaule</i>	311.8921	3.24%
<i>Pastizal Inducido</i>	1946.9739	20.22%
<i>Desprovisto de Vegetación</i>	305.5706	3.17%
<i>Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino</i>	127.7629	1.33%
<i>Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule</i>	52.6885	0.55%
<i>Zona urbana</i>	912.1793	9.47%
Total	9,628.18	100.00%

Con la clasificación de INEGI, solo el 5.11 % de la superficie de la cuenca hidrológico forestal presenta terrenos forestales (492.34 ha). La vegetación en la cuenca es muy variada, sin embargo, en virtud de que la vegetación por afectar en el área del proyecto es del tipo Matorral Crasicaule, Bosque de galería y Tular, estos últimos no fueron cartografiados para esta zona, debido principalmente a la escala de la carta 1:250,000, lo que no permite cartografías polígonos pequeños como es el caso donde se ubica el bosque de galería y el tular.

El uso actual de los terrenos destinados para construir el Gasoducto Tula-Villa de Reyes en la Sección 2A-2 presenta un uso forestal en 1.4961 hectáreas, cuantificadas con la fotointerpretación de ortofotos digitales del área y su comprobación en campo. Sin embargo, de acuerdo con la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie III de INEGI, parte de la superficie forestal de CUSTF se ubica en zonas clasificadas con usos de agricultura temporal anual y en agricultura de riego anual y semipermanente. Esto debido a la escala de 1:250,000 utilizada en la Serie III, en donde las superficies fragmentadas en polígonos pequeños no alcanzan el área mínima cartografiable, que es de 100 hectáreas para la escala 1:250,000. Lo anterior significa que, unidades menores a esta superficie no son cartográficamente distinguibles, por lo que se generaliza el uso de mayor superficie. Por lo tanto, las zonas forestales delimitadas para la Sección 2A-2 se clasifica como Vegetación de Tular, Vegetación de galería y el Matorral Crasicaule, cuyos polígonos en la totalidad de los casos son menores a 100 hectáreas, por lo que para el INEGI no fueron susceptibles a una diferenciación o clasificación de acuerdo con la escala trabajada.

Así mismo, la cartografía de la Serie III, muestra que algunos polígonos de vegetación forestal cercanos al área de CUSTF y dentro de la misma CHF definida para el proyecto, mismos que

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

sustentan Vegetación de tipo Matorral Crasicaule. por lo anterior, la clasificación del tipo de vegetación de las áreas de CUSTF se realizó con la información de los muestreos de campo, en cuanto a la composición de especies y sus dimensiones, llegando así a la conclusión de que la vegetación forestal que sustentan los polígonos de CUSTF (1.4961 ha) pertenecen al tipo de vegetación de Matorral Crasicaule, Vegetación de galería y Tular.

Respecto al estado de conservación de la vegetación con la visita técnica realizada en los predios, se observó que corresponde a vegetación de matorral crasicaule, que se trata de vegetación primaria en proceso de degradación, Tular vegetación primaria en proceso de degradación y Galería que se trata de Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación.

Para la flora

Para la caracterización de la vegetación se realizó el levantamiento de 12 sitios de muestreo en el en el área de cuenca distribuidos aleatoriamente los sitios fueron de forma rectangular con dimensiones de 500 m², esto para para los estratos arbóreo, cactáceas y rosetáceas y 12 sitios de 100 m² para arbustivas y 60 sitios para herbáceas de 1 m².

Para el área de CUSTF, se levantó información de la vegetación a través de un censo (conteo total de los individuos dentro del área solicitada) para las especies de los estratos arbóreo, rosetáceas y cactáceas, mientras que para el arbustivo y epífitas se levantaron un total de 12 sitios forestales, con vegetación de galería, Matorral Crasicaule y Tular. Las actividades de muestreo se realizaron en el mes de octubre del 2017. Para el muestreo, se utilizaron sitios rectangulares de 100 metros cuadrados para contabilizar las especies del estrato arbustivo y epífitas, además de contabilizar las especies de epífitas y especies en regeneración (individuos arbóreos de pequeñas dimensiones) y en el mismo centro se delimitó otro sub-sitio de 1 m² para contabilizar las especies del estrato herbáceo.

El levantamiento de la información de campo se dividió en seis estratos por sitio: arbórea, cactáceas y rosetáceas (censo), arbustiva (100 m²), herbácea (1m²) y el grupo de las epífitas (100 m²). En total se levantaron un total de 12 sitios de 100 m² y 60 sitios de 1m², dentro de los polígonos de CUSTF.

Con la información de campo, se procedió a realizar el análisis estadístico, mediante modelos no paramétricos, con apoyo del software EstimateS versión 9.1.0., estos se estimaron para cada estrato. Con la información de abundancia de especies obtenida de los sitios de muestreo se construyó la matriz de datos y la elaboración de la curva de acumulación de especies, la cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo.

Las curvas de acumulación de especies requieren de un procedimiento de ajuste mediante modelos que permitan la obtención de la pendiente y la asíntota, previamente se realiza un proceso de aleatorización (200 veces) y suavizado de los datos obtenidos en campo, mediante el programa EstimateS versión 9.1., aunado a la obtención de los valores de estimadores no paramétricos, tales como Chao1, Chao2, ACE, Jackknife, Bootstrap, entre otros, con objeto de poder establecer un comparativo entre la riqueza observada y la estimada. Se obtuvo las curvas de acumulación y riqueza de especies, para los estratos arbustivo, herbáceo y epífitas encontrados en el tipo de vegetación; Matorral Crasicaule, Tular y Galería (Se realizó censo en los estratos: Arbóreo, Cactáceo y Rosetófilo) con extrapolación en el estrato arbustivo por un factor de 2n. Lo anterior, con objeto de conocer el comportamiento de curva y establecer el momento de la asíntota.

Se presentaron las curvas de acumulación de especies obtenidas mediante el programa EstimateS, para cada estrato. Así como las curvas que muestran el comparativo de los valores referentes a la riqueza de especies, obtenidos mediante los modelos no paramétricos, utilizando la fórmula bias-corrected y modelo tradicional, para los modelos de Chao1 y Chao2, aunado a los estimadores Jackknife, Bootstrap, ICE y ACE, todos ellos versus S(est), para el correspondiente número de sitios de muestreo, considerando los estimadores que presentan los dos valores más próximos al valor observado.

Para calcular la diversidad florística se usó el índice de Shannon, este índice es una medida utilizada en ecología para estimar la diversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Para complementar el análisis de diversidad se obtuvo también, el índice de equidad de Pielou, el cual posee valores que pueden variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Las características estructurales del tipo de vegetación por afectar se evaluaron a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro de cada uno de los ecosistemas, es el caso de las dominancias, densidades y frecuencias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI). Este es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es 300, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes.

Con la información obtenida durante los muestreos y de la aplicación de los índices antes señalados se presentan tablas comparativas de la vegetación que se encuentra en la cuenca con la que se pretende afectar con el desarrollo del proyecto, por estrato y su respectivo análisis: Para el estrato arbóreo el Índice de Valor de Importancia (IVI), la especie ecológicamente más importante, es: *Prosopis glandulosa* (248.32%), para vegetación de matorral crasicaule y la especie *Salix humboldtiana* (167.16) para vegetación de galería.

Estrato arbóreo para los tres tipos de vegetación: Galeria, Matorral crasicaule y Tular

Especie	Nombre común	Vegetación de Galeria CHF			Vegetación de Galeria CUSTF		
		Núm. de individuos por sitio de muestreo	Núm. de individuos por hectárea	Indice de Valor de Importancia	Núm. de individuos por sitio de muestreo	Núm. de individuos por hectárea	Indice de Valor de Importancia
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto azul	3	12	30.74	4	16	40.02
<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	111	444	70.31	26	104	72.04
<i>Populus tremuloides</i>	Álamo	1	4	7.87	0	0	0
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	1	4	7.59	0	0	0
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauz	112	448	167.16	40	159	158.73
<i>Schinus molle</i>	Pirul	3	12	16.33	3	12	29.21
		Matorral Crasicaule-CHF			Matorral Crasicaule-CUSTF		
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	39	195	248.32	26	92	231.01
<i>Schinus molle</i>	Pirul	2	10	51.68	4	14	68.99
		Tular-CHF			Tular-CUSTF		
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauz	3	3	300.00	1	1	300.00

Analizando los resultados para el estrato arbóreo, se observa que la riqueza es de seis especies de las cuales para el área de la CHF y en el área de CUSTF es similar para vegetación de bosque de galería, encontrando la especie *Salix humboldtiana*, dominante en ambas áreas con un índice de

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

valor de importancia de 167.16 para CHF y 158.73 para CUSTF, asimismo esta especie se observa para vegetación de Tular con solamente un ejemplar. Las especies antes señaladas no tienen una distribución restringida, así mismo no se encuentran bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo tanto, se confirma que la ejecución del cambio de uso de suelo no afectará la diversidad de este estrato.

Parámetro	Vegetación de Galeria		Matorral crasicaule		Tular	
	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF
Riqueza S	6	4	2	2	1	1
H'	1.24	1.4172	0.2812	0.5828	---	---
H' max = Ln S	2.58	2	---	1	---	---
Equidad (J) = H' / H' max	0.48	0.7086	---	0.5828	---	---

En la CHF, el estrato arbóreo presenta una riqueza de seis especies para vegetación de bosque de galería, los cuales 4 se encontró en área de CUSTF, la H calculada presenta un valor de 1.24 y 1.41. La máxima diversidad posible se obtiene con un valor de 2.58, es decir, si todas las especies tuvieran el mismo número de individuos esta sería la máxima diversidad posible que se alcanzaría. La equidad se observa con un valor de 0.70, indicador que hay una especie dominante, en este caso, *Salix humboldtiana*, asimismo se observa que para vegetación de tular no se realizó el análisis toda vez que solamente se registró una especie.

Estrato arbustivo para los tres tipos de vegetación: Galeria, Matorral crasicaule y Tular
 En cuanto al Índice de Valor de Importancia (IVI), la especie ecológicamente más importante es: *Typha dominguensis* 245.15% para la vegetación de tular, *Ricinus communis* 131.16 %, *Celastrus paniculatus*, tanto para la cuenca y para CUSTF. El resto de las especies poseen porcentajes menores: *Celastrus paniculatus* (38.52%), *Eupatorium glabratum* (29.08%), *Condalia mexicana* (25.50%) y *Plumbago scandens* (25.48%). En lo que respecta al área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, las especies ecológicamente más importantes, son: *Celastrus paniculatus* (115.56%), *Salvia mexicana* (55.32%) y *Plumbago scandens* (50.16%). El Bejuco matapalos tiene una tendencia notable a presentar valores del IVI sobresaliente, por lo que esta especie es la dominante en el matorral crasicaule, aun siendo su densidad y frecuencia similares a las demás, por lo que esta especie destaca en la dominancia por sus dimensiones.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Especie	Nombre común	Vegetación de Galeria CHF			Vegetación de Galeria CUSTF		
		Núm. de individuos por sitio de muestreo	Núm. de individuos por hectárea	Índice de Valor de Importancia	Núm. de individuos por sitio de muestreo	Núm. de individuos por hectárea	Índice de Valor de Importancia
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Jarilla	31	620	103.68	27	540	102.83
<i>Ricinus communis</i>	Hiquerilla	52	1040	89.25	60	1200	131.16
<i>Persicaria lapathifolia</i>	Chilillo blanco	19	380	49.27	0	0	0.00
<i>Sida glabra</i>	Guinar Escobero	10	200	33.11	3	60	19.31
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	2	40	16.14	2	40	15.67
<i>Machaonia coulteri</i>	Huele de Noche	1	20	8.56	2	40	16.12
<i>Plumbago scandens</i>	Belesa del Caribe	0	0	0.00	2	40	14.90
		Matorral Crasicaule-CHF			Matorral Crasicaule-CUSTF		
<i>Abutilon abutiloides</i>	Acapan	4	100	8.11	0	0	0.00
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	4	100	12.76	0	0	0.00
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Jarilla	1	25	3.60	0	0	0.00
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	13	325	14.40	13	325	26.69
<i>Brickellia veronicifolia</i>	Peisto	4	100	8.11	8	200	27.84
<i>Celastrus paniculatus</i>	Bejuco Matapalos	5	125	38.52	10	250	115.56
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	3	75	16.68	0	0	0.00
<i>Condalia mexicana</i>	Granjeno Fino	11	275	25.50	0	0	0.00
<i>Eupatorium glabratum</i>	Arbusto de la Paloma	21	525	29.08	0	0	0.00
<i>Machaonia coulteri</i>	Huele de Noche	2	50	9.69	0	0	0.00
<i>Mimosa biuncifera</i>	Uña de Gato	4	100	9.60	0	0	0.00
<i>Plumbago scandens</i>	Belesa del Caribe	17	425	25.48	22	550	50.16
<i>Rubus aboriginum</i>	Zarzamora de Cerro	7	175	12.95	0	0	0.00
<i>Salvia mexicana</i>	Salvia	9	225	15.31	0	0	0.00
<i>Sida glabra</i>	Guinar Escobero	1	25	3.42	6	150	24.43
<i>Zaluzania augusta</i>	Limpia Tuna	55	1375	66.80	0	0	0.00
		Tular-CHF			Tular-CUSTF		
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Jarilla	2	67	29	0	0	0.00
<i>Persicaria lapathifolia</i>	Chilillo Blanco	560	18667	92	380	12667	54.85
<i>Typha dominguensis</i>	Tule	3250	108334	179	5705	190167	245.15

Para analizar el estrato arbustivo, se observa que la riqueza es superior para vegetación de matorral crasicaule encontrando 16 especies, 7 en vegetación de galería y 3 en vegetación de tular de las cuales la especie *Barkleyanthus salicifolius* es la mas dominante localizándose en los tres tipos de vegetación, así mismo la especie *Typha dominguensis* con un IVI de 245.15 en la vegetación de tular indicando domina esta especie en CHF y CUSTF, en proporción se puede decir que las especies están bien representadas en el área de la CHF y en general en el ecosistema, ya que en su totalidad todas las especies del área de CUSTF se encuentran en la CHF. Se observa que las especies con mayor IVI en el área de CUSTF: *Typha dominguensis*, *Celastrus paniculatus* y *Ricinus communis* con respecto a la CHF, no tienen una distribución restringida, así mismo no se encuentran bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Parámetro	Vegetación de Galeria		Matorral crasicaule		Vegetación de Tular	
	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF
Riqueza S	6	6	16	6	3	2
H'	1.92	1.4438	3.2042	2.3792	0.608	0.3371
H' max = Ln S	2.58	2.585	4	2.585	1.58	1
Equidad (J) = H' / H' max	0.74	0.5585	0.801	0.92	0.38	0.3371

El estrato arbustivo de la vegetación de matorral crasicaule presenta una riqueza específica de 16 especies, una abundancia de 161 individuos, lo cual le representa un índice de biodiversidad de 3.2042 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 4.00, y por lo tanto el índice de equitatividad, como resultado del cociente entre los dos valores antes mencionados, es de 0.8010. En cuanto al área de cambio de uso de suelo presenta una riqueza específica de 6 especies, una abundancia de 87 individuos, con un índice de biodiversidad de 2.3792 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 2.5850, y por lo tanto el índice de equitatividad, es de 0.9204. Esto indica que la homogeneidad, es decir la distribución del número de individuos por especie, se encuentra en un nivel que va de medio a alto, con la posibilidad de que exista una o dos especies medianamente dominantes dentro del estrato, en otras palabras, especies cuya abundancia no resulta significativamente mayor a las demás.

Para el estrato de las cactaceas, este solo se observó en vegetación de matorral crasicaule, con respecto al Índice de Valor de Importancia (IVI), la especie ecológicamente más importante, es: *Opuntia streptacantha* (61.21%), y las especies *Cylindropuntia imbricata* (55.45%), *Mammillaria magnimamma* (43.84%), *Myrtillocactus geometrizans* (35.96%) y *Echinocereus pentalophus* (25.12%) para la cuenca y para el área de cambio de uso de suelo se tiene que el Índice de Valor de Importancia (IVI) las representan las especies de *Opuntia streptacantha* (114.72%) y *Cylindropuntia imbricata* (104.0%).

El resto de las especies se clasifican en un nivel bajo y debido a que no existe una variación significativa entre ellas; es decir, 2 especies presentan IVI que van del 25.56% al 25.72%, considerada estas últimas como las especies con menor valor de importancia y de todas se ubicaron en el área de la cuenca así como se observa en la siguiente tabla.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Especie	Nombre común	Matorral Crasicaule-CHF			Matorral Crasicaule-CUSTF		
		Núm. de ind. por sitio de muestreo	Núm. de ind. por hectárea	Índice de Valor de Importancia	Núm. de ind. por sitio de muestreo	Núm. de ind. por hectárea	Índice de Valor de Importancia
<i>Coryphantha clavata</i>	Mammillaria Clavata	1	5	3.17	0	0	0.00
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón Tunero	116	580	55.45	569	569	104.00
<i>Echinocereus pentalophus</i>	Cardón Pitaya	53	265	25.12	7	7	25.72
<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga Ganchuda	17	85	13.03	4	4	25.56
<i>Mammillaria magnimamma</i>	Mammillaria Chilitos	138	690	43.84	0	0	0.00
<i>Mammillaria saxicola</i>	Mammillaria Deditos	5	25	7.07	0	0	0.00
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	18	90	35.96	0	0	0.00
<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal Espina Amarilla	10	50	12.42	0	0	0.00
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal tuna mansa	1	5	9.63	0	0	0.00
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal Redondo	2	10	7.23	0	0	0.00
<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal Ovalado	37	185	61.21	551	551	145
<i>Opuntia tomentosa</i>	Nopal lengua de vaca	28	140	18.76	0	0	0.00
<i>Stenocactus crispatus</i>	Biznaga Chichi de Yegua	18	90	7.12	0	0	0.00

Para las cactáceas se tiene una riqueza superior en la CHF por 13 especies de las cuales 4 se observaron en el área de cambio de uso de suelo en vegetación de matorral crasicaule, toda vez que en los otros tipos de vegetación no se encontraron especies de este estrato, la riqueza específica de 13 especies con una abundancia de 444 individuos y con un índice de biodiversidad de 2.7722 bits/individuo para cuenca y CUSTF se encontró una riqueza específica de 4 especies con una abundancia de 320 individuos, lo cual le representa un índice de biodiversidad de 1.0783 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 2.0.

Por lo tanto para la cuenca se observa que la homogeneidad, es decir la distribución del número de individuos entre las especies, se encuentra en un nivel que va de medio a alto y para CUSTF, se encuentra en un nivel muy bajo, debido a que se observa la presencia de dos especies dominantes dentro del estrato, asimismo ninguna de las especies no tienen una distribución restringida, como se indica en la siguiente tabla:

Parámetro	Vegetación de Galeria		Matorral crasicaule		Vegetación de Tular	
	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF
Riqueza S	---	---	13	4	---	---
H'	---	---	2.77	1.0783	---	---
H' max = Ln S	---	---	3.7	2	---	---
Equidad (J) = H'/H' max	---	---	0.749	0.5391	---	---

Para este estrato se destaca por la abundancia de las especies *Opuntia streptacantha* (114.72%) y *Cylindropuntia imbricata* (104.0%), las especies antes mencionadas no tienen distribución restringida, asimismo no se encuentran bjo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Todas las especies registradas en el área de CUSTF se encuentran distribuidas en la CHF, por lo que no se tiene la presencia de especies únicas, y todas las especies del área del proyecto presentan un número representativo de individuos en la CHF, por lo que se concluye que no se pone en riesgo la diversidad del estrato cactáceo con la implementación del proyecto.

Estrato rosetófilo.

Este estrato presenta una riqueza de una especie en el área de CUSTF la especie *Agave salmiana* con 4 Individuos/ha y una especie en la CHF siendo la misma especie con una abundancia de 50 Individuos/ha.

El Índice de Shannon del área de CUSTF y en la CHF al ser una sola especie el valor del índice es de 0.00 lo que señala que la diversidad del estrato es mala. En cuanto al IVI, en el área de CUSTF y CHF la especie *Agave salmiana* es la especie ecológicamente más importante en este estrato con un IVI de 300% para ambas áreas. Como se puede observar la especie identificada para el área de CUSTF está bien representada en la CHF, esta especie tienen una amplia distribución en el territorio nacional, lo que, se puede considerar que la ejecución del cambio de uso de suelo no provocará la pérdida de biodiversidad.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo presenta una riqueza de específica de 7 especies para vegetación de galería 14 especies para matorral crasicaule y 7 para vegetación de tular.

Para vegetación de galería el estrato herbáceo presenta una diversidad específica en el área de CUSTF de tres especies, en tanto que en la CHF presenta con siete especies. En el área de CUSTF la especie con mayor abundancia es *Cynodon nlemfuensis* con AbA de 85,600 ejemplares/ha y AbR de 50.00%; en tanto que en la CHF el 57.64% de la abundancia relativa se agrupa en tres especies que corresponden a *Digitaria sanguinalis* con AbA de 52,000 ejemplares/ha y AbR de 15.05% y *Cynodon nlemfuensis* con AbA de 147,200 organismos/ha y AbR de 42.59%.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Para vegetación de Tular el estrato herbáceo presenta una riqueza específica en el área de CUSTF de dos especies, en tanto que en la CHF es el de mayor riqueza específica con siete especies. Para vegetación de matorral crasicuale presenta una riqueza de 14 especies para la cuenca de los cuales se observaron 8 en le área de cambio de uso de suelo, la especie con mayor abundancia es *Bouteloua gracilis* con AbA de 51,500 ejemplares/ha y AbR de 66% y la especie *Solanum nudum* con AbA de 51,000 ejemplares/ha y AbR de 65%.

Todas las especies presentes en el área de CUSTF fueron identificadas en la CHF por lo que no se tienen especies únicas en este estrato y tipo de vegetación así como se indica en la siguiente tabla.

Especie	Nombre común	Vegetación de Galeria CHF			Vegetación de Galeria CUSTF		
		Núm. de ind. por sitio de muestreo	Núm. de ind. por hectárea	Índice de Valor de Importancia	Núm. de ind. por sitio de muestreo	Núm. de ind. por hectárea	Índice de Valor de Importancia
<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto Para	62	24800	19.15	0	0	0.00
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pasto Estrella	368	147200	121.32	214	85600	129.68
<i>Cyperus esculentus</i>	Coquillo	76	30400	28.12	0	0	30.73
<i>Dicliptera peduncularis</i>	Maleza de las Lomas	33	13200	13.07	45	18000	139.59
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Pasto Popoyote	130	52000	49.69	169	67600	0.00
<i>Paspalum conjugatum</i>	Pasto Grama	121	48400	39.93	0	0	0.00
<i>Senecio vulgaris</i>	Margarita de pantano	74	29600	28.73	0	0	0.00
		Matorral Crasicaule-CHF			Matorral Crasicaule-CUSTF		
<i>Ambrosia confertiflora</i>	Estafiate Pegajoso	34	17000	22.26	0	0	0.00
<i>Aristida stricta</i>	Pasto Aguja	45	22500	24.53	39	19500	25
<i>Bouteloua gracilis</i>	Pasto Navaja	55	27500	38.64	103	51500	66
<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto Para	31	15500	17.64	0	0	0.00
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pasto Estrella	13	6500	6.59	25	12500	18
<i>Elytraria imbricata</i>	Cordoncillo	88	44000	58.02	0	0	0.00
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregrado	18	9000	17.12	0	0	0.00
<i>Martynia annua</i>	Uña de Gato	3	1500	2.62	19	9500	10
<i>Petiveria alliacea</i>	Pasto Cola de Zorra	28	14000	17.10	37	18500	24
<i>Sedum sediforme</i>	Siempre Viva	17	8500	13.95	0	0	0.00
<i>Sida acuta</i>	Huinar	19	9500	13.25	79	39500	49
<i>Solanum nudum</i>	Tomatillo	10	5000	7.03	102	51000	65
<i>Solanum rostratum</i>	Manca Mula	13	6500	11.63	34	17000	21
<i>Stipa ichu</i>	Pasto Ichu	81	40500	49.63	0	0	0.00
		Tular-CHF			Tular-CUSTF		
<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto Para	27	18000	22.57	0	0	0.00
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pasto Estrella	34	22667	28.28	0	0	0.00
<i>Cyperus esculentus</i>	Coquillo	108	72000	92.31	102	68000	179.50
<i>Eichhornia crassipes</i>	Pico de Pato	78	52000	61.58	0	0	0.00

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

<i>Nymphoides peltatum</i>	Colomo del Pantano	36	24000	31.29	0	0	0.00
<i>Senecio vulgaris</i>	Margarita de pantano	57	38000	46.43	14	9333	120.50
<i>Setaria grisebachii</i>	Pasto Pajita	20	13334	17.54	0	0	0.00

El estrato herbáceo de la vegetación de galería presenta una riqueza específica de 7 especies, una abundancia de 864 individuos, lo cual le representa un índice de biodiversidad de 2.3976 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 0.8540, para matorral crasicaule presenta una riqueza específica de 14 especies, una abundancia de 455 individuos con un índice de biodiversidad de 3.4063 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 3.8074, para tular se observa una riqueza de 360 individuos con una biodiversidad de 2.58 bits/individuo; el índice de biodiversidad máximo que le corresponde a este estrato es de 0.5313,

Si analizamos los índices de biodiversidad de Shannon por cada estrato se observa que el estrato herbáceo presenta una mayor biodiversidad y mayor índice de equitatividad en vegetación de matorral crasicaule lo cual quiere decir que el número de individuos por especie se encuentra en proporciones más equitativas como se muestra en la siguiente tabla.

Parámetro	Vegetación de Galeria		Matorral crasicaule		Vegetación de Tular	
	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF	CHF	CUSTF
Riqueza S	7	3	14	8	7	2
H'	2.39	1.371	3.4063	2.9277	2.58	0.5313
H' max = Ln S	2.807	105850	3.8074	3.1699	2.8	1
Equidad (J) = H'/H'max	0.85	0.865	0.89	0.9236	0.92	0.5313

Para finalizar el análisis de diversidad de la vegetación, se enfatiza que el estrato herbáceo presenta comportamientos de temporalidad, lo que explica que la presencia o ausencia de algunas especies dependerá de la época del año en la que se lleve a cabo el esfuerzo de muestreo; este estrato también es muy dependiente de las condiciones de “conservación” en las que se encuentre el sitio muestreado.

Otro indicador que permite concluir que para el estrato herbáceo no se compromete la biodiversidad, son las condiciones sobre las que se desarrolla, es decir, las áreas de CUSTF, tienen en general mayor perturbación que las áreas muestreadas en la CHF, esto permite que la mayoría

de las especies de herbáceas tengan mejores condiciones de desarrollo en esta área, no siendo este un indicador de mejores condiciones para el desarrollo de otros estratos vegetales.

A manera de resumen, para las especies de flora en general de los diferentes estratos se ha encontrado que algunas presentan mayores valores de importancia en el área de CUSTF que en la CHF, la mayoría de estas especies tienen una amplia distribución, y no se encuentran bajo categorías de protección y/o riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunado a esto todas las especies identificadas en el área de CUSTF se encuentran representadas en la CHF.

Medidas de prevención y mitigación

Las medidas que se plantean en estudio técnico justificativo que permitirá asegurar que la ejecución de las actividades propuestas no comprometerá la biodiversidad en el ecosistema son las siguientes:

Con la finalidad de mitigar el efecto del proyecto por la remoción de vegetación se propone un programa de rescate, reubicación y reforestación de flora silvestre, el cual tiene por objetivo, disminuir la afectación a la misma, en especial de las especies que son más abundantes en el área del proyecto y dan estructura a la vegetación, a través del rescate y la reubicación de los organismos con el fin de mantener su abundancia, diversidad y sobre todo conservar los servicios ambientales que presentan dentro del ecosistema, Anexo 1 de 2.

- Se estima rescatar un total de 81 individuos contemplados para el rescate y reubicación de las 3 especies de cactáceas identificadas en el área de CUSTF. Sin embargo, el número de ejemplares rescatados puede llegar a variar una vez que el programa sea ejecutado, debido a que el número de individuos que se proponen en el presente programa es una estimación de lo que se podría encontrar en campo.*
- Se estima reforestar un total de 309 individuos de la especie *Prosopis glandulosa* para vegetación de matorral crasicaule, 214 individuos de la especie *Fraxinus uhdei* y 321 individuos de la *Salix humboldtian* para vegetación de galería y por ultimo la reforestación de la especie *Typha dominguensis* con un total de 192,420 individuos para vegetación de tular.*

- *Reubicaciones en sitios adyacentes en las áreas de afectación temporal del derecho de vía del proyecto, que cumplan con las características ambientales para hábitat de las especies a trasplantar.*
- *la especie *Typha dominguensis* tendrá una densidad de 20 plantas/m² para vegetación de tular.*
- *Recuperación de la capa superficial del suelo y su reincorporación posterior para las actividades de revegetación.*
- *Trituración de las materias primas resultantes del cambio de uso de suelo y su reincorporación al suelo para enriquecerlo en nutrientes y se favorezca la revegetación natural.*
- *Capacitación al personal contratado en temas relacionados con aspectos ambientales de las especies de flora y fauna a proteger y conservar donde se incluirán sus funciones, posibles usos y su importancia. Asimismo, dar pláticas de legislación ambiental, manejo de maquinaria y equipo, manejo y disposición de residuos, cuidado del agua, señalamientos, etc.*
- *Remoción de la vegetación únicamente en la zona sujeta a cambio de uso de suelo empleando equipo y técnicas que eviten el daño a la vegetación en zonas aledañas.*
- *Previo a las actividades de desmonte y despalde en la preparación del sitio se realizará la delimitación del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo, con la finalidad de evitar afectación a sitios aledaños o no considerados en el presente estudio.*
- *El material vegetal muerto deberá ser esparcido en el área del CUSTF conforme se finalicen las actividades de construcción buscando que quede disperso a lo largo de toda el área, esto con el fin de reducir la energía del agua en su impacto con el suelo durante la precipitación, y reducir la velocidad del viento, por lo tanto, propiciar la conservación de la humedad del suelo y reducir la erosión eólica.*

Para la fauna

Respecto a las especies faunísticas, en la zona de influencia del área propuesta para el cambio de uso de suelo en terreno forestal y en la cuenca hidrológico-forestal, EL REGULADO hace mención que realizó trabajo de campo con la delimitación y recorridos de 5 transectos de 100 m en la cuenca. De esta manera, el diseño de muestreo empleado fue de tipo sistemático, es decir la

cercanía de los transectos, el tamaño del área junto con la naturaleza móvil de la fauna permite considerar que cubrimos el área y que en realidad estamos trabajando en cierta manera dentro de una gradilla. El establecer 5 transectos dentro de la cuenca y se aplicó el mismo esfuerzo de muestreo que en el área de CUSTF 5 transectos.

El muestreo de las especies de vertebrados terrestres se llevó a cabo en el mes de Noviembre de 2017, mediante recorridos tomando como referencia 5 transectos de observación distribuidos en la CHF y CUSTF. El muestreo de fauna dentro de la cuenca se realizó en áreas de similar tipo de vegetación que en el área de CUSTF, para lo cual se ubicaron en áreas forestales de la CHF fuera del área del proyecto con el mismo tipo de vegetación, con el propósito de que las condiciones fueran similares y poder realizar un comparativo, evitando las áreas agrícolas existentes en las proximidades de las áreas forestales.

Metodología utilizada para los muestreos de fauna

Aves. Se estableció una técnica combinada de puntos de conteos, consistiendo en un punto central donde inicio el recorrido a una distancia de 100 metros por transecto lineal para matorral crasicaule en la metodología utilizada fue a través de la denominada puntos de conteo, en un radio de 25 m, que es básicamente la realización de conteos en puntos definidos durante el recorrido del mismo transecto recorrido para los otros grupos faunísticos.

El conteo se realizó mediante la observación en el centro de cada uno de los transectos (centroide de cada transecto de vertebrados terrestres). En cada punto de conteo se hizo un censo visual y auditivo de aves durante 10 minutos registrando todas aquellas especies que se encontraban en un rango visible y auditivo.

Anfibios y Reptiles: Se utilizó la técnica de inspección por encuentro visual con captura manual "VES" (Urbina-Cardona et al., 2015), en transectos lineales. En cada recorrido se revisaron todos los sitios (micro hábitats) donde podrían estar los animales: cortezas de troncos, hojarasca, debajo de las rocas, troncos caídos, entre otros. Cabe señalar que el avistamiento fue bajo debido principalmente a que las fechas de recorrido de campo corresponden a la temporada de invierno.

Mamíferos: Se llevaron a cabo transectos de longitud de 100 metros, empleando métodos convencionales directos, avistamiento de individuos en vida libre, e indirectos como búsqueda de

rastros: huellas, excretas, pelo, rascaderos, madrigueras, etc. (Aranda, 2000; Romero-Almaraz et al., 2000). Cada rastro registrado fue debidamente fotografiado, y un costado de cada uno se colocaron objetos como referencia de tamaño como monedas y lápices, esto para una identificación más adecuada de cada uno.

Biodiversidad de los datos

Anfibios

Con los muestreos en el área de CUSTF para la clase anfibios se tiene la presencia de dos especies, presentando abundancia absoluta de *Hyla eximia* con AbA de 2 organismos y AbR de 40.00% y *Anaxyrus punctatus* con AbA de 3 ejemplares y AbR de 60.00%. Por lo que respecta en la CHF se tiene la presencia de tres especies, siendo la más abundante *Anaxyrus punctatus* con AbA de 4 especímenes y AbR de 44.44%, seguida de *Hyla eximia* con AbA de 3 organismos y AbR de 33.33% y *Lithobates neovolcanicus* con AbA de 2 ejemplares y AbR de 22.22%.

Como se puede observar, las especies presentes en el área de CUSTF fueron registradas en el área de la CHF con un número mayor de individuos y las abundancias relativas que presenta en la CHF se ve afectada por el número de especies presentes en esta área de estudio, con lo que se considera que no existen especies únicas en el área de CUSTF, además que se encuentran bien representadas en la CHF.

Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Individuos		Abundancia Relativa		Índice de Shannon	
			CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF
<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	-----	4	3	44.44%	60%	-0.52	-0.4422
<i>Hyla eximia</i>	Rana de montaña	-----	3	2	33.33%	40%	-0.5283	-0.5288
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	Rana neovolcánica	-----	2	-----	22.22%	-----	-0.4822	-----
Total			9	5	100.00%	100.00%	-1.5305	-0.971
Máxima diversidad del ecosistema H' máx =							1.585	1
Equitatividad (J) H/H' máx =							0.97	0.97

El Índice de Shannon indica que en tanto en el área de CUSTF como en la CHF la diversidad de este grupo faunístico es mala al tener valores de 0.97 y 1.53, respectivamente, en tanto que en la

diversidad máxima en el área de CUSTF se ha alcanzado y en la CHF se está relativamente cerca de lograrlo, al establecerse en valores de 1.00 para el área de CUSTF y 1.58 en la CHF.

El Índice de Equitatividad de Pielou indica que la distribución de la abundancia en ambas áreas de estudio es homogénea, con valores de 0.97 para el área de CUSTF y CHF, lo anterior como resultado de no presentarse grandes grupos dominantes de especies, donde los valores de abundancias absolutas y relativas son poco significativos entre especies. Las dos especies del sitio del proyecto son frecuentes ser registradas en tres y dos de los cinco transectos, en tanto que en la CHF son *Anaxyrus punctatus* y *Hyla eximia* con cuatro y tres, respectivamente, de los cinco transectos.

Siguiendo los criterios empleados por Duellman (1965), Muñoz (1988), Mendoza (1990), Martínez y Muñoz (1998) y Vargas (1998) donde una especie se considera rara (R) cuando se registran uno o 2 ejemplares; moderadamente abundante (M) si se observan de 3 a 5 ejemplares, y abundante (A) cuando se encuentran más de 5 ejemplares, los resultados de estudio de fauna indican que una especie registradas para el área de CUSTF se considera moderadamente abundantes y la otra se ubica como una especie rara con la presencia de dos ejemplares.

Por lo anterior y considerando los hábitos de desplazamiento y la condición territorial de las especies de este grupo de fauna, resulta importante la implementación del programa de rescate y reubicación de especies bajo las metodologías establecidas en el programa correspondiente, con el objetivo de que se reduzca al mínimo la afectación directa de estas especies.

Las especies presentes en el sitio del proyecto (área de CUSTF) son 2 y pertenecen al orden Anura, a las familias Hylidae y Bufonidae; *Hyla eximia* se considera como escasa y la otra especie es común. Las 2 especies son residentes del país; por su sociabilidad *Anaxyrus punctatus* es solitaria y *Hyla eximia* se considera gregaria; por su alimentación, las 2 son insectívoras y ninguna de ellas está en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni listadas en los Apéndices CITES.

En la CHF las tres especies pertenecen al orden Anura, a las familias Bufonidae, Hylidae y Ranidae; *Hyla eximia* se considera como escasa y las otras dos especies como comunes. Las tres especies son residentes del país; por su sociabilidad *Anaxyrus punctatus* es solitaria y las otras dos como

gregarias; por su alimentación, las tres son insectívoras y ninguna de ellas está en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni listadas en los Apéndices CITES.

No se tiene la presencia de especies en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 Las especies identificadas en el área de CUSTF fueron observadas en la CHF con una ligera mayor abundancia absoluta en esta área de estudio.

Reptiles

Con los muestreos en el área de CUSTF para la clase reptiles se tiene la presencia de cuatro especies, siendo la más abundante *Sceloporus spinosus* con AbA de 4 Individuos y AbR de 33.33%, seguida de *Sceloporus cautus* y *Sceloporus horridus* con AbA de 3 especímenes y AbR de 25.00%. Por lo que respecta en la CHF se tiene la presencia de seis especies, siendo las más abundantes *Sceloporus horridus*, *Sceloporus cautus* y *Sceloporus spinosus* con AbA de 4 organismos y AbR de 21.05% cada una. La diferencia en abundancia absoluta entre especies en ambas áreas de estudio es poco significativa.

Como se puede observar, las especies presentes en el área de CUSTF fueron registradas en el área de la CHF con un número mayor de individuos y la abundancia relativa que presenta en la CHF se ve afectada por el número de especies presentes en esta área de estudio.

Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT-2010	Individuos		Abundancia Relativa		Índice de Shannon	
			CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada	----	3	2	15.79%	16.67%	-0.42	-0.43
<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija espinosa tímida	----	4	3	21.05%	25.00%	-0.47	-0.50
<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa del pacífico	----	4	3	21.05%	25.00%	-0.47	-0.50
<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	----	4	4	21.05%	33.33%	-0.47	-0.53
<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	----	2	----	10.53%	----	-0.34	----
<i>Thamnophis cyrtopis</i>	Culebra listonada cuello negro	----	2	----	10.53%	----	-0.34	----
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada	----	3	2	15.79%	16.67%	-0.42	-0.43
<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija espinosa tímida	----	4	3	21.05%	25.00%	-0.47	-0.50
Total			19	12	100.00%	100.00%	-2.52	-1.96
Máxima diversidad del ecosistema H' máx =							2.59	2.00
Equitatividad (J) H'/H' máx =							0.98	0.98

El Índice de Shannon indica que en tanto en el área de CUSTF como en la CHF la diversidad de este grupo faunístico es buena al tener valores de 2.52 y 1.95 respectivamente, en tanto que en la

diversidad máxima están relativamente cercanas a lograrlo, al establecerse en valores de 2.00 para el área de CUSTF y 2.58 en la CHF.

El Índice de Equitatividad de Pielou indica que la distribución de la abundancia en ambas áreas de estudio es homogénea, con valores de 0.98 para la CHF y sitio de CUSTF, lo anterior como resultado de no presentarse grandes grupos dominantes de especies, donde los valores de abundancias absolutas y relativas son poco significativos entre especies.

Las especies presentes en el sitio del proyecto pertenecen al orden Squamata, a la familia Phrynosomatidae, tres especies se consideran comunes y una poco común. Las cuatro especies se consideran residentes, por su sociabilidad son solitarias, las cuatro especies son insectívoras, no se tiene la presencia de especies en categoría de Protección especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En la CHF las seis especies pertenecen al orden Squamata, a dos familias, presentando el mayor número de especies Phrynosomatidae, todas las especies se consideran residente, cinco son comunes y una poco comunes. Por sus hábitos alimenticios cinco son insectívoras y una carnívora. Todas se consideran solitarias por su sociabilidad. No se tiene la presencia de especie en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies identificadas en el área de CUSTF fueron observadas en la CHF con una mayor abundancia absoluta en esta área de estudio.

Aves

Para la clase Aves, se identificaron 19 especies en el área del proyecto y 24 en el área de la CHF, siendo en el área de CUSTF las especies más abundantes Zenaida macroura con AbA de 5 organismos y AbR de 8.06%, Columbina inca con AbA de 5 ejemplares y AbR de 8.06% y Bubulcus ibis con AbA de 8 especímenes y AbR de 12.90%, el resto de las especies se agrupan en dos conjuntos con abundancias absolutas similares, 13 especies con abundancias de 2 y 3 individuos, otro de tres especies con abundancia absoluta de cuatro ejemplares.

En la CHF las especies más abundante es igualmente Plegadis falcinellus con AbA de 18 Individuos y AbR de 13.53%, seguida de Bubulcus ibis con AbA de 9 organismos y AbR de 6.77% y Zenaida asiatica con AbA de 9 ejemplares y AbR de 6.77%. El resto de las especies presentan número de

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

individuos y abundancias relativas marcadamente menores a las especies más abundantes, cuyos valores se ven afectados por la abundancia absoluta de la especie dominante, pero sin dejar de ser representativos en cuanto al número de individuos observados.

En la tabla siguiente se muestran la abundancia absoluta y relativa para cada una de las especies, que permite observar su comportamiento en cada área de estudio.

Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Individuos		Abundancia Relativa		Índice de Shannon	
			CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF
<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta amarilla	----	2	----	1.50%	----	-0.09	----
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	----	5	2	3.76%	3.23%	-0.18	-0.16
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	----	9	8	6.77%	12.90%	-0.26	-0.38
<i>Caracara cheriway</i>	Cara cara	----	4	3	0.0301	4.84%	-0.15	-0.21
<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeciroja	----	6	2	0.0451	3.23%	-0.20	-0.16
<i>Columbina inca</i>	Tórtola coli larga	----	7	5	5.26%	8.06%	-0.22	-0.29
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	----	4	3	3.01%	4.84%	-0.15	-0.21
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojos amarillos	----	3	----	2.26%	----	-0.12	----
<i>Haemorrhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	----	5	4	0.0376	6.45%	-0.18	-0.26
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	----	7	3	0.0526	4.84%	-0.22	-0.21
<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	----	3	2	2.26%	3.23%	-0.12	-0.16
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	----	4	2	3.01%	3.23%	-0.15	-0.16
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	----	5	3	3.76%	4.84%	-0.18	-0.21
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	----	3	2	0.0226	3.23%	-0.12	-0.16
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	----	4	----	0.0301	----	-0.15	----
<i>Passerina caerulea</i>	Pico gordo azul	----	6	2	4.51%	3.23%	-0.20	-0.16
<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis cara oscura	----	18	4	13.53%	6.45%	-0.39	-0.26
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pechi rojo	----	5	2	3.76%	3.23%	-0.18	-0.16
<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	----	4	3	0.0301	4.84%	-0.15	-0.21
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero aliblanco	----	4	----	0.0301	----	-0.15	----
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico curvo	----	5	4	3.76%	6.45%	-0.18	-0.26
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	----	4	----	3.01%	----	-0.15	----
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	----	9	3	6.77%	4.84%	-0.26	-0.21
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	----	7	5	0.0526	8.06%	-0.22	-0.29
Total			133	62	100.00%	100.00%	-4.41	-4.12
Máxima diversidad del ecosistema H' máx =							4.59	4.25
Equitatividad (J) H/H'máx =							0.96	0.97

El Índice de Shannon señala que en tanto en el área de CUSTF como en la CHF la diversidad de este grupo faunístico es muy buena al tener valores de 4.58 y 4.12 respectivamente en tanto que en la diversidad máxima están relativamente cercanas a lograrlo, al establecerse en valores de 4.59 para el área de CUSTF y 4.25 en la CHF.

El Índice de Equitatividad de Pielou indica que la distribución de la abundancia en ambas áreas de estudio es homogénea, con valores de 0.96 y 0.97 para el área de CUSTF y Cuenca respectivamente, lo anterior como resultado de no presentarse grandes grupos dominantes de especies, donde los valores de abundancias absolutas y relativas son poco significativos entre especies. En este grupo de fauna en el área de CUSTF no se tiene la presencia de especies en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y solo la especie *Caracara cheriway* listada en el Apéndice II de la CITES.

De las 19 especies de aves presentes en el área de CUSTF pertenecen a ocho ordenes, 14 familias, de las cuales Columbidae con tres especies y, Mimidae, Ardeidae y Tyrannidae con dos especies son las más ricas en número de especies. En cuanto a la estacionalidad de las especies 17 son residentes y dos son migratorias. Por su sociabilidad 12 son gregarias y siete solitarias. En cuanto a la abundancia dos son abundantes, 16 comunes y una poco común. Por la alimentación de los individuos destacan las especies carnívora y granívora con cuatro y seis ejemplares cada una.

Mamíferos

Para la clase mamíferos en el área de CUSTF, se encontraron tres especies, siendo *Lepus californicus*, *Otospermophilus variegatus* y *Sylvilagus audubonii*, todas con AbA de 2 especímenes y AbR de 33.33%. En el muestreo de la cuenca, se identificaron cuatro especies, siendo *Lepus californicus* y *Sylvilagus audubonii* con AbA de 3 Individuos y AbR de 30.00%, cada una, las más abundantes del grupo faunístico, y *Otospermophilus variegatus* y *Procyon lotor* con AbA de 2 organismos y AbR de 20.00%. En este grupo faunístico en el área de CUSTF no se identificaron especies en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en los listados CITES.

Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos		Abundancia Relativa		Índice de Shannon	
			CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF	CUENCA	CUSTF
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	---	3	2	30%	25%	-0.52	-0.53
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	---	2	2	20%	25%	-0.46	-0.53
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	---	2	---	30%	---	-0.46	---
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	---	3	2	20%	25%	-0.52	-0.53
Total			10	6	100%	100%	-1.97	-1.59
Máxima diversidad del ecosistema H' máx =							2.00	1.59
Equitatividad (J) H/H' máx =							0.99	1.00

El Índice de Shannon indica que en el sitio del proyecto la diversidad de las especies se considera regular al tener un índice de 1.58, en tanto que en la CHF la diversidad del grupo faunístico es regular con un índice de 1.97; ambas áreas de estudio están relativamente cerca de alcanzar la diversidad máxima para este grupo faunístico.

En cuanto a la distribución de la abundancia de las especies para ambas áreas de estudio se considera homogéneo al presentar un Índice de Equitatividad de Pielou de 1.00 y 0.99 para el área de CUSTF y CHF, respectivamente, como consecuencia de la ausencia de grandes grupos de especies dominantes.

En el área de CUSTF las especies pertenecen a los órdenes Lagomorpha y Rodentia, a dos familias, de las cuales Leporidae es la más rica en especies. Se identificaron dos especies de importancia cinegética, todas las especies son de estacionalidad residentes, comunes y destacan las de hábitos alimenticios de tipo herbívoro con dos especies.

En la CHF se tiene de igual manera que en el área de CUSTF dos especies se consideran de importancia cinegética, las cuatro especies son comunes por su abundancia, todas ellas son de estacionalidad residentes. Por su alimentación destacan las herbívoras con dos especies, por su sociabilidad dos son gregarias y dos solitarias.

Como se puede observar las especies de mamíferos identificadas en el área de CUSTF fueron observadas en la CHF con igual o mayor número de individuos, por lo que se concluye que no se ponen en riesgo las especies de este grupo faunístico al estar bien representadas en la CHF, además de las actividades de ahuyentamiento y rescate que se contemplan en el programa correspondiente.

En lo que corresponde a las medidas de prevención y mitigación propuestas para el grupo faunístico se considera la ejecución del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, se lo siguiente:

En el estudio técnico justificativo el REGULADO presentó como una de las medidas para evitar posibles afectaciones a cualquier especie de fauna presente en la zona del proyecto, la ejecución del programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, cuyo propósito es rescatar y reubicar en la zona de conservación la mayor cantidad de individuos susceptibles de rescate, para garantizar la permanencia de ejemplares que pudieran ser afectados directamente con la remoción de la vegetación.

Con la implementación correcta del programa de rescate, los grupos faunísticos encontrados en la CHF y en el sitio del proyecto no se verán comprometidos por la remoción de la vegetación, debido a que estas especies se pueden trasladar en zonas aledañas que presenten condiciones similares a las del predio sujeto a CUSTF F.

Asimismo, se presenta diferentes acciones que aseguran el mantenimiento de la biodiversidad.

- *Se llevará a cabo la identificación y ahuyentamiento de fauna, previo a las actividades de preparación del sitio, desmonte y despalme, antes y durante la etapa de construcción, haciendo hincapié en especies sensibles, de importancia ecológica, endémicas, lento desplazamiento o que se encuentren citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 susceptibles a daño alguno.*
- *Búsqueda minuciosa de madrigueras, por lo menos una semana antes de iniciar cualquier actividad de extracción, para tener la seguridad de que no se encuentran individuos de ninguna especie dentro del área.*
- *Se realizará actividades de ahuyentamiento permanentes durante todas las actividades de cambio de uso del suelo, con la finalidad de no causarles daños a los individuos de lento desplazamiento.*
- *se realizará recorridos por las áreas a desmontar generando ruido para ahuyentar y/o en su caso, rescatar y reubicar aquellas especies de fauna que se encuentran presentes en las áreas sujetas a afectación (independientemente de su inclusión o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010).*
- *Se hará difusión y educación ambiental, en el cual serán tratados los temas relacionados con la protección, cuidado y respeto de las especies de fauna silvestre, con énfasis en*

aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que fueron registradas en la cuenca hidrológico-forestal y en la superficie de cambio de uso de suelo.

- *Estará prohibido coleccionar, cazar, trampear, azuzar o dañar las especies de fauna silvestre que sean observadas sobre las áreas de trabajo durante las etapas de preparación del sitio y construcción.*

Con base en los razonamientos arriba expresados y en lo expuesto por el **REGULADO**, esta Autoridad Administrativa considera que se encuentra acreditada la primera de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117 párrafo primero, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto a que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo forestal en cuestión **no compromete la biodiversidad**.

2. Por lo que corresponde al **segundo de los supuestos**, referente a la obligación de demostrar que no se provocará la erosión de los suelos, del estudio técnico justificativo e información complementaria, se desprende lo siguiente:

En el estudio técnico justificativo, el **REGULADO** manifiesta lo siguiente respecto al tipo de suelo, las características de relieve del mismo, las causas de su degradación y grado de erosión:

Para obtener los tipos de suelo a nivel del área de cambio de uso de suelo y en la cuenca hidrológica se consultó la información la serie I de Edafología elaborada por el INEGI, la cual utilizó la clasificación de la FAO/UNESCO. Para este estudio los suelos presentes en el área de cambio de uso de suelo son de tipo feozem háplico es el que se encuentra presente en toda el área del proyecto ya que ocupan (100.0%), esto como unidad principal, ya que como unidad secundaria se presentan los suelos de tipo Feozem lúvico.

El territorio posee en su mayor parte suelos medianamente profundos, con una textura fina y con una poca materia orgánica. Por la cercanía al río tula existe una capa de arenas en perfil de suelo con mayor profundidad.

Para conocer la erodabilidad, entendiéndose como el grado de facilidad o dificultad de que se erosione el suelo y con ello identificar el grado de fragilidad del suelo que está en función de sus características propias como la textura, profundidad y pedregosidad.

El factor Erodabilidad (K) de la ecuación universal de pérdida de suelo, representa el efecto de las propiedades del suelo y de las características del perfil del suelo en la pérdida de suelo. Generalmente los valores de K son asignados usando el nomograma de erodabilidad del suelo, que combina el efecto del tamaño de las partículas, % MO, código de la estructura del suelo y la clase de permeabilidad del perfil. Es importante destacar que a medida que el valor de "K" aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

A la falta de análisis de suelos específicos del sitio, para determinar la erodabilidad se utilizan los generados según método de la FAO, modificado por Figueroa et. al (1991), que determina el factor erodabilidad considerando el tipo de suelo y su textura.

Con los diferentes valores del factor K para los diferentes tipos y condiciones de suelo, se definieron tres rangos dados por Figueroa (1991), asignando el rango (mayor-mínimo) /3 para así obtener el cuartil de cada categoría, identificando el valor correspondiente al tipo de suelo en el predio, considerando las subunidades de INEGI, siendo el siguiente:

Valores del Factor K para los suelos del predio

Unidad 1	Subunidad 1	Unidad 2	Subunidad 2	Textura	K 1	K 2	Factor K promedio
Feozem	háplico	Feozem	lúvico	Fina	0.0070	0.0070	0.0070

Al valor promedio para el tipo de suelo en la zona del proyecto (0.007) se tendría un nivel o grado Bajo de vulnerabilidad a la erosión.

Para determinar el estado de conservación del suelo en el área del proyecto, se consultaron estudios realizados al respecto que incluyen el área del proyecto, encontrando 2 estudios relacionados con la erosión del suelo en la zona y que se encuentren publicados, mismos que se describen a continuación:

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

“Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000” (SEMARNAT Y COLPOS)

Esta evaluación fue elaborada a partir de una valoración directa de los suelos de México en campo, se basó en la metodología de Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre, conocida como ASSOD (1997), por sus siglas en inglés, la cual establece el tipo de degradación actual de los suelos, sus niveles de afectación, las extensiones (superficies) que ocupan, las tasas actuales que presentan y las causas que la originan, utilizando como mapa base la delimitación de sistemas terrestres, sobre los espacio-mapas del INEGI a una escala de 1:250,000.

Con base en la cartografía desarrollada por el estudio, se ubicó el área de CUSTF del proyecto, para obtener los tipos de degradación del suelo y sus causas, como se muestra en la tabla siguiente:

Áreas correspondientes al factor causante de degradación del suelo en el área de CUSTF

Causa de la degradación del suelo	Tipo de degradación del suelo	Área (Ha)	Porcentaje
Actividades agrícolas	Qp2.95(+)a	0.2830	18.92%
Tierras sin uso	Num.80	1.2131	81.08%
Total		1.4961	100.00%

Considerando la información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía a través de la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, sobre los tipos, formas y grados de erosión existente en el país, escala de representación 1:250,000, el área del proyecto Gasoducto Tula – Villa de Reyes, Sección 2A-2, se ubica en terrenos con la siguiente clasificación:

Erosión del suelo en la zona del proyecto (INEGI).

Clave	Tipo de erosión	Forma	Grado	Superficie (Ha)	%
SE	Sin erosión	N/A	N/A	1.4961	100
TOTAL				1.4961	100%

Con la información anterior dentro del área de CUSTF no se presenta erosión de ningún tipo, clasificando el proyecto en el 100% del área como “Sin Erosión”.

Con los estudios antes referidos, el grado de conservación de los suelos en el área del proyecto de la Sección 2 A-2 se considera con una afectación baja, en proceso de degradación causada por uso de agroquímicos, la deforestación y las actividades industriales en los terrenos aledaños y muy baja dentro del predio solicitado a CUSTF.

La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físicos, como el agua o el viento, por las cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas.

Considerando a la erosión de los suelos como el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo por los agentes del intemperismo y que sus causas pueden ser abióticas y bióticas. De las causas abióticas, el agua y el viento son los principales agentes. La actividad humana se ha convertido en la principal causa biótica, inclusive puede dominar todas las causas de la erosión de suelos. Algunos se refieren a la erosión causada por el hombre como erosión antropogénica, otros como erosión secundaria que sería lo opuesto a erosión natural o primaria, como por ejemplo, terremotos, grandes tormentas y sequías severas.

La erosión abiótica causada por el agua, llamada erosión hídrica es la generada por la lluvia y las escorrentías que dispersan y arrastran partículas de suelo; y por otro lado la erosión de tipo eólica depende de la intensidad del viento, que ejerce una fuerza sobre el suelo que afecta a las partículas de un tamaño específico (limo grueso y arena), por lo que su gravedad solo se presenta en las zonas áridas y semiáridas. La erosión hídrica es la que mayores efectos tiene y es la que se puede estimar más acertadamente.

Es por ello que, se ha estimado el grado de erosión ó pérdida de suelo que actualmente presenta el área del proyecto en las 1.4961 hectáreas de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), considerando la erosión hídrica y la eólica, siendo la eólica la más importante por la condición de clima semiseco templado que predomina en la zona del proyecto. Posteriormente se hace una estimación del grado de pérdida de suelo que se tiene en el sitio considerando la eliminación de la vegetación, esto es ejecutando el cambio de uso de suelo y así generar el escenario con proyecto.

La evaluación de la erosión hídrica se realizó utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo EUPS (Wischmeier y Smith 1978), la cual es un modelo empírico que incluye a un factor R (potencial erosivo de la lluvia), un factor K (erosionabilidad del suelo), un factor L (longitud de pendiente), un factor S (grado de pendiente), un factor C (cobertura vegetal) y un factor P (prácticas de conservación de suelos). En consecuencia, los cuatro primeros factores de la EUPS determinan el riesgo de erosión en un área determinada. La estimación de erosión es anual y la EUPS sirve como guía metodológica para la toma de decisiones en la planeación de la conservación del suelo (Wischmeier y Smith, 1978).

Este modelo tiene la siguiente expresión:

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

Donde:

A= Pérdida de suelos en ton/ha para la unidad de R

R= Factor de erosividad de la lluvia

K= Factor de Erosionabilidad del Suelo

L= Longitud de la pendiente

S= Grado de la pendiente

C= Factor de cultivo ó Cobertura vegetal

P= Prácticas mecánicas de control de erosión

Una vez obtenidos los resultados del modelo de pérdida de suelos, para tener una panorámica de los niveles de erosión actuales y con el proyecto se utilizó la clasificación establecida por la FAO-PNUMA.

Clasificación de los niveles de erosión de acuerdo con la tasa de pérdida de suelo (FAO, 1980).

Nivel de erosión (pérdida de suelo)	Rangos Ton/ha/año
Leve (ligera)	< 10
Moderada	10 – 50
Fuerte (severa)	50- 200
Muy Fuerte	>200

Para el cálculo del nivel de erosión en el área de CUSTF se utilizó un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS 10.1) a través de la creación de un modelo algebraico de mapas con las variables de la ecuación de la EUPS.

Para la ejecución de la ecuación (EUPS), se dispuso de la información de las variables de la ecuación mediante valores en cartografía digital para cada uno de ellos, esto es dando los valores numéricos por pixel de 25 m² (5 x 5 metros).

Tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales

Una vez generadas las capas de información en formato Raster y con tamaño de píxel de 5 metros para los 6 factores de la ecuación universal de pérdida de suelo se procedió a ejecutar el "Model Builder" en el Sistema de Información Geográfica ArcGis, estimando el valor de erosión actual para el área de CUSTF.

La acción Model Builder es una herramienta del SIG y es un modelo visual sencillo para poder generar una herramienta que será la secuenciación de varias herramientas, de tal forma que si se debe hacer una serie de pasos iguales con distintas capas, mediante el uso de Model Builder, se puede secuenciar las diversas herramientas para que únicamente solo se ingresen las capas a utilizar.

Para nuestro caso, se obtuvieron y rasterizaron las seis capas con valores a nivel pixel de 25 m² y el model builder realizó el procesamiento algebraico de los datos para ejecutar la ecuación universal de pérdida de suelos.

Valores rasterizados de los factores de la EUPS para el escenario actual

Factor	Valor de los Píxeles en el área del proyecto
R	1,316 a 1328
K	0.007
LS	0.042 a 31.56
C	0.003, 0.009 y 0.085
P	1

Una vez procesada la información de las diferentes capas y la multiplicación de los valores a nivel pixel, se obtuvo una malla de resultados a nivel pixel, se agruparon los valores con los rangos establecidos por la FAO, obteniendo los siguientes resultados:

Nivel de erosión hídrica del área de CUSTF actualmente sin proyecto.

Grado	Rangos Ton/ha/año	Área (ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	1.4961	100.00
Moderada	10-50	0.0	0.00

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Fuerte (severa)	50- 200	0.0	0.00
Muy Fuerte	>200	0.0	0.00
Total		1.4961	100.0

Como se observa en la tabla anterior los niveles de erosión dentro del predio de CUSTF se encuentran en niveles muy bajos donde el 100% del área se encuentra en un nivel leve o ligero, sin presentar niveles de erosión superiores, lo cual indica que la erosión hídrica en la zona no es problema o riesgo de deterioro del suelo.

Erosión hídrica promedio del área de CUSTF actualmente sin proyecto.

Concepto	Erosión (ton/ha/año)	Clasificación FAO
Erosión actual promedio	0.04	Leve

Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, considerando el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo

Para este escenario representa los niveles de erosión una vez ejecutado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y sin considerar medidas de mitigación, con lo cual se estima el incremento en los niveles de erosión a causa del proyecto.

Considerando la afectación por el desmonte de las áreas forestales en la superficie forestal de 1.4961 ha con la ejecución del proyecto, y valorando únicamente el proyecto hasta la etapa del desmonte, se realizó el mismo proceso que con el escenario actual y sólo se modificó el factor C con el proyecto (capa ráster), considerando la eliminación de la vegetación forestal, siendo este factor de 0.45 obtenido también de la tabla de valores del libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión". Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998), este valor corresponde a una cobertura sin vegetación por lo que se estaría suponiendo una condición totalmente desnuda.

Con la modificación de la variable de la cobertura del suelo (factor C) se procedió a correr de nuevo el modelo de la "EUPS" en el SIG, considerando las demás variables (pendiente, longitud, precipitación y suelo) con sus valores iniciales.

Los resultados de la nueva ejecución del modelo de erosión se presentan en la siguiente tabla con los niveles dados por la FAO (1980), esta superficie del análisis es únicamente del área del proyecto de CUSTF.

Clasificación de los niveles de erosión hídrica en el área del proyecto con el CUSTF

Nivel	Rangos Ton /Ha/año	Área (ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	1.4619	97.71
Moderada	10-50	0.0317	2.12
Fuerte (severa)	50- 200	0.0025	0.17
Muy Fuerte	>200	0.0000	0.00
Total		1.4961	100.0

Como se cuantifica el aumento de la erosión por la actividad del desmonte o remoción de la vegetación que actualmente cuenta las 1.4961 ha se puede deducir que en la actualidad el 100% de la superficie propuesta de CUSTF está en categoría de leve, mientras que con la ejecución del proyecto hasta la etapa de desmonte esta superficie alcanza el nivel baja al 97.71% pasando la diferencia hacia niveles mayores de erosión, hacia la categoría de moderada donde tendría un incremento del 2.12% y la fuerte con un incremento de 0.17%. En la tabla siguiente se presenta el promedio para toda el área de proyecto una vez ejecutado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Erosión hídrica con el CUSTF en el área del proyecto.

Concepto	Erosión con proyecto (ton/ha/año)	Clasificación FAO
Erosión Promedio	1.12	Leve (ligera)

Al análisis comparando los niveles medios de erosión hídrica en toneladas por hectárea por años el actual (0.04) y con el proyecto (1.12) se tendría un incremento potencial de 1.08 ton/ha/año si multiplicamos este volumen por el área propuesta de CUSTF (1.4961 ha) se estima una pérdida de suelo anualmente en lo que se ejecuta el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 1.62 toneladas por año a consecuencia del CUSTF.

Erosión hídrica en dos escenarios

Concepto	Erosión actual sin proyecto (ton/ha/año)	Erosión con proyecto (ton/ha/año)
Erosión Promedio	0.04	1.12

Los niveles de erosión que se incrementarán a causa del CUSTF se verán reducidos con las medidas de mitigación y compensación propuestas y señaladas en el capítulo VIII y en los anexos del estudio técnico justificativo, donde de manera general se restituirá la Franja de Afectación Temporal a través de una reforestación y obras de conservación de suelo, con esto se estaría cumpliendo el criterio de excepcionalidad indicado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento en vigor.

Con la ecuación desarrollada por la FAO para la erosión eólica se realizó una simulación para el sitio del proyecto mediante un proceso similar al del cálculo de la erosión Hídrica. Esto es mediante la transformación de la información de la ecuación en capas de información en formato Ráster y con tamaño de píxel de 5 metros para los factores de la ecuación y con ello se procedió a ejecutar el "Model Builder" en el Sistema de Información Geográfica ArcGIS, estimando el valor de erosión eólica actual para el área de CUSTF.

Estimación de la Erosión eólica actual

Los resultados de la ecuación de la Erosión eólica actual = $f(C, S, T, V, L)$, mediante la operación que multiplica los valores o rango de valores (según sea el factor considerado) es decir se multiplica la capa (formato ráster) del suelo por la capa de factor topográfico (formato ráster) por la capa de la vegetación natural (formato ráster) por la capa del uso de la tierra (formato ráster) por el factor de agresividad climática. Esta multiplicación de capas y un factor da como resultado otra capa (formato ráster) la cual es el resultado de la erosión eólica, ésta contiene los valores de los niveles de erosión y posteriormente se clasifican en rango establecidos por la FAO para los niveles de erosión dados en la siguiente tabla, todo este procedimiento es obtenido dentro del Sistema de Información Geográfica.

La clasificación de los niveles de erosión propuestos por la FAO se encuentra en la siguiente tabla, en donde el 1.60% de la superficie se encuentra en un nivel leve, el 84.05% en un nivel moderado y el nivel fuerte con el 14.35% de la superficie del proyecto.

Nivel de Erosión eólica del área de CUSTF actualmente sin proyecto:

Grado	Rangos Ton /Ha/año	Área (ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	1.2131	81.09
Moderada	10-50	0.2830	18.91
Fuerte (severa)	50- 200	0.0	0.00

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Muy Fuerte	>200	0.0	0.00
Total		1.4961	100.0

En promedio dentro del área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales la erosión eólica presenta una tasa de 3.47 ton/ha/año la cual se ubica en un nivel leve en toda el área.

Estimación de la Erosión eólica con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal

Similar al escenario de la erosión hídrica, se modeló de nuevo la ecuación de la erosión eólica modificando el valor de la cobertura vegetal siendo este escenario con la ejecución del proyecto, y valorando el proyecto con el desmonte de la vegetación presente en sitio, por lo anterior se modificó el valor del factor "V" a 0.7, esto considerando la eliminación de la vegetación natural arbórea.

La clasificación de los niveles de erosión propuestos por la FAO se encuentra en la siguiente tabla, en donde hubo un ligero cambio de categoría debido a que los niveles de erosión presentes a causa del CUSTF de la superficie pasan de un nivel leve, moderado y fuerte a los niveles moderado, fuerte y muy fuerte.

Clasificación de los niveles de erosión eólica en el área del proyecto con el CUSTF

Nivel	Ranfos Ton/ha/año	Área (ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	0.0	0.00
Moderada	10-50	0.3356	22.43
Fuerte (severa)	50- 200	1.1605	77.57
Muy Fuerte	>200	0.0	0.00
Total		1.4961	100.0

Como se cuantifica el aumento de la erosión eólica por la actividad del desmonte o remoción de la vegetación que actualmente cuenta las 1.4961 ha, donde los incrementos se dan en la categoría de fuerte con un 77.57% más área que la actual, siendo este tipo de erosión la más representativa para la zona. El promedio para toda el área del proyecto que tendría una vez ejecutado el CUSTF se muestra en la siguiente tabla.

Erosión eólica con el CUSTF en el área del proyecto

Concepto	Erosión (ton/ha/año)
Erosión Promedio	61.99

Con la comparando los niveles medios de erosión eólica en toneladas por hectárea por año en el escenario actual (3.47) y con la estimación con la ejecución del proyecto de CUSTF (61.99) se tendría un incremento potencial de 58.52 ton/ha/año si multiplicamos este volumen por el área propuesta de CUSTF (1.4961) se estima una pérdida de suelo adicional anualmente de 87.55 toneladas por año por efectos de la erosión eólica.

Erosión potencial eólica en dos escenarios

Concepto	Erosión actual sin proyecto (ton/ha/año)	Erosión con proyecto (ton/ha/año)
Erosión eólica Promedio	3.47	61.99

Nivel de erosión total (Hídrica + Eólica)

Los procesos erosivos, hídrico y eólica, en el área del proyecto fueron evaluados con dos metodologías ampliamente utilizadas, mismas que se emplean para la planeación en el uso del territorio, para nuestro caso nos ayudaron a determinar los niveles de erosión que presenta el área solicitada de CUSTF para generar el escenario actual del proyecto, y a partir de ahí establecer nuestra línea cero o base en las obras y medidas de mitigación que compensen el incremento en los niveles de erosión por el CUSTF.

Como era de suponerse por las condiciones medioambientales del sitio del proyecto con una baja precipitación, dando características de un clima de seco a semiseco, la erosión o agente más erosivo es el viento, en la siguiente gráfica y tabla se hace una suma de los dos tipos de erosión que fueron determinados para el proyecto.

Erosión total actual y con proyecto en el área de CUSTF.

Clase de erosión	Escenario actual (ton/ha/año)	Escenario con proyecto (ton/ha/año)
Erosión hídrica	0.04	1.12
Erosión eólica	3.47	61.99
Erosión total	3.51	63.11

Con los datos obtenidos se demuestra que en las condiciones actuales la erosión eólica es la de mayor importancia por las condiciones medio ambientales de clima semi-secos, con una precipitación baja, en el sitio del proyecto y es por lo tanto que se deben proponer medidas que

contrarresten los efectos del cambio de uso de suelo, en contraste la erosión hídrica es baja en la zona.

Incremento de la erosión total con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal

Para estimar el incremento total en los niveles de erosión a causa del desmonte en el área forestal del proyecto se realizó una suma de los incrementos parciales obtenidos previamente para la erosión hídrica y la eólica, en la siguiente tabla se representa los niveles de erosión que se incrementan a cauce del CUSTF.

Incremento potencial de la Erosión por la ejecución del CUSTF

Clase de erosión	Erosión actual* (ton/año)	Erosión con CUSTF* (ton/año)	Incremento (ton/año)
Erosión hídrica	0.06	1.68	1.62
Erosión eólica	5.19	92.74	87.55
Total	5.25	94.42	89.17

**Es el resultado de la multiplicación de la erosión por hectárea por las 1.4961 ha de CUSTF.*

Como se puede observar en la tabla, se tiene un incremento de pérdida de suelo del orden de 89.17 toneladas/ año con la ejecución del cambio de uso de suelo en las 1.4961 hectáreas, así mismo se determina que la erosión eólica es la más importante para la zona del proyecto donde aporta un incremento de 87.55 ton/año lo que representa el 98.19% de la erosión, mientras que la erosión hídrica es de 1.62 ton/año lo que representa el 1.81%.

Tasa de erosión con la aplicación de las medidas de mitigación

Una vez concluida la etapa de construcción del proyecto "Gasoducto Tula-Villa de Reyes, Sección 2A-2" se llevará a cabo un programa de restauración a través de una reforestación y obras de conservación de suelo en una superficie de 1.4961 ha, que corresponde al DDV del gasoducto.

La restauración tienen por objetivo, compensar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión hídrica, eólica y en la infiltración de agua, partiendo de la necesidad de compensar ambientalmente por la erosión a aumentar y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto, mismos que se identificaron y cuantificaron en el capítulo IV en el estudio técnico justificativo.

Para el área de restauración del proyecto se considera con base que la erosión hídrica y eólica a recuperar es la misma calculada para el escenario del predio con la realización del desmonte, que es de 94.42 ton/año. Esta pérdida potencial de suelo es el escenario base o año 1 a partir de la cual se emprenderán medidas para reducir este nivel hasta alcanzar la compensación.

Erosión hídrica y eólica con la restauración

Para cuantificar la erosión que se dejaría de generar por las acciones propuestas en los polígonos de las franjas temporales y permanentes que es de 1.4961 ha, se consideró la distribución de superficies por tipo de actividades que se señalan en la tabla siguiente:

Actividades y superficies para la restauración.

<i>Ubicación</i>	<i>Acción o actividad</i>	<i>Área (ha)</i>
<i>Franja de afectación temporal (FAT) del presente proyecto, excluyendo las áreas que sustentan un uso agrícola, por lo que el FAT a reforestar corresponde a las zonas que actualmente son forestales de los tipos de vegetación Matorral crasicaule y bosque de galería.</i>	<i>Reforestación con terrazas individuales (FAT)</i>	<i>0.4550</i>
<i>Derecho de Vía del proyecto (DDV) tanto de del FAT y FAP de la vegetación de Tular</i>	<i>Reforestación del Tular</i>	<i>0.9621</i>

Como se observa en la tabla anterior, se tiene una superficie destinada de 1.4171 ha para obras de reforestación y terrazas individuales, existiendo un área de traslape donde se conjugarán ambas obras, es decir la reforestación y las obras de conservación de suelos.

Estimación de la Erosión Hídrica con las obras propuestas

Para cuantificar la erosión hídrica que se dejaría de generar por las acciones de reforestación y obras de conservación de suelo propuestas en el polígono de CUSTF en las 1.4961 ha, se procedió a simular a través de la ecuación universal de pérdida de suelo (RUSLE) considerando la reforestación como medida de cambio de cobertura de suelo (Factor C) y las obras de conservación de suelo y agua (factor P).

Con la tabla anterior, para el área de enriquecimiento de la vegetación se utilizaron valores promedio para obtener el valor de "C" actual y su modificación conforme se desarrolla la vegetación.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Factor C considerado para el área de reforestación en el área de vegetación de matorral crasicaule

Año	Condición	Cobertura del suelo	Factor C dentro del FAT
1	Establecimiento de la reforestación	0 %	0.45
2	Reforestación con vegetación de matorral con escasa cobertura	10 %	0.4
3	Reforestación con vegetación de matorral con una cobertura del 20% y plantas herbáceas sin descomponer en el 20% del suelo	20 %	0.22
4	Reforestación con vegetación de matorral con una cobertura del 40% y plantas herbáceas sin descomponer en el 40% del suelo	30 %	0.09
5	Reforestación con vegetación de matorral con una cobertura del 40% y plantas herbáceas sin descomponer en el 60% del suelo	40 %	0.040

Factor C considerado para el área de reforestación en el área de vegetación de galería

Año	Condición	Cobertura del suelo	Factor C dentro del FAT
1	Establecimiento de la reforestación (después del CUSTF)	0 %	0.45
2	Reforestación con vegetación de pequeña (brinzales) con escasa cobertura	10 %	0.4
3	Reforestación con vegetación de altura baja con una cobertura del 25% y plantas herbáceas sin descomponer en el 20% del suelo	40 %	0.22
4	Reforestación con vegetación de arbolado sin matorral pequeño con una cobertura del 50% y cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus en el 40% del suelo	50 %	0.09
5	Reforestación con vegetación de arbolado sin matorral pequeño con una cobertura del 60% y cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus en el 80% del suelo	60 %	0.013

Factor C considerado para el área de reforestación en el área de vegetación de tular

Año	Condición	Cobertura del suelo	Factor C dentro del FAT
1	Establecimiento de la reforestación (después del CUSTF)	0 %	0.45
2	Reforestación con vegetación de Tular en la totalidad del área para su restablecimiento de forma natural por su fácil propagación, teniendo inicialmente una escasa cobertura	20 %	0.17
3	Establecimiento del tular en un 50% del área donde se desarrolla este tipo de vegetación y un cubrimiento en contacto con el suelo del 40%	50 %	0.07
4	Vegetación del tular con una cobertura total del 75% y un cubrimiento en contacto con el suelo del 80%	75 %	0.012
5	Restablecimiento de la condición original de la vegetación con una cobertura del 100% y del contacto con el suelo completo	100 %	0.003

Fuente: Elaborado a partir de valores promedio de los Valores de C para pastizales, matorral y arbustos.

De igual manera, se modificó el Factor de Prácticas de Conservación (P) de la ecuación universal de pérdida de suelos, debido a que se contempla las actividades de conservación del suelo, con la construcción de barreras de retención de suelo con material obtenido del desmonte, dicha acción se llevará a cabo en la Franja de Afectación Permanente de los tipos de vegetación del Matorral Crasicaule y de la vegetación de bosque de galería y se encuentren con un uso forestal, por lo que se deba considerar construir obras de conservación de suelos sumando una superficie de 0.0790 ha. Para este caso en particular se consideró el factor P, definido por Becerra (1999), el cual recomienda valores a considerar en la EUPS para obras de conservación de suelos de acuerdo con la pendiente. Estos valores son conservadores y muy similares a los que manejan otros autores como TRAGSA.

Valor del factor P Prácticas de conservación de suelos en las áreas de restauración del DDV.

Obra de conservación	Valor
Barreras de retención de suelo	0.45

Para el caso de las terrazas individuales se consideró su construcción por su beneficio y viabilidad técnica en la Franja de Afectación Permanente de los tipos de vegetación Matorral Crasicaule y la vegetación de bosque de galería, asignando el mismo factor para esta obra. Para determinar la erosión contemplando las áreas propuestas para restaurar, se ejecutó de nuevo el modelo de la EUPS asumiendo los parámetros establecidos expuestos anteriormente, con el proyecto de restauración obteniendo los siguientes resultados:

Una vez realizado el proceso en el sistema de Información geográfica, se obtuvieron los siguientes resultados:

Erosión hídrica promedio por hectárea una vez reforestado en ton/ha/año.

Acción a llevar	Erosión promedio ton/ha/año				
	1	2	3	4	5
Reforestación y obras de conservación de suelos	1.12	0.44	0.23	0.09	0.01

Fuente: Resultado promedio de la EUPS en el SIG de los valores de los pixeles del área restituida

Si se multiplica el volumen ton/ha/año por la superficie en la cual se realizarán las actividades de reforestación que es de 1.4961 hectáreas, obtenemos el volumen promedio que por erosión hídrica se tendría del año 1 al 5, los cuales se reflejan en la siguiente tabla

Erosión hídrica en la totalidad del área del proyecto (ton/año).

Acción a llevar	Área (ha)	Actual	Erosión promedio ton/año en 1.4961 ha				
			1 (con CUSTF)	2	3	4	5
Reforestación y obras de conservación de suelos	1.4961	0.06	1.68	0.66	0.34	0.13	0.01

*Año 1 con relación al inicio de la reforestación

Los cálculos obtenidos, mediante la ejecución del programa reforestación y obras de conservación de suelo, disminuye la pérdida potencial de suelos gradualmente, hasta llegar al año 5 con una pérdida de suelos de 0.01 ton/año.

Si consideramos que inicialmente, las áreas sin restauración y ejecutando el CUSTF presentan 1.68 ton/año en el año base (año 1) y en el año 5 presenta una erosión de 0.01 ton/año existe una disminución de 1.67 ton/año, superior al incremento de 1.62 ton/año. Para los años posteriores al año 5, este saldo positivo se incrementa debido al crecimiento de la vegetación establecida en la reforestación y al incremento de la cobertura. Los resultados comparativos por escenario se muestran en la tabla siguiente:

Erosión hídrica total con la ejecución del proyecto por año.

Tipo de erosión	Escenario Actual ton/ha/año	Escenario con proyecto ton/ha/año	Erosión con medidas año 5 (ton/ha/año)
Erosión hídrica	0.04	1.12	0.01

Fuente: Resumen de resultados obtenidos

En la tabla anterior, se puede observar que la tasa de erosión hídrica con las medidas de mitigación es menor que la que se tiene actualmente sin proyecto.

Estimación de la Erosión eólica con la restauración

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Al igual que en la erosión hídrica, para el caso de la erosión eólica se ejecutó de nuevo el modelo elaborado con el SIG considerando la actividad de la reforestación, para lo cual se tomaron los valores contenidos en la siguiente tabla.

Valoraciones del factor vegetación natural "V" adimensional. FAO (1980).

Estado Actual	Tipo de vegetación	Condición a crear	Año 1 (con CUSTF)	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Reforestación de la FAT	Matorral crasicaule	Vegetación de matorral crasicaule con especies nativas	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1
Reforestación de la FAT	Vegetación de galería	Vegetación de galería	0.7	0.5	0.3	0.15	0.05
Reforestación de la FAT y FAP	Tular	Tular	0.7	0.4	0.2	0.1	0.01
Establecimiento natural de la vegetación natural de la FAP	Herbáceas	Similar a una estepa sin árboles	0.7	0.6	0.5	0.3	0.15

Para determinar la erosión eólica que se dejaría de producir en las áreas propuestas para reforestar se ejecutó de nuevo el modelo de la FAO asumiendo los parámetros establecidos en el capítulo IV "descripción del predio" exceptuando el relativo a la cobertura vegetal siendo esta la que se presenta en la tabla anterior conforme al año y desarrollo de la vegetación, con el proyecto de reforestación, obteniendo los datos que se muestran a continuación:

Erosión eólica futura promedio (con el proyecto de restitución).

Acción a llevar	Erosión promedio ton/ha/año				
	1	2	3	4	5
Reforestación y obras de conservación de suelos	61.99	39.66	22.28	12.55	2.9

Si se multiplica el volumen ton/ha/año por la superficie en la cual se realizarán las actividades de reforestación que es de 1.4961 hectáreas, obtenemos el volumen promedio que por erosión hídrica se tendría del año 1 al 5, los cuales se reflejan en la tabla siguiente.

Erosión eólica total en las áreas de reforestación

Acción a llevar	Área ha	Actual	Erosión promedio ton/año en 1.4961 has				
			1	2	3	4	5
Reforestación y obras de conservación de suelos	1.4961	5.19	92.74	59.34	33.33	18.78	4.34

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Como resultado general se presentará una erosión eólica de 92.74 ton/año mientras que con la ejecución del proyecto de reforestación de las áreas afectadas por el CUSTF se tendría una erosión eólica de 4.34 Ton/año hacia el año 5, lo cual significa una disminución de 88.40 por lo que si comparamos con la que se incrementaría con la ejecución del proyecto de CUSTF en las 1.4961 ha (87.55 ton/año) es mayor, por lo que se estaría reduciendo la erosión eólica con las medidas de mitigación.

Conclusiones que con la ejecución del proyecto no se provoca un incremento de la erosión:

Con los cálculos y estimaciones realizadas por medio de la ecuación universal de pérdida de suelos y la ecuación desarrollada por la FAO para la erosión eólica, para determinar la erosión o pérdida potencial de suelo en el predio sujeto a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se determinó un incremento de 89.17 tonelada/ha/año considerando exclusivamente la superficie de 1.4961 hectáreas que requieren autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Para hacer el análisis y poder afirmar que la ejecución del proyecto no generará erosión de los suelos, se ha propuesto como medida de compensación la implementación de trabajos de reforestación de las franjas de ocupación temporal y permanente del gasoducto las cuales suman una superficie de 1.4961 hectáreas. Para el área de restitución de 1.4961 hectáreas, se estimó la erosión actual con las mismas metodologías de la ecuación universal de pérdida de suelos y de la ecuación desarrollada por la FAO para la erosión eólica obteniéndose los siguientes resultados:

Comparativo de la erosión por hectárea en los tres escenarios.

Tipo de erosión	Escenario Actual ton/ha/año	Escenario con proyecto ton/ha/año	Erosión con medidas año 5 (ton/ha/año)
Erosión hídrica	0.04	1.12	0.01
Erosión eólica	3.47	61.99	2.9
Total	3.51	63.11	2.91

Comparativo de la erosión con el programa de restauración.

Clase de erosión	Escenario 1. Situación Actual (ton/año)	Escenario 2 con CUSTF (ton/año)	Escenario 3 con Restauración* (ton/año)
Erosión hídrica	0.06	1.68	0.01
Erosión eólica	5.19	92.74	4.34
Total	5.25	94.42	4.35

Fuente: concentrado de resultados obtenidos en tablas anteriores

*año 5 de la restauración

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Los resultados obtenidos anteriormente, se tiene una disminución de la erosión con la ejecución de las medidas de mitigación, con una tasa anual menor a la que se tiene actualmente en el área del proyecto, por lo que, el aumento potencial que se tiene con la ejecución del proyecto, se disminuye a tal grado que no se provocará un incremento en la erosión de los suelos.

A pesar de que se reducen los niveles de erosión en el año 5 a niveles menores a los que presenta actualmente el área del proyecto, se presenta una pérdida de suelo durante los 5 años conforme crece la vegetación establecida, por lo que se tienen las siguientes cantidades:

Niveles de erosión durante un periodo de 5 años posteriores a la reforestación.

Erosión	Área (ha)	Año (Ton/Año)				
		1	2	3	4	5
Erosión hídrica ton/año	1.4961	1.68	0.66	0.34	0.13	0.01
Pérdida acumulada			2.34	2.68	2.81	2.82
Erosión eólica ton/año	1.4961	92.74	59.34	33.33	18.78	4.34
Pérdida acumulada			152.08	185.41	204.19	208.53
Erosión total (ton/año)	1.4961	94.42	60.00	33.67	18.91	4.35
Pérdida acumulada total			154.42	188.09	207.00	211.35

De acuerdo con lo anterior, al año 5 se tiene una pérdida acumulada de 211.35 toneladas en las 1.4961 hectáreas, por lo que a continuación se calcula la capacidad de retención de las obras de conservación de suelos (Terrazas individuales y barreras de sedimentación).

Medidas de mitigación con obras de conservación de suelo y agua.

Estimación de la Erosión con medidas de mitigación (Escenario 3)

Las medidas de mitigación propuestas para evitar el incremento de la pérdida de suelo por el desmonte de 1.4961 hectáreas, se describen a continuación:

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Actividades y superficies para la restauración.

Ubicación	Acción o actividad	Área (ha)
<i>Franja de afectación temporal (FAT) del presente proyecto, excluyendo las áreas que sustentan un uso agrícola, por lo que el FAT a reforestar corresponde a las zonas que actualmente son forestales de los tipos de vegetación Matorral crasicaule y bosque de galería.</i>	<i>Reforestación con terrazas individuales (FAT)</i>	<i>0.4550</i>
<i>Derecho de Vía del proyecto (DDV) tanto de del FAT y FAP de la vegetación de Tular</i>	<i>Reforestación del Tular</i>	<i>0.9621</i>

Manejo de la capa superficial del suelo

Posterior a los rescates de fauna, flora, colecta de semilla, derribo y retiro de material vegetal se procederá a rescatar la tierra vegetal consistente en la remoción de la capa superficial de suelo que oscila en un rango de 0 a 20 centímetros de suelo. Esta capa fértil se colocará en un extremo de la franja de afectación temporal y se programará su uso en la etapa de restauración.

El suelo superficial removido en las áreas de cambio de uso de suelo forestal será separado del subsuelo, almacenado y mantenido temporalmente en un área separada. Este material será utilizado en las tareas de recomposición del terreno, de manera de restaurar las condiciones edáficas superficiales para la revegetación.

Si consideramos una capa de 10 cm en promedio, por la superficie del predio, tendríamos un retiro de 1496.10 m³ multiplicado por un coeficiente de 1.20 para su estimación en toneladas se tiene un volumen de 1,795.32 toneladas retiradas, almacenadas temporalmente y reincorporadas en el proceso de restauración del sitio.

Si consideramos que existe la pérdida potencial de suelo por la erosión hídrica y eólica en un volumen por ha de 59.60 ton/ha/año y en una superficie de 1.4961 hectáreas se tendría una pérdida potencial de 1,463.95 ton/año, se evita la pérdida quitando la capa fértil del suelo, como se muestra en la siguiente tabla comparativa.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Niveles de erosión actual y con desmonte.

Erosión (ton/año)		Pérdida potencial de suelo (ton/año)	Suelo retirado y almacenado (ton)
Actual	Con proyecto		
5.25	94.42	89.17	1,795.32

Con lo anterior, se demuestra que la pérdida potencial de suelo por la erosión hídrica y eólica se evita al remover y almacenar la capa de suelo fértil.

Capacidad de retención de sedimentos de las obras de conservación de suelos

Terrazas individuales

Con las características del predio, se ha determinado una cantidad de 1,283 terrazas/ha en matorral crasicaule distribuidas en tres bolillo a lo largo de la franja de afectación temporal del área solicitada de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Características de las terrazas individuales.

Tipo de vegetación	Densidad de terrazas/ha	Área donde se construirá (FAT)	Terrazas a construir
Matorral Crasicaule	1,283	0.2409	309
Bosque de galería	2,500	0.2141	535
Total			844

Su ubicación georreferenciada de cada una de ellas sería muy complicado establecerla tanto por la cantidad como por la exactitud, sin embargo existe la ubicación de las áreas de afectación temporal del proyecto que es de 0.4550 hectáreas, por lo que se tiene como meta la construcción de 884 terrazas, con una capacidad de captación de agua y azolves de 0.15708 m³ por terraza (resultado de la cubicación de un círculo de 1 m de diámetro y 0.10 m de profundidad), lo que representa 132.58 m³ en toda el área del proyecto.

Características de las terrazas individuales.

Concepto	Unidad	Valor
Diámetro de la terraza	Metro	1
Área de la terraza	Metro cuadrado	0.7854
Profundidad de la terraza	Metro	0.2
Volumen de la terraza	Metro cúbico	0.15708

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Concepto	Unidad	Valor
Densidad de terrazas por hectárea	Terraza	1,283 y 2,500
Superficie a construir terrazas	Hectárea	0.455
Número de terrazas a construir	Terraza	844
Volumen a retener total	Metro cúbico	132.58
Volumen a retener total	Toneladas	159.09

Con esta capacidad de retención de 132.58 m³, multiplicado por el factor de 1.20 para su conversión a toneladas nos arroja un volumen de 159.09 toneladas de capacidad de retención de suelo.

Comparativo del incremento de la erosión con el desmote y la capacidad de retención de las terrazas individuales

Incremento de la Erosión con el desmote	Capacidad de retención de las terrazas
89.17 Ton	159.09 Ton

Con la tabla anterior, las terrazas individuales presentan una capacidad suficiente para retener el incremento de la pérdida de suelo por la erosión hídrica motivada por el desmote, una vez que se ha reintegrado al área del proyecto, el cual había sido previamente retirado y vuelto a establecer una vez concluidos los trabajos de construcción.

Conclusiones de la capacidad de retención de suelo de las obras de conservación.

Como se observa con los análisis por tipo de actividad a desarrollar durante el periodo de 5 años posteriores a la construcción del gasoducto se logrará una retención de sedimentos mayor a la que se pierde por la ejecución del proyecto de CUSTF, como se muestra en el siguiente resumen:

Capacidad de retención de suelo de las obras a implementar.

Obra de conservación de suelo y agua	Superficie	Volumen (Ton)
Terrazas individuales	0.4550	159.09
Total		159.09

La función en conjunto de estas actividades permite retener en términos reales la erosión hídrica en un volumen de 159.09 ton posteriores al desmote y a la reincorporación de la capa fértil del suelo.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Comparativo de la erosión acumulada y la capacidad de retención en 5 años.

Erosión hídrica acumulada	Capacidad de retención
2.82 Ton	159.09 Ton

Esta pérdida acumulada de 2.82 toneladas en los cinco años es menor a la capacidad de retención de las obras propuestas.

Resumen de los valores de erosión acumulada y de la capacidad de retención de suelo de las obras.

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Erosión Hídrica total Ton/año	1.68	0.66	0.34	0.13	0.01
Capacidad retención de las obras Ton	159.09	157.41	156.75	156.41	156.28

Si bien al año 5 se tiene una pérdida acumulada de 211.35 toneladas, considerando la erosión hídrica y la eólica, la capacidad de las obras es factibles para retener la erosión hídrica y en cuanto a la pérdida de suelo debido a la erosión eólica, la disminución de la pérdida de suelo será de manera gradual conforme crece la reforestación de la franja de afectación temporal, como se demostró en apartados anteriores.

Con los cálculos obtenidos, durante las diferentes etapas del proyecto no se provocará la erosión o pérdida de los suelos, de acuerdo con la aplicación de las medidas de mitigación antes descritas, hasta tener una tasa de erosión menor a la que se tiene actualmente.

Comparativo de la erosión total en el área del proyecto.

Clase de erosión	Escenario Actual ton/año	Escenario con proyecto (ton/año)	Erosión con medidas año 5 (ton/año)
Erosión hídrica	0.06	1.68	0.01
Erosión eólica	5.19	92.74	4.34
Total	5.25	94.42	4.35

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos del modelo de la EUPS y ecuación de la erosión eólica.

Se concluye que con la ejecución del proyecto, no se provocará la erosión de los suelo, en virtud de que con la aplicación de las medidas de mitigación, se evita la pérdida de suelo durante el desmonte debido a que el suelo se encuentra resguardado y posteriormente cuando se reincorpora se cuenta

con la capacidad de controlar la pérdida potencial de suelo durante los primeros 5 años del establecimiento de las medidas de mitigación, disminuyendo la erosión que se tiene actualmente en el área del proyecto, por lo que no se provocará un incremento en la erosión de los suelos, con lo cual se justifica el criterio de excepcionalidad indicado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

Adicionalmente se señala que como medidas de prevención y mitigación se contemplan las siguientes actividades enfocadas a evitar la afectación de los ecosistemas:

- *Troceado y distribución de los residuos no aprovechables de la vegetación para que se reintegren al suelo y a su vez lo protejan de la erosión hídrica y eólica.*
- *Proteger el suelo con una base de plástico o de concreto al momento de hacer carga de combustible, para evitar que los derrames accidentales de combustibles o aceites se infiltren.*
- *Durante la operación de excavado, se retirará la tierra vegetal y se colocará en la franja de afectación temporal, para poder optimizar su uso y reutilizarla en actividades de recuperación del sitio y la reubicación de individuos.*
- *Evitar la disposición sobre el suelo de los residuos orgánicos producto de la ingesta y desechos de los trabajadores colocando tambos de basura*
- *Se colocarán contenedores para el almacenamiento de los residuos, para su posterior traslado al lugar determinado en el que se realice la disposición de residuos.*
- *Para disminuir el riesgo de contaminación al suelo, se contratará una empresa que se encargue de la disposición de los residuos, con la finalidad de dar un manejo adecuado.*
- *En los sitios en los que se detecte cualquier indicio de erosión, se aprovecharán los materiales que se extraerán producto del cambio de uso de suelo, principalmente los arbustos, para construir barreras de estos materiales que impidan el arrastre de partículas por efecto del agua de lluvia, facilitando así la retención de los mismos en el sitio.*
- *Colocación de baños portátiles para uso de los trabajadores.*

Por lo anterior, con base en los razonamientos y consideraciones arriba descritas, esta Autoridad Administrativa considera que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117 párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal

Sustentable, en cuanto a que, con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo forestal, **no se provocará la erosión de los suelos.**

3. Por lo que corresponde al **tercero de los supuestos** arriba referidos, relativo a la obligación de demostrar que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, del estudio técnico justificativo e información complementaria, se desprende lo siguiente:

Del estudio técnico justificativo se desprende lo siguiente:

Con la clasificación hidrológica de INEGI (Red hidrográfica Nacional 2.0), se ubica dentro de la cuenca Río Moctezuma, en la Región Hidrológica RH26, con la red hidrográfica nacional y a lo observado en campo, en el trazo se tiene la presencia de un escurrimiento de tipo perenne, denominado Río Tula, el cual tiene su desembocadura en la presa Endho, que se ubica a 700 metros del cruce más cercano.

La ubicación de las áreas solicitadas de cambio de uso de suelo de terrenos forestales de la Sección 2A-2, se está solicitando en una parte en la zona federal del cruce con el río Tula, por lo que la afectación del cauce será de manera temporal con un diseño de ingeniería que afecte lo menos al recurso hidrológico, esto se describe ampliamente en el capítulo II y las medidas a ser consideradas en el capítulo VIII de este ETJ.

El río Tula es uno de los escurrimientos más grandes que atraviesa el trazo del gasoducto, a raíz de esto y de la afectación por la construcción del gasoducto se delimitó la zona federal de cada lado del escurrimiento realizado el trámite ante la Comisión Nacional del Agua, en la dirección estatal de Hidalgo obteniendo los permisos correspondientes para su construcción, por lo que la vegetación en la zona federal del río Tula es la afectada para este ETJ.

El área del Proyecto se ubica dentro del acuífero Valle del Mezquital (1310), definido por la CONAGUA con las características de la siguiente tabla:

Datos de disponibilidad del acuífero donde se ubica el área del proyecto.

Concepto	Acuífero (1310) Valle del Mezquital (Mm³/año)
Recarga media anual	515
Descarga natural comprometida	293
Volumen concesionado de agua subterránea	161.502868
Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos	137.7
Disponibilidad media anual de agua subterránea	60.497132
Déficit	0.0

*Fuente: CNA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero 1310 Valle del Mezquital.
Publicada el 20 de abril del 2015 en el DOF*

Estimación de la infiltración en las áreas de cambio de uso de suelo forestal

Para conocer la interacción del proyecto de CUSTF en las 1.4961 ha para el proyecto “Sección 2A-2, Gasoducto Tula-Villa de Reyes” sobre el recurso agua y especialmente en la infiltración en el acuífero se estimó la infiltración utilizando el balance hídrico del predio de CUSTF.

Mediante el uso del balance hídrico de la zona, la infiltración se determina por la diferencia de la precipitación, menos la interceptación, evapotranspiración y el escurrimiento superficial, quedando la ecuación de la siguiente manera:

$$\text{Infiltración (Inf): } Inf = P - (Int + Ev + E)$$

Dónde:

P: Precipitación (m³/año)

Int: Interceptación (m³/año), por el dosel de la vegetación arbórea

Ev: Evapotranspiración (m³/año), Evaporación + Transpiración.

E: Escurrimiento Superficial (m³/año).

Inf: Infiltración (m³/año)

Cálculo de la Interceptación de Agua

La interceptación hace referencia a la cantidad de agua que es retenida y conservada en la vegetación, la hojarasca que está sobre el suelo y que luego se evapora (Jiménez, 2009). La interceptación de la precipitación dentro del área del proyecto de CUSTF se calculó mediante un

coeficiente de intercepción correspondientes a los tipos de vegetación y uso del suelo que hay dentro de la misma.

Para el cálculo de la intercepción se requiere obtener los valores de los siguientes parámetros:

- Cubierta forestal.
- Cobertura de la vegetación
- Área (ha).
- Agua Precipitada (m^3).
- Agua captada por la cobertura (m^3).
- Coeficiente de intercepción.

La cubierta forestal se refiere al tipo de vegetación que será sujeta de afectación (pino, encino, selva baja caducifolia, etc.). Así como su cobertura, el cual es un valor porcentual basado en la observación directa de la vegetación en campo en el que se determina el porcentaje de suelo que cubre la vegetación forestal.

En tanto que el área es la superficie que se está proponiendo para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, diferenciada por tipo de vegetación y densidad.

El agua precipitada es el producto que se obtiene de multiplicar la superficie de cada tipo de vegetación y cobertura por la precipitación promedio para el sitio del proyecto. Considerando una precipitación promedio anual de 557.3 mm la cual es la correspondiente a la estación Tula (13092), se tendría una precipitación de 5,573.0 m^3 /ha, obteniéndose los resultados siguientes:

Estimación del agua precipitada por tipo de vegetación y cobertura.

Cubierta o uso del suelo	Cobertura o densidad %	Área (ha)	Precipitación m^3 /ha	Agua Precipitada (m^3)
Matorral Crasicaule	50	0.283	5,573.0	1,577
Vegetación riparia o de galería	90	0.251	5,573.0	1,399
Vegetación de tular	100	0.9621	5,573.0	5,362
Total		1.4961		8,338

El agua captada por la cobertura de vegetación se obtiene multiplicando el agua precipitada por el porcentaje de la cobertura.

Estimación del agua captada por tipo de vegetación y cobertura

Cubierta o uso del suelo	Cobertura de la vegetación %	Agua Precipitada (m³)	Agua captada por la cobertura (m³)
Matorral Crasicaule	50	1,577	789
Vegetación de galería	90	1,399	1259
Vegetación de tular	100	5,362	5362
Total		8,338	7,409

El coeficiente de intercepción de la selva, bosque y pastizales se calculó con base a los propuestos por Westenbroek, S.M et. al. (2010) en la siguiente tabla:

Factor de intercepción en Bosque o Selva.

Cubierta	Factor de Intercepción
Matorral (Shrubland)	0.0625
Tular (Wetland)	0.05
Vegetación de galería (Forested wetland)	0.05

Fuente: Westenbroek, S.M et. al. (2010)

Finalmente el cálculo de la intercepción, misma que es el producto de multiplicar el agua captada por la cobertura por el coeficiente de intercepción obteniéndose los siguientes resultados:

Intercepción de la vegetación escenario actual.

Cubierta o uso del suelo	Área (ha)	Cobertura (promedio) de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m³)
Matorral Crasicaule	0.283	0.283	789	0.0625	49
Vegetación de galería	0.251	0.251	1259	0.05	63
Vegetación de tular	0.9621	0.9621	5362	0.05	268
Total	1.4961	1.4961	7,409		380

Fuente: La intercepción es el resultado de la multiplicación del agua captada por el coeficiente de intercepción

De la tabla anterior se obtiene la intercepción total dentro del área del predio solicitado para CUSTF, de 380 m³ lo que representa un 4.56% del total de agua captada en la zona.

Cálculo de la Evapotranspiración

La evapotranspiración combina dos formas mediante las cuales el agua regresa en forma gaseosa a la atmósfera. Dentro de ambos procesos interfieren una serie de variables generalmente complejos. Dado que los datos para la obtención de la evapotranspiración son escasos y las mediciones para encontrar el valor de las pérdidas de agua son difíciles y presentan altos costos para llevarse a cabo, se consideró lo determinado por la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007), para calcular la evapotranspiración real. La ecuación es la siguiente:

$$E = \frac{P}{\sqrt{1.5 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde:

E: Evapotranspiración real en mm

P: Precipitación anual en mm

$L = 300 + 25T + 0.05T^2$

T: Temperatura media anual en °C

Para la determinación de la evapotranspiración real es necesario conocer la temperatura media anual en grados Celsius, para lo cual se utilizó la que se presenta en la normal climatológica de la estación Tula (13092), los datos se pueden consultar en el punto de clima de este capítulo, la cual asciende a 17.60 grados Celsius.

Valores considerados para la estimación de la Evapotranspiración:

P= Precipitación= 557.30 mm

T= Temperatura Media Anual= 17.60°C

$L = 300 + 25(17.60) + 0.05(17.60)^2 = 300 + 440 + 15.488 = 755.488$

$E = 557.30 / \sqrt{1.5 + [(557.30)^2 / (755.488)^2]}$

E= 389.79 mm

Evapotranspiración en el sitio del proyecto.

Evapotranspiración real (mm)	Área en ha	Evapotranspiración anual (m³)
389.79	1.4961	5,832

Fuente: La Evapotranspiración anual es el resultado de la evapotranspiración real por el área del proyecto.

Con las estimaciones realizadas la evapotranspiración es de 5,832 m³ el coeficiente de evapotranspiración partiendo que se tiene una precipitación de 8,338 m³ el coeficiente es de 69.94, este cociente indica que del 100% del agua precipitada el 69.94% se evapotranspira.

Cálculo del Escurrimiento medio

El escurrimiento se inicia sobre el terreno una vez que en la superficie se alcanza un valor de contenido de humedad cercano a la condición de saturación. Posteriormente se iniciará un flujo tanto sobre las laderas, como a través de la matriz de los suelos, de las fracturas de las rocas o por las fronteras entre materiales de distintas características, esto es, un flujo subsuperficial (Breña y Jacobo, 2006).

Para el análisis básico del escurrimiento, se deben de considerar las variables siguientes: la intensidad de la precipitación; la capacidad de infiltración de una superficie particular; la condición hidráulica a la que se encuentra el suelo o la roca; y la característica hidráulica del suelo o roca (Breña y Jacobo, 2006).

Existen diversos métodos para estimar el escurrimiento medio, desde el análisis de hidrogramas, aforo de corrientes y el uso de la fórmula racional (Viessman et al, 1989), misma que se detalla y utiliza, en la NOM-011-CNA-200 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales para su explotación y aprovechamiento (Diario Oficial de la Federación, 2 de agosto del 2001), y que se describe a continuación:

$$Vm = Ce * Pm * A$$

Dónde:

Vm = Volumen medio que puede escurrir (m³)

A = Área de la cuenca (m²) (para nuestro caso se consideró el área del proyecto)

Ce = Coeficiente de escurrimiento

Pm = Precipitación media (m)

Para determinar el Coeficiente de escurrimiento (Ce) de igual manera se consideró lo descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, en función del tipo y uso de suelo, y del volumen de precipitación anual.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Características por tipo de suelo

Tipo de suelo	Características
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: suelos algo más compactados que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 Diario Oficial de la Federación, 2 de agosto del 2000.

Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de praderas	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizales:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% poco pastoreo	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% regular	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% excesivo	0.24	0.28	0.3
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Praderas permanentes	0.18	0.24	0.3

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (Diario Oficial de la Federación, 2 de agosto del 2000)

En el área de estudio se clasificó el tipo de suelos y de acuerdo con sus características se encuentran en la categoría B, al ser estos de textura fina, aunque profundos y cercanos al cauce, clasificados como suelos medianamente permeables.

Con el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, se obtiene el valor K como en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** siguiente tabla, considerando el tipo de suelo B y las diferentes coberturas de la vegetación en el área del proyecto.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Factor K del área del proyecto

Cubierta	Cobertura de la vegetación %	Factor K Suelo B
Matorral Crasicaule	50	0.22
Vegetación de galería	90	0.16
Vegetación de tular	100	0.16

Fuente: Valores obtenidos por tipo de suelo y cobertura

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (C_e), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

Si K es menor o igual a 0.15 $C_e = K (P-250)/2000$

Si K es mayor a 0.15 $C_e = K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5$ (Donde P es la precipitación en mm)

Cálculo del coeficiente de escurrimiento

Cubierta	Cobertura de la vegetación %	Factor K Suelo B	Coeficiente de escurrimiento
Matorral Crasicaule	50	0.22	0.080
Vegetación de galería	90	0.16	0.031
Vegetación de tular	100	0.16	0.031

Con el dato anterior, el escurrimiento total de dentro del área del predio es de 338 m³ lo que representa un 4.06% del total de agua captada en la zona.

Calculo de la infiltración

Con base en los resultados anteriores utilizando la ecuación de la Infiltración $Inf = P - (Int + Ev + E)$, se obtienen los siguientes resultados:

$$Inf = 8,338 - (380 + 5,832 + 338) = 1,788 \text{ m}^3$$

La infiltración total dentro del predio donde se encuentra el proyecto es de 1,788 m³/año en las 1.4961 ha lo que representa un 21.44% del total de agua captada en la zona.

Escenario de la captación de agua con la ejecución del proyecto sin restauración

Con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal que afectará la cobertura forestal en 1.4961 ha, por la pérdida de la cubierta vegetal disminuirá la capacidad de infiltración, por lo que para

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

determinar el volumen que se dejaría de infiltrar, se utilizó la misma metodología del balance hidrológico, con la modificación de las variables de Intercepción y escurrimiento, que serían las variables que se modifican de la ecuación ($\text{Infiltración} = P - (\text{Int} + \text{Ev} + E)$).

Se presentan las tablas de los cálculos de intercepción y escurrimiento con el CUSTF, con una sola cobertura, debido a que ya se carece de vegetación.

Intercepción con el desmonte

Intercepción de la vegetación escenario con proyecto de CUSTF.

Cubierta	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coefficiente de intercepción	Intercepción (m³)
Área de CUSTF	1.4961	8,338	0	0	0.05	0
Total	1.4961	8,338		0		0

Escurrimiento con el desmonte

Escurrimiento en el escenario con proyecto de CUSTF.

Cubierta	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	(Pastizal)	Factor K Suelo B (suelo desnudo)	Coefficiente de escurrimiento	Escurrimiento (m³)
Área de CUSTF	1.4961	8,338	0	0.28	0.130	1,081
	1.4961	8,338				1,081

Con base en las modificaciones realizadas anteriormente y considerando que no se tendría vegetación forestal, se tiene el siguiente balance:

$$\text{Infiltración} = 8,338 - (0 + 5,832 + 1,081) = 1,425 \text{ m}^3$$

Si comparamos la infiltración actual con la ejecución del proyecto (cambio de uso de suelo en terrenos forestales) se tendría una disminución de 363 m^3 , $(1,788 - 1,425)$ volumen que se incrementa en el escurrimiento. Siendo este volumen el que se pondría en riesgo como servicio ambiental correspondiente al almacenamiento y retención de agua prestado por el área forestal solicitada para CUSTF.

Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en dos escenarios

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Infiltración actual (m³)	Infiltración con CUSTF (m³)	Diferencia (m³)
1,788	1,425	-363

Para compensar la infiltración disminuida a causa del CUSTF se proponen medidas de mitigación que se detallan en el capítulo VIII y en los anexos que corresponde a la restauración de la Franja de Afectación Permanente a través de la reforestación con especies nativas.

Escenario de la captación de agua con la ejecución del proyecto con medidas

Para estimar la capacidad de infiltración con las actividades de restauración se utilizó la misma metodología del balance hidrológico para calcular la infiltración, con la consideración de que se realice la reforestación de la franja de afectación del proyecto, es decir la superficie que se está solicitando de CUSTF.

En la siguiente tabla se presenta la superficie de reforestación por tipo de vegetación dentro de la Franja de Afectación Temporal (FAT) misma que se propone de reforestación.

Área de reforestación por tipo de vegetación.

Tipo de Vegetación	Superficie para reforestar	Área para reforestar
Matorral Crasicaule	0.2409	FAT
Vegetación de galería	0.2141	FAT
Vegetación de tular	0.9621	FAT y FAP
Total	1.4171	

Con base a los trabajos de reforestación en las 1.4171 hectáreas, más la superficie de 0.0790 de franja permanente donde habrá obras de conservación de suelos, se realizó el análisis de balance hidrológico, por lo que se consideró la modificación de la cobertura del suelo considerando un lapso de 6 años de análisis sobre el área de la reforestación considerando el crecimiento anual de la vegetación y en consecuencia de la cobertura vegetal de manera gradual por año, utilizando los valores estimados en la tabla para determinar el factor C (tabla presentada capítulo IV):

Factor K considerado para la cobertura del suelo B.

Año	Matorral		Tular		Vegetación de galería	
	Cobertura	Factor k	Cobertura	Factor k	Cobertura	Factor k
1	0%	0.28	0%	0.28	0%	0.28

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

2	10%	0.27	20%	0.27	10%	0.27
3	20%	0.26	50%	0.22	20%	0.26
4	30%	0.25	75%	0.20	40%	0.24
5	40%	0.24	100%	0.16	60%	0.22
6	50%	0.22	100%	0.16	80%	0.16

Para determinar la infiltración del área del proyecto con las medidas de restauración se volvieron a modificar las variables de Intercepción, Evapotranspiración y escurrimiento, que serían las variables que se modifican de la ecuación ($\text{Infiltración} = P - (\text{Int} + \text{Ev} + E)$), como se muestra en las tablas siguientes:

Intercepción de la vegetación Matorral Crasicaule escenario de reforestación año 1 al 6.

Año	Polígono	Actividad	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m³)	
								Parcial	Total
1	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	0	0	0.0625	0	0
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	
2	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	10	134	0.0625	8	8
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	
3	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	20	269	0.0625	17	17
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	
4	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	30	403	0.0625	25	25
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	
5	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	40	537	0.0625	34	34
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	
6	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	50	671	0.0625	42	42
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0	0	0	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración. Del capítulo IV
 FAT=Franja de Afectación Temporal; FAP= Franja de Afectación Permanente
 Ref=Reforestación, Te=Terrazas, Reg=Regeneración

Intercepción del Tular en escenario de reforestación año 1 al 6.

Año	Polígono	Actividad	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m³)	
								Parcial	Total
1	FAT	Reforestación	0.8119	4,525	0	0	0.05	0	0
	FAP	Reforestación	0.1502	837	0	0	0.05	0	
2	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	20	905	0.05	45	54
	FAP	Regeneración	0.1502	837	20	167	0.05	8	

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Año	Polígono	Actividad	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m³)	
								Parcial	Total
3	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	50	2,262	0.05	113	134
	FAP	Regeneración	0.1502	837	50	419	0.05	21	
4	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	75	3,394	0.05	170	201
	FAP	Regeneración	0.1502	837	75	628	0.05	31	
5	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	100	4,525	0.05	226	268
	FAP	Regeneración	0.1502	837	100	837	0.05	42	
6	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	100	4,525	0.05	226	268
	FAP	Regeneración	0.1502	837	100	837	0.05	42	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración. Del capítulo IV
FAT=Franja de Afectación Temporal; FAP= Franja de Afectación Permanente

Intercepción de la vegetación riparia o de galería en escenario de reforestación año 1 al 6.

Año	Polígono	Actividad	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m³)	
								Parcial	Total
1	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	0	0	0.05	0	0
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	
2	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	10	119	0.05	6	6
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	
3	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	20	239	0.05	12	12
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	
4	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	40	477	0.05	24	24
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	
5	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	60	716	0.05	36	36
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	
6	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1,193	80	955	0.05	48	48
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0	0	0	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración. Del capítulo IV
FAT=Franja de Afectación Temporal; FAP= Franja de Afectación Permanente
Ref=Reforestación, Te=Terrazas, Reg=Regeneración

Para la Evapotranspiración se consideró lo determinado por la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007).

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Evapotranspiración en los tres tipos de vegetación, escenario de reforestación año 1 al 6.

Año	Evapotranspiración real (mm)	Matorral crasicaule		vegetación de Tular		Vegetación de galería	
		Área (ha)	Evapotranspiración anual (m³)	Área (ha)	Evapotranspiración anual (m³)	Área (ha)	Evapotranspiración anual (m³)
1	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978
2	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978
3	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978
4	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978
5	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978
6	389.79	0.283	1,103	0.9621	3,750	0.251	978

Fuente: Elaborado a partir de los datos de la estación meteorológica de referencia

Escurrecimiento en el escenario de reforestación de Matorral Crasicaule año 1 al 6.

Año	Polígono	Acción a ejecutar	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Factor K	Factor C	Escurrecimiento (m³)	Total anual
Año 1	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	0	0.28	0.130	174	205
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.28	0.130	30	
Año 2	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	10	0.27	0.121	163	194
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.28	0.130	30	
Año 3	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	20	0.26	0.113	152	183
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.28	0.130	30	
Año 4	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	30	0.25	0.105	141	172
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.28	0.130	30	
Año 5	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	40	0.24	0.097	130	157
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.26	0.113	27	
Año 6	FAT	Ref. y terrazas	0.2409	1,343	50	0.22	0.080	108	133
	FAP	Regeneración	0.0421	235	0	0.25	0.105	25	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Ref=Reforestación, Te=Terrazas, Reg=Regeneración

Escurrecimiento en el escenario de reforestación del Tular año 1 al 6.

Año	Polígono	Acción a ejecutar	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Factor K	Factor C	Escurrecimiento (m³)	Total anual
Año 1	FAT	Reforestación	0.8119	4,525	0	0.28	0.130	587	695
	FAP	Reforestación	0.1502	837	0	0.28	0.130	109	
Año 2	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	20	0.27	0.121	550	651
	FAP	Regeneración	0.1502	837	20	0.27	0.121	102	
Año 3	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	50	0.22	0.080	364	431
	FAP	Regeneración	0.1502	837	50	0.22	0.080	67	
Año 4	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	75	0.2	0.064	290	343

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Año	Polígono	Acción a ejecutar	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Factor K	Factor C	Escurrecimiento (m³)	Total anual
	FAP	Regeneración	0.1502	837	75	0.2	0.064	54	
Año 5	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	100	0.16	0.031	141	168
	FAP	Regeneración	0.1502	837	100	0.16	0.031	26	
Año 6	FAT	Regeneración	0.8119	4,525	100	0.16	0.031	141	168
	FAP	Regeneración	0.1502	837	100	0.16	0.031	26	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Escurrecimiento en el escenario de reforestación de la vegetación de galería año 1 al 6.

Año	Polígono	Acción a ejecutar	Área (ha)	Agua Precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Factor K	Factor C	Escurrecimiento (m³)	Total anual
Año 1	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	0	0.28	0.130	155	181
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.28	0.130	27	
Año 2	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	10	0.27	0.121	145	172
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.28	0.130	27	
Año 3	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	20	0.26	0.113	135	160
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.27	0.121	25	
Año 4	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	40	0.24	0.097	116	139
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.26	0.113	23	
Año 5	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	60	0.22	0.080	96	118
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.25	0.105	22	
Año 6	FAT	Ref. y terrazas	0.2141	1193	80	0.16	0.031	37	57
	FAP	Regeneración	0.0369	206	0	0.24	0.097	20	

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Ref=Reforestación, Te=Terrazas, Reg=Regeneración

Una vez modificados y calculados los parámetros para los 6 escenarios (años) y los diferentes tipos de vegetación, se realizó una suma de cada proceso del balance hidrológico para cada año utilizando la ecuación Infiltración (Inf): $Inf = P - (Int + Ev + E)$, obteniendo los resultados siguientes:

Balance hidrológico de la reforestación año 1 al 6.

Año	Precipitación	Intercepción (m³)	Evapotranspiración total (m³)	Escurrecimiento (m³)	Infiltración (m³)
0 (Actual)	8,338	380	5,832	338	1,788
1	8,338	0	5,832	1,081	1,425
2	8,338	68	5,832	1,017	1,422
3	8,338	163	5,832	774	1,569

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Año	Precipitación	Intercepción (m³)	Evapotranspiración total (m³)	Escorrentamiento (m³)	Infiltración (m³)
4	8,338	250	5,832	654	1,602
5	8,338	337	5,832	442	1,727
6	8,338	358	5,832	357	1,791

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Una vez obtenida la infiltración en el área de compensación (1.4961 ha) durante un proceso de seis años, se realiza el comparativo de estos cálculos con la pérdida de infiltración por la ejecución del proyecto sin las medidas de mitigación.

En la siguiente tabla se realiza el comparativo de la infiltración en los tres escenarios (actual, con cambio de uso del suelo y con medidas de mitigación), para lo cual se considera el año 1 como el año en que se realiza el CUSTF y es la línea base del volumen de infiltración a recuperar y el año 2 sería el primer año de la reforestación como medida de mitigación, y así subsecuentemente.

Comparativo de la infiltración actual y con proyecto por año.

Año	Infiltración actual m³/año	Infiltración con el desmonte m³/año	Infiltración con Restauración m³/año	Saldo m³/año
0	1,788	1,425	-----	-363
1	-----	-----	1,425	-363
2	-----	-----	1,422	-366
3	-----	-----	1,569	-219
4	-----	-----	1,602	-186
5	-----	-----	1,727	-61
6	-----	-----	1,791	3

Fuente: Adaptada de los datos obtenidos del cálculo de infiltración actual y con medidas de mitigación.

Los resultados obtenidos, se demuestra que a partir del año 6 (5 después de la reforestación) las áreas de reforestación se recupera la pérdida potencial de la infiltración por las actividades del cambio de uso de suelo de terrenos forestales propuestos para el proyecto, teniendo para el año 6 una infiltración de 1,791 m³ anuales que es una capacidad mayor a la que se tiene actualmente sin proyecto de 1,788 m³ anuales.

Con lo descrito anteriormente, se puede concluir que con el cambio de uso de suelo forestal en las 1.4961 has, más las medidas de mitigación y restauración, la posible afectación a los recursos

hidrológicos es mitigable y se compensa con las actividades de restauración. Lo anterior, esclarece que con la ejecución del proyecto no se verán afectados abastecimientos de agua a poblaciones cercanas y en consecuencia no se pone en riesgo los servicios hidrológicos que se generarán en la zona y el impacto temporal que se pudiera presentar es mitigable y recuperable una vez restaurado el sitio.

Además, se proponen una serie de medidas para prevenir o mitigar dichos impactos, entre ellas pueden mencionarse las siguientes:

Con la finalidad de mitigar el efecto del proyecto por la remoción de vegetación se propone un programa de rescate, reubicación y reforestación de flora silvestre, el cual tiene por objetivo, disminuir la afectación a la misma, en especial de las especies que son más abundantes en el área del proyecto y dan estructura a la vegetación, a través del rescate y la reubicación de los organismos con el fin de mantener su abundancia, diversidad y sobre todo conservar los servicios ambientales que presentan dentro del ecosistema, Anexo 1 de 2.

- *Ejecución del programa de reforestación de flora silvestre, el cual tiene por objetivo, disminuir la afectación a la misma, Anexo 1 de 2.*
- *Se estima reforestar un total de 309 individuos de la especie *Prosopis glandulosa* para vegetación de matorral crasicaule, 214 individuos de la especie *Fraxinus uhdei* y 321 individuos de la *Salix humboldtian* para vegetación de galería y por ultimo la reforestación de la especie *Typha dominguensis* con un total de 192,420 individuos para vegetación de tular.*
- *Reubicaciones en sitios adyacentes en las áreas de afectación temporal del derecho de vía del proyecto, que cumplan con las características ambientales para hábitat de las especies a trasplantar.*
- *la especie *Typha dominguensis* tendrá una densidad de 20 plantas/m² para vegetación de tular.*
- *Establecer 193,264 plantas de las principales especies nativas, con el propósito de proteger el suelo y promover la infiltración del agua, en las 1.4171 has.*

- *Para mantener la calidad del agua dentro de los parámetros actuales en el área de cambio de uso del suelo se plantean una serie de medidas de prevención a realizar durante la etapa de preparación del proyecto y en la fase de restauración del sitio, siendo estas:*
- *Uso de letrinas portátiles conforme a las especificaciones que señale la normatividad vigente.*
- *Realización de mantenimiento preventivo y /o correctivo de equipo y maquinaria fuera del sitio del proyecto.*
- *Manejo de residuos sólidos urbanos a través de depósitos ubicados estratégicamente a lo largo del trazo del proyecto, debiendo realizar la separación por tipo de material.*
- *Realizar la carga de combustibles de maquinaria y equipo conforme al manejo que señale la normatividad vigente a fin de evitar derrames en el sitio del proyecto.*
- *Manejo adecuado de residuos peligrosos (estopas impregnadas de aceite y grasa, botellas de aceite, contenedores de grasa, depósitos de combustibles, entre otros) conforme lo que especifique la normatividad aplicable tanto en su recolección, manejo y disposición.*
- *Manejo adecuado de las aguas residuales de generarse estas en las actividades a las actividades de construcción del proyecto.*
- *Colocación y distribución de 1 baño portátil por cada 15 trabajadores en los sitios en los que no se cuente con el servicio sanitario, debiendo realizar el depósito o tratamiento de los residuos de acuerdo con las alternativas que brinde la región.*

Con base en las consideraciones arriba expresadas, esta Autoridad Administrativa estima que se encuentra acreditada la tercera hipótesis normativa que establece el artículo 117, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ya que ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, **no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.**

4. Por lo que corresponde al **cuarto de los supuestos** arriba referidos, relativo a la obligación de demostrar que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo, del estudio técnico justificativo, se desprende lo siguiente:

Justificación de porqué el uso alternativo propuesto es más productivo a largo plazo que el actual.

Con el fin de demostrar que el uso propuesto con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 1.4961 hectáreas es más productivo a largo plazo, se tomaron en cuenta las estimaciones económicas de los servicios ambientales que brinda el ecosistema por afectar, el valor de los recursos biológicos forestales que incluye el valor de las materias primas forestales y no forestales, esto para determinar el valor de uso forestal que presenta el predio en la actualidad y que será comparado con los beneficios que traerá el proyecto.

Considerando que los recursos biológicos forestales de la región representan cierta utilidad para los habitantes de las comunidades que habitan los alrededores del proyecto, ya que las especies vegetales representan indudablemente un valor económico se efectúa un análisis de los ingresos netos que a partir del ecosistema presente se podrían obtener mediante sus distintos usos alternativos.

Para tener una valoración aproximada se considerará con base a las 1.4961 hectáreas que se afectarán con el proyecto y de las cuales se solicitará el cambio de uso de suelo forestal. Se identificaron las 75 especies que se tienen las áreas forestales y su principal uso, mismo que fue identificado en los recorridos de campo en entrevistas a los lugareños, identificando siguientes usos: Leña, maderable, carbón ornamental, alimento, Ornamental y Forrajero, mismas que se indican en el capítulo XIII del estudio técnico justificativo.

Estimación económica de los productos

Para determinar el precio de los productos maderables, se consultó el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2014. Con base en el valor promedio de la producción maderable en el estado de Hidalgo otras latifoliadas (aserrío y leña), y el promedio nacional para las especies corrientes tropicales (Carbón) y se obtuvo el precio del m³ rollo para escuadría, carbón y leña, obteniendo los siguientes precios:

Valor económico de la madera para aserrío.

Nombre científico	Volumen Total Aprovechable (m ³ r)	Valor del m ³ r*	Valor estimado por la superficie del proyecto
<i>Fraxinus uhdei</i>	2.401	\$297.62	\$714.58
TOTAL	2.401		\$714.58

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Valor económico de la Madera para carbón

Concepto	Cantidad
Volumen total m ³ rta	4.152
Volumen aprovechable m ³	3.737
Valor por m ³	\$ 518.04
Valor estimado por la superficie del proyecto	\$1,935.92

Valor económico de la Madera para leña.

Concepto	Cantidad
Volumen total m ³ rta	33.569 m ³ rta
Volumen aprovechable leña m ³	30.212 m ³
Volumen aprovechable (30% del volumen de aserrío)	0.720 m ³
Volumen aprovechable total para leña	30.932 m ³
Valor por m ³	\$161.67
Valor estimado por la superficie del proyecto	\$5,000.78

Con respecto a la estimación de los valores económicos de los productos forestales no maderables, se realizó la estimación de los valores económicos de algunos productos no maderables que existen en la zona de cambio de uso del suelo forestal, aunque los precios de compra-venta son aproximados y/o de referencia en función de las perspectivas económicas de la población local, ya que se basan en la experiencia de dichos pobladores de la región con relación a cuanto podrían producir y cuánto podría valer los productos referidos, los productos no maderables tenemos los siguientes grupos.

- Alimento y forrajero
- Elaboración de bebida
- Elaboración de escobas
- Ornamental
- Forrajero

Valor económico de las especies de uso ornamental

No.	Nombre común	Nombre científico	No. individuos	Precio por pieza	Importe Total
1	Pirul	Schinus molle	28	\$30.00	\$840.00
2	Cardón Tunero	Cylindropuntia imbricata	161	\$50.00	\$8,050.00

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial

Dirección General de Gestión de Procesos Industriales

Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**

Bitácora 09/DSA0114/01/18

3	Cardón Pitaya	<i>Echinocereus pentalophus</i>	2	\$50.00	\$100.00
4	Biznaga Ganchuda	<i>Ferocactus latispinus</i>	1	\$50.00	\$50.00
		TOTAL	192		\$9,040.00

Dentro de este grupo para elaboración de bebidas se clasificaron las especies encontradas en el área de CUSTF que se elaboran bebidas de manera artesanal (mezcal potosino), siendo el producto final el que tiene un mercado y valor de consumo, basados con las entrevistas el valor de cada planta puede llegar a tener un valor de 350 pesos, con esta referencia se ha realizado la siguiente estimación:

Valor económico de las especies de elaboración de bebidas.

Nombre Común	Nombre Científico	Num plantas	Valor unitario	Valor económico
Maguey	<i>Agave salmiana</i>	1	300	\$300.00
Total				\$300.00

Del grupo alimento y forraje se clasificaron las especies encontradas en el área de CUSTF tales como los nopales, mismos que son usados como alimento de las familias de manera local y como forraje para el ganado bovino y ovino principalmente el valor que se estimó fue por pieza y de acuerdo con las entrevistas a lugareños durante el inventario forestal realizado.

Valor económico de las especies de alimento y forraje.

Nombre Común	Nombre Científico	Valor por individuo (\$)	Número de individuos	Valor económico
Nopal ovalado	<i>Opuntia streptacantha</i>	30	156	\$4,680.00
Total				\$4,680.00

Para clasificar las de uso exclusivo como forraje, como son los pastos y las herbáceas del área, se realizó la estimación con los valores indirectos como la renta anual para pastoreo que con la información de los lugareños la hectárea de renta para pastoreo tiene un valor de 1,000 pesos.

Los precios en el volumen de especies usadas como forraje se considera un producto que se aprovecha por superficie y no por individuo o volumen, siendo el número total de hectáreas por la renta de su utilización.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Valor económico de las especies forrajeras.

Producto	Valor por hectárea	Superficie de renta	Valor económico
Forraje	\$ 1,000.00	1.4961	\$1,496.10

Para la estimación económica de la fauna silvestre se realizó un listado de especies clasificadas por orden, reportadas en el proyecto, mismas que se presentan en la siguiente tabla y se consultó precios de compra/venta en el mercado local, sobre todo para las especies que no tienen un mercado establecido.

Valor económico de las especies de fauna silvestre

Clase	Especie	Nombre Común	Abundancia	Valor unit	Valor Total
Anfibios	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	3	\$500.00	\$1,500.00
Anfibios	<i>Hyla eximia</i>	Rana de montaña	2	\$500.00	\$1,000.00
Subtotal			6		\$2,500.00
Aves	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	2	\$1,200.00	\$2,400.00
Aves	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	8	\$1,200.00	\$9,600.00
Aves	<i>Caracara cheriway</i>	Cara cara	3	\$500.00	\$1,500.00
Aves	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeciroja	2	\$400.00	\$800.00
Aves	<i>Columbina inca</i>	Tórtola coli larga	5	\$200.00	\$1,000.00
Aves	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	3	\$100.00	\$300.00
Aves	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	4	\$300.00	\$1,200.00
Aves	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	3	\$200.00	\$600.00
Aves	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	2	\$200.00	\$400.00
Aves	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudon verdugo	2	\$250.00	\$500.00
Aves	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle nortero	2	\$200.00	\$400.00
Aves	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	3	\$500.00	\$1,500.00
Aves	<i>Passerina caerulea</i>	Pico gordo azul	2	\$500.00	\$1,000.00
Aves	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis cara oscura	4	\$1,000.00	\$4,000.00
Aves	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pechi rojo	2	\$350.00	\$700.00
Aves	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	3	\$100.00	\$300.00
Aves	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuítlacoche Pico curvo	4	\$200.00	\$800.00
Aves	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	3	\$250.00	\$750.00
Aves	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	5	\$200.00	\$1,000.00
Subtotal			62		\$28,750.00
Mamíferos	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	2	\$500.00	\$1,000.00
Mamíferos	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	2	\$750.00	\$1,500.00
Mamíferos	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	2	\$250.00	\$500.00
Subtotal			6		\$3,000.00

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Clase	Especie	Nombre Común	Abundancia	Valor unit	Valor Total
Reptiles	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada	2	\$25.00	\$50.00
Reptiles	<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija espinosa tímida	3	\$50.00	\$150.00
Reptiles	<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa del pacífico	3	\$50.00	\$150.00
Reptiles	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	4	\$50.00	\$200.00
Subtotal			12		\$550.00
Total general			85		\$34,800.00

Para hacer una valoración económica de los servicios ambientales generados en el área del proyecto, se realiza la estimación del valor económico de los siguientes:

- Valor de la flora
- Valor de la Fauna
- Valor por la Captura de Carbono
- Valor por la Producción de agua
- Valor del reemplazo suelo

En los párrafos anteriores del presente documento, se realizó la valoración de la Flora y la Fauna y la valoración económica de los servicios ambientales se realizará con base a la superficie 1.4961 hectáreas de 3 tipos de vegetación que se afectarán con el proyecto y de las cuales se solicita el cambio de uso de suelo forestal.

Mediante una revisión bibliográfica y reportes de la valoración de los servicios ambientales, se ha estimado el valor económico de los servicios ambientales de captura de carbono y captura de agua o servicios hidrológicos y estimación del valor del suelo.

Estimación del valor por captura de carbono

El incipiente mercado de carbono generado a raíz del Protocolo de Kioto. Las estimaciones publicadas del valor de la captura de carbono varían de US\$650 a \$3,500 por hectárea en términos de valor actual neto.

A la fecha existen varias estimaciones del potencial de captura de carbono para México, entre las que destacan Bellón et al. (1993) que hace una estimación para todo el país manteniendo las áreas naturales protegidas, realizando un manejo adecuado de los bosques comerciales y

reforestando áreas degradadas. Por otro lado, Adger et al. (1995) proyecta la pérdida de carbono debida a cambios de uso del suelo.

Potencial de captura de carbono en el área de cambio de uso de suelo

<i>Tipo de Vegetación</i>	<i>TC/ha</i>	<i>Superficie (Ha)</i>	<i>Total captura (Ton C)</i>
<i>Matorral Crasicaule</i>	45	0.283	12.74
<i>Vegetación de tular</i>	160	0.9621	153.94
<i>Bosque de Galería</i>	160	0.251	40.16
TOTAL		1.4961	206.83

Se consideró una tasa de 160 TC/ha para la vegetación riparia por la condición de presentar especies de hoja perenne en el estrato arbóreo, en tanto que para la vegetación de tular igualmente se consideró una tasa de 160 TC/ha por la condición siempre verde de las especies que la componen.

Estimación económica

El Mercado de carbono capturado en bosques y selvas se define en dólares por tonelada de carbono capturado. El valor económico de cada tonelada de carbono depende de los costos marginales del cambio climático, mismos que son muy difíciles de estimar dado que esto requiere una enorme cantidad de proyecciones y supuestos.

Con los parámetros estimados, se obtiene la siguiente estimación por el cambio de uso de suelo forestal:

- *Área de cambio de uso de suelo forestal: 1.4961 hectáreas*
- *Potencial de Captura en Ton de CO₂: 206.83*
- *Valor de la Ton de C₂ estimada: \$ 10 dlls por t de C₂*

Considerando esta metodología (Muñoz,1994) y los diferentes tipos de vegetación presente en el sitio, se considera como templado caducifolio el matorral crasicaule y un valor similar al bosque de galería y tular, dado que no se tiene una especificación similar a este tipo de ecosistemas, por lo que de acuerdo con estos valores teniendo una superficie de 1.4961 ha (600 dlls/ha), nos da como resultado una pérdida de \$897.66 dólares, a una tasa de cambio de \$18.00 se tiene un valor por la pérdida potencial de \$16,157.88 pesos m.n.

Servicios hidrológicos

La captura de agua se calcula mediante la infiltración que provoca la masa arbolada, propiciando la recarga de los mantos acuíferos. Estos cálculos se realizaron las siguientes estimaciones.

Estimación con base al balance hídrico

Con el análisis realizado y descrito en los capítulos IV y IX del estudio técnico justificativo, la cuantificación de las tasas de infiltración o recargar para el área del proyecto, mediante el uso del balance hídrico en la superficie de 1.4961 hectáreas de terrenos forestales propuestas para cambio de uso de suelo se tiene una infiltración de 1,788 m³/año.

Considerando las tarifas de la Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales del estado de Hidalgo, el precio del m³ de agua potable para uso doméstico tiene una cuota mínima de \$62.60 hasta 8 m³, por lo que el metro cubico se estima en \$ 7.82, valor que se toma como referencia para estimar el precio del agua en la zona, por lo que para la superficie del proyecto donde se infiltran 1,788 m³/año, se tiene un valor económico estimado en el área de CUSTF de \$13,982.16/año por el área del proyecto, que como consecuencia es el costo económico del agua que se infiltra en el área del proyecto.

Valor del reemplazo del suelo

Con lo estimado en el capítulo IX del estudio técnico justificativo, con la ejecución del proyecto se tiene un incremento en la pérdida de suelo de 59.60 toneladas por ha por año en la superficie de 1.4961 has provocada por la erosión hídrica y eólica.

Para darle un valor estimado al suelo, se consultó el valor promedio de la tonelada de tierra de monte en las estadísticas del año 2014 de la producción forestal nacional (Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2014, SEMARNAT). Se tiene que el valor promedio de la tonelada de tierra de monte es de \$446.90/ton, por lo que el valor de reemplazo del suelo sería de \$26,635.24/ha equivalente a \$39,848.98 en el área total del proyecto.

Estimación económica total de los recursos Biológicos forestales.

En la tabla siguiente se muestra el costo total de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo para la flora y fauna y con la estimación económica de los individuos que se distribuye en área, así como sus servicios ambientales.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

Resumen del valor económico de los recursos biológicos forestales en el área del proyecto

Bienes y Servicios	Estimación económica	Restricciones
Aprovechamiento maderable para aserrío	\$714.58	Sin restricciones
Aprovechamiento maderable para carbón	\$1,935.92	Sin restricciones
Aprovechamiento maderable leña	\$5,000.78	Sin restricciones
Alimento y forrajero	\$4,680.00	Se realiza su aprovechamiento pero generalmente es para autoconsumo
Elaboración de bebidas	\$300.00	Se realiza su aprovechamiento pero generalmente es para autoconsumo
Ornamental	\$9,040.00	Especies de diferentes dimensiones
Forrajeras	\$1,496.10	Bajos rendimientos por lo que se realiza de manera local
Fauna	\$34,800.00	Estimación de los precios estimados en la región, sin ser comercializables
Captura de carbono	\$37,229.40	Tipo de vegetación con escasas posibilidades de mercados de captura de carbono.
Servicios hidrológicos	\$13,982.16	
Valor de reemplazo del suelo	\$39,848.98	Por sus características sería difícil su comercialización
Total	\$149,027.92	

Con lo anterior, la estimación económica de los recursos biológicos forestales presentes en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la construcción proyecto del “Gasoducto Tula –Villa de Reyes, Sección 2A-2”, es de \$149,027.92 (ciento cuarenta y nueve mil veintisiete pesos 92/100 M.N).

Uso más productivo a largo plazo con el uso propuesto

La empresa Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R.L. de C.V. (TGNH), es una empresa privada altamente integrada en su cadena de valor. Sus actividades abarcan la planeación, construcción y operación de gasoductos. Así, cuenta con proyectos en operación localizados en varias ciudades de la República Mexicana. Los gasoductos que construye TGNH, permiten que se dé el abasto de gas natural a diversos sectores, especialmente el relacionado con centrales generadoras de energía eléctrica de ciclo combinado, en las regiones Centro y Occidente del país.

Las operaciones del gasoducto Tula-Villa de Reyes que se localiza en los estados de Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí y Querétaro, se transportará y distribuirá el gas natural a esas

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo “ASEA” y las palabras “Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente” como parte de su identidad institucional

entidades y su interconexión a otros gasoductos de la red nacional de gasoductos y se espera que la demanda de gas natural en 2028 sea de 11,595.2 mmpcd, lo que representará un incremento de 4,642.9 mmpcd respecto a 2013, esto debido a la incorporación de nuevos consumidores y proyectos, asociados en gran parte a una mayor infraestructura de transporte mediante ductos y al mayor consumo de gas en el sector eléctrico, en el cual el gasoducto Tula-Villa de Reyes es uno de los proyectos más importantes para conectar diversos gasoductos del norte y oriente del país.

En virtud de que la Sección 2A-2 forma parte integral del funcionamiento del gasoducto Tula-Villa de Reyes, para valorar su productividad se partió de un análisis exhaustivo sobre las condiciones de diseño y las variables de operación del proyecto gasoducto Tula-Villa de Reyes, considerando variables de referencia de otros gasoductos en virtud de que el gasoducto Tula de Villa de Reyes se encuentra en proceso de inicio de construcción.

Por ello se ha estimado el rendimiento sobre la inversión considerando una tarifa promedio en base a una proyección por un periodo de 5 años a partir de la puesta en marcha del sistema de transporte. Aunque el cálculo estadístico de la tarifa fue tomando como referencia de 5 años, el análisis del rendimiento es para 15 años de operación.

En primera instancia se analizaron las características de diseño del sistema de transporte Tula-Villa Reyes, el cual consiste en un gasoducto con una capacidad máxima para transportar 886 millones de pies cúbicos diarios (MMPCD). El diámetro nominal del gasoducto será de 36 pulgadas y la máxima presión de operación permisible (MPOP) será de 1,440 psig.

Una vez que ha sido determinado el flujo energético y utilizando una tarifa promedio por transporte de gas natural por servicio en base firme por uso y por capacidad se puede determinar el costo de transporte diario, mensual, anual y a largo plazo por un periodo de 15 años el cual se considera razonable para una proyección a largo plazo.

Costos del servicio de transporte

Conceptos	cantidad
Capacidad de transporte máxima con compresión (m ³ /día)	26,504,568.00
Capacidad de transporte máxima con compresión (MMSPCD)	936.00
Capacidad de transporte máxima con compresión (GJ/día)	1,060,182.00
Poder calorífico mínimo MJ/m ³	37.3

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

<i>Poder calorífico máximo MJ/m³</i>	43.6
<i>Cargo por servicio en base firme por capacidad (Pesos /GJ)</i>	\$4.8218
<i>Cargo por servicio en base firme por uso (Pesos /GJ)</i>	\$0.0377
<i>Cargo por servicio en base interrumpible (Pesos /GJ)</i>	\$4.8520
<i>Ingreso por el servicio de transporte promedio por día (Pesos)</i>	\$5,209,917.45
<i>Ingreso por el servicio de transporte promedio por mes (Pesos)</i>	\$156,297,523.64
<i>Ingreso por el servicio de transporte promedio por año (Pesos)</i>	\$1,875,570,283.63
<i>Ingreso por el servicio de del transporte promedio por 15 años (Pesos)</i>	\$28,133,554,254.45

**tarifas estimadas, en virtud de que para el Gasoducto Tula–Villa de Reyes aún no se definen.*

Con los ingresos por el transporte de gas y una vez que se calcularon los costos de Operación, Mantenimiento, Administración, Impuestos y Depreciación anual, se obtiene un rendimiento o utilidad aproximada del 58.56 %, obteniéndose un monto aproximado de \$16,476,892,599.29.

Los montos antes estimados son para la totalidad del sistema de transporte, por lo que sería necesario estimar la parte proporcional para la superficie en la cual se propone el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) en un área de 1.4961 ha, considerando que, aunque la superficie solicitada no es tan significativa en relación con la magnitud.

Estimación del rendimiento proporcional del área de CUSTF.

Concepto	Porcentaje	Valor
<i>Superficie total para establecimiento del proyecto</i>	100%	1,666.77 ha
<i>Superficie solicitada para CUSTF</i>	0.09%	1.4961 ha
<i>Rendimiento sobre la inversión del sistema de transporte</i>	100%	\$16,476,892,599.29
<i>Rendimiento sobre la inversión del área de CUSTF</i>	0.09%	\$14,789,730.45

A partir del rendimiento proporcional obtenido para el área de CUSTF, el cual contribuye al rendimiento del total del sistema en un 0.09 %, se puede concluir que el uso que se le va a dar al terreno tendrá una productividad para un periodo de 25 años de \$14,789,730.45 pesos mexicanos, dicho monto puede ser comparado con la valoración económica de los recursos biológicos, el cual fue estimado en \$149,027.92 pesos mexicanos con lo que se puede demostrar que el uso propuesto será más productivo a largo plazo.

Situación de los beneficios esperados del terreno forestal (sin custf).

Como se describe en el capítulo IV y IX del estudio técnico justificativo, el uso actual de los terrenos propuestos para cambio de uso de suelo se ubican principalmente en terrenos con un escaso o nulo aprovechamiento de los recursos forestales presentes, principalmente por su ubicación respecto a las localidades y la presencia de infraestructura, principalmente caminos.

Además, como se cita en el capítulo IV el clima de la región en que se ubica el proyecto corresponde a un clima seco templado con una precipitación aproximada de 600 mm anuales, lo que limita seriamente el desarrollo de actividades productivas de tipo temporal, aunado que el tipo de vegetación encontrado en las áreas de CUSTF corresponde a matorral crasicaule, bosque de galería y vegetación de tular.

Bajo tales circunstancias, y considerando que las áreas forestales propuestas para CUSTF actualmente no están siendo aprovechadas para la extracción de materias primas o productos forestales como los que se describen en el cuadro de valoración de los recursos biológicos forestales, se considera que el beneficio por actividades forestales es escaso, dado un limitado aprovechamiento para actividades de subsistencia y uso doméstico.

La actividad más común a la que se destinan estos terrenos forestales es a la ganadería extensiva de especies de ganado caprino y ovino, con un reducido número de cabezas por hectárea y con bajo rendimientos de peso por unidad animal, lo que incide que los tiempos de espera para la venta de las cabezas de ganado sean prolongados.

Por lo anterior los beneficios económicos esperados por actividades productivas en el predio de cambio de uso de suelo en terrenos forestales se considera nula o escasa, y con pocas posibilidades de incorporarlos a actividades productivas extractivas y no extractivas.

Beneficios económicos del proyecto deben ser mayores a largo plazo.

Con a los análisis presentados anteriormente, a partir del rendimiento proporcional obtenido para el área de CUSTF de la Sección 2A-2 del Gasoducto Tula-Villa de Reyes, el cual contribuye al rendimiento del total del sistema en un 0.09%, se puede concluir que el uso que se le va a dar al terreno tendrá una productividad para un periodo de 15 años de \$14,789,730.45 pesos mexicanos, dicho monto puede ser comparado con la valoración económica de los recursos

biológicos, el cual fue estimado en \$149,027.92 pesos mexicanos con lo que se puede demostrar que el uso propuesto será más productivo a largo plazo.

Si bien, el beneficio económico se ha valorado para la etapa de operación a nivel del promovente, el beneficio se dará de manera indirecta, y de una manera más regional o incluso nacional, si se considera el porcentaje de ahorro por la compra/consumo del gas natural que como se señaló es del orden del 45.75%, por lo que los montos por este ahorro económico se dirigirán a la mejora de la propia infraestructura del sector energético o proyectos productivos o realización de obras de infraestructura que mejoren las condiciones de vida de la población.

De igual manera se tendrán beneficios indirectos, en virtud de que este tipo de proyectos son los que se consideran como “de paso”, como lo son las líneas de transmisión eléctrica, carreteras, entre otros, cuyos beneficios se dan en la etapa de construcción por la compra de los terrenos del DDV, disposición de insumos y servicios; mientras que en la etapa de operación, los beneficios económicos directos para la población de las localidades cercanas al proyecto es escasa, se reduce a la generación de empleos de baja especialización para labores de mantenimiento no especializado para el cumplimiento a algunas medidas de mitigación (replante, construcción o mantenimiento de obras de conservación de suelos, etc).

Por lo anterior, si se considera el valor de los recursos biológicos forestales presentes en las áreas de CUSTF que es \$149,027.92, en comparación con el costo-beneficio diario que representa el ahorro por compra/consumo del gas natural, queda demostrado el beneficio económico del proyecto es mayor a largo plazo.

Justificación social

Proyectos como la Sección 2A-2 que forman parte del proyecto Gasoducto Tula–Villa de Reyes, representan iniciativas que contribuyen a mejorar la calidad de vida del entorno y a fortalecer a diversos sectores de la región a través del transporte en calidad de gas natural, la inversión en este proyecto permite generar bienestar de las comunidades a través de la generación de empleos en su etapa de construcción.

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R.L. de C.V. promovente del proyecto, está fuertemente comprometida con el crecimiento y con la calidad de vida de los habitantes de la

región. De esta manera, se han definido iniciativas de apoyo y promoción de la educación, salud, cultura y autoempleo que benefician a un gran número de personas originarias de las localidades cercanas, que permiten potenciar los impactos positivos del Proyecto.

Por lo anterior, el beneficio social del proyecto, se resumen de la siguiente manera:

- El principal beneficio de la construcción y operación del Gasoducto Tula–Villa de Reyes, es que se abastecerá de energía eléctrica a un sector importante de la población, en el centro y occidente del país; lo que acarrea consigo beneficios sociales, económicos y ambientales, debido a la reducción de costos en la producción y abastecimiento, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población.*
- Asegura el suministro de gas natural a gasoductos cuyo destino final serán las centrales generadoras de energía eléctrica ciclo combinado en las regiones Centro y Occidente del país.*
- De manera directa, los beneficiarios serán, proveedores y negocios, que facilitaran los insumos durante la construcción de la Sección 2A-2 del Gasoducto Tula–Villa de Reyes, y la generación de hasta 150 empleos directos durante la etapa de construcción.*
- En la etapa de operación y mantenimiento, el personal estará distribuido en las instalaciones superficiales, así como en la supervisión del ducto. En total se requieren 29 empleados y 30 obreros. Lo anterior se traducirá en fuentes de empleo temporal para los trabajadores contratados y sus familias.*
- El uso actual del suelo de los predios que se afectaran por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales no representa una fuente de ingreso importante a los poseedores de los predios, por lo que la empresa promovente ha adquirido el derecho de uso mediante contrato, por lo que el propietario obtendrá ingresos por tal motivo.*
- Se solicitará el derecho de paso a los propietarios de todas las parcelas y predios a lo largo de la trayectoria y se llegará a un acuerdo sobre el debido pago, lo que también se considera un beneficio socioeconómico, ya que deriva en la adquisición de bienes y servicios familiares y/o en la mejora de los mismos.*

- *El proyecto considera también la rehabilitación de caminos existentes lo que contribuye a mejorar la infraestructura de caminos locales y se traduce en beneficios para el paso de los habitantes de las localidades hacia los centros importantes de población, se facilitará el transporte de productos comercializables, el transporte hacia hospitales, entre otras ventajas que representa el tener caminos de acceso en buenas condiciones.*
- *El área solicitada de cambio de uso de suelo forestal de la Sección 2A-2 forma parte de un proyecto integral regional y nacional, el cual de manera general compatibiliza con los preceptos de desarrollo del país inscritos en sus diferentes programas sectoriales y estratégicos, lo que permite garantizar la disponibilidad de energía a mediano y largo plazo en un marco que permite el pleno desarrollo de la generación de energía eléctrica para beneficio de la sociedad que lo requiere y con la incidencia de reducir las emisiones contaminantes al ambiente.*
- *Es de mencionar que el Gasoducto Tula – Villa de Reyes es considerado dentro del Plan quinquenal de expansión del sistema de transporte y almacenamiento nacional integrado de gas natural 2015 – 2019, como un “gasoducto de cobertura social”, toda vez que la construcción y puesta en operación del mismo permitirá llevar el hidrocarburo (Gas Natural) a regiones menos favorecidas del país, buscando detonar la generación de industrias que generen empleo y propicien el bienestar económico y social.*
- *El proyecto incorpora un Plan de Inversión Social para fortalecer el bienestar de las familias que se verán impactadas por el proyecto, asimismo promueve el desarrollo de sus localidades.*

Beneficios para las comunidades locales:

- *Se instaurará un Plan de Inversión Social que contempla acciones para fortalecer la salud, educación, economía y desarrollo de las familias en el área de influencia del proyecto.*
- *Cualquier afectación económica será compensada. Cabe destacar que el proyecto generará nuevas oportunidades de empleo y creará mayor derrama económica.*

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
 y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
 Bitácora 09/DSA0114/01/18

- *En todo momento se garantizará que los beneficios del proyecto lleguen a los grupos más vulnerables, como mujeres, niños y adultos mayores.*

Una parte importante del beneficio social se traduce en las mejoras que se tendrán ambientalmente por el uso del gas natural, sustituyendo al combustóleo el cual es más contaminante, por lo que se tendrá una reducción significativa de Monóxido y Bióxido de Carbono, Azufre, entre otros elementos que forman parte de los gases de efecto invernadero, lo cual acarreará que se mejore sustancialmente la calidad del aire de las localidades en que se ubican las Centrales Termoeléctricas y de la región.

Por otra parte, la empresa ha elaborado un Presupuesto del Plan de Inversión Social, el cual contiene los siguientes rubros y capital de inversión.

Sustentable, revisó la información y documentación que obra en el expediente, observándose lo siguiente:

El artículo 117, párrafos, segundo y tercero, establecen:

En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años y que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.

1. Por lo que corresponde a la opinión del Consejo

especies de vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondientes, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

1. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre

Al respecto y para dar cumplimiento a lo que establece el párrafo antes citado el **REGULADO** manifestó que se implementará un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, con base en los datos que se establecen en el artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 24 de febrero de 2014, dicho programa se anexa al presente resolutivo como Anexo 1 de 2.

2. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

En el estudio técnico justificativo, el capítulo XII señala que el Programa de Ordenamiento Ecológico está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

El programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (OETH), publicado en el Periódico Oficial del Estado el 2 de abril de 2001, es el instrumento técnico normativo para la aplicación de la política ecológica que procura alcanzar el desarrollo sustentable en el estado de Hidalgo. Este programa determina 33 Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) con lineamientos generales para el desarrollo de las actividades productivas, el uso y restauración de los recursos naturales y el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Tula – Tepeji del estado de Hidalgo, fue decretado y publicado en el periódico oficial del estado de Hidalgo el 10 de junio de 2002. Sin embargo, esta región es una de las áreas prioritarias del desarrollo regional, para el gobierno estatal, en la medida que es ahí donde se concentra la mayor actividad productiva industrial, por lo que se realizó una actualización al modelo de ordenamiento publicado el 27 de enero de 2014.

Con el análisis derivado de la última actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Tula – Tepeji del estado de Hidalgo, el proyecto se ubica en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) No. 1 y 87.

De la revisión y análisis realizado a este instrumento, se puede concluir que el desarrollo del proyecto considera y cumple con las estrategias que le son aplicables de acuerdo con el presente ordenamiento, a través de la ejecución de diversos programas, así como de medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas como parte integral del proyecto.

3. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Del estudio técnico justificativo se desprende que el área propuesta para cambio de uso de suelo en terrenos forestales no se localiza dentro de alguna ANP, la más cercana es el Parque Nacional Tula ubicado a 150 m al Sur del área de CUSTF.

4. Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad

El REGULADO manifiesta en el capítulo XII del estudio técnico justificativo que el área del proyecto, no atraviesa por ningún sitio de interés ecológico, la Región Hidrológica Prioritaria (RHP), más cercana se encuentra a 2.2 km al Oeste del área de CUSTF denominada “Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca” en cuanto A la Región Terrestre Prioritaria (RTP), “Sierra de Chincua” la más cercana se encuentra a 65 Km al Suroeste del proyecto, respecto de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA’s), el proyecto no se ubica dentro de alguna, las más cercanas son el AICA Sierra Chincua a una distancia aproximada de 83 km en dirección suroeste del proyecto.

Con la información que se vierte en el estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y una vez analizada la vinculación de los lineamientos con el desarrollo del proyecto, se establece que éste no contraviene lo señalado en ningún ordenamiento referente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, toda vez, que las acciones y objetivos del proyecto dan cumplimiento a lo que se establece en los lineamientos que aplican al proyecto según con lo expuesto por el **REGULADO**.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
<

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Polígono 2, superficie 0.1087 ha.		
VERTICE	X	Y
1	463265.30	2220360.98
2	463251.33	2220359.69
3	463250.40	2220362.14
4	463245.31	2220383.05
5	463241.22	2220412.12
6	463240.01	2220428.94
7	463254.96	2220430.32
8	463261.42	2220381.93
Polígono 3, superficie 0.1423 ha.		
VERTICE	X	Y
1	463329.16	2220366.88
2	463314.91	2220365.57
3	463296.44	2220404.07
4	463287.48	2220433.33
5	463313.97	2220435.78
6	463313.26	2220419.48
7	463323.40	2220391.21
Polígono 4, superficie 0.9621 ha.		
VERTICE	X	Y
1	463623.09	2220460.45
2	463621.15	2220458.96
3	463615.63	2220460.45
4	463613.54	2220457.17
5	463611.31	2220451.06
6	463609.96	2220445.85
7	463614.74	2220442.87
8	463622.64	2220433.94
9	463620.10	2220429.02

10	463616.67	2220429.62
11	463611.46	2220432.30
12	463609.96	2220431.70
13	463608.62	2220429.02
14	463608.67	2220417.28
15	463604.81	2220409.26
16	463600.79	2220406.59
17	463594.84	2220404.51
18	463587.26	2220398.42
19	463576.57	2220389.77
20	463452.78	2220378.32
21	463453.99	2220381.01
22	463452.36	2220388.56
23	463452.06	2220394.94
24	463457.26	2220403.38
25	463461.86	2220413.94
26	463465.87	2220421.35
27	463472.39	2220426.39
28	463477.57	2220430.83
29	463489.65	2220436.12
30	463494.91	2220441.61
31	463497.54	2220447.34
32	463500.89	2220447.58
33	463509.25	2220444.71
34	463512.60	2220443.76
35	463514.99	2220444.47
36	463515.71	2220446.86
37	463512.84	2220449.25
38	463508.93	2220453.81
39	463624.14	2220464.47

- II. Respecto a los volúmenes de las materias primas forestales a obtener por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales y el Código de Identificación para acreditar la legal procedencia de dichas materias primas forestales, el **REGULADO** manifestó lo siguiente:

“Productos resultantes no se pretenden aprovechar por lo tanto no se requerirá documentación legal que acredite la legal procedencia de los recursos forestales”.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

Por lo anterior, no se generaron códigos de identificación para el material forestal derivado del cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

- III. La vegetación forestal que se encuentre fuera de la superficie del proyecto en la que se autoriza el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, no podrá ser afectada por los trabajos y obras relacionadas con el cambio de uso de suelo, aun cuando ésta se encuentre dentro de los predios donde se autoriza la remoción de la vegetación forestal en el presente resolutivo, en caso de ser necesaria su afectación, deberá tramitar de manera previa la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la superficie correspondiente ante esta **AGENCIA**.
- IV. La remoción de la vegetación forestal autorizada, deberá realizarse por medios mecánicos y manuales y no utilizar sustancias químicas y fuego para tal fin. La remoción de la vegetación deberá realizarse de forma gradual, para evitar largos periodos del suelo descubierto que propicien la erosión hídrica y eólica. Los resultados del cumplimiento de este Término se deberán incluir en los informes a los que se refiere el Término XXII del presente resolutivo.
- V. La C. Verónica Muñiz García quien es titular de la presente autorización deberá implementar todas las acciones necesarias para evitar la cacería, captura, comercialización y tráfico de las especies de fauna silvestre, así como la colecta, comercialización y tráfico de las especies de flora silvestre que se encuentran en el área del proyecto y en las áreas adyacentes al mismo, solo se podrá realizar la colecta de especies de flora y captura de especies de fauna silvestre con el propósito de rescate y reubicación, siendo la titular la única responsable de estas acciones. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo.
- VI. Previo a las labores de desmonte y despalme, se deberá implementar el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre presentes en el área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales tal como se establece en el Anexo 1 de 2 de la presente resolución. Los resultados y evidencia fotográfica del cumplimiento del presente Término se deberá incluir en los reportes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo, citando el porcentaje de avance de dicha actividad y la descripción detallada de todas las actividades llevadas a cabo para dar cabal cumplimiento al presente Término, indicando el porcentaje de supervivencia

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

obtenido y las acciones llevadas a cabo en el seguimiento y evaluación que permita a esta autoridad evaluar su cumplimiento.

- VII. Deberá llevarse a cabo el rescate y reubicación de 81 individuos de las especies *Echinocereus pentalophus*, *Ferocactus latispinus* y *Opuntia streptacantha*; y garantizar el 80% de supervivencia. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.
- VIII. Deberá realizar la reforestación de 309 individuos de la especie *Prosopis glandulosa* en una superficie de 0.2409 hectáreas en vegetación de matorral crasicaule, 214 individuos de la especie *Fraxinus uhdei* y 321 individuos de la especie *Salix humboldtiana* en una superficie de 0.2141 hectáreas de vegetación de galería y la especie *Typha dominguensis* 20 plantas/m² en una superficie de 0.9621 hectáreas en vegetación de tular y permitir en la franja permanente el establecimiento de vegetación de herbáceas y pastizales, para favorecer la capacidad de infiltración de agua. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.
- IX. Previo a las labores de desmonte y despalde, deberá implementar el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre del proyecto, especialmente de las especies clasificadas bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal como se establece en el Anexo 2 de 2 de la presente resolución. Los resultados y evidencia fotográfica del cumplimiento del presente Término se incluirán en los reportes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo.
- X. Deberá resguardar la capa orgánica del suelo, producto del despalde, para su posterior reincorporación en las áreas de uso temporal para restaurar la zona del proyecto, además deberá construir en la superficie 0.4550 hectáreas de la franja de afectación temporal las 844 terrazas individuales y realizar la obra de protección de los taludes del cauce del río tula, como se señala en el estudio técnico justificativo, para compensar la erosión hídrica y eólica por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y favorecer la capacidad de infiltración de agua. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

- XI. El material que resulte del desmonte y que no sea aprovechado, deberá ser triturado y utilizado para cubrir el suelo en un área próxima al área de trabajo sin afectar vegetación forestal aledaña, con el fin de facilitar el establecimiento y crecimiento de la vegetación natural, para proteger el suelo de la acción del viento y las lluvias, evitando la erosión. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.
- XII. Los movimientos de maquinaria y vehículos de servicio deberán acotarse a las áreas de trabajo definidas a efecto de evitar la compactación del suelo fuera de éstas.
- XIII. Deberá colocar letrinas portátiles a razón de una por cada 15 trabajadores y hacer el retiro de residuos cada tres días o menos si es necesario para evitar la contaminación del suelo y por consiguiente del agua. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.
- XIV. Deberá realizar el tratamiento y disposición de residuos peligrosos en sitios autorizados y con una empresa prestadora del servicio, debidamente autorizada por la autoridad competente.
- XV. Deberá llevarse a cabo un manejo y disposición adecuada de residuos sólidos urbanos para evitar la contaminación del suelo y el agua. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo.
- XVI. Una vez concluido el proyecto, en el área de uso provisional para emplazamiento de oficinas, almacenes, patios de maquinaria, campamentos y comedores, entre otros que requiera la obra, deberá aplicar medidas de restauración consistentes en la descompactación, arroje con material de despalle y siembra de pasto. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo.
- XVII. Con la finalidad de evitar la contaminación del suelo y agua, durante las etapas de despalle y acondicionamiento de la superficie autorizada para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la maquinaria deberá ser reparada en los centros de servicios especializados para evitar el derrame de aceites, combustibles y otros residuos peligrosos en los suelos, el almacenamiento de combustibles, lubricantes, grasas y equipo se realizará en un área habilitada que impida la infiltración de cualquier derrame. Los resultados del cumplimiento del

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo.

- XVIII. Deberá dar cumplimiento a las medidas de prevención y mitigación de los impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestre consideradas en el estudio técnico justificativo, las Normas Oficiales Mexicanas y Ordenamientos Técnico-Jurídicos Aplicables, así como lo que indiquen otras instancias en el ámbito de sus respectivas competencias. Los resultados de estas acciones, así como la evidencia fotográfica deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XXII de este resolutivo.
- XIX. Una vez iniciadas las actividades de cambio de uso del suelo en terrenos forestales y dentro de un plazo máximo de 10 días hábiles siguientes a que se den inicio los trabajos de remoción de la vegetación forestal, deberá notificar por escrito a esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, quién será el responsable técnico encargado de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo en terrenos forestales autorizado, el cual deberá establecer una bitácora de actividades, misma que formará parte de los informes a los que se refiere el Término XXII de este resolutivo, en caso de que existan cambios sobre esta responsabilidad durante el desarrollo del cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se deberá informar oportunamente.
- XX. El plazo para realizar la remoción de la vegetación forestal derivada de la presente autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales será de **12 meses**, a partir de la recepción de la misma, el cual podrá ser ampliado, siempre y cuando se solicite a esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, antes de su vencimiento y se haya dado cumplimiento con las acciones e informes correspondientes que se señalan en el presente resolutivo, así como la justificación técnica, económica y ambiental que explique el retraso en la ejecución de los trabajos relacionados con la remoción de la vegetación forestal y que motiven la ampliación del nuevo plazo solicitado.
- XXI. El plazo para garantizar el cumplimiento y la efectividad de los compromisos derivados de las medidas de mitigación por la afectación al suelo, el agua, la flora y la fauna, así como para el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, será de cinco años.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

XXII. Se deberán presentar a la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial de la **AGENCIA**, informes de avances semestrales y un informe de finiquito al término de las actividades que hayan implicado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como el desahogo y las evidencias de cada uno de los Términos, en las cuales se demuestre el cumplimiento de los Términos IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XIII, XV, XVI, XVII, XVIII y XIX de este resolutivo.

SEGUNDO. Con fundamento en el artículo 16 fracciones VII y IX de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, se hace de su conocimiento:

- I. La C. Verónica Muñiz García, Apoderada Legal del **REGULADO** será responsable ante la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial de la **AGENCIA** de cualquier ilícito en materia de cambio de uso del suelo en terrenos forestales en que incurra derivado de las actividades del proyecto.
- II. La C. Verónica Muñiz García, Apoderada Legal del **REGULADO**, será la única responsable de realizar las obras y gestiones necesarias para mitigar, restaurar y controlar todos aquellos impactos ambientales adversos, atribuibles a la construcción y operación del proyecto que no hayan sido considerados o previstos en el estudio técnico justificativo, la información complementaria y lo establecido en el presente resolutivo.
- III. La Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial de la **AGENCIA**, podrá realizar en cualquier momento las acciones que considere pertinentes para vigilar que sólo se afecte la superficie forestal autorizada, así como llevar a cabo una evaluación al término del proyecto para verificar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación establecidas en el estudio técnico justificativo y de los Términos indicados en la presente autorización.
- IV. La C. Verónica Muñiz García, Apoderada Legal del **REGULADO**, es la única titular de los derechos y obligaciones de la presente autorización, por lo que queda bajo su estricta responsabilidad la ejecución del proyecto y la validez de los contratos civiles, mercantiles o laborales que se hayan firmado para la legal implementación y operación del mismo, así como

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, No. 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C. P. 14210, Ciudad de México.

Tel: (55) 9126 0100 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

su cumplimiento y las consecuencias legales que corresponda aplicar a la **AGENCIA** y a otras autoridades federales, estatales y municipales.

- V. En caso de transferir los derechos y obligaciones derivados de la presente autorización, se deberá dar aviso a esta Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de la **AGENCIA**, en los términos y para los efectos que establece el artículo 17° del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, adjuntando al mismo el documento en el que conste el consentimiento expreso del adquirente para recibir la titularidad de la autorización y hacerse responsable del cumplimiento de todas las obligaciones establecidas en la misma, así mismo, deberá adjuntar los documentos legales que acrediten el derecho sobre los terrenos donde se realizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de quien pretenda ser el nuevo titular.
- VI. La C. Verónica Muñiz García, Apoderada Legal del **REGULADO**, es la persona con alta jerarquía para la toma de decisiones, respecto a paros de labores del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y/o la realización de acciones de urgente aplicación, ello ante el riesgo potencial o declaración de contingencia ambiental por diversos motivos, emitida por la Autoridad competente.
- VII. Esta autorización no exenta a la titular de obtener otras aprobaciones que al respecto puedan emitir otras dependencias federales, estatales o municipales en el ámbito de sus respectivas competencias.

TERCERO. Téngase por reconocida la personalidad jurídica con la que se ostenta la C. Verónica Muñiz García, en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, con fundamento en el artículo 19, párrafo segundo de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

CUARTO. Con fundamento en el artículo 19, párrafo tercero de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, se tiene por autorizados a los CC. [REDACTED]

[REDACTED] para oír y recibir notificaciones sobre el proyecto en cuestión. **Nombre de la persona físicas, Art. 116 de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.**

Agencia Nacional de Seguridad Industrial
y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/01/18

QUINTO. Notifíquese personalmente a la C. Verónica Muñiz García, en su carácter de Apoderada Legal del **REGULADO**, la presente resolución del proyecto denominado “**Gasoducto Tula Villa de Reyes Sección 2A-2**”, ubicado en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo, o bien a los CC. **Nombre de la persona físicas, Art. 116 de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.** Pastrana autorizados para tal efecto, de conformidad con el artículo 35 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y demás correlativos de la Ley.

ATENTAMENTE
EL DIRECTOR GENERAL

ING. DAVID RIVERA BELLO

RCC/CEZC/EMVC/LEM

C.C.P. **Ing. Carlos de Regules Ruiz-Funes.** - Director Ejecutivo de la ASEA. - Conocimiento.
Mtro. Ulises Cardona Torres. - Jefe de la Unidad de Gestión Industrial. - Conocimiento.
Ing. José Luis González González. - Jefe de la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial. - Seguimiento.

Anexo 2 de 2

PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA DEL PROYECTO DENOMINADO "GASODUCTO TULA-VILLA DE REYES 2ª-2", CON UNA SUPERFICIE DE 1.4961 HECTÁREAS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE EN EL ESTADO DE HIDALGO.

I. INTRODUCCIÓN

Se presenta el programa de manejo y rescate de fauna silvestre, con el propósito de contar con el soporte técnico en caso de requerirse manejo especializado sobre algunas especies de fauna silvestre consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de las que no estén consideradas en la norma y se presenten en el área del proyecto.

El programa de rescate de fauna busca la preservación de la biodiversidad, es prioritario mantener el potencial genético de especies animales silvestres, tomando en cuenta que hay una gran variedad de especies de fauna que por diversos motivos se encuentran en alguna categoría de protección.

La construcción y operación de proyectos que requieren del cambio de uso de terrenos forestales, como cualquier otro proyecto incide directamente y en forma negativa sobre los recursos naturales presentes en el sitio. Afectando directamente la vegetación y como consecuencia directa a las especies de fauna silvestre tales como anfibios, reptiles, aves y pequeños mamíferos que requieren de dicho recurso para su alimentación, refugio y desarrollo en general, dejando desprotegidas a las especies de fauna por lo que es necesario tomar medidas que permitan su rescate y reubicación a un sitio donde puedan continuar con sus procesos naturales.

El "Programa de manejo de la fauna silvestre", contemplará todas aquellas especies susceptibles de sufrir el mayor impacto, como pueden ser especies de fauna de lento desplazamiento, fauna migratoria o aquellas especies clave en el ecosistema, además de las contempladas dentro de la NOM-059-SEMARNAT- 2010.

De acuerdo a lo anterior, para la construcción y operación del Gasoducto “Tula-Villa de Reyes sección 2ª-2”, se pretende efectuar en la medida de lo posible el rescate de especies de fauna silvestre que se encuentren presentes previo y durante la ejecución del cambio de uso de terrenos forestales.

El presente programa de rescate de fauna establece el conjunto de actividades y medidas necesarias para compensar y mitigar los impactos ambientales que se desprenden del desarrollo del proyecto sobre las diferentes especies de fauna presentes en el área del proyecto.

Los impactos ambientales sobre la fauna que fueron identificados en el estudio técnico justificativo de cambio de uso de suelo de terrenos forestales y que el programa pretende atender son:

- Disminución del hábitat de la fauna de las especies de fauna silvestre.
- Disminución de la abundancia y distribución de especies de fauna silvestre.
- Disminución de la abundancia de especies en estatus de conservación de la fauna silvestre.

En la etapa de preparación del sitio y construcción se presentarán principalmente los impactos arriba enlistados como consecuencia del desarrollo de las actividades de desmonte en el derecho de vía del proyecto, así como en áreas adicionales que presentan vegetación natural.

II. OBJETIVOS

a. General

El presente programa tiene como propósito establecer las medidas necesarias para mitigar los impactos posibles sobre las especies de fauna que pudieran presentarse en el área del proyecto sujeto a cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Identificar y preservar individuos de las especies de fauna silvestre presentes en el área de proyecto, consideradas o no bajo algún estatus de protección con base en su clasificación en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, endemismo o aquellas que en el ámbito local o regional estén consideradas bajo condición restringida en cuanto a su abundancia y distribución y/o por sus características de lento desplazamiento.

b. Específicos

- Reubicar las especies de fauna silvestre que pudieran verse afectadas por la realización de actividades u obras específicas para el desarrollo del Proyecto.
- Evitar o disminuir los efectos adversos asociados al proyecto sobre la fauna presente en el área del proyecto, por medio de la identificación y desarrollo de métodos adecuados para el rescate y reubicación de los individuos.
- Poner especial énfasis en las especies de fauna considerada bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de lento desplazamiento y/o endémica.
- Capturar las especies de baja movilidad, cuyo hábitat o distribución sea restringido.
- Implementar técnicas de captura y manejo encaminadas a evitar el daño y/o estrés de los organismos de especies de fauna silvestre.
- Establecer actividades preventivas para proteger las especies de fauna presentes en el área de influencia del Proyecto ante las afectaciones que provocará la construcción del mismo.
- Identificar los sitios de reubicación para la fauna silvestre, los cuales deben ser zonas aledañas, similares al hábitat original.
- Evitar la sobrecarga de especies de fauna silvestre en los sitios de reubicación.
- Fomentar la permanencia de las especies presentes en el predio mediante acciones de mejoramiento de hábitat en la zona.
- Implementar un programa de señalización para la protección de las especies presentes en los sitios del proyecto, así como de la fauna migratoria que utilice el área.
- Concientizar y sensibilizar a los trabajadores acerca de la importancia de las especies de fauna silvestre presentes en el área del proyecto.

III. ALCANCES

El presente programa de protección y ahuyentamiento, aplica para las especies de fauna silvestre que pudieran verse afectadas o desplazadas por la ejecución de las actividades de cambio de uso de suelo.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
 de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
 Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
 Bitácora 09/DSA0114/02/18

Las especies de fauna silvestre registradas en el contexto local, tomando como base los listados faunísticos obtenidos en el muestreo realizado para los límites de la cuenca hidrológico forestal así como los realizados en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, que en su momento se pueden encontrar en los frentes de trabajo y que se tendrán que ahuyentar o rescatar para su posterior reubicación, conforma un total de 47 especies, conformada por 28 especies de aves, 7 de mamíferos, 8 de reptiles y 4 especies de anfibios, de este grupo de especies, 3 se encuentran listadas en algún estatus de protección con relación a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Listado potencial y registradas durante los recorridos de campo realizados en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo y en la cuenca hidrológico-forestal.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Anfibia	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	No incluida	----
Anfibia	<i>Hyla eximia</i>	Rana de montaña	No incluida	----
Anfibia	<i>Lithobates neovolcanicus</i>	Rana neovolcánica	No incluida	----
Aves	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	No incluida	----
Aves	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	No incluida	----
Aves	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta amarilla	No incluida	----
Aves	<i>Caracara cheriway</i>	Cara cara	No incluida	----
Aves	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeciroja	No incluida	----
Aves	<i>Columbina inca</i>	Tórtola coli larga	No incluida	----
Aves	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	No incluida	----
Aves	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojos amarillos	No incluida	----
Aves	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	No incluida	----
Aves	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	No incluida	----
Aves	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	No incluida	----
Aves	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudon verdugo	No incluida	----
Aves	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle nortño	No incluida	----
Aves	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	No incluida	----
Aves	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	No incluida	----
Aves	<i>Passerina caerulea</i>	Pico gordo azul	No incluida	----
Aves	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis cara oscura	No incluida	----
Aves	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pechi rojo	No incluida	----
Aves	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	No incluida	----
Aves	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero aliblanco	No incluida	----
Aves	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico curvo	No incluida	----

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018
Bitácora 09/DSA0114/02/18

Aves	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	No incluida	----
Aves	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	No incluida	----
Aves	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	No incluida	----
Mamíferos	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	No incluida	----
Mamíferos	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	No incluida	----
Mamíferos	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	No incluida	----
Mamíferos	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	No incluida	----
Reptil	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada	No incluida	----
Reptil	<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija espinosa tímida	No incluida	----
Reptil	<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa del pacífico	No incluida	----
Reptil	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	No incluida	----
Reptil	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	No incluida	----
Reptil	<i>Thamnophis cyrtopis</i>	Culebra listonada cuello negro	No incluida	----

Con relación a su abundancia, de las 37 especies identificadas, 1 se considera escasa, 31 son comunes, 2 poco común y 3 son abundantes. La mayoría de las especies son de hábitos alimenticios de tipo insectívoros (11 especies), 6 especies son de tipo carnívoros, 2 hervíboros, granívoros 8, y el resto son entre, néctar, frugívoros y semillas. El 56.75% de las especies son gregarias y el resto solitarias.

Uno de los grupos que se caracteriza por albergar varios organismos de lento desplazamiento, es el de anfibios y reptiles (herpetofaunístico), por lo que, junto con algunas especies de mamíferos pequeños se considera un grupo potencialmente vulnerable durante el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, mientras que para el grupo de las aves, estos organismos por su tipo de desplazamiento (vuelo) y rápida respuesta ante situaciones de peligro, se le considera poco vulnerable a los impactos del cambio de uso de suelo solicitado. En este caso, fueron observadas algunas especies de anfibios y reptiles, y todas ellas se considera de lento desplazamiento.

Especies consideradas de desplazamiento lento de especies de anfibios y reptiles

Clase	Especie	Nombre común	Desplazamiento
Anfibia	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	Lento
Anfibia	<i>Hyla eximia</i>	Rana de montaña	Lento
Anfibia	<i>Lithobates neovolcanicus</i>	Rana neovolcánica	Lento
Reptil	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada	Lento
Reptil	<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija espinosa tímida	Lento

Clase	Especie	Nombre común	Desplazamiento
Reptil	<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa del pacífico	Lento
Reptil	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	Lento
Reptil	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	Lento
Reptil	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra listonada cuello negro	Lento

IV. METODOLOGÍA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE LAS ESPECIES

Metodología para rescate de mamíferos

El rescate de ejemplares de mamíferos será realizado empleando trampas tipo Tomahawk y trampas tipo Sherman, las cuales sirven para capturar especies de roedores, ardillas terrestres y prociénidos. Previo a la colocación de dichas tramas, se efectuarán recorridos previos a la franja de afectación antes de realizar el desmonte, con el propósito de verificar la presencia de madrigueras de mamíferos susceptibles de ser dañadas al comienzo de las actividades de desmonte.

De acuerdo al estudio previo realizado, se tiene registro de especies como el armadillo nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), Zorrillo listado del sur (*Mephitis macroura*) y Mapache (*Procyon lotor*) por mencionar algunos, este tipo de especies al ser muy susceptibles a la presencia de maquinaria y equipo huyen, sin embargo se propone un monitoreo de estaciones olfativas con trampas Tomahawk previamente cebadas con olores atractivos para cada uno de los organismos antes mencionados, estas estaciones quedaran dentro de los sitios de CUSTF con el objetivo de que sean estas las atrapadas y no se atraigan más de afuera. En caso de ser atrapado algún individuo de cualquier especie, será trasladado al área designada de reubicación, la cual contará con las mismas condiciones similares a donde se capturó.

Las trampas se colocarán preferentemente 20 noches seguidas o alternadas, siendo activas durante 12 horas. Por tanto, el esfuerzo de muestreo fue de 35 trampas/día y 420 hrs/trampa. Cabe señalar que se efectuará búsqueda de madrigueras en uso, empleadas por algún tipo de mamífero, aves o reptiles y el trampeo se hará de manera prioritaria en dichas zonas.

Metodología para rescate de reptiles

La metodología consiste en revisar el área de afectación directa antes del desmonte, revisando todos los sitios que puedan funcionar como refugio para la herpetofauna (debajo de rocas, troncos, hojarasca y cuerpos de agua) para capturar a todos los ejemplares que se observen, se tomarán datos de campo (tipo de vegetación, altitud, ubicación geográfica, fecha y hora etc.) para elaborar la bitácora de esta actividad y tener una mayor precisión en la información generada.

Los anfibios constituyen el grupo de mayor sedentarismo, por su fidelidad a refugios y baja capacidad para desplazarse. Poseen un ámbito de hogar o radio de acción varias veces menor que reptiles insectívoros y mamíferos pequeños, de similar peso, lo que implica que son incapaces de realizar movimientos de larga distancia o distintos a los que realizan diariamente para obtener recursos (Wells 2007).

Esta condición les confiere la casi nula opción de reaccionar frente a cambios abruptos y repentinos en su hábitat. Para los anfibios, la conducta de escape no sólo depende de sus hábitos de vida y de la capacidad de movimiento intrínseca de cada especie, sino que también de factores ambientales y de la condición de desarrollo en que se encuentren los individuos durante el momento de la intervención (e.g. larvas, postmetamórficos, adultos, etc.).

De similar modo, la mayoría de las especies de anfibios exhiben una mayor actividad durante la noche, especialmente los ejemplares adultos, y durante el día generalmente permanecen ocultos en sus refugios. Estos antecedentes permiten justificar la aplicación de la captura directa con fines de reubicación.

Los anfibios serán capturados utilizando arreglos de trampas tipo Pit-fall, redes tipos Dipnet en combinación con búsqueda activa, donde se realizará captura manual a lo largo de transectos previamente establecidos.

Las trampas serán colocadas en sitios estratégicos dentro del trazo del proyecto, el cual corresponderá a áreas cubiertas por extensas superficies forestales, siempre y cuando el tipo de sustrato permita la colocación de dichas trampas. La trampa Pit-fall será colocada en la tarde antes de que oscurezca, en varios sitios dentro del predio y se mantendrá activa preferentemente

durante 20 días, sumando un total de 480 hrs efectivas de muestreo. Esta trampa será revisada en las primeras horas de la mañana y antes del anochecer. La trampa Pit fall tendrá una longitud de 30 m y contara con seis cubetas dispuestas a cada 10 m, fue dispuesta en los tipos de vegetación mejor conservados.

En el caso de los reptiles, la captura de serpientes se realizará empleando ganchos y pinzas herpetológicas. Es necesaria la participación de expertos en el tema entrenados en la prevención y atención de accidentes ofídicos, toda vez que dentro de las superficies impactas se presentan especies venenosas, como los coralillos (el caso de *Micrurus fulvius* y *M. bernadi*) y las víboras de cascabel (*Crotalus molossus nigrescens*, *C. aquilus* entre otras).

Los animales capturados serán colocados temporalmente dentro de bolsas de manta que pueden ser humedecidas con el fin de mantener hidratados a los organismos y que serán revisadas de forma periódica para asegurar la integridad de los ejemplares, esto con el fin de transportarlos a las áreas de reubicación seleccionadas. Previo a la liberación de los ejemplares capturados se procederá a realizar su identificación taxonómica con el apoyo de literatura especializada para el sitio de interés tales como los trabajos de Pérez-Higareda y Smith (1991), Guzmán (2011), y Ramírez-Bautista et al. (2014). Adicionalmente se realizarán los registros tanto escrito en bitácoras, como fotográfico mediante cámaras fotográficas o de video.

Metodología para rescate aves

Las aves que se encuentran en la región son transitorias, temporales o permanentes. No se realizará rescate, pero si se hará observaciones para determinar que no existan nidos en uso dentro de las áreas en las cuales se desmontará.

Se verificará la presencia de nidos ocupados por especies de aves con categoría de riesgo. La identificación de las especies que ocupan el nido puede realizarse a través de los caracteres del huevo, pero también puede inferirse por la presencia de los adultos en los nidos.

Para el rescate de la ornitofauna (aves), en caso de encontrarse nidos con huevos, se deberá de reubicarlos solicitando el apoyo de especialistas debido a que las técnicas de incubación de aves y cuidados de polluelos requiere de personal y equipo especializado, preferentemente del Centro para

la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre (CIVS) Los Reyes Estado de México, dependiente de la SEMARNAT. Idealmente, en caso de encontrar huevos y/crías de aves, se deberá reubicarlos junto con los progenitores, o en su defecto se realizará la reubicación de huevos y crías únicamente, asegurándose de enviarlos a una instancia donde se disponga del equipo y personal

Medidas preventivas

Se establecerán reglamentos internos durante las labores de capacitación para evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal teniendo como base la protección de las poblaciones de fauna, es decir, que no se deberá perseguir, capturar, cazar, coleccionar, comercializar ni traficar especies de fauna silvestre que habitan en la zona de estudio (especialmente aquellas que se encuentran en categoría de protección según lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010), acciones que se encuentran normadas por la Ley General de Vida Silvestre.

Pláticas y capacitación adecuada a los trabajadores, para evitar el saqueo o daños (como la muerte de alguna especie ya sea animal o vegetal) de la zona.

Se indicarán las zonas en las cuales es probable que cruce la fauna, y se marcarán recordando la velocidad máxima a la que se debe transitar los vehículos y la maquinaria que circulen sobre la franja de afectación, tomarán las precauciones necesarias para evitar la muerte accidental de ejemplares de fauna silvestre (especialmente reptiles y anfibios de lento desplazamiento), circulando a velocidades no mayores de 20 km/hr.

Inspección periódica de la zanja para identificación de las especies que puedan caer en esta de manera accidental, ejecutando los procedimientos de ahuyentamiento y en su caso, las acciones de rescate y reubicación convenientes según el grupo taxonómico involucrado.

Depósito de residuos sólidos domésticos en contenedores con tapa, los cuales serán ubicados de manera estratégica en los frentes de obra y disposición periódica en sitios autorizados por la Autoridad, a efecto de evitar su dispersión y la posible agrupación de especies de fauna silvestre en el sitio por la posible creación de fuentes de alimentación.

V. LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE REUBICACIÓN DE LA FAUNA RESCATADA

Para garantizar la efectividad de la liberación y evitar sobrecarga de individuos en el ecosistema, la reubicación de los individuos será en sitios cercanos al DDV, con el fin de que las áreas tengan características similares a las del sitio de rescate, lo cual evitará el estrés de los organismos y permitirá que puedan satisfacer sus necesidades básicas.

Previo a la ejecución del rescate, es necesario definir un área de reubicación que sea apropiada para cada grupo taxonómico de interés y que al menos cumpla con los requerimientos de hábitat básicos de las especies que han originado la medida además de conocer el ámbito hogareño mínimo para determinar el área requerida para la relocalización. Lo anterior requiere necesariamente por parte del especialista que ejecutará la medida, un sólido conocimiento sobre la historia natural de cada una de las especies focales, de modo que pueda identificar sus necesidades críticas y en función de ellas, evaluar las opciones que exhiben las eventuales áreas de relocalización para solventarlas.

Para la reubicación de los ejemplares rescatados en campo, se consideró la ubicación y situación del área del proyecto, la cual se encuentra en una zona forestal fragmentada en medio de actividad agrícola-frutícola y pecuaria, por lo que se consideró que la fauna rescatada se reubique en predios aledaños con menos presión de actividad antropogénica, ubicándose en las siguientes coordenadas.

Sitio	X	Y
1	463,323	2,220,562
2	464,821	2,219,602

La distancia que hay entre los sitios de CUSTF con respecto a los sitios de liberación, quizás no sea muy grande, pero las razones por lo cual se debe que esto sea así, es que se tomaron en cuenta las siguientes cuestiones:

- La fauna no debe que estar mucho tiempo encerrada o guardada en recipientes herméticos (aunque cuenten con las condiciones propicias para asegurar su sobrevivencia temporal) ya que esto aumentaría el estrés en ellas.

- Mucha de la vegetación en estos lugares esta algo fragmentada, por lo cual llevar estos animales a lugares más lejanos, generaría más estrés en ellos, desde el tiempo de captura, de guardado más tiempo de transporte, lo cual implica más costos en el consumo de combustible.

VI. ACCIONES A REALIZAR PARA GARANTIZAR LA SUPERVIVENCIA

La ejecución del rescate y ahuyentamiento se plantean dos escenarios:

- El rescate previo antes de las acciones de desmonte, y
- La supervisión y posible rescate de ejemplares durante las acciones de desmonte y construcción del sitio.

En el primer caso, el rescate se debe ejecutar al menos un mes antes del inicio de las actividades principales de desmonte, con las técnicas descritas en el apartado anterior.

El rescate posterior y supervisión durante las fases de desmonte involucran la coordinación con los responsables de obra para que durante la operación de la maquinaria en caso de aquellos animales de lento desplazamiento se den las facilidades al equipo de rescate para su captura y posterior reubicación en los sitios aledaños que no serán afectados.

Para proteger a las especies de fauna presentes en el área destinada, es importante instrumentar una campaña de información a los trabajadores y a los integrantes de las comunidades aledañas al proyecto, indicando por medios gráficos y pláticas las acciones a seguir para resguardar a la fauna y no provocar daño alguno, así como para salvaguardar la integridad física del personal. Principalmente, las pláticas o talleres estarán enfocadas a mantener distancia con los animales a fin de no molestarlos y por otro lado evitar posibles accidentes para las personas, de igual manera, se deberán colocar letreros alusivos a no molestar a la fauna silvestre y letreros con límites de velocidad para los vehículos que transiten por el predio.

Es importante tomar en cuenta que cada una de las etapas del proyecto generarán diferentes impactos sobre la fauna en cantidad y magnitud de los mismos, por ello es preciso atender de manera puntual cada una de las etapas.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
Unidad de Gestión Industrial
Dirección General de Gestión de Procesos Industriales
Oficio N° **ASEA/UGI/DGGPI/0519/2018**
Bitácora 09/DSA0114/02/18

En este sentido, las charlas y recomendaciones a los trabajadores estarán encaminadas a reportar el incidente para el posterior rescate del organismo y enfatizar en el cuidado de lastimar o matar alguno durante las etapas del proyecto.

Mientras que los habitantes de la zona serán instruidos por medio de pláticas y talleres acerca de la importancia de la conservación y las precauciones que deberán tener en caso de estar en presencia de algún animal, principalmente guardando la distancia limitándose a observar y fotografiar de ser el caso, sin flash.

Se deberán colocar letreros alusivos a no molestar a la fauna silvestre, a no cazar y/o extraer la fauna silvestre, de igual forma se establecerán límites de velocidad para los vehículos que transiten por el predio, para lo cual se recomienda que la velocidad máxima para transitar sea de 10 km/h. Con esto se evitará el exceso de ruido en los predios así como el posible atropellamiento de algún ejemplar de las especies de lento desplazamiento.

Se establecerán reglamentos internos durante las labores de capacitación para evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal teniendo como base la protección de las poblaciones de fauna, es decir, que no se deberá perseguir, capturar, cazar, coleccionar, comercializar ni traficar especies de fauna silvestre que habitan en la zona de estudio (especialmente aquellas que se encuentran en categoría de protección según lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010), acciones que se encuentran normadas por la Ley General de Vida Silvestre.

Inspección periódica de la zanja para identificación de las especies que puedan caer en esta de manera accidental, ejecutando los procedimientos de ahuyentamiento y en su caso, las acciones de rescate y reubicación convenientes según el grupo taxonómico involucrado. Depósito de residuos sólidos domésticos en contenedores con tapa, los cuales serán ubicados de manera estratégica en los frentes de obra y disposición periódica en sitios autorizados por la Autoridad, a efecto de evitar su dispersión y la posible agrupación de especies de fauna silvestre en el sitio por la posible creación de fuentes de alimentación.

Resultados esperados

En primera instancia la ejecución del presente programa representa un paso más en el uso sustentable de los recursos naturales y una excelente oportunidad de implementar efectivos programas que aseguren la viabilidad de las especies de fauna presente en aquellos sitios en los que se desarrollen obras y actividades.

- Se espera encontrar el mayor número de individuos posible (ello en relación con los datos de población que se tienen y los cálculos de esfuerzo de captura).
- Minimizar el daño a las poblaciones de fauna presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos presentes.
- Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos capturados, evitando causar estrés en ellos o manejo excesivo.
- Encontrar el sitio óptimo de reubicación para todas y cada una de las especies capturadas.
- Crear una conciencia de protección y manejo entre los inversionistas y la gente que labore en dicho proyecto.

VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El programa de rescate de fauna silvestre, se deberá realizar previo y durante las actividades de cambio de uso de suelo, con una anticipación mínima una semana al respecto a los trabajos de desmonte y despalde de cada área destinada a la construcción del proyecto. Además, se deberá prolongar durante todas las distintas etapas de desmonte contempladas para la implementación del proyecto. El cronograma de ejecución de actividades abarca los 12 meses que durará la construcción del proyecto.

Cronograma de actividades para el rescate y ahuyentamiento de fauna

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recorridos de prospección												
Ubicación de áreas de reubicación												
Rescate y reubicación de individuos de fauna												
Recorridos de vigilancia ambiental												
Monitoreo y evaluación.												

VIII. INFORME DE AVANCES Y RESULTADOS

Se entregará un informe semestral y uno de finiquito, sin embargo, se realizará el monitoreo en todo momento de la ejecución de las actividades del proyecto. En los informes se presentarán las actividades realizadas, que incluirán evidencia fotográfica para respaldarlos. En éste se presentará las especies rescatadas y/o ahuyentadas hasta terminar el proceso de construcción.

El informe de finiquito, al término del plazo otorgado en la autorización para realizar la remoción de la vegetación forestal; presentará las actividades realizadas para este programa, incluyendo evidencias fotográficas, gráficas, tablas, bitácoras, coordenadas y la información que considere pertinente.

DRB/RCC/CEZC/EMVC/LEM