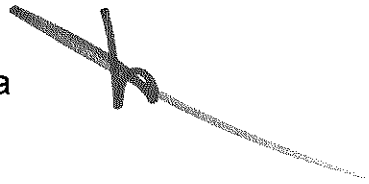
I. Área de quien clasifica: Delegación Federal de la SEMARNAT en Hidalgo.

II. Identificación del documento: Versión pública de la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Tramite SEMARNAT-02-001, con número de **Oficio: 133.02.03.1855.2016.**

III. Partes clasificadas: Partes correspondientes a nombre, domicilio, teléfono y/o correo electrónico de terceros; **páginas que la conforman**: Página 1, 65 y 66.

IV. Fundamento Legal: la clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; **razones y circunstancias que motivaron a la misma:** Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular: C.P. Federico Vera Copca



VI. Fecha: Versión publica aprobada en la sesión celebrada el 27 de enero de 2017; **Numero del acta de sesión de comité:** Mediante la resolución contenida en el Acta 02/2017

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Delegación Federal en el Estado de Hidalgo
Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales
Unidad de Aprovechamiento y Restauración de Recursos Naturales
Oficio: 133.02.03.1855.2016
Bitácora: 13/DS-0155/03/16

Pachuca de Soto, Hidalgo. 14 de septiembre de 2016

163657

[redacted]

JOSE ALFREDO AGUILAR ANGELES
[redacted]

C. RICARDO CARLOS VELASCO GONZÁLEZ
REPRESENTANTE LEGAL DE COMPAÑÍA
MINERA AUTLAN S.A.B. de C.V.
DOMICILIO CONOCIDO, AYOTETLA, C.P. 43130
LOLOTLA, HIDALGO.
TEL: 01 (771) 7155500/55600/51212
FAX: 01 (771) 7155529
E-MAIL: [redacted]
P R E S E N T E

A consecuencia de integrar, analizar y evaluar el expediente de la solicitud de autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) a través del Estudio Técnico Justificativo, para el desarrollo del proyecto denominado "Modificación al Proyecto Autorizado denominado Modificación del Proyecto Naopa" en una superficie de 2.6217 hectáreas, con pretendida ubicación en el municipio de Molango de Escamilla, Hidalgo, promovido por el C. Ricardo Carlos Velasco González, en su carácter de representante legal de la Compañía Minera Autlán, S.A.B. de C.V., y en lo sucesivo el **promovente**, la Delegación Federal en el estado de Hidalgo de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales se denominará la **SEMARNAT**; la actividad del proyecto será identificada como el **proyecto**, y el Estudio Técnico Justificativo, incluyendo sus anexos, será nombrado **ETJ**; y

RECIBIDO VENTANILLA UNICA 29 SEP 2016 PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE DELEGACION EN EL ESTADO

R E S U L T A N D O

I. Que mediante el escrito de fecha de 15 de marzo de 2016, recibido en el Espacio de Contacto Ciudadano (ECC) de la **SEMARNAT** el 18 de marzo de 2016, el **promovente** presentó solicitud de autorización de CUSTF por una superficie de 2.6217 hectáreas, para el desarrollo del **proyecto**, con pretendida ubicación en el municipio de Molango de Escamilla, Hidalgo, adjuntando para tal efecto la siguiente documentación:

   a) Copia de la constancia de pago de derechos, por la cantidad de $ 1,445.00 (Un mil cuatrocientos cuarenta y cinco pesos, 00/100 M.N.), de fecha 25 de febrero de 2016, por concepto de recepción, evaluación y dictamen del **ETJ** y, en su caso, la autorización del CUSTF.
   b) Original impreso y una copia en formato electrónico del **ETJ**, correspondiente al **proyecto**.
   c) Documentación legal con la que se pretende demostrar la posesión y/o el derecho para realizar actividades que implican el CUSTF.

II. Que con oficio S/N de fecha 22 de marzo de 2016, la Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales, solicitó a la Unidad Jurídica de la **SEMARNAT**, el dictamen de los documentos legales proporcionados por el **promovente** con la que se pretende demostrar la posesión y/o el derecho para realizar actividades que implican el CUSTF.

163657

III. Que con fecha 31 de marzo de 2016, se recibió en la Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales, el oficio 133.01.01.UJ100/2016 de la misma fecha, mediante el cual la Unidad Jurídica de la **SEMARNAT** emitió el dictamen UJ068/2016, mismo que obra en el expediente.

IV. Que mediante oficio 133.02.03.0568.2016.-161078 de fecha 12 de abril de 2016, la **SEMARNAT** solicitó información técnica complementaria al **promovente**, conforme a lo señalado al artículo 122 fracción I del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS), misma que obra en el expediente.

V. Que mediante escrito de fecha 26 de abril de 2016, recibido en el ECC de la **SEMARNAT** el mismo día, mes y año, el **promovente** solicitó una ampliación del plazo para cumplir con la entrega de la información técnica complementaria de la solicitud de autorización del CUSTF del **proyecto.**

VI. Que mediante oficio 133.02.03.0729.2016.-161361 de fecha 28 de abril de 2016, la **SEMARNAT** otorgó al **promovente** ampliación de siete días hábiles contados a partir de haberse cumplido el plazo originalmente establecido en el oficio 133.02.03.0568.2016.-161078 de fecha 12 de abril de 2016, haciéndole la prevención que al no cumplir en tiempo y forma con la presentación de la información faltante solicitada el trámite sería desechado.

VII. Que mediante escrito de fecha 24 de mayo de 2016, recibido en el ECC de la **SEMARNAT** el mismo día, mes y año, el **promovente** remitió la información faltante que fue solicitada mediante oficio 133.02.03.0568.2016.-161078 de fecha 12 de abril de 2016.

VIII. Que mediante oficio 133.02.03.1448.2016.-162278 de fecha 06 de junio de 2016 y conforme a lo dispuesto en los artículos 53, 54 y 55 de la LFPA, la **SEMARNAT** solicitó a la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo, opinión técnica en relación a la congruencia y viabilidad del **proyecto** con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo y el cumplimiento con el criterio ecológico Mae 59.

IX. Que mediante oficio 133.02.03.1449.2016.-162274 de fecha 06 de junio de 2016 y conforme a lo dispuesto en los artículos 53, 54 y 55 de la LFPA, la **SEMARNAT** solicitó a la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, opinión técnica en relación a la congruencia y viabilidad del **proyecto** con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo.

X. Que mediante oficio 133.02.03.1451.2016.-162277 de fecha 06 de junio de 2016 y conforme a lo dispuesto en los artículos 53, 54 y 55 de la LFPA, la **SEMARNAT** solicitó a la Directora Local de la Comisión Nacional del Agua en Hidalgo, la opinión técnica en relación a la congruencia y viabilidad del **proyecto** con los instrumentos u ordenamientos legales aplicables en materia de su competencia, en relación a los impactos negativos en la calidad y cantidad de agua (subterránea e infiltración), que pudiera generarse con la ejecución del proyecto.

XI. Que mediante oficio 133.02.03.1452.2016.-162273 de fecha 06 de junio de 2016 y conforme a lo dispuesto en los artículos 53, 54 y 55 de la LFPA, la **SEMARNAT** solicitó al Presidente Municipal Constitucional de Molango de Escamilla, Hidalgo, la opinión técnica en relación a

la congruencia y viabilidad del **proyecto** con los instrumentos u ordenamientos legales aplicables en materia de su competencia.

XII. Que mediante oficio SEMARNATH/DGRN/2848/16 de fecha 14 de junio y recibido en el ECC de la **SEMARNAT** el 24 de junio de 2016, el Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo, otorgó opinión técnica del **proyecto**, en la cual indica que la superficie contemplada dentro del **proyecto** se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental XV, la cual está condicionado el uso de suelo para la Minería, mismo que obra en el expediente.

XIII. Que mediante oficio BOO.912.04.-02300 de fecha 27 de junio de 2016, y recibido en el ECC de la **SEMARNAT** el día 05 de julio de 2016, la Directora Local de la Comisión Nacional del Agua en Hidalgo, otorgó opinión técnica sobre el **proyecto**, mismo que obra en el expediente.

XIV. Que mediante oficio 133.02.03.1623.2016.-162853 de fecha 05 de julio de 2016 y conforme al artículo 122 fracción III del RLGDFS, la **SEMARNAT** solicitó al Presidente del Consejo Estatal Forestal y Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo, opinión técnica sobre el **proyecto**, a fin de continuar con el procedimiento de evaluación de la solitud de la autorización.

XV. Que mediante oficio SEMARNATH/DGRN/3832/16 de fecha 11 de julio y recibido en el ECC de la **SEMARNAT** el 15 de julio de 2016, el Presidente del Consejo Estatal y Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo, mediante el cual informó que *".. en relación al oficio No. 133.02.03.1623.2016 de fecha 07 de julio del presente año a las 11:55 hr., se solicitó la opinión técnica del Consejo Estatal Forestal para el proyecto; "modificación al proyecto Autorizado Denominación del Proyecto Tajo Naopa, en el muncipio de Molango, Hgo", alo cual me permito comentarle que el día 07 de julio a las 11:00 horas se llevó a cabo la Segunda Sesión Ordinaria del Consejo Estatal Forestal; motivo por el cual no fue posible ingresar el proyecto a dicha reunión, y se propone considerarlo para la siguiente sesión..."*.

XVI. Que mediante oficio 133.02.03.1673.2016.-163148 de fecha 21 de julio de 2016, la **SEMARNAT** le notificó al **promovente** que el día 22 de julio de 2016, se realizaría la visita técnica de verificación al predio del **proyecto** en cumplimiento con el artículo 122 fracción IV del RLGDFS.

XVII. Que el 22 de julio de 2016, la **SEMARNAT** realizó la visita de verificación al predio del **proyecto**, a fin de constatar las condiciones físicos biológicos del predio, de acuerdo a lo manifestado por el **promovente** en el ETJ e información técnica complementaria.

XVIII. Que mediante oficio 133.02.03.1694.2016.-163238 de fecha 25 de julio de 2016, esta Delegación Federal, con fundamento en los artículos 2 fracción I, 3 fracción II, 7 fracción XV, 12 fracción XXIX, 16 fracción XX, 117, 118, 142, 143 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 120, 121, 122, 123 y 124 de su Reglamento; en los Acuerdos por los que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el CUSTF, los criterios técnicos y el método que deberá observarse para su determinación y en los costos de referencia para la reforestación o restauración y su mantenimiento, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de septiembre de 2005 y 31 de julio de 2014 respectivamente, notificó al **promovente**, que como parte del procedimiento para expedir la autorización del CUSTF, debería depositar ante el Fondo Forestal Mexicano, la cantidad de $347,492.57

163657

(Trecientos cuarenta y siete mil cuatrocientos noventa y dos pesos 57/100 M.N.), por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en una superficie de 13.11 hectáreas de Bosque mesófilo de montaña, preferentemente en el estado de Hidalgo.

XIX. Que mediante escrito de fecha 31 de agosto de 2016, recibido el mismo día, mes y año en curso en el ECC de la **SEMARNAT**, fue notificado el depósito realizado al Fondo Forestal Mexicano por la cantidad $347,492.57 (Trecientos cuarenta y siete mil cuatrocientos noventa y dos pesos 57/100 M.N.), por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en una superficie de 13.11 hectáreas de Bosque mesófilo de montaña, preferentemente en el estado de Hidalgo.

XX. Que a la fecha no se ha recibido opinión técnica del **proyecto** de las siguientes instancias: Presidencia Municipal Constitucional de Molango de Escamilla, estado de Hidalgo y de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, y

CONSIDERANDO

PRIMERO: Que esta Delegación Federal en el Estado de Hidalgo de la **SEMARNAT**, es la instancia encargada de resolver las solicitudes de autorización de CUSTF, cuando la promueven los particulares, como es el caso que nos ocupa; de conformidad con lo establecido en los artículos 26 y 32 bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2 fracción I, 5, 12 fracciones XXIX y XXXVII, 16 fracción XX, 117 párrafo uno y cuatro de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), publicado en el DOF el 25 de febrero de 2003 y última reforma el 07 de junio de 2013; y 120, 121, 122 fracción I, 123 Bis del RLGDFS, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 21 de febrero de 2005 y última reforma el 31 de octubre de 2014; 38, 39, 40 fracción XXIX del Reglamento Interior de la **SEMARNAT** publicado en el DOF el 26 de noviembre de 2012.

SEGUNDO: Que la vía intentada por el interesado con su escrito de mérito, es la procedente para instaurar el procedimiento de autorización de CUSTF, conforme a lo establecido en los artículos 12 fracción XXIX, 117 y 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, así como de 120 al 127 de su Reglamento.

TERCERO: Que con el objeto de verificar el cumplimiento de los requisitos de solicitud establecidos por los artículos 120 y 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la **SEMARNAT** se avocó a la revisión de la información y documentación que fue proporcionada por el **promovente**, 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 120 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS), que dispone:

Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:
I.- Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;

II.- Lugar y fecha;
III.- Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
IV.- Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y 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, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso de suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

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, éstos fueron satisfechos mediante la presentación del formato de solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales SEMARNAT-02-001, debidamente requisitado y firmado por el interesado, donde se asientan los datos que dicho párrafo señala.

Por lo que corresponde al requisito establecido en el citado artículo 120, párrafo segundo del RLGDFS, consistente en presentar el ETJ del **proyecto** en cuestión, éste fue satisfecho mediante el documento denominado **ETJ** que fue exhibido por el interesado adjunto a su solicitud de mérito, el cual se encuentra firmado por el **promovente**, el cual fue elaborado por el Ing. José Alfredo Aguilar Ángeles, quien se encuentra inscrito en el Registro Forestal Nacional como Prestador de Servicios Técnicos Forestales en el Libro Hidalgo, Tipo UI, volumen 1, Número 1.

Por lo que corresponde al requisito previsto en el citado artículo 120, párrafo segundo del RLGDFS, 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 CUSTF, éstos quedaron completos en el presente expediente con los siguientes documentos:

a) Copia certificada de la Escritura número 29,315 de fecha 1 de noviembre de 2006, relativa a la Protocolización de Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria de Accionistas de la Compañía Minera Autlán S.A.B. de C.V. y la formalización de los acuerdos tomados.

b) Copia certificada de la Escritura Pública número 712 de fecha 10 de junio de 2014, en la que se otorga los poderes y facultades consignadas en el mismo instrumento a favor del señor ingeniero Ricardo Carlos Velasco González, para ser ejercido en nombre y representación de la Compañía Minera Autlán, S.A. B. de C.V.

2.- Por lo que corresponde al cumplimiento de los requisitos del contenido del **ETJ**, los cuales se encuentran establecido en el artículo 121 del RLGDFS, que dispone:

I. *Usos que se pretendan dar al terreno;*

163657

II. *Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georeferenciados;*
III. *Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;*
IV. *Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;*
V. *Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;*
VI. *Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo;*
VII. *Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;*
VIII. *Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;*
IX. *Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;*
X. *Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;*
XI. *Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;*
XII. *Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;*
XIII. *Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;*
XIV. *Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y*
XV. *En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.*

Con vista en las constancias que obran en el expediente, se advierte que los requisitos previstos por el artículo 121 del RLGDFS, fueron presentados por el interesado en la información vertida en el **ETJ** entregado a esta **SEMARNAT**, mediante escrito de fecha de 15 de marzo de 2016 e información faltante con escrito de fecha fecha 24 de mayo de 2016.

Por lo anterior, con base en la información y documentación que fue proporcionada por el **promovente**, esta autoridad administrativa tuvo por satisfechos los requisitos de solicitud previstos por los artículos 120 y 121 del RLGDFS.

3.- 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 (LGDFS), de cuyo cumplimiento depende la autorización del CUSTF solicitada, esta autoridad administrativa se avocó al estudio de la información y documentación que obra en el expediente, considerando lo siguiente:

El artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, establece:

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

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.

En tal virtud, con base en el análisis de la información técnica proporcionada por el **promovente**, se entra en el examen de los cuatro supuestos arriba referidos, en los términos que a continuación se indican:

a) 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 ETJ se desprende información contenida en diversos apartados del mismo, consistente en que:

REGIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA

El **proyecto** se ubica en el Región Hidrológica (RH26) Pánuco, Cuenca Hidrológica XII Río Amajac, desde la estación Hidrométrica Almolón y la confluencia del Río Claro hasta la Estación Hidrométrica Temamatlam de conformidad al "ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Arroyo Zarco, Rio Ñadó, Río Galindo, Río San Juan 1, Río Tecozauta, Río San juan 2, Río Grande de Tulancingo, Río Metztitlan 1, Río Metzquititlan, Río Metztitlan 2, Río Amajaque, Río Claro, Río Amajac, Río Calabozo, Río Los Hules, Río Tempoal 1, Río San Pedro, Río Tempoal 2, Río Verde 1, Río Verde 2, Río Verde 3, Arroyo El Puerquito o San Bartolo, Arroyo Altamira, Río Santa María 1, Río Santa María 2, Río Santa maría 3, Río Tamasopo 1, Río Tamasopo 2, Río Gallinas, Río el Salto, Río Valles, Río Tampaón 1, Río Choy, Río Coy 1, Río Coy 2, Río Tampaón 2, Río Victoria, Río Tolimán, Río Extoraz, Embalse Zimapán, Río Moctezuma 1, Río Moctezuma 2, Río Tancuilín, Río Huchihuayán, Río Moctezuma 3, Río Moctezuma 4, Río Juamave-Chihue, Río Guayalejo 1, Río Guayalejo 2, Río Sabinas, Río Comandante 1, Río Comandante 2, Río Mante, Río Guayalejo 3, Arroyo El Cojo, Río Tantoán, Río Guayalejo 4, Río Tamesí, Río Moctezuma 5, Río Chicayán 1, Río Chicayán 2, Río Pánuco 1, Arroyo Tamacuil o La Llave y Río Pánuco 2, mismas que forman parte de la Subregión Hidrológica Río Pánuco de la Región Hidrológica numero 26 Pánuco", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de julio de 2011.

Hidrográficamente cada una de las Tepetateras se ubica en una microcuenta, nombrada Tepetatera Norte está ubicada en la microcuenca denominada Acatepec perteneciente a la Cuenca

Hidrológica XII Río Amajac, mientras que la Tepetatera Sur se encuentra en la microcuenca Temacuil que igualmente forma parte de la Cuenca Hidrológica XII Río Amajac. El cuerpo de agua donde desemboca el escurrimiento de la Tepetatera Norte se denomina arroyo Agua Salada, el cual tributa al río que lleva por nombre Palapa que se une a otros para formar el Río Claro, afluente del Río Amajac. La Tepetatera Sur se ubica en un escurrimiento que drena hacia el arroyo Xaltetla que posteriormente une su cause con el Arroyo Adjuntas esto para formar parte de una de las corrientes del Río Claro, que se termina uniendo con el Río Amajac para desembocar al Río Pánuco.

Las corrientes de formación natural denominadas arroyo Agua Salada y arroyo Xaltetla, son tributarias al Río Claro y al Río Amajac, este último de carácter permanente con cauce bien definido, cuenta con Declaratoria de Propiedad nacional de fecha 28 de marzo de 1019, publicada en el Diario Oficial de la Federación en fecha 15 de abril del mismo año.

TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA

Las condiciones físico-geográficas (clima, relieve, suelos, orografía, etc.) son propicias para la existencia de comunidades vegetales de climas templados para el territorio comprendido en las microcuencas de Acatepec y Temacuil. Por lo cual, de acuerdo a la cartografía de vegetación de la INEGI (2011), serie V, escala 1: 250, 000 (Figura V. 13) (Anexo Plano 14), así como a la caracterización de los tipos de vegetación del Ordenamiento Ecológico Territorial de Hidalgo y auxiliándose de los estudios de Ponce *et al.* (2006), Puig (1991), Rzedowski (1991, 2006), Trejo (1998) y Zavala (1990), así como la caracterización de INEGI (2015); se describen los siguientes tipos de vegetación encontrados:

Bosque de Encino. Los bosques de encino son muy variables en su estructura, fisonomía, composición florística y su dinámica, por lo que resulta bastante difícil examinarlos de manera global, por ello se han hecho agrupaciones basadas en los caracteres bioclimáticos, que permiten jerarquizar las agrupaciones, logrando subdividirse en grupos ecológicos. Tales agrupaciones se han denominado: higrófila, mesohigrófila, mesófila, mesófila de montaña y xerófila, que atienden básicamente a la cantidad de precipitación disponible en las zonas.

Bosque de Encino: se presenta en forma de manchones en la parte norte del Estado, y dentro de la microcuenca de Temacuil se encuentra en pequeñas superficies marcadas en el oeste y sur de su territorio. En general los suelos que soportan las condiciones de esta vegetación son: Feozem, Rendzina, Luvisol y Regosol, bien drenados y con presencia de calizas y lutitas. La distribución altitudinal del bosque varía de 500 a 1, 200 m y es común que se ubique en zonas con climas semisecos o templados subhúmedos y semicálidos, donde las temperaturas medias anuales tienen rangos de 20 a 24 ° C y las precipitaciones entre 600 y 1, 200 mm en el mismo lapso. En la zona árida está integrado por individuos de 5 a 8 m de alto, aunque en algunos sitios alcanzan hasta 15 m; donde la mayoría de las especies que lo forman son caducifolias, las cuales pierden su follaje durante un corto período del año, entre ellas están: *Quercus affinis, Q. castanea, Q. eduardii, Q. deserticola, Q. laeta, Q. mexicana, Q. obtusata* y *Q. sartorii.*

En muchos de los casos se encuentra asociado al Bosque Mesófilo de Montaña y a otros que también son importantes en varias regiones del estado de Hidalgo, como el de pino (al norte y

noreste del municipio de Zimapán) y de táscate (al noroeste y sureste del municipio de El Cardonal).

Amplias extensiones de bosque se aprovechan en la explotación doméstica de su madera, lo que ha propiciado la formación de bosques con zacatales (pastizal inducido) y matorrales de carácter secundario, que se emplean en la ganadería, negando el restablecimiento del bosque, debido al pastoreo excesivo, ocasionando que los terrenos se degraden y pierdan la capacidad de absorber y almacenar eficientemente el agua de las lluvias, favoreciendo los procesos erosivos en el suelo.

Bosques Mixtos de Pino-Encino: Estos bosques mixtos son de gran relevancia y se desarrollan en suelos profundos (Luvisoles, Cambisoles y Feozem), relacionados con lutitas, areniscas, calizas, tobas y basaltos; sobre sierras y mesetas al este, oeste y centro de la parte norte del estado de Hidalgo. Los climas que influyen a esta asociación vegetal son templados húmedos principalmente, sin embargo también se presenta en lugares semisecos; con precipitaciones de 500 a 1, 500 mm, con temperaturas medias anuales de 1 a 26 °C. Los límites de altitud en que crece este bosque van de 1, 500 a 2, 000 msnm. En este tipo de vegetación las especies más abundantes son: *Pinus teocote*, *P. montezumae*, *P. cembroides*, *Quercus crassipes*, *Q. crassifolia* y *Q. rugosa*.

Este bosque ocupa pequeñas masas dentro de la microcuenca de Temacuil, las cuales se encuentran dentro de una franja discontinua que va de sureste a noroeste, iniciando en el municipio de San Agustín Metzquititlán, pasando por los municipios de Zacualtipán, Metztitlán y terminando en el municipio de Juárez Hidalgo. Se pueden definir dos condiciones: la primera y que mayor superficie cubre, se encuentra dominada por *Pinus patula* y la segunda dominada por *Pinus greggii*, que es la que se localiza en el municipio de Juárez Hidalgo.

Bosques Mixtos de Encino-Pino: El bosque mixto de encino pino se localiza en la parte central del estado de Hidalgo, en sierras, lomeríos, mesetas y cañones, sobre suelos poco profundos (Rendzinas, Feozem y Litosoles) limitados por fases líticas. Ocupa altitudes que van desde 800 hasta 1, 200 m y climas secos semicálidos a templados subhúmedos.

Está formado esencialmente por el encino (*Quercus* spp.) y pino (*Pinus* spp.), aunque son comunes: *Guazuma* sp. *Juniperus* spp., *Cornus* spp., y *Arbutus xalapensis*, entre otros. La dominancia de cualquiera de las dos especies formadoras de este bosque varía ampliamente, por lo que es difícil hablar estrictamente de un bosque de pino-encino o encino-pino.

Dentro de la superficie de la microcuenca de Temacuil, este bosque se encuentra situado en un pequeño manchón al este del municipio de Juárez Hidalgo y dentro de la zona se constituye como una comunidad de transición y es frecuente que sea una mezcla de encinos xerófilos y de varias especies de pinos, tales como *Pinus teocote* y *Pinus greggii*.

Bosque Mesófilo de Montaña: Este bosque se desarrolla en suelos Feozem, Regosoles y Luvisoles con fases líticas profundas, constituidas por calizas, lutitas, areniscas y conglomerados. Se desarrolla en las laderas con orientación este de la Sierra Madre Oriental, al noreste del estado de Hidalgo y en gran parte de la superficie de las microcuencas de Acatepec y Temacuil (en la zona de los municipios de Tlanchinol, Calnali, Tepehuacán de Guerrero, La Misión, Tenango de Doria, Zacualtipán y Tianguistengo, principalmente). Dicha vegetación es posible encontrarlo en

163657

altitudes generalmente superiores a 1, 000 m y menores a 2, 000 m, donde el relieve tiende ser accidentado y de pendientes abruptas. En las zonas donde crece el bosque mesófilo frecuentemente existen las neblinas, la alta humedad atmosférica y, por consiguiente, la disminución de la luminosidad.

Con respecto a los climas, éstos son principalmente semicálidos-húmedos con lluvias todo el año, aunque también se desarrolla donde los climas son templados-húmedos, o subhúmedos, con variaciones en la precipitación de 1, 500 a 3, 000 mm anuales.

Fisonómicamente es un bosque denso y pluriestratificado que incluye al menos los siguientes pisos o doseles:

- Los árboles del estrato arbóreo alto (dosel arbóreo) son pocos, pero algunos son corpulentos y con troncos que tienen diámetros que alcanzan los 65 y 70 cm. Los individuos en este estrato llegan a medir más de 20 m de altura (algunos hasta 30 m), como *Dalbergia palo-escrito, Quercus germana, Quercus sartorii* y *Trophis mexicana*. Otras especies presentes en este estrato son *Clethra mexicana, Liquidambar macrophylla, Ostrya virginiana, Pinus greggii, P. pseudostrobus* y *Quercus eugeniifolia*.

- En el estrato arbóreo medio (10 a 20 m), los individuos en general presentan troncos con diámetros que alcanzan 30 y 45 cm de diámetro. Las especies más importantes son: *Befaria laevis, Beilschmiedia mexicana, Carpinus caroliniana, Carya ovata* var. *mexicana, C. palmeri, Eugenia xalapensis, Inga huastecana, Ocotea helicterifolia, Prunus brachybotria, Quercus affinis, Q. castanea, Turpinia occidentalis* y *Vaccinium leucanthum*.

- El estrato arbóreo bajo, de menos de 10 m de alto, es muy diverso; los troncos de los árboles son muy delgados, alcanzando diámetros que van desde 3 hasta 12 cm. Las especies más sobresalientes son: *Cinnamomum effusum, Cornus disciflora, C. excelsa, Cyathea godmanii, Gaultheria acuminata, Ilex tolucana, Lonchocarpus caudatus, Lyonia squamulosa, Oreopanax xalapensis, Persea liebmannii, Prunus serotina* var. *capuli, Rapanea myricoides, Rhamnus longistyla, Trichilia havanensis, Viburnum ciliatum* y *Zanthoxylum xicense*, entre otros.

- El estrato arbustivo también está bien representado y está compuesto por especies como *Baccharis trinervis, Bocconia frutescens, Cestrum fasciculatum, Eupatorium* spp., *Hoffmannia* spp., *Miconia* spp., *Palicourea padifolia, Piper auritum, Randia aculeata* y *Solanum* spp. En sitios abiertos es frecuente la presencia de *Cnidoscolus multilobus*, que se ve favorecida por el disturbio.

Las plantas herbáceas terrestres que crecen en este bosque también son abundantes y algunas de ellas están favorecidas por la perturbación y la alta humedad ambiental. Entre ellas se encuentran representantes de varias familias, como *Asplenium* spp., *Begonia* spp., *Coccocypselum cordifolium, Elaphoglosum* spp., *Equisetum myriochaetum, Lasiacis* spp., *Lobelia* spp., *Moussonia deppeana, Oxalis* spp., *Polypodium rosei, Selaginella* spp., *Tibouchina* spp., y *Pteridium* sp.

En los lugares más húmedos son frecuentes las orquídeas como *Calanthe calanthoides, Cyclopogon luteo-albus, Dichaea glauca, Govenia* spp., y *Habenaria* spp. En los lugares más perturbados son frecuentes las ciperáceas, commelináceas, gramíneas y asclepiadáceas, entre otras. Entre las enredaderas y trepadoras, tanto herbáceas como leñosas, mejor representadas están: *Blepharodon mucronatum, Canavalia villosa, Celastus pringlei, Clematis acapulcensis, Clitoria mexicana, Dioscorea ulinei, Ipomoea* spp., *Passiflora* spp., *Phaseolus* spp., *Smilax* spp., y *Vitis popenoei.*

Las plantas epífitas crecen formando grupos sobre los troncos y las ramas de los árboles, en especial los compuestos por especies de bromelias, cactáceas, helechos, piperáceas y de orquídeas, como *Aporocactus flagelliformis, Encyclia candollei, Epidendrum longipetalum, Isochilus* aff. *unilateralis, Peperomia* spp., *Phlebodium* spp., *Pleopeltis polylepis* var. *interjecta, Polypodium* spp., *Rhynchostele rossii, Stanhopea tigrina, Tillandsia* spp., y *Vittaria graminifolia.*

Muchas áreas del bosque mesófilo de montaña han sido sometidas a una intensa explotación a pesar de lo abrupto del terreno y en gran número de ellas, como consecuencia de las condiciones edáficas y climáticas favorables, se efectúa agricultura seminómada, representada principalmente por el cultivo de café; este producto llega a desplazar casi por completo cualquier otro tipo de aprovechamiento de la tierra y propicia la formación de comunidades vegetales secundarias. Además están alterados en parte por la tala inmoderada, las prácticas agrícolas seminómadas y la introducción de ganado.

INDICE DE BIODIVERSIDAD A NIVEL MICROCUENCA

Para la determinación de la biodiversidad faunística de las microcuencas de Acatepec y Temacuil, se realizó una serie de monitoreos de fauna en los diferentes hábitats. Los tipos de vegetación de mayor presencia Encino-Pino, Pino-Encino, Encino y el de mayor representación Bosque Mesófilo de Montaña.

FAUNA SILVESTRE

De acuerdo al **promovente**, empleó diferentes monitoreos directos e indirectos, realizados con la finalidad de poder abarcar las diferentes especies (aves, mamíferos y herpetofauna) y sus abundancias entre distintos ambientes.

- **Método directo de captura por redes de niebla**

El método consistió en la instalación de redes de niebla dentro del hábitat, siendo la principal función capturar al organismo, y así obtener las características de identificación de especies, las redes se abrieron desde el inicio del día y se mantuvieron abiertas hasta las 19:00 hrs. La revisión de las redes se realizó constantemente. Una vez que las aves fueron capturadas se desenredaron de la red, se guardaron en bolsas de tela para transportarlas posteriormente al lugar donde puedan ser manipuladas con facilidad, después de lo cual fueron liberadas.

- **Método indirecto de avistamiento de Aves por transecto.**

El monitoreo se realizó en horas específicas esto con la finalidad de poder aprovechar las horas de mayor actividad de las aves, se empleo el método de transectos para el avistamiento de la avifauna, que permite obtener listas de especies lo más completas y representativas posibles, siendo altamente eficiente, ya que maximiza la información obtenida por unidad de tiempo y esfuerzo y además permite obtener datos sobre el comportamiento.

Con los datos obtenidos del empleo de los diferentes métodos se efectuaron los cálculos de los índices de biodiversidad:

El índice de Shannon de Shannon-Wiener: representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5 siendo 1 representante de una biodiversidad baja y 5 una biodiversidad alta.

$$H' = -\sum (P_i) \times In(P_i)$$

Donde:

H´: Índice de Shannon-Wiener.
Pi: Proporcion de la especie n en la muestra total N (Pi = n/N).
In(Pi): Logaritmo natural de Pi.

En éste **proyecto** obtuvo un valor de H'= 4.3, lo que indica que la diversidad de la comunidad ornitológica de la microcuenca es alto se estimó mediante la siguiente formula (este índice se aplico para aves, mamíferos, anfibios y reptiles):

TABLA 1.- Índice de Shannon-Wiener para el grupo de Aves.

Aves								
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	ni	Abundancia relativa (pi)	In(pi)	H'	Frecuencia relativa
1	Cathartidae	Aura	*Cathartes aura*	12	0.021	-3.866	-0.081	2.094
2	Columbidae	Paloma Ala blanca	*Zenaida asiática*	8	0.014	-4.271	-0.060	1.396
3	Columbidae	Paloma morada	*Patagioenas flavirostris*	6	0.010	-4.559	-0.048	1.047
4	Strigidae.	Tecolote serrano	*Glaucidium gnoma*	1	0.002	-6.351	-0.011	0.175
5	Caprimulgidae	Chotacabras menor	*Chordeiles acutipennis*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
6	Trochilidae	Colibrí pico ancho	*Cynanthus latirostris*	7	0.012	-4.405	-0.054	1.222
7	Trochilidae.	Colibrí corona violeta	*Amazilia violiceps*	7	0.012	-4.405	-0.054	1.222
8	Trochilidae	Amazilia serrana	*Amazilia cyanocephala*	6	0.010	-4.559	-0.048	1.047

9	Picidae	Martín pescador verde	*Chlorocerylle americana*	1	0.002	-6.351	-0.011	0.175
10	Picidae	Carpintero Cheje	*Melanerpes aurifrons*	2	0.003	-5.658	-0.020	0.349
11	Picidae	Carpintero oliváceo	*Colaptes rubiginosus*	1	0.002	-6.351	-0.011	0.175
12	Furnariidae	trepatroncos oliváceo	*Sittasomus griseicapillus*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
13	Tyrannidae	Mosquero lampiño	*Camptostoma imberbe*	9	0.016	-4.154	-0.065	1.571
14	Tyrannidae	Pibí tengofrío	*Contopus pertinax*	5	0.009	-4.741	-0.041	0.873
15	Tyrannidae	Mosquero mínimo	*Empidonax minimus*	7	0.012	-4.405	-0.054	1.222
16	Tyrannidae	Mosquero pecho leonado	*Empidonax fulvifrons*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
17	Tyrannidae	Luis Bienteveo	*Pitangus sulphuratus*	10	0.017	-4.048	-0.071	1.745
18	Vireonidae	Vireo	*Vireo bellii*	3	0.005	-5.252	-0.027	0.524
19	Aegithalidae	Sastrecito	*Psaltriparus minimus*	2	0.003	-5.658	-0.020	0.349
20	Mimidae	Mulato azul	*Melanotis caerulescens*	12	0.021	-3.866	-0.081	2.094
21	Parulidae	Chipe corona naranja	*Oreothlypis celata*	6	0.010	-4.559	-0.048	1.047
22	Parulidae	Chipe de coronilla	*Vermivora ruficapilla*	9	0.016	-4.154	-0.065	1.571
23	Parulidae	Chipe dorso verde	*Dencroica virens*	6	0.010	-4.559	-0.048	1.047
24	Parulidae	Chipe cabeza amarilla	*Setophaga occidentalis*	3	0.005	-5.252	-0.027	0.524
25	Parulidae	Chipe trepador	*Mniotilta varia*	2	0.003	-5.658	-0.020	0.349
26	Thraupidae	Tángara ala amarilla	*Thraupis abbas*	6	0.010	-4.559	-0.048	1.047
27	Icteridae	Zanate mayor	*Quiscalus mexicanus*	10	0.017	-4.048	-0.071	1.745
28	Icteridae	Oropendola montezuma	*Psarocolius montezuma*	5	0.009	-4.741	-0.041	0.873
29	Tyrannidae	Tirano tropical	*Tyrannus melancholicus*	8	0.014	-4.271	-0.060	1.396
30	Emberizidae	Zacatonero rojizo	*Aimophila rufescens*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
31	Tyrannidae	Luis gregario	*Myiozetetes similis*	8	0.014	-4.271	-0.060	1.396
32	Tyrannidae	Mosquero californiano	*Empidonax difficilis*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
33	Cardinalidae	Tangara ala blanca	*Piranga leucoptera*	9	0.016	-4.154	-0.065	1.571
34	Cardinalidae	Tangara roja	*Piranga rubra*	13	0.023	-3.786	-0.086	2.269

35	Cardinalidae	Picogordo azul	*Passerina caerulea*	5	0.009	-4.741	-0.041	0.873
36	Icteridae	Tordo cantor	*Dives dives*	3	0.005	-5.252	-0.027	0.524
37	Parulidae	Chipe rey	*Basileuterus rufifrons*	5	0.009	-4.741	-0.041	0.873
38	Parulidae	Chipe corona dorada	*Basileuterus culicivorus*	6	0.010	-4.559	-0.048	1.047
39	Corvidae	Chara verde	*Cyanocorax yncas*	12	0.021	-3.866	-0.081	2.094
40	Accipitridae	Aguililla negra menor	*Buteogallus anthracinus*	3	0.005	-5.252	-0.027	0.524
41	Corvidae	Papan	*Psilorhinus morio*	11	0.019	-3.953	-0.076	1.920
42	Cracidae	Chachalaca	*Ortalis vetula*	13	0.023	-3.786	-0.086	2.269
43	Tyrannidae	Papamoscas negro	*Sayornis nigricans*	3	0.005	-5.252	-0.027	0.524
44	Cardinalidae	Saltator cabecinegro	*Saltator atriceps*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
45	Tyrannidae	Papamoscas rayado cejiblanco	*Myiodynastes luteiventris*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
46	Cerylidae	Martín pescador de collar	*Megaceryle torquata*	1	0.002	-6.351	-0.011	0.175
47	Tyrannidae	Papamoscas copeton	*Myiarchus tyrannulus*	3	0.005	-5.252	-0.027	0.524
48	Icteridae	Tordo ojo rojo	*Molothrus aeneus*	8	0.014	-4.271	-0.060	1.396
49	Tityridae	Tityra enmascarada	*Tityra semifasciata*	9	0.016	-4.154	-0.065	1.571
50	Picidae	Carpintero lineado	*Dryocopus lineatus*	1	0.002	-6.351	-0.011	0.175
51	Psittacidae	Loro corona blanca	*Pionus senilis*	1	0.002	-6.351	-0.011	0.175
52	Fringillidae	Jilguero encapuchado	*Carduelis notata*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
53	Fringillidae	Euphonia gorjiamarilla	*Euphonia hirundinacea*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
54	Thraupidae	Mielero verde	*Cyanerpes cyaneus*	5	0.009	-4.741	-0.041	0.873
55	Icteridae	Bolsero	*Icterus gularis*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
56	Anatinae	Pato cabeza roja	*Aythya americana*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
57	Corvidae	Papan	*Cyanocorax morio*	8	0.014	-4.271	-0.060	1.396
58	Falconidae	caracara común	*Polyborus plancus*	9	0.016	-4.154	-0.065	1.571
59	Turdidae	Clarín Jilguero	*Myadestes occidentalis*	8	0.014	-4.271	-0.060	1.396
60	Cardinalidae	Picogrueso pechicafé	*Pheucticus melanocephalus*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
61	Emberizidae	Atlapetes gorrirrufo	*Atlapetes pileatus*	2	0.003	-5.658	-0.020	0.349
62	Regulidae	Reyezuelo sencillo	*Regulus calendula*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698

63	Picidae	Carpintero bellotero	*Melanerpes formicivorous*	11	0.019	-3.953	-0.076	1.920
64	Picidae	Carpintero	*Picoides scalaris*	9	0.016	-4.154	-0.065	1.571
65	Trochilidae	Colibrí	*Hylocharis leucotis*	4	0.007	-4.965	-0.035	0.698
66	Trochilidae	Colibrí	*Lampornis clemenciae*	5	0.009	-4.741	-0.041	0.873
67	Trochilidae	Colibrí	*Eugenes fulgens*	7	0.012	-4.405	-0.054	1.222
68	Vireonidae	Reyezuelo	*Vireo huttoni*	5	0.009	-4.741	-0.041	0.873
69	Parulidae	Chipe gorjiblanco	*Dendroica coronata*	8	0.014	-4.271	-0.060	1.396
70	Parulidae	Chipe negriamarillo cachetioscuro	*Dendroica townsendi*	9	0.016	-4.154	-0.065	1.571
71	Parulidae	Pavito aliblanco	*Myoborus pictus*	12	0.021	-3.866	-0.081	2.094
72	Parulidae	Chipe coroninegro	*Wilsonia pusilla*	6	0.010	-4.559	-0.048	1.047
73	Falconidae	Halcón cernícalo	*Falco sparverius*	13	0.023	-3.786	-0.086	2.269
74	Fringillidae	Dominico	*Carduelis psaltria*	15	0.026	-3.643	-0.095	2.618
75	Fringillidae	Gorrión común	*Carpodacus mexicanus*	17	0.030	-3.518	-0.104	2.967
76	Turdidae	Clarín unicolor	*Myadestes unicolor*	2	0.003	-5.658	-0.020	0.349
77	Trogonidae	Pájaro bandera	*Trogon mexicanus*	5	0.009	-4.741	-0.041	0.873
78	Tyrannidae	Cardenalito	*Pyrocephalus rubinus*	8	0.014	-4.271	-0.060	1.396
79	Turdidae	Zorzal	*Turdus grayi*	3	0.005	-5.252	-0.027	0.524
80	Turdidae	Zorzal gorjiblanco	*Turdus assimilis*	2	0.003	-5.658	-0.020	0.349
81	Turdidae	Tordo	*Turdus migratorius*	9	0.016	-4.154	-0.065	1.571
82	Accipitridae	Halcón cola roja	*Buteo Jamaicensis*	6	0.010	-4.559	-0.048	1.047
83	Accipitridae	Zopilote	*Buteo Jamaicensis*	13	0.023	-3.786	-0.086	2.269
84	Anatidae	Pato cucharon	*Anas clypeata*	6	0.010	-4.559	-0.048	1.047
85	Charadriidae	Chorlito	*Charadrius vociferus*	3	0.005	-5.252	-0.027	0.524
86	Rallidae	Gallareta	*Fulica americana*	10	0.017	-4.048	-0.071	1.745
87	Anatidae	Pato rojizo	*Oxyura jamaicensis*	8	0.014	-4.271	-0.060	1.396
88	Anatidae	Pato boludo	*Aythya affinis*	6	0.010	-4.559	-0.048	1.047
89	Anatidae	Cerceta alioscura	*Anas carolinensis*	5	0.009	-4.741	-0.041	0.873
90	Ardeidae	Garza	*Egretta thula*	7	0.012	-4.405	-0.054	1.222
91	Podicipedidae	Zambullidor	*Podiceps nigricollis*	2	0.003	-5.658	-0.020	0.349

92	Anatidae	Cerceta aliazul	*Anas discors*	163657 5	0.009	-4.741	-0.041	0.873

Con los resultados arrojados da un indicativo de la diversidad de ecosistemas que se encuentran en las microcuencas de Acatepec y de Temacuil, existe una alta diversidad de especies ornitológicas que interaccionan entre si, ya que la comunidad ornitológica es un indicador del estado de perturbación de un ecosistema, este índice nos indica que no existe el dominio por alguna especie ya que existe una alta riqueza y abundancia de las especies corroborando este resultado con el índice de dominancia (Berger-Parker).

El Indice de Berger-Parker se estima mediante la siguiente formula:

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

Donde:
d: Índice de Berger-Parker.
Nmax: Es el número de individuos en la especie más abundante.
N: Numero total de individuos.

Índice de Berger-Parker mide la dominancia de la especie o taxón más abundante, un incremento en el valor de este índice se interpreta como un aumento en la equidad y una disminución de la dominancia, onteniendo el valor de DB-P de 0.03, lo que nos indica una baja dominancia por lo que se concluye que existe una equidad de especies en el lugar. Por lo consiguiente, una buen estado del ecosistema.

Por otro lado, la frecuencia con la que se puede encontrar determinadas especies, se estima mediante la siguiente fórmula:

$$F_r = \frac{n_i}{N}$$

Donde:
n_i: Número de individuos de la especie i.
N: Número de todos los indiiduos de todas las especies.

Obteniendo como resultado que las especies que se pueden encontrar con mayor frecuencia en los lugares muestreados son los siguientes: Carpodacus mexicanus, Carduelis psaltria, Falco sparverius, Coragyps atratus y Ortalis vetula ya que son las de mayor abundancia y es más frecuente poderlas observar que a las otras especies.

Maztofauna.

- **Monitoreo indirecto:**

El método se baso fundamentalmente en la interpretación de los rastros y huellas. Los rastros que más se encontraron fueron las excretas, huellas, marcas en troncos, rascaderos, madrigueras, echaderos de descanso, partes de cuerpos (presas o evidencias de restos dejados por depredador) y olores, el monitoreo se realizó mediante transectos de igual longitud los cuales se recorrieron de forma sistemática.

Con los datos obtenidos del empleo de los diferentes métodos se efectuaron los cálculos de los índices de biodiversidad:

TABLA 2.- Índice de Shannon-Wiener para el grupo de Mamiferos.

Mamiferos								
No	Familia	Nombre común	Nombre científico	ni	Abundancia relativa (pi)	ln(pi)	H'	Frecuencia relativa
1	Dasypodidae	Armadillo	*Dasypus novemcinctus*	3	0.030	-3.497	-0.106	3.030
2	Cricetidae	Ratón	*Neotoma Mexicana*	4	0.040	-3.209	-0.130	4.040
3	Cricetidae	Ratón	*Peromyscus levipes*	5	0.051	-2.986	-0.151	5.051
4	Sciuridae	Ardilla	*Sciurus aureogaster*	4	0.040	-3.209	-0.130	4.040
5	Mephitidae	Zorrillo	*Mephitis macroura*	6	0.061	-2.803	-0.170	6.061
6	Canidae	Zorra	*Urocyon cinereoargenteus*	4	0.040	-3.209	-0.130	4.040
7	Soricidae	Musaraña	*Cryptotis alticola*	3	0.030	-3.497	-0.106	3.030
8	Didelphidae	Tlacuache común	*Didelphis virginiana*	10	0.101	-2.293	-0.232	10.101
9	Procyonidae	Cacomixtle	*Bassariscus astutus*	12	0.121	-2.110	-0.256	12.121
10	Myrmecophagidae	Hormiguero	*Tamandua mexicana*	2	0.020	-3.902	-0.079	2.020
11	Erethizontidae	Puercoespin mexicano	*Sphiggurus mexicanus*	1	0.010	-4.595	-0.046	1.010
12	Cuniculidae	Tuza real	*Cuniculus paca*	1	0.010	-4.595	-0.046	1.010
13	Cricetidae.	Ratón	*Reithrodontomys fulvescens*	2	0.020	-3.902	-0.079	2.020
14	Sciuridae	Ardillon	*Sciurus deppei*	2	0.020	-3.902	-0.079	2.020
15	Heteromyidae	Tuza	*Liomys irroratus*	4	0.040	-3.209	-0.130	4.040
16	Procyonidae	Coatí de nariz blanca	*Nasua narica*	1	0.010	-4.595	-0.046	1.010
17	Procyonidae	Mapache	*Procyon lotor*	5	0.051	-2.986	-0.151	5.051
18	Procyonidae	Martucha	*Potos flavus*	2	0.020	-3.902	-0.079	2.020
19	Canidae	Coyote	*Canis latrans*	3	0.030	-3.497	-0.106	3.030

20	Felidae	Tigrillo	*Leopardus wiedii*	2	0.020	-3.902	-0.079	2.020
21	Cervidae	Coachacal	*Mazama americana*	3	0.030	-3.497	-0.106	3.030
22	Procyonidae	Tancho	*Potos flavus*	3	0.030	-3.497	-0.106	3.030
23	Mustelidae	Viejo de monte	*Eira barbara*	2	0.020	-3.902	-0.079	2.020
24	Tayassuidae	Jabalí	*Pecari tajacu*	3	0.030	-3.497	-0.106	3.030
25	Mustelidae	Comadreja	*Mustela frenata*	4	0.040	-3.209	-0.130	4.040
26	Procyonidae	Tejon	*Nasua narica*	2	0.020	-3.902	-0.079	2.020
27	Cricetidae	Ratón	*Peromyscus hylocetes*	3	0.030	-3.497	-0.106	3.030
28	Cricetidae	Ratón	*Peromyscus difficilis*	2	0.020	-3.902	-0.079	2.020
29	Cricetidae.	Ratón	*Microtus mexicanus*	1	0.010	-4.595	-0.046	1.010

Para el grupo de los mamíferos, el Índice de Shannon obtuvo un valor de H' = 3.279 el cual indica una alta diversidad a pesar de la perturbación antropogénica existente en ambas microcuencas.

Para el grupo de Mastofauna también se elaboró el índice de dominancia de Berger-Parker el cual nos dio un valor bajo de DB-P = 0.12, esto indica que no hay dominancia por alguna especie y que existe una equidad dentro de las especies presentes.

Para determinar la frecuencia relativa con la que se puede encontrar una especie se realizo el análisis de los datos mediante la fórmula de Frecuencia relativa con la cual obtuvimos los siguientes resultados, las especies que podemos encontrar con mayor frecuencia son: Bassariscus astutus y Didelphis virginiana

Para el índice de Margalef con el cual se obtuvo un resultado de DMg = 4.3 lo que indica que existe una alta riqueza de especies que se localizan en las microcuencas de Acatepec y Temacuil.

Herpetofauna

Metodo directo

El monitoreo se realizo mediante transectos para la localización de estos organismos, cada transecto tuvo una distancia aproximada de 1 km por 3 metros de ancho, Se realizó una manipulación de los organismos en el mismo lugar de captura y posteriormente fueron liberados en el mismo sitio donde fueron colectados.

TABLA 3.- Índice de Shannon-Wiener para el grupo de Reptiles y Anfibios

Reptiles y Anfibios

No	Familia	Nombre común	Nombre científico	ni	Abundancia relativa (pi)	ln(pi)	H'	Frecuencia relativa
1	Phrynosomatidae	Lagartija	*Sceloporus aeneus*	19	0.134	-2.011	-0.269	13.380
2	Phrynosomatidae	Lagartija	*Sceloporus grammicus*	9	0.063	-2.759	-0.175	6.338
3	Phrynosomatidae	Lagartija	*Sceloporus parvus*	12	0.085	-2.471	-0.209	8.451
4	Phrynosomatidae	Lagartija panza rosada	*Sceloprorus variabilis*	22	0.155	-1.865	-0.289	15.493
5	Phrynosomatidae	Lagartija espinosa	*Sceloporus scalaris*	16	0.113	-2.183	-0.246	11.268
6	Phrynosomatidae	Lagartija espinosa trasvolcanica	*Sceloporus bicanthalis*	13	0.092	-2.391	-0.219	9.155
7	Teiidae	Lagartija arcoiris	*Holcosus undulatus*	5	0.035	-3.346	-0.118	3.521
8	Anguidae	Lagarto	*Gerrhonotus ophiurus*	6	0.042	-3.164	-0.134	4.225
9	Hylidae	Rana de arbol mexicana	*Smilisca baudinii*	3	0.021	-3.857	-0.081	2.113
10	Craugastoridae	Rana ladradora	*Craugastor augusti*	2	0.014	-4.263	-0.060	1.408
11	Craugastoridae	Rana de hojarasca	*Craugastor rhodopis*	2	0.014	-4.263	-0.060	1.408
12	Hylidae	Rana de orejas chicas	*Ecnomiohyla miotympanum*	3	0.021	-3.857	-0.081	2.113
13	Bufonidae	Sapo	*Incilius valliceps*	1	0.007	-4.956	-0.035	0.704
14	Ranidae	Rana leopardo	*Lithobates berlandieri*	1	0.007	-4.956	-0.035	0.704
15	Colubridae	Culebra arroyera de cola negra	*Drymarchon melanurus*	4	0.028	-3.570	-0.101	2.817
16	Colubridae	Gotacoral	*Lampropeltis triangulum*	3	0.021	-3.857	-0.081	2.113
17	Colubridae	Culebra ojo de gato	*Leptodeira annulata*	5	0.035	-3.346	-0.118	3.521
18	Viperidae	Nauyaca	*Bothrops asper*	5	0.035	-3.346	-0.118	3.521
19	Dactyloidae	Anolis	*Anolis sericeus*	3	0.021	-3.857	-0.081	2.113
20	Scincidae	Eslizón	*Scincella gemmingeri*	3	0.021	-3.857	-0.081	2.113
21	Colubridae	Tepecouitl	*Drymarchon corais*	5	0.035	-3.346	-0.118	3.521

Los resultados obtenidos del índice de Shannon fue de H'= 2.7 indicando que existe una diversidad media este resultado se debe a las actividades que se desarrollan en los ecosistema, la presencia de la manipulación antropogénica e implica una disminución de la abundancia especies.

163657

Al existir una biodiversidad media, se observa que no existe una dominancia por alguna especie, resultado que se corrobora con los resultados obtenidos con el índice de dominancia Berger-Parker, este resultado fue de DB-P = 0.2 lo que nos indica una baja dominancia por alguna especie y que existe una equidad dentro de las especies presentes.

Por otro lado, las especies que con más frecuencia se pueden encontrar en el área de las microcuencas son: Sceloporus variabilis, Sceloporus aeneus y Sceloporus scalaris, dando como resultado una uniformidad en la riqueza de especies.

FLORA

Con base en el muestreo realizado para el **proyecto**, y como resultados de estimación de biodiversidad de la vegetación de la microcuenca de Acatepec y Temacuil, en este sitio la biodiversidad calculada mediante el índice de Shannon-Wiener (índice matemático para medir la diversidad de especies de una comunidad), en los ecosistemas naturales el índice de Shannon varía entre 0 y no tiene límite superior. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y los arrecifes de coral; sin embargo el índice no toma en cuenta la distribución de las especies en el espacio y no discrimina por abundancia. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que puede superar este valor.

El índice de Shannon-Wiener se estima mediante la siguiente formula (el cual fue aplicado para estimar la diversidad de la vegetación de la microcuenca de Acatepec y la microcuenca de Temacuil):

$$H' = -\sum (P_i) \times \ln(P_i)$$

Donde:
H´: Índice de Shannon-Wiener.
Pi: Proporción de la especie n en la muestra total N (Pi = n/N).
In(Pi): Logaritmo natural de Pi.

TABLA 1.- Índice de Shannon-Wiener del estrato arbóreo de la microcuenca de Acatepec

Estrato arbóreo						
No	**Familia**	**Nombre científico**	**No. Individuos**	**Abundancia relativa (pi)**	**log2(pi)**	**H'**
1	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	14	0.0435	-3.13549	-0.1363
2	Betulaceae	*Alnus jorullensis*	9	0.0280	-3.57733	-0.1000
3	Betulaceae	*Carpinus caroliniana*	9	0.0280	-3.57733	-0.1000
4	Betulaceae	*Ostrya virginiana*	10	0.0311	-3.47197	-0.1078
5	Caprifoliaceae	*Sambucus nigra*	2	0.0062	-5.08140	-0.0316
6	Caprifoliaceae	*Viburnum ciliatum*	2	0.0062	-5.08140	-0.0316
7	Celastraceae	*Zinowiewia integerrima*	18	0.0559	-2.88418	-0.1612
8	Clethraceae	*Clethra macrophylla*	17	0.0528	-2.94134	-0.1553

9	Clethraceae	*Clethra mexicana*	7	0.0217	-3.82864	-0.0832
10	Cornaceae	*Cornus disciflora*	2	0.0062	-5.08140	-0.0316
11	Cornaceae	*Cornus excelsa*	1	0.0031	-5.77455	-0.0179
12	Dilleniaceae	*Saurauia scabrida*	28	0.0870	-2.44235	-0.2124
13	Ericaceae	*Befaria laevis*	4	0.0124	-4.38826	-0.0545
14	Ericaceae	*Lyonia squamulosa*	2	0.0062	-5.08140	-0.0316
15	Ericaceae	*Vaccinium leucanthum*	4	0.0124	-4.38826	-0.0545
16	Euphorbiaceae	*Croton draco*	10	0.0311	-3.47197	-0.1078
17	Fabaceae	*Quercus furfuracea*	4	0.0124	-4.38826	-0.0545
18	Fabaceae	*Quercus germana*	13	0.0404	-3.20960	-0.1296
19	Fabaceae	*Quercus oleoides*	7	0.0217	-3.82864	-0.0832
20	Fabaceae	*Quercus sartorii*	11	0.0342	-3.37666	-0.1154
21	Fagaceae	*Quercus eugeniifolia*	10	0.0311	-3.47197	-0.1078
22	Hamamelidaceae	*Liquidambar macrophylla*	20	0.0621	-2.77882	-0.1726
23	Hamamelidaceae	*Liquidambar styraciflua*	7	0.0217	-3.82864	-0.0832
24	Lauraceae	*Beilschmiedia mexicana*	14	0.0435	-3.13549	-0.1363
25	Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	5	0.0155	-4.16511	-0.0647
26	Lauraceae	*Persea liebmannii*	10	0.0311	-3.47197	-0.1078
27	Leguminosae	*Dalbergia palo-escrito*	11	0.0342	-3.37666	-0.1154
28	Leguminosae	*Lonchocarpus caudatus*	8	0.0248	-3.69511	-0.0918
29	Leguminosae	*Platymiscium lasiocarpum*	1	0.0031	-5.77455	-0.0179
30	Myrtaceae	*Eugenia oerstediana*	4	0.0124	-4.38826	-0.0545
31	Myrtaceae	*Eugenia xalapensis*	17	0.0528	-2.94134	-0.1553
32	Oleaceae	*Osmanthus americanus*	1	0.0031	-5.77455	-0.0179
33	Papaveraceae	*Bocconia arborea*	7	0.0217	-3.82864	-0.0832
34	Rhamnaceae	*Rhamnus longistyla*	5	0.0155	-4.16511	-0.0647
35	Sapotaceae	*Sideroxylon portoricense*	9	0.0280	-3.57733	-0.1000
36	Theaceae	*Cleyera theaeoides*	3	0.0093	-4.67594	-0.0436
37	Tiliaceae	*Heliocarpus appendiculatus*	10	0.0311	-3.47197	-0.1078
38	Tiliaceae	*Heliocarpus donnell-smithii*	6	0.0186	-3.98279	-0.0742

Número total de individuos (N)	322
Índice de Shannon (H)	3.3988

Se determina que el índice de Shannon que se obtuvo en el estrato arbóreo es relativamente alto, característico de la vegetación del bosque mesófilo de montaña, obteniendo como resultado una relativa variedad de especies y con una mayor abundancia de la especie de *Saurauia scabrida*.

TABLA 2.- Índice de Shannon-Wiener del estrato arbustivo de la microcuenca de Acatepec

Estrato arbustivo						
No.	**Familia**	**Nombre científico**	**No. Individuos**	**Abundancia relativa (pi)**	**log2(pi)**	**H'**
1	Boraginaceae	*Cordia spinescens*	9	0.0367	-3.30403	-0.1214
2	Compositae	*Alloispermum integrifolium*	2	0.0082	-4.80811	-0.0392
3	Compositae	*Archibaccharis hirtella*	3	0.0122	-4.40265	-0.0539
4	Compositae	*Baccharis trinervis*	6	0.0245	-3.70950	-0.0908
5	Compositae	*Calea ternifolia*	2	0.0082	-4.80811	-0.0392
6	Compositae	*Eupatorium ligustrinum*	2	0.0082	-4.80811	-0.0392
7	Compositae	*Eupatorium platyphyllum*	3	0.0122	-4.40265	-0.0539
8	Compositae	*Roldana aschenborniana*	5	0.0204	-3.89182	-0.0794
9	Compositae	*Sinclairia deppeana*	8	0.0327	-3.42182	-0.1117
10	Compositae	*Verbesina microptera*	19	0.0776	-2.55682	-0.1983
11	Compositae	*Verbesina serrata*	10	0.0408	-3.19867	-0.1306
12	Compositae	*Vernonia deppeana*	9	0.0367	-3.30403	-0.1214
13	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	24	0.0980	-2.32320	-0.2276
14	Euphorbiaceae	*Euphorbia hyssopifolia*	2	0.0082	-4.80811	-0.0392
15	Leguminosae	*Mimosa albida*	7	0.0286	-3.55535	-0.1016
16	Leguminosae	*Senna pendula*	4	0.0163	-4.11496	-0.0672
17	Leguminosae	*Senna septemtrionalis*	8	0.0327	-3.42182	-0.1117
18	Malvaceae	*Triumfetta lappula*	4	0.0163	-4.11496	-0.0672
19	Melastomataceae	*Conostegia xalapensis*	10	0.0408	-3.19867	-0.1306
20	Melastomataceae	*Miconia mexicana*	12	0.0490	-3.01635	-0.1477
21	Myricaceae	*Myrica cerifera*	5	0.0204	-3.89182	-0.0794
22	Papaveraceae	*Bocconia frutescens*	15	0.0612	-2.79321	-0.1710
23	Piperaceae	*Piper auritum*	8	0.0327	-3.42182	-0.1117
24	Polygalaceae	*Monnina xalapensis*	3	0.0122	-4.40265	-0.0539
25	Rosaceae	*Rubus eriocarpus*	5	0.0204	-3.89182	-0.0794
26	Rubiaceae	*Randia aculeata*	7	0.0286	-3.55535	-0.1016
27	Scrophulariaceae	*Kohleria deppeana*	8	0.0327	-3.42182	-0.1117
28	Simaroubaceae	*Picramnia xalapensis*	4	0.0163	-4.11496	-0.0672
29	Solanaceae	*Brugmansia suaveolens*	3	0.0122	-4.40265	-0.0539

30	Solanaceae	*Brugmansia x candida*	1	0.0041	-5.50126	-0.0225
31	Solanaceae	*Cestrum fasciculatum*	7	0.0286	-3.55535	-0.1016
32	Solanaceae	*Cestrum nocturnum*	6	0.0245	-3.70950	-0.0908
33	Solanaceae	*Solanum diflorum*	2	0.0082	-4.80811	-0.0392
34	Solanaceae	*Solanum erianthum*	3	0.0122	-4.40265	-0.0539
35	Solanaceae	*Solanum schlechtendalianum*	7	0.0286	-3.55535	-0.1016
36	Urticaceae	*Myriocarpa longipes*	4	0.0163	-4.11496	-0.0672
37	Urticaceae	*Urera caracasana*	4	0.0163	-4.11496	-0.0672
38	Zamiaceae	*Ceratozamia mexicana*	4	0.0163	-4.11496	-0.0672

Número total de individuos (N)	245
Índice de Shannon (H)	3.4130

Que mediante el índice de Shannon-Wiener se determinó que en el estrato arbustivo las especies que poseen mayor afluencia son: *Cnidoscolus multilobus, Verbesina microptera, Bocconia frutescens, Miconia mexicana, Conostegia xalapensis y Verbesina serrata.*

TABLA 3.- Índice de Shannon-Wiener del estrato herbáceo de la microcuenca de Acatepec.

Estrato herbáceo						
No	**Familia**	**Nombre científico**	**No. Individuos**	**Abundancia relativa (pi)**	**log2(pi)**	**H'**
1	Acanthaceae	*Aphelandra speciosa*	1	0.0026	-5.94803	-0.0155
2	Acanthaceae	*Ruellia harveyana*	17	0.0444	-3.11482	-0.1383
3	Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	9	0.0235	-3.75081	-0.0881
4	Amaranthaceae	*Iresine diffusa*	11	0.0287	-3.55014	-0.1020
5	Amaryllidaceae	*Manfreda brachystachya*	8	0.0209	-3.86859	-0.0808
6	Amaryllidaceae	*Zephyranthes lindleyana*	11	0.0287	-3.55014	-0.1020
7	Asclepiadaceae	*Asclepias curassavica*	6	0.0157	-4.15628	-0.0651
8	Asclepiadaceae	*Asclepias ovata*	18	0.0470	-3.05766	-0.1437
9	Aspleniaceae	*Asplenium auriculatum*	7	0.0183	-4.00212	-0.0731
10	Begoniaceae	*Begonia incarnata*	1	0.0026	-5.94803	-0.0155
11	Begoniaceae	*Begonia manicata*	7	0.0183	-4.00212	-0.0731
12	Begoniaceae	*Begonia multistaminea*	6	0.0157	-4.15628	-0.0651
13	Campanulaceae	*Diastatea micrantha*	9	0.0235	-3.75081	-0.0881
14	Campanulaceae	*Lobelia laxiflora*	10	0.0261	-3.64545	-0.0952
15	Campanulaceae	*Lobelia schmitzii*	5	0.0131	-4.33860	-0.0566
16	Capparidaceae	*Gynandropsis speciosa*	8	0.0209	-3.86859	-0.0808

163657

17	Caprifoliaceae	*Valeriana sorbifolia*	4	0.0104	-4.56174	-0.0476
18	Caryophyllaceae	*Stellaria cuspidata*	10	0.0261	-3.64545	-0.0952
19	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	6	0.0157	-4.15628	-0.0651
20	Commelinaceae	*Gibasis pellucida*	5	0.0131	-4.33860	-0.0566
21	Commelinaceae	*Tinantia erecta*	4	0.0104	-4.56174	-0.0476
22	Commelinaceae	*Tripogandra amplexicaulis*	4	0.0104	-4.56174	-0.0476
23	Commelinaceae	*Tripogandra serrulata*	11	0.0287	-3.55014	-0.1020
24	Compositae	*Ageratum corymbosum*	3	0.0078	-4.84942	-0.0380
25	Compositae	*Aster potosinus*	2	0.0052	-5.25489	-0.0274
26	Compositae	*Bidens odorata*	9	0.0235	-3.75081	-0.0881
27	Compositae	*Elephantopus mollis*	2	0.0052	-5.25489	-0.0274
28	Compositae	*Gnaphalium ehrenbergianum*	10	0.0261	-3.64545	-0.0952
29	Compositae	*Jaegeria hirta*	3	0.0078	-4.84942	-0.0380
30	Compositae	*Stevia jorullensis*	3	0.0078	-4.84942	-0.0380
31	Cyperaceae	*Cyperus odoratus*	4	0.0104	-4.56174	-0.0476
32	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	8	0.0209	-3.86859	-0.0808
33	Dryopteridaceae	*Elaphoglossum sartorii*	9	0.0235	-3.75081	-0.0881
34	Dryopteridaceae	*Elaphoglossum vestitum*	3	0.0078	-4.84942	-0.0380
35	Euphorbiaceae	*Euphorbia graminea*	1	0.0026	-5.94803	-0.0155
36	Geraniaceae	*Geranium seemannii*	2	0.0052	-5.25489	-0.0274
37	Gesneriaceae	*Moussonia deppeana*	2	0.0052	-5.25489	-0.0274
38	Labiatae	*Hyptis capitata*	4	0.0104	-4.56174	-0.0476
39	Labiatae	*Salvia helianthemifolia*	11	0.0287	-3.55014	-0.1020
40	Labiatae	*Salvia membranacea*	6	0.0157	-4.15628	-0.0651
41	Leguminosae	*Desmodium plicatum*	4	0.0104	-4.56174	-0.0476
42	Lythraceae	*Cuphea racemosa*	6	0.0157	-4.15628	-0.0651
43	Malvaceae	*Anoda cristata*	3	0.0078	-4.84942	-0.0380
44	Melastomataceae	*Tibouchina mexicana*	4	0.0104	-4.56174	-0.0476
45	Orchidaceae	*Dichaea glauca*	1	0.0026	-5.94803	-0.0155
46	Orchidaceae	*Habenaria floribunda*	1	0.0026	-5.94803	-0.0155
47	Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra*	8	0.0209	-3.86859	-0.0808
48	Plantaginaceae	*Plantago australis*	5	0.0131	-4.33860	-0.0566
49	Polygonaceae	*Polygonum acre*	5	0.0131	-4.33860	-0.0566
50	Polygonaceae	*Polygonum punctatum*	8	0.0209	-3.86859	-0.0808

51	Polygonaceae	*Rumex obtusifolius*	14	0.0366	-3.30898	-0.1210
52	Polypodiaceae	*Pleopeltis polylepis*	6	0.0157	-4.15628	-0.0651
53	Polypodiaceae	*Polypodium rosei*	8	0.0209	-3.86859	-0.0808
54	Pteridaceae	*Doryopteris palmata*	6	0.0157	-4.15628	-0.0651
55	Pteridaceae	*Pteris orizabae*	3	0.0078	-4.84942	-0.0380
56	Ranunculaceae	*Thalictrum pubigerum*	14	0.0366	-3.30898	-0.1210
57	Rubiaceae	*Borreria laevis*	1	0.0026	-5.94803	-0.0155
58	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	2	0.0052	-5.25489	-0.0274
59	Rubiaceae	*Coccocypselum cordifolium*	8	0.0209	-3.86859	-0.0808
60	Rubiaceae	*Crusea longiflora*	9	0.0235	-3.75081	-0.0881
61	Umbelliferae	*Arracacia atropurpurea*	2	0.0052	-5.25489	-0.0274
62	Urticaceae	*Pilea pubescens*	5	0.0131	-4.33860	-0.0566

Número total de individuos (N)	383
Índice de Shannon (H)	3.9281

Mediante el estudio del índice del estrato herbáceo se encuentra un índice de Shannon-Wiener relativamente alto, mostrando una riqueza de 62 especies.

TABLA 4.- Variables ecológicas del estrato arbóreo de la microcuenca de Acatepec

Estrato arbóreo							
Familia	**Nombre científico**	**Densidad**	**Densidad relativa**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**Valor de Importancia**
Betulaceae	*Alnus jorullensis*	0.028	2.795	3.321	0.167	2.823	8.939
Ericaceae	*Befaria laevis*	0.012	1.242	0.951	0.048	0.806	2.999
Lauraceae	*Beilschmiedia mexicana*	0.043	4.348	3.221	0.238	4.032	11.601
Papaveraceae	*Bocconia arborea*	0.022	2.174	1.029	0.119	2.016	5.219
Betulaceae	*Carpinus caroliniana*	0.028	2.795	2.678	0.167	2.823	8.296
Clethraceae	*Clethra macrophylla*	0.053	5.280	5.386	0.381	6.452	17.117
Clethraceae	*Clethra mexicana*	0.022	2.174	1.204	0.143	2.419	5.797
Theaceae	*Cleyera theaeoides*	0.009	0.932	0.695	0.048	0.806	2.434
Cornaceae	*Cornus disciflora*	0.006	0.621	0.578	0.048	0.806	2.006
Cornaceae	*Cornus excelsa*	0.003	0.311	0.398	0.024	0.403	1.112
Euphorbiaceae	*Croton draco*	0.031	3.106	3.321	0.167	2.823	9.249
Leguminosae	*Dalbergia palo-escrito*	0.034	3.416	2.478	0.214	3.629	9.523
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	0.043	4.348	5.309	0.190	3.226	12.882

163657

Myrtaceae	*Eugenia oerstediana*	0.012	1.242	1.644	0.071	1.210	4.096
Myrtaceae	*Eugenia xalapensis*	0.053	5.280	3.785	0.310	5.242	14.307
Tiliaceae	*Heliocarpus appendiculatus*	0.031	3.106	2.582	0.190	3.226	8.914
Tiliaceae	*Heliocarpus donnell-smithii*	0.019	1.863	2.007	0.143	2.419	6.289
Hamamelidaceae	*Liquidambar macrophylla*	0.062	6.211	6.909	0.286	4.839	17.959
Hamamelidaceae	*Liquidambar styraciflua*	0.022	2.174	3.395	0.119	2.016	7.585
Leguminosae	*Lonchocarpus caudatus*	0.025	2.484	2.002	0.190	3.226	7.712
Ericaceae	*Lyonia squamulosa*	0.006	0.621	0.595	0.048	0.806	2.023
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	0.016	1.553	2.066	0.119	2.016	5.635
Oleaceae	*Osmanthus americanus*	0.003	0.311	0.241	0.024	0.403	0.955
Betulaceae	*Ostrya virginiana*	0.031	3.106	4.385	0.167	2.823	10.313
Lauraceae	*Persea liebmannii*	0.031	3.106	3.225	0.214	3.629	9.960
Leguminosae	*Platymiscium lasiocarpum*	0.003	0.311	0.140	0.024	0.403	0.854
Fagaceae	*Quercus eugeniifolia*	0.031	3.106	4.268	0.214	3.629	11.003
Fabaceae	*Quercus furfuracea*	0.012	1.242	1.024	0.071	1.210	3.476
Fabaceae	*Quercus germana*	0.040	4.037	3.821	0.214	3.629	11.488
Fabaceae	*Quercus oleoides*	0.022	2.174	1.459	0.143	2.419	6.052
Fabaceae	*Quercus sartorii*	0.034	3.416	3.429	0.190	3.226	10.071
Rhamnaceae	*Rhamnus longistyla*	0.016	1.553	1.420	0.119	2.016	4.989
Caprifoliaceae	*Sambucus nigra*	0.006	0.621	0.739	0.048	0.806	2.166
Dilleniaceae	*Saurauia scabrida*	0.087	8.696	6.902	0.500	8.468	24.065
Sapotaceae	*Sideroxylon portoricense*	0.028	2.795	4.552	0.119	2.016	9.363
Ericaceae	*Vaccinium leucanthum*	0.012	1.242	1.313	0.095	1.613	4.168
Caprifoliaceae	*Viburnum ciliatum*	0.006	0.621	0.281	0.024	0.403	1.305
Celastraceae	*Zinowiewia integerrima*	0.056	5.590	7.248	0.310	5.242	18.080

Mediante el análisis de las variables ecológicas de la vegetación del estrato arbóreo de la Microcuenca Acatepec, las especies de mayor importancia ecológica son: *Saurauia scabrida, Zinowiewia integérrima, Liquidambar macrophylla y Eugenia xalapensis.*

TABLA 5.- Variables ecológicas del estrato arbustivo de la microcuenca de Acatepec

Estrato arbustivo							
Familia	**Nombre científico**	**Densidad**	**Densidad relativa**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**Valor de Importancia**
Compositae	*Alloispermum integrifolium*	0.008	0.816	0.781	0.048	0.962	2.559
Compositae	*Archibaccharis hirtella*	0.012	1.224	1.298	0.071	1.442	3.965

Compositae	*Baccharis trinervis*	0.024	2.449	3.822	0.119	2.404	8.675
Papaveraceae	*Bocconia frutescens*	0.061	6.122	6.106	0.286	5.769	17.997
Solanaceae	*Brugmansia suaveolens*	0.012	1.224	1.163	0.071	1.442	3.830
Solanaceae	*Brugmansia x candida*	0.004	0.408	0.638	0.024	0.481	1.527
Compositae	*Calea ternifolia*	0.008	0.816	0.663	0.048	0.962	2.441
Zamiaceae	*Ceratozamia mexicana*	0.016	1.633	0.850	0.071	1.442	3.925
Solanaceae	*Cestrum fasciculatum*	0.029	2.857	3.842	0.167	3.365	10.065
Solanaceae	*Cestrum nocturnum*	0.024	2.449	2.978	0.143	2.885	8.311
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	0.098	9.796	14.002	0.452	9.135	32.933
Melastomataceae	*Conostegia xalapensis*	0.041	4.082	3.149	0.167	3.365	10.596
Boraginaceae	*Cordia spinescens*	0.037	3.673	4.069	0.214	4.327	12.070
Compositae	*Eupatorium ligustrinum*	0.008	0.816	0.534	0.048	0.962	2.312
Compositae	*Eupatorium platyphyllum*	0.012	1.224	1.278	0.071	1.442	3.945
Euphorbiaceae	*Euphorbia hyssopifolia*	0.008	0.816	0.752	0.048	0.962	2.530
Scrophulariaceae	*Kohleria deppeana*	0.033	3.265	3.875	0.119	2.404	9.545
Melastomataceae	*Miconia mexicana*	0.049	4.898	4.759	0.190	3.846	13.504
Leguminosae	*Mimosa albida*	0.029	2.857	4.593	0.119	2.404	9.854
Polygalaceae	*Monnina xalapensis*	0.012	1.224	1.606	0.071	1.442	4.273
Myricaceae	*Myrica cerifera*	0.020	2.041	1.582	0.119	2.404	6.026
Urticaceae	*Myriocarpa longipes*	0.016	1.633	2.489	0.095	1.923	6.045
Simaroubaceae	*Picramnia xalapensis*	0.016	1.633	0.922	0.095	1.923	4.478
Piperaceae	*Piper auritum*	0.033	3.265	2.162	0.190	3.846	9.273
Rubiaceae	*Randia aculeata*	0.029	2.857	3.428	0.143	2.885	9.170
Compositae	*Roldana aschenborniana*	0.020	2.041	3.812	0.095	1.923	7.775
Rosaceae	*Rubus eriocarpus*	0.020	2.041	1.514	0.119	2.404	5.959
Leguminosae	*Senna pendula*	0.016	1.633	1.724	0.071	1.442	4.799
Leguminosae	*Senna septemtrionalis*	0.033	3.265	1.989	0.167	3.365	8.620
Compositae	*Sinclairia deppeana*	0.033	3.265	3.446	0.167	3.365	10.076
Solanaceae	*Solanum diflorum*	0.008	0.816	0.798	0.048	0.962	2.576
Solanaceae	*Solanum erianthum*	0.012	1.224	1.036	0.071	1.442	3.703
Solanaceae	*Solanum schlechtendalianum*	0.029	2.857	3.490	0.095	1.923	8.270
Malvaceae	*Triumfetta lappula*	0.016	1.633	1.558	0.048	0.962	4.153
Urticaceae	*Urera caracasana*	0.016	1.633	1.697	0.095	1.923	5.252
Compositae	*Verbesina microptera*	0.078	7.755	2.813	0.381	7.692	18.261
Compositae	*Verbesina serrata*	0.041	4.082	1.297	0.190	3.846	9.225
Compositae	*Vernonia deppeana*	0.037	3.673	3.481	0.214	4.327	11.482

163657

Mediante el análisis de las variables ecológicas de la vegetación del estrato arbóreo de la Microcuenca Acatepec, las especies de mayor importancia ecológica son: *Cnidoscolus multilobus, Verbesina microptera, Bocconia frutescens, Miconia mexicana, Cordia spinescens, Vemonia deppeana.*

TABLA 6.- Variables ecológicas del estrato herbáceo de la microcuenca de Acatepec.

Estrato herbáceo							
Familia	**Nombre científico**	**Densidad**	**Densidad relativa**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**Valor de Importancia**
Compositae	*Ageratum corymbosum*	0.008	0.783	1.611	0.071	0.890	3.284
Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	0.023	2.350	1.097	0.214	2.671	6.117
Malvaceae	*Anoda cristata*	0.008	0.783	0.258	0.071	0.890	1.932
Acanthaceae	*Aphelandra speciosa*	0.003	0.261	0.099	0.024	0.297	0.657
Umbelliferae	*Arracacia atropurpurea*	0.005	0.522	0.267	0.048	0.593	1.383
Asclepiadaceae	*Asclepias curassavica*	0.016	1.567	0.829	0.095	1.187	3.582
Asclepiadaceae	*Asclepias ovata*	0.047	4.700	2.697	0.262	3.264	10.661
Aspleniaceae	*Asplenium auriculatum*	0.018	1.828	2.612	0.119	1.484	5.924
Compositae	*Aster potosinus*	0.005	0.522	0.235	0.024	0.297	1.054
Begoniaceae	*Begonia incarnata*	0.003	0.261	1.366	0.024	0.297	1.924
Begoniaceae	*Begonia manicata*	0.018	1.828	4.797	0.071	0.890	7.515
Begoniaceae	*Begonia multistaminea*	0.016	1.567	1.151	0.143	1.780	4.498
Compositae	*Bidens odorata*	0.023	2.350	1.180	0.214	2.671	6.201
Rubiaceae	*Borreria laevis*	0.003	0.261	0.173	0.024	0.297	0.731
Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	0.005	0.522	0.865	0.048	0.593	1.981
Rubiaceae	*Coccocypselum cordifolium*	0.021	2.089	1.995	0.190	2.374	6.458
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	0.016	1.567	0.518	0.143	1.780	3.865
Rubiaceae	*Crusea longiflora*	0.023	2.350	1.346	0.167	2.077	5.773
Lythraceae	*Cuphea racemosa*	0.016	1.567	0.565	0.119	1.484	3.615
Cyperaceae	*Cyperus odoratus*	0.010	1.044	0.352	0.095	1.187	2.583
Leguminosae	*Desmodium plicatum*	0.010	1.044	1.400	0.071	0.890	3.335
Campanulaceae	*Diastatea micrantha*	0.023	2.350	1.081	0.214	2.671	6.101
Orchidaceae	*Dichaea glauca*	0.003	0.261	0.099	0.024	0.297	0.657
Pteridaceae	*Doryopteris palmata*	0.016	1.567	1.040	0.119	1.484	4.090
Dryopteridaceae	*Elaphoglossum sartorii*	0.023	2.350	4.672	0.143	1.780	8.802
Dryopteridaceae	*Elaphoglossum vestitum*	0.008	0.783	0.415	0.071	0.890	2.089
Compositae	*Elephantopus mollis*	0.005	0.522	0.184	0.048	0.593	1.300

Euphorbiaceae	*Euphorbia graminea*	0.003	0.261	0.021	0.024	0.297	0.579
Geraniaceae	*Geranium seemannii*	0.005	0.522	0.152	0.024	0.297	0.971
Commelinaceae	*Gibasis pellucida*	0.013	1.305	0.709	0.119	1.484	3.498
Compositae	*Gnaphalium ehrenbergianum*	0.026	2.611	2.874	0.238	2.967	8.453
Capparidaceae	*Gynandropsis speciosa*	0.021	2.089	0.837	0.190	2.374	5.300
Orchidaceae	*Habenaria floribunda*	0.003	0.261	0.114	0.024	0.297	0.671
Labiatae	*Hyptis capitata*	0.010	1.044	3.165	0.095	1.187	5.396
Amaranthaceae	*Iresine diffusa*	0.029	2.872	6.838	0.238	2.967	12.677
Compositae	*Jaegeria hirta*	0.008	0.783	0.445	0.071	0.890	2.118
Campanulaceae	*Lobelia laxiflora*	0.026	2.611	0.877	0.214	2.671	6.158
Campanulaceae	*Lobelia schmitzii*	0.013	1.305	0.475	0.119	1.484	3.264
Amaryllidaceae	*Manfreda brachystachya*	0.021	2.089	3.749	0.190	2.374	8.212
Gesneriaceae	*Moussonia deppeana*	0.005	0.522	0.198	0.048	0.593	1.314
Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra*	0.021	2.089	1.474	0.095	1.187	4.750
Urticaceae	*Pilea pubescens*	0.013	1.305	0.695	0.095	1.187	3.188
Plantaginaceae	*Plantago australis*	0.013	1.305	0.550	0.119	1.484	3.339
Polypodiaceae	*Pleopeltis polylepis*	0.016	1.567	2.059	0.143	1.780	5.406
Polygonaceae	*Polygonum acre*	0.013	1.305	0.694	0.119	1.484	3.483
Polygonaceae	*Polygonum punctatum*	0.021	2.089	3.447	0.143	1.780	7.316
Polypodiaceae	*Polypodium rosei*	0.021	2.089	2.956	0.190	2.374	7.418
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	0.021	2.089	4.488	0.190	2.374	8.951
Pteridaceae	*Pteris orizabae*	0.008	0.783	1.047	0.071	0.890	2.721
Acanthaceae	*Ruellia harveyana*	0.044	4.439	4.194	0.357	4.451	13.083
Polygonaceae	*Rumex obtusifolius*	0.037	3.655	2.044	0.310	3.858	9.557
Labiatae	*Salvia helianthemifolia*	0.029	2.872	2.576	0.214	2.671	8.119
Labiatae	*Salvia membranacea*	0.016	1.567	1.403	0.095	1.187	4.156
Caryophyllaceae	*Stellaria cuspidata*	0.026	2.611	3.932	0.238	2.967	9.510
Compositae	*Stevia jorullensis*	0.008	0.783	0.359	0.048	0.593	1.736
Ranunculaceae	*Thalictrum pubigerum*	0.037	3.655	4.670	0.286	3.561	11.886
Melastomataceae	*Tibouchina mexicana*	0.010	1.044	0.382	0.095	1.187	2.614
Commelinaceae	*Tinantia erecta*	0.010	1.044	0.902	0.095	1.187	3.133
Commelinaceae	*Tripogandra amplexicaulis*	0.010	1.044	0.802	0.095	1.187	3.033
Commelinaceae	*Tripogandra serrulata*	0.029	2.872	1.219	0.262	3.264	7.356
Caprifoliaceae	*Valeriana sorbifolia*	0.010	1.044	3.332	0.095	1.187	5.563
Amaryllidaceae	*Zephyranthes lindleyana*	0.029	2.872	3.415	0.214	2.671	8.958

Mediante el análisis de las variables ecológicas de la vegetación del estrato arbóreo de la Microcuenca Acatepec, las especies de mayor importancia ecológica son: *Ruellia harveyana, Iresine diffusa, Thalictrum pubigerum, Asclepias ovata.*

Con base en el muestreo realizado para el **proyecto**, y como resultados de estimación biodiversidad de la vegetación de la microcuenca de Temacuil y de acuerdo al índice de Shanon-Wienerm, tiene lo siguiente:

TABLA 7.- Índice de Shannon-Wiener del estrato arbóreo de la microcuenca de Temacuil

Estrato arbóreo						
No.	**Familia**	**Nombre científico**	**No. Individuos**	**Abundancia relativa (pi)**	**log2(pi)**	**H'**
1	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	22	0.0476	-3.04452	-0.1450
2	Berberidaceae	*Berberis lanceolata*	4	0.0087	-4.74927	-0.0411
3	Betulaceae	*Alnus jorullensis*	6	0.0130	-4.34381	-0.0564
4	Betulaceae	*Carpinus caroliniana*	12	0.0260	-3.65066	-0.0948
5	Betulaceae	*Ostrya virginiana*	15	0.0325	-3.42751	-0.1113
6	Caprifoliaceae	*Sambucus nigra*	4	0.0087	-4.74927	-0.0411
7	Caprifoliaceae	*Viburnum ciliatum*	8	0.0173	-4.05612	-0.0702
8	Celastraceae	*Perrottetia ovata*	4	0.0087	-4.74927	-0.0411
9	Celastraceae	*Zinowiewia integerrima*	14	0.0303	-3.49651	-0.1060
10	Clethraceae	*Clethra macrophylla*	16	0.0346	-3.36298	-0.1165
11	Clethraceae	*Clethra mexicana*	10	0.0216	-3.83298	-0.0830
12	Clethraceae	*Clethra pringlei*	1	0.0022	-6.13556	-0.0133
13	Cornaceae	*Cornus disciflora*	4	0.0087	-4.74927	-0.0411
14	Cornaceae	*Cornus excelsa*	6	0.0130	-4.34381	-0.0564
15	Cyatheaceae	*Cyathea godmanii*	8	0.0173	-4.05612	-0.0702
16	Cyatheaceae	*Cyathea schiedeana*	2	0.0043	-5.44242	-0.0236
17	Dilleniaceae	*Saurauia scabrida*	26	0.0563	-2.87747	-0.1619
18	Ericaceae	*Befaria laevis*	13	0.0281	-3.57062	-0.1005
19	Ericaceae	*Gaultheria acuminata*	3	0.0065	-5.03695	-0.0327
20	Ericaceae	*Lyonia squamulosa*	5	0.0108	-4.52613	-0.0490
21	Ericaceae	*Vaccinium leucanthum*	12	0.0260	-3.65066	-0.0948
22	Euphorbiaceae	*Croton draco*	11	0.0238	-3.73767	-0.0890
23	Fabaceae	*Quercus germana*	14	0.0303	-3.49651	-0.1060
24	Fabaceae	*Quercus oleoides*	3	0.0065	-5.03695	-0.0327
25	Fabaceae	*Quercus sartorii*	12	0.0260	-3.65066	-0.0948

26	Fagaceae	*Quercus eugeniifolia*	14	0.0303	-3.49651	-0.1060
27	Hamamelidaceae	*Liquidambar macrophylla*	30	0.0649	-2.73437	-0.1776
28	Hamamelidaceae	*Liquidambar styraciflua*	8	0.0173	-4.05612	-0.0702
29	Lauraceae	*Beilschmiedia mexicana*	20	0.0433	-3.13983	-0.1359
30	Lauraceae	*Cinnamomum effusum*	3	0.0065	-5.03695	-0.0327
31	Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	7	0.0152	-4.18965	-0.0635
32	Lauraceae	*Ocotea helicterifolia*	2	0.0043	-5.44242	-0.0236
33	Lauraceae	*Persea liebmannii*	4	0.0087	-4.74927	-0.0411
34	Leguminosae	*Dalbergia glomerata*	2	0.0043	-5.44242	-0.0236
35	Leguminosae	*Dalbergia palo-escrito*	12	0.0260	-3.65066	-0.0948
36	Leguminosae	*Lonchocarpus caudatus*	7	0.0152	-4.18965	-0.0635
37	Leguminosae	*Platymiscium lasiocarpum*	4	0.0087	-4.74927	-0.0411
38	Myrtaceae	*Eugenia oerstediana*	9	0.0195	-3.93834	-0.0767
39	Myrtaceae	*Eugenia xalapensis*	20	0.0433	-3.13983	-0.1359
40	Oleaceae	*Osmanthus americanus*	4	0.0087	-4.74927	-0.0411
41	Papaveraceae	*Bocconia arborea*	16	0.0346	-3.36298	-0.1165
42	Rhamnaceae	*Rhamnus longistyla*	6	0.0130	-4.34381	-0.0564
43	Sapotaceae	*Sideroxylon portoricense*	12	0.0260	-3.65066	-0.0948
44	Staphyleaceae	*Turpinia occidentalis*	8	0.0173	-4.05612	-0.0702
45	Theaceae	*Cleyera theaeoides*	8	0.0173	-4.05612	-0.0702
46	Theaceae	*Ternstroemia huasteca*	3	0.0065	-5.03695	-0.0327
47	Tiliaceae	*Heliocarpus appendiculatus*	22	0.0476	-3.04452	-0.1450
48	Tiliaceae	*Heliocarpus donnell-smithii*	6	0.0130	-4.34381	-0.0564

Número total de individuos (N)	462
Índice de Shannon (H)	3.6420

Se determina que el índice de Shannon en el estrato arbóreo es relativamente alto, característico de la vegetación del bosque mesófilo de montaña, destacando: *Liquidambar microphylla*, seguido de *Saurauia scabrida* y *Dendropanax arboreus*, mientras que las especies con menor valor de importancia se tiene a *Clethra pringlei*, *Quercus oleoides* y *Cyathea schiedeana*.

TABLA 8.- Índice de Shannon-Wiener del estrato arbustivo de la microcuenca de Temacuil

Pachuca de Soto, Hidalgo. 14 de septiembre de 2016

163657

Estrato arbustivo						
No.	**Familia**	**Nombre científico**	**No. Individuos**	**Abundancia relativa (pi)**	**log2(pi)**	**H'**
1	Boraginaceae	*Cordia spinescens*	7	0.0290	-3.53889	-0.1028
2	Compositae	*Alloispermum integrifolium*	2	0.0083	-4.79165	-0.0398
3	Compositae	*Archibaccharis hirtella*	2	0.0083	-4.79165	-0.0398
4	Compositae	*Baccharis trinervis*	6	0.0249	-3.69304	-0.0919
5	Compositae	*Calea ternifolia*	3	0.0124	-4.38618	-0.0546
6	Compositae	*Eupatorium ligustrinum*	4	0.0166	-4.09850	-0.0680
7	Compositae	*Eupatorium platyphyllum*	4	0.0166	-4.09850	-0.0680
8	Compositae	*Roldana aschenborniana*	2	0.0083	-4.79165	-0.0398
9	Compositae	*Sinclairia deppeana*	1	0.0041	-5.48480	-0.0228
10	Compositae	*Verbesina microptera*	19	0.0788	-2.54036	-0.2003
11	Compositae	*Verbesina serrata*	13	0.0539	-2.91985	-0.1575
12	Compositae	*Vernonia deppeana*	9	0.0373	-3.28757	-0.1228
13	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	18	0.0747	-2.59443	-0.1938
14	Euphorbiaceae	*Euphorbia hyssopifolia*	2	0.0083	-4.79165	-0.0398
15	Flacourtiaceae	*Xylosma flexuosum*	5	0.0207	-3.87536	-0.0804
16	Leguminosae	*Mimosa albida*	6	0.0249	-3.69304	-0.0919
17	Leguminosae	*Senna pendula*	2	0.0083	-4.79165	-0.0398
18	Leguminosae	*Senna septemtrionalis*	3	0.0124	-4.38618	-0.0546
19	Melastomataceae	*Conostegia xalapensis*	15	0.0622	-2.77675	-0.1728
20	Melastomataceae	*Miconia mexicana*	9	0.0373	-3.28757	-0.1228
21	Myricaceae	*Myrica cerifera*	12	0.0498	-2.99989	-0.1494
22	Papaveraceae	*Bocconia frutescens*	15	0.0622	-2.77675	-0.1728
23	Piperaceae	*Piper auritum*	5	0.0207	-3.87536	-0.0804
24	Piperaceae	*Piper fraguanum*	5	0.0207	-3.87536	-0.0804
25	Polygalaceae	*Monnina xalapensis*	9	0.0373	-3.28757	-0.1228
26	Rosaceae	*Rubus eriocarpus*	5	0.0207	-3.87536	-0.0804
27	Rubiaceae	*Randia aculeata*	8	0.0332	-3.40536	-0.1130
28	Scrophulariaceae	*Kohleria deppeana*	11	0.0456	-3.08690	-0.1409
29	Solanaceae	*Brugmansia x candida*	1	0.0041	-5.48480	-0.0228
30	Solanaceae	*Cestrum fasciculatum*	4	0.0166	-4.09850	-0.0680
31	Solanaceae	*Cestrum nocturnum*	11	0.0456	-3.08690	-0.1409
32	Solanaceae	*Solanum diflorum*	2	0.0083	-4.79165	-0.0398
33	Solanaceae	*Solanum erianthum*	4	0.0166	-4.09850	-0.0680
34	Solanaceae	*Solanum umbellatum*	5	0.0207	-3.87536	-0.0804
35	Urticaceae	*Myriocarpa longipes*	3	0.0124	-4.38618	-0.0546

36	Urticaceae	*Urera caracasana*	4	0.0166	-4.09850	-0.0680
37	Zamiaceae	*Ceratozamia mexicana*	5	0.0207	-3.87536	-0.0804

Número total de individuos (N)	241
Índice de Shannon (H)	3.3668

Que mediante el índice de Shannon-Wiener se determinó que en el estrato arbustivo las especies que poseen mayor afluencia son: *Verbesina microptera, Conostegia xalapensis, Bocconia frutescens, Verbesina serrata, Kohleria deppeana* y *Cestrum nocturnum.*

TABLA 9.- Índice de Shannon-Wiener del estrato herbáceo de la microcuenca de Temacuil

Estrato herbáceo						
No	**Familia**	**Nombre científico**	**No. Individuos**	**Abundancia relativa (pi)**	**log2(pi)**	**H'**
1	Pteridaceae	*Adiantum andicola*	8	0.0147	-4.22318	-0.0619
2	Acanthaceae	*Aphelandra speciosa*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360
3	Acanthaceae	*Ruellia harveyana*	19	0.0348	-3.35818	-0.1169
4	Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	13	0.0238	-3.73767	-0.0890
5	Amaranthaceae	*Iresine diffusa*	14	0.0256	-3.66356	-0.0939
6	Amaryllidaceae	*Furcraea* sp.	6	0.0110	-4.51086	-0.0496
7	Amaryllidaceae	*Manfreda brachystachya*	9	0.0165	-4.10539	-0.0677
8	Amaryllidaceae	*Zephyranthes lindleyana*	10	0.0183	-4.00003	-0.0733
9	Araceae	*Anthurium* sp.	1	0.0018	-6.30262	-0.0115
10	Araceae	*Arisaema* sp.	1	0.0018	-6.30262	-0.0115
11	Asclepiadaceae	*Asclepias curassavica*	7	0.0128	-4.35671	-0.0559
12	Asclepiadaceae	*Asclepias ovata*	16	0.0293	-3.53003	-0.1034
13	Aspleniaceae	*Asplenium fragrans*	11	0.0201	-3.90472	-0.0787
14	Begoniaceae	*Begonia incarnata*	5	0.0092	-4.69318	-0.0430
15	Begoniaceae	*Begonia manicata*	15	0.0275	-3.59457	-0.0988
16	Begoniaceae	*Begonia multistaminea*	5	0.0092	-4.69318	-0.0430
17	Campanulaceae	*Diastatea micrantha*	8	0.0147	-4.22318	-0.0619
18	Campanulaceae	*Lobelia laxiflora*	10	0.0183	-4.00003	-0.0733
19	Campanulaceae	*Lobelia schmitzii*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360
20	Capparidaceae	*Gynandropsis speciosa*	8	0.0147	-4.22318	-0.0619
21	Caprifoliaceae	*Valeriana sorbifolia*	10	0.0183	-4.00003	-0.0733
22	Caryophyllaceae	*Stellaria cuspidata*	11	0.0201	-3.90472	-0.0787
23	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	11	0.0201	-3.90472	-0.0787
24	Commelinaceae	*Gibasis pellucida*	6	0.0110	-4.51086	-0.0496

163657

25	Commelinaceae	*Tinantia erecta*	10	0.0183	-4.00003	-0.0733
26	Commelinaceae	*Tripogandra amplexicaulis*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360
27	Commelinaceae	*Tripogandra serrulata*	13	0.0238	-3.73767	-0.0890
28	Compositae	*Ageratum corymbosum*	3	0.0055	-5.20401	-0.0286
29	Compositae	*Aster potosinus*	5	0.0092	-4.69318	-0.0430
30	Compositae	*Bidens odorata*	14	0.0256	-3.66356	-0.0939
31	Compositae	*Elephantopus mollis*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360
32	Compositae	*Gnaphalium ehrenbergianum*	13	0.0238	-3.73767	-0.0890
33	Compositae	*Jaegeria hirta*	5	0.0092	-4.69318	-0.0430
34	Compositae	*Leiboldia serrata*	1	0.0018	-6.30262	-0.0115
35	Compositae	*Stevia ovata*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360
36	Compositae	*Telanthophora grandifolia*	2	0.0037	-5.60947	-0.0205
37	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	16	0.0293	-3.53003	-0.1034
38	Dryopteridaceae	*Elaphoglossum sartorii*	7	0.0128	-4.35671	-0.0559
39	Dryopteridaceae	*Elaphoglossum vestitum*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360
40	Euphorbiaceae	*Euphorbia graminea*	8	0.0147	-4.22318	-0.0619
41	Geraniaceae	*Geranium seemannii*	5	0.0092	-4.69318	-0.0430
42	Gesneriaceae	*Moussonia deppeana*	11	0.0201	-3.90472	-0.0787
43	Gramineae	*Homolepis glutinosa*	2	0.0037	-5.60947	-0.0205
44	Gramineae	*Lasiacis procerrima*	5	0.0092	-4.69318	-0.0430
45	Gramineae	*Paspalum notatum*	3	0.0055	-5.20401	-0.0286
46	Labiatae	*Hyptis capitata*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360
47	Labiatae	*Salvia helianthemifolia*	21	0.0385	-3.25810	-0.1253
48	Lythraceae	*Cuphea racemosa*	2	0.0037	-5.60947	-0.0205
49	Malvaceae	*Anoda cristata*	5	0.0092	-4.69318	-0.0430
50	Malvaceae	*Pavonia schiedeana*	1	0.0018	-6.30262	-0.0115
51	Malvaceae	*Sida rhombifolia*	1	0.0018	-6.30262	-0.0115
52	Melastomataceae	*Tibouchina mexicana*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360
53	Orchidaceae	*Calanthe calanthoides*	1	0.0018	-6.30262	-0.0115
54	Orchidaceae	*Dichaea glauca*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360
55	Orchidaceae	*Habenaria floribunda*	1	0.0018	-6.30262	-0.0115
56	Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra*	16	0.0293	-3.53003	-0.1034
57	Plantaginaceae	*Plantago australis*	7	0.0128	-4.35671	-0.0559
58	Polygonaceae	*Polygonum punctatum*	10	0.0183	-4.00003	-0.0733
59	Polygonaceae	*Rumex obtusifolius*	25	0.0458	-3.08374	-0.1412
60	Polypodiaceae	*Polygonum acre*	7	0.0128	-4.35671	-0.0559

61	Polypodiaceae	*Polypodium angustifolium*	14	0.0256	-3.66356	-0.0939
62	Polypodiaceae	*Polypodium furfuraceum*	13	0.0238	-3.73767	-0.0890
63	Ranunculaceae	*Thalictrum pubigerum*	20	0.0366	-3.30689	-0.1211
64	Rubiaceae	*Borreria laevis*	2	0.0037	-5.60947	-0.0205
65	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360
66	Rubiaceae	*Coccocypselum cordifolium*	10	0.0183	-4.00003	-0.0733
67	Rubiaceae	*Crusea longiflora*	14	0.0256	-3.66356	-0.0939
68	Schizaeaceae	*Anemia phyllitidis*	2	0.0037	-5.60947	-0.0205
69	Selaginellaceae	*Selaginella sertata*	3	0.0055	-5.20401	-0.0286
70	Umbelliferae	*Arracacia atropurpurea*	4	0.0073	-4.91632	-0.0360

Número total de individuos (N)	546
Índice de Shannon (H)	4.0036

Mediante el estudio del índice del estrato herbáceo se encuentra un índice de Shannon-Wiener relativamente alto, mostrando las especies con mayor abundancia como: *Rumex obtusifolius* y *Salvia helianthemifolia*, y con mayor abundancia de helechos, como *Pteridium aquilinum*.

TABLA 10.- Variables ecológicas del estrato arboreo de la microcuenca de Temacuil

Estrato arbóreo							
Familia	**Nombre científico**	**Densidad**	**Densidad relativa**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**Valor de Importancia**
Betulaceae	*Alnus jorullensis*	0.013	1.299	1.320	0.100	1.577	4.196
Ericaceae	*Befaria laevis*	0.028	2.814	2.124	0.160	2.524	7.462
Lauraceae	*Beilschmiedia mexicana*	0.043	4.329	3.116	0.240	3.785	11.231
Berberidaceae	*Berberis lanceolata*	0.009	0.866	0.678	0.080	1.262	2.806
Papaveraceae	*Bocconia arborea*	0.035	3.463	2.527	0.220	3.470	9.460
Betulaceae	*Carpinus caroliniana*	0.026	2.597	2.515	0.160	2.524	7.636
Lauraceae	*Cinnamomum effusum*	0.006	0.649	0.459	0.060	0.946	2.054
Clethraceae	*Clethra macrophylla*	0.035	3.463	3.573	0.260	4.101	11.137
Clethraceae	*Clethra mexicana*	0.022	2.165	1.938	0.200	3.155	7.257
Clethraceae	*Clethra pringlei*	0.002	0.216	0.241	0.020	0.315	0.773
Theaceae	*Cleyera theaeoides*	0.017	1.732	1.674	0.080	1.262	4.667
Cornaceae	*Cornus disciflora*	0.009	0.866	0.561	0.080	1.262	2.688
Cornaceae	*Cornus excelsa*	0.013	1.299	1.073	0.100	1.577	3.949
Euphorbiaceae	*Croton draco*	0.024	2.381	2.526	0.140	2.208	7.115

163657

Cyatheaceae	*Cyathea godmanii*	0.017	1.732	1.920	0.140	2.208	5.860
Cyatheaceae	*Cyathea schiedeana*	0.004	0.433	0.490	0.020	0.315	1.238
Leguminosae	*Dalbergia glomerata*	0.004	0.433	0.503	0.040	0.631	1.566
Leguminosae	*Dalbergia palo-escrito*	0.026	2.597	2.082	0.180	2.839	7.518
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	0.048	4.762	5.396	0.220	3.470	13.628
Myrtaceae	*Eugenia oerstediana*	0.019	1.948	2.453	0.140	2.208	6.609
Myrtaceae	*Eugenia xalapensis*	0.043	4.329	3.165	0.280	4.416	11.910
Ericaceae	*Gaultheria acuminata*	0.006	0.649	0.438	0.060	0.946	2.033
Tiliaceae	*Heliocarpus appendiculatus*	0.048	4.762	3.461	0.240	3.785	12.009
Tiliaceae	*Heliocarpus donnell-smithii*	0.013	1.299	0.856	0.120	1.893	4.047
Hamamelidaceae	*Liquidambar macrophylla*	0.065	6.494	8.129	0.320	5.047	19.669
Hamamelidaceae	*Liquidambar styraciflua*	0.017	1.732	2.383	0.100	1.577	5.691
Leguminosae	*Lonchocarpus caudatus*	0.015	1.515	1.967	0.120	1.893	5.375
Ericaceae	*Lyonia squamulosa*	0.011	1.082	0.678	0.100	1.577	3.338
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	0.015	1.515	2.090	0.120	1.893	5.498
Lauraceae	*Ocotea helicterifolia*	0.004	0.433	0.650	0.020	0.315	1.398
Oleaceae	*Osmanthus americanus*	0.009	0.866	0.899	0.080	1.262	3.026
Betulaceae	*Ostrya virginiana*	0.032	3.247	3.340	0.140	2.208	8.795
Celastraceae	*Perrottetia ovata*	0.009	0.866	1.059	0.020	0.315	2.240
Lauraceae	*Persea liebmannii*	0.009	0.866	1.089	0.080	1.262	3.217
Leguminosae	*Platymiscium lasiocarpum*	0.009	0.866	1.109	0.080	1.262	3.237
Fagaceae	*Quercus eugeniifolia*	0.030	3.030	3.602	0.200	3.155	9.786
Fabaceae	*Quercus germana*	0.030	3.030	3.106	0.180	2.839	8.975
Fabaceae	*Quercus oleoides*	0.006	0.649	0.644	0.040	0.631	1.924
Fabaceae	*Quercus sartorii*	0.026	2.597	3.025	0.160	2.524	8.146
Rhamnaceae	*Rhamnus longistyla*	0.013	1.299	1.942	0.100	1.577	4.818
Caprifoliaceae	*Sambucus nigra*	0.009	0.866	0.858	0.080	1.262	2.985
Dilleniaceae	*Saurauia scabrida*	0.056	5.628	5.014	0.320	5.047	15.689
Sapotaceae	*Sideroxylon portoricense*	0.026	2.597	3.671	0.120	1.893	8.161
Theaceae	*Ternstroemia huasteca*	0.006	0.649	0.562	0.040	0.631	1.842
Staphyleaceae	*Turpinia occidentalis*	0.017	1.732	2.376	0.100	1.577	5.685
Ericaceae	*Vaccinium leucanthum*	0.026	2.597	2.577	0.240	3.785	8.960
Caprifoliaceae	*Viburnum ciliatum*	0.017	1.732	1.143	0.080	1.262	4.136
Celastraceae	*Zinowiewia integerrima*	0.030	3.030	3.004	0.160	2.524	8.558

Mediante el análisis de las variables ecológicas de la vegetación del estrato arbóreo de la Microcuenca Temacuil, las especies de mayor importancia ecológica son: *Saurauia scabrida, Liquidambar macrophylla y Dendropanax arboreus.*

TABLA 11.- Variables ecológicas del estrato arbustivo de la microcuenca de Temacuil.

Estrato arbustivo							
Familia	**Nombre científico**	**Densidad**	**Densidad relativa**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**Valor de Importancia**
Compositae	*Alloispermum integrifolium*	0.008	0.830	0.870	0.040	0.995	2.694
Compositae	*Archibaccharis hirtella*	0.008	0.830	2.358	0.04	0.995	4.183
Compositae	*Baccharis trinervis*	0.025	2.490	1.637	0.1	2.488	6.614
Papaveraceae	*Bocconia frutescens*	0.062	6.224	5.131	0.24	5.970	17.325
Solanaceae	*Brugmansia x candida*	0.004	0.415	0.577	0.02	0.498	1.489
Compositae	*Calea ternifolia*	0.012	1.245	0.678	0.04	0.995	2.918
Zamiaceae	*Ceratozamia mexicana*	0.021	2.075	1.982	0.08	1.990	6.046
Solanaceae	*Cestrum fasciculatum*	0.017	1.660	1.414	0.08	1.990	5.064
Solanaceae	*Cestrum nocturnum*	0.046	4.564	8.030	0.2	4.975	17.569
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	0.075	7.469	11.855	0.28	6.965	26.289
Melastomataceae	*Conostegia xalapensis*	0.062	6.224	11.044	0.2	4.975	22.244
Boraginaceae	*Cordia spinescens*	0.029	2.905	2.875	0.14	3.483	9.262
Compositae	*Eupatorium ligustrinum*	0.017	1.660	1.727	0.06	1.493	4.879
Compositae	*Eupatorium platyphyllum*	0.017	1.660	1.589	0.08	1.990	5.239
Euphorbiaceae	*Euphorbia hyssopifolia*	0.008	0.830	0.306	0.04	0.995	2.131
Scrophulariaceae	*Kohleria deppeana*	0.046	4.564	4.453	0.14	3.483	12.500
Melastomataceae	*Miconia mexicana*	0.037	3.734	4.226	0.14	3.483	11.443
Leguminosae	*Mimosa albida*	0.025	2.490	1.398	0.12	2.985	6.873
Polygalaceae	*Monnina xalapensis*	0.037	3.734	3.930	0.14	3.483	11.147
Myricaceae	*Myrica cerifera*	0.050	4.979	4.633	0.22	5.473	15.085
Urticaceae	*Myriocarpa longipes*	0.012	1.245	1.256	0.06	1.493	3.994
Piperaceae	*Piper auritum*	0.021	2.075	3.387	0.1	2.488	7.949
Piperaceae	*Piper fraguanum*	0.021	2.075	2.217	0.1	2.488	6.779
Rubiaceae	*Randia aculeata*	0.033	3.320	2.982	0.14	3.483	9.784
Compositae	*Roldana aschenborniana*	0.008	0.830	0.300	0.02	0.498	1.628
Rosaceae	*Rubus eriocarpus*	0.021	2.075	2.961	0.06	1.493	6.528
Leguminosae	*Senna pendula*	0.008	0.830	1.154	0.02	0.498	2.481
Leguminosae	*Senna septemtrionalis*	0.012	1.245	0.928	0.06	1.493	3.665
Compositae	*Sinclairia deppeana*	0.004	0.415	0.170	0.02	0.498	1.082
Solanaceae	*Solanum diflorum*	0.008	0.830	0.778	0.04	0.995	2.602
Solanaceae	*Solanum erianthum*	0.017	1.660	1.356	0.06	1.493	4.508

Solanaceae	*Solanum umbellatum*	0.021	2.075	0.921	0.1	2.488	5.483
Urticaceae	*Urera caracasana*	0.017	1.660	1.461	0.08	1.990	5.111
Compositae	*Verbesina microptera*	0.079	7.884	2.361	0.28	6.965	17.210
Compositae	*Verbesina serrata*	0.054	5.394	1.294	0.2	4.975	11.663
Compositae	*Vernonia deppeana*	0.037	3.734	4.284	0.18	4.478	12.496
Flacourtiaceae	*Xylosma flexuosum*	0.021	2.075	1.478	0.1	2.488	6.040

Que mediante el índice de Shannon-Wiener se determinó que en el estrato arbustivo las especies que poseen mayor afluencia son: *Verbesina microptera, Conostegia xalapensis, Bocconia frutescens, Cestrum noctumum y Cnidoscolus multilobus.*

TABLA 12.- Variables ecológicas del estrato herbáceo de la microcuenca de Temacuil

Estrato herbáceo							
Familia	**Nombre científico**	**Densidad**	**Densidad relativa**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**Valor de Importancia**
Pteridaceae	*Adiantum andicola*	0.015	1.465	1.360	0.140	1.505	4.331
Compositae	*Ageratum corymbosum*	0.005	0.549	1.037	0.060	0.645	2.232
Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	0.024	2.381	3.006	0.260	2.796	8.183
Schizaeaceae	*Anemia phyllitidis*	0.004	0.366	0.140	0.040	0.430	0.936
Malvaceae	*Anoda cristata*	0.009	0.916	1.139	0.100	1.075	3.130
Araceae	*Anthurium* sp.	0.002	0.183	0.063	0.020	0.215	0.461
Acanthaceae	*Aphelandra speciosa*	0.007	0.733	0.304	0.080	0.860	1.897
Araceae	*Arisaema* sp.	0.002	0.183	0.098	0.020	0.215	0.496
Umbelliferae	*Arracacia atropurpurea*	0.007	0.733	0.329	0.080	0.860	1.922
Asclepiadaceae	*Asclepias curassavica*	0.013	1.282	2.305	0.100	1.075	4.662
Asclepiadaceae	*Asclepias ovata*	0.029	2.930	1.619	0.200	2.151	6.700
Aspleniaceae	*Asplenium fragrans*	0.020	2.015	1.684	0.180	1.935	5.634
Compositae	*Aster potosinus*	0.009	0.916	2.080	0.060	0.645	3.641
Begoniaceae	*Begonia incarnata*	0.009	0.916	1.150	0.080	0.860	2.926
Begoniaceae	*Begonia manicata*	0.027	2.747	3.995	0.120	1.290	8.033
Begoniaceae	*Begonia multistaminea*	0.009	0.916	1.198	0.100	1.075	3.189
Compositae	*Bidens odorata*	0.026	2.564	1.984	0.280	3.011	7.559
Rubiaceae	*Borreria laevis*	0.004	0.366	0.219	0.040	0.430	1.016
Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	0.007	0.733	2.383	0.080	0.860	3.976
Orchidaceae	*Calanthe calanthoides*	0.002	0.183	0.093	0.020	0.215	0.491
Rubiaceae	*Coccocypselum cordifolium*	0.018	1.832	1.454	0.180	1.935	5.221
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	0.020	2.015	1.041	0.200	2.151	5.206

Rubiaceae	*Crusea longiflora*	0.026	2.564	2.798	0.160	1.720	7.083
Lythraceae	*Cuphea racemosa*	0.004	0.366	0.172	0.040	0.430	0.968
Campanulaceae	*Diastatea micrantha*	0.015	1.465	0.608	0.160	1.720	3.794
Orchidaceae	*Dichaea glauca*	0.007	0.733	0.217	0.080	0.860	1.810
Dryopteridaceae	*Elaphoglossum sartorii*	0.013	1.282	2.138	0.100	1.075	4.495
Dryopteridaceae	*Elaphoglossum vestitum*	0.007	0.733	0.355	0.080	0.860	1.948
Compositae	*Elephantopus mollis*	0.007	0.733	0.276	0.080	0.860	1.868
Euphorbiaceae	*Euphorbia graminea*	0.015	1.465	0.617	0.100	1.075	3.158
Amaryllidaceae	*Furcraea* sp.	0.011	1.099	0.562	0.120	1.290	2.951
Geraniaceae	*Geranium seemannii*	0.009	0.916	1.080	0.060	0.645	2.641
Commelinaceae	*Gibasis pellucida*	0.011	1.099	0.485	0.120	1.290	2.874
Compositae	*Gnaphalium ehrenbergianum*	0.024	2.381	0.879	0.260	2.796	6.055
Capparidaceae	*Gynandropsis speciosa*	0.015	1.465	1.361	0.160	1.720	4.547
Orchidaceae	*Habenaria floribunda*	0.002	0.183	0.104	0.020	0.215	0.502
Gramineae	*Homolepis glutinosa*	0.004	0.366	0.160	0.020	0.215	0.741
Labiatae	*Hyptis capitata*	0.007	0.733	0.994	0.080	0.860	2.587
Amaranthaceae	*Iresine diffusa*	0.026	2.564	2.782	0.240	2.581	7.927
Compositae	*Jaegeria hirta*	0.009	0.916	0.469	0.100	1.075	2.460
Gramineae	*Lasiacis procerrima*	0.009	0.916	0.350	0.100	1.075	2.341
Compositae	*Leiboldia serrata*	0.002	0.183	0.063	0.020	0.215	0.461
Campanulaceae	*Lobelia laxiflora*	0.018	1.832	0.554	0.200	2.151	4.536
Campanulaceae	*Lobelia schmitzii*	0.007	0.733	0.207	0.080	0.860	1.799
Amaryllidaceae	*Manfreda brachystachya*	0.016	1.648	2.726	0.180	1.935	6.310
Gesneriaceae	*Moussonia deppeana*	0.020	2.015	0.657	0.140	1.505	4.177
Gramineae	*Paspalum notatum*	0.005	0.549	0.166	0.020	0.215	0.931
Malvaceae	*Pavonia schiedeana*	0.002	0.183	0.054	0.020	0.215	0.452
Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra*	0.029	2.930	3.301	0.200	2.151	8.382
Plantaginaceae	*Plantago australis*	0.013	1.282	0.456	0.140	1.505	3.244
Polypodiaceae	*Polygonum acre*	0.013	1.282	0.492	0.140	1.505	3.280
Polygonaceae	*Polygonum punctatum*	0.018	1.832	3.000	0.160	1.720	6.552
Polypodiaceae	*Polypodium angustifolium*	0.026	2.564	2.328	0.240	2.581	7.472
Polypodiaceae	*Polypodium furfuraceum*	0.024	2.381	2.546	0.260	2.796	7.723
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	0.029	2.930	3.496	0.280	3.011	9.437
Acanthaceae	*Ruellia harveyana*	0.035	3.480	2.098	0.300	3.226	8.804
Polygonaceae	*Rumex obtusifolius*	0.046	4.579	4.576	0.400	4.301	13.456
Labiatae	*Salvia helianthemifolia*	0.038	3.846	4.656	0.340	3.656	12.159
Selaginellaceae	*Selaginella sertata*	0.005	0.549	1.019	0.060	0.645	2.214

Malvaceae	*Sida rhombifolia*	0.002	0.183	0.077	0.020	0.215	0.475
Caryophyllaceae	*Stellaria cuspidata*	0.020	2.015	5.440	0.220	2.366	9.820
Compositae	*Stevia ovata*	0.007	0.733	1.974	0.060	0.645	3.352
Compositae	*Telanthophora grandifolia*	0.004	0.366	0.076	0.040	0.430	0.873
Ranunculaceae	*Thalictrum pubigerum*	0.037	3.663	4.488	0.340	3.656	11.807
Melastomataceae	*Tibouchina mexicana*	0.007	0.733	0.208	0.080	0.860	1.801
Commelinaceae	*Tinantia erecta*	0.018	1.832	2.799	0.160	1.720	6.351
Commelinaceae	*Tripogandra amplexicaulis*	0.007	0.733	2.069	0.080	0.860	3.661
Commelinaceae	*Tripogandra serrulata*	0.024	2.381	0.937	0.260	2.796	6.113
Caprifoliaceae	*Valeriana sorbifolia*	0.018	1.832	2.580	0.160	1.720	6.132
Amaryllidaceae	*Zephyranthes lindleyana*	0.018	1.832	1.871	0.180	1.935	5.638

Mediante el análisis de las variables ecológicas de la vegetación del estrato herbáceo de la Microcuenca Temacuil, las especies de mayor importancia ecológica son: *Thalictrum pubigerum, Rumex obtusifolius y Salvia helianthemifolia.*

A NIVEL PREDIO

Calculo de índice de biodiversidad

Para determinar la diversidad de especies forestales dentro de la superficie donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo forestal requerido, se calculó el ***Índice de biodiversidad de Shannon-Wiener****, el cual se muestra en el cuadro siguiente:*

El ***índice de Shannon de Shannon-Wiener*** *se estima mediante la siguiente formula:*

$$H' = -\sum (P_i) \times In(P_i)$$

Donde:
H´: Índice de Shannon-Wiener.
P_i: Proporcion de la especie *n* en la muestra total *N* (Pi = n/N).
In(P_i): Logaritmo natural de P_i.

TABLA 13. Cálculo del índice de Shannon de las áreas adicionales A y B

No.	Familia	Nombre científico	Nombre Común	No. Individuos (400 m²)	Abundancia relativa (pi)	log2(pi)	H'
1	Fagaceae	*Quercus furfuracea*	Encino blanco, encino de asta	4	0.0010	-6.8880	-0.0070
2	Hammamelidaceae	*Liquidambar macrophylla*	Copalillo, xuchiate	9	0.0023	-6.07713	-0.0139
3	Celastraceae	*Zinowiewia integerrima*	Palo blanco, palo alto	11	0.0028	-5.8764	-0.0165

4	Euphorbiaceae	*Croton draco*	Llora sangre, sangregrado	22	0.0056	-5.18331	-0.0291
5	Leguminosae	*Dalbergia palo-escrito*	Palo escrito	6	0.0015	-6.4826	-0.0099
6	Moraceae	*Morus celtidifolia*	Mora	1	0.0003	-8.2743	-0.0021
7	Fagaceae	*Quercus oleoides*	Encino colorado, encino roble blanco	1	0.0003	-8.2743	-0.0021
8	Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino rojo, pino prieto	1	0.0003	-8.2743	-0.0021
9	Clethraceae	*Clethra mexicana*	----------	3	0.0008	-7.17574	-0.0055
10	Tiliaceae	*Heliocarpus appendiculatus*	Jonote	1	0.0003	-8.2743	-0.0021
11	Meliaceae	*Cedrela mexicana*	Cedro rojo	1	0.0003	-8.2743	-0.0021
12	Leguminosae	*Leucaena leucocephala*	Huaje, guaje blanco	3	0.0008	-7.17574	-0.0055
13	Acanthaceae	*Justicia fulvicoma*	----------	25	0.0064	-5.0554	-0.0322
14	Euphorbiaceae	*Euphorbia sp.*	----------	3	0.0008	-7.17574	-0.0055
15	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	Mala mujer, chaya de monte	4	0.0010	-6.8880	-0.0070
16	Solanaceae	*Solanum schlechtendalianum*	Hierba del perro	77	0.0196	-3.9305	-0.0772
17	Compositae	*Baccharis trinervis*	----------	100	0.0255	-3.66919	-0.0936
18	Compositae	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	10	0.0025	-5.97177	-0.0152
19	Melastomataceae	*Conostegia xalapensis*	Tesgua	181	0.0461	-3.0758	-0.1420
20	Compositae	*Verbesina serrata*	----------	25	0.0064	-5.0554	-0.0322
21	Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea*	Manto	50	0.0127	-4.3623	-0.0556
22	Tiliaceae	*Triumfetta semitriloba*	Cadillo	50	0.0127	-4.3623	-0.0556
23	Gramineae	*Cynodon dactylon*	Zacate bermuda	1775	0.4526	-0.7928	-0.3588
24	Cyperaceae	*Bulbostylis capillaris*	----------	375	0.0956	-2.3474	-0.2244
25	Gramineae	*Festuca arundinacea*	Zacaton	25	0.0064	-5.0554	-0.0322
26	Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Tlalamate	25	0.0064	-5.0554	-0.0322
27	Scrophulariaceae	*Lamourouxia xalapensis*	----------	25	0.0064	-5.0554	-0.0322
28	Piperaceae	*Peperomia quadrifolia*	----------	7	0.0018	-6.3284	-0.0113
29	Begoniaceae	*Begonia nelumbiifolia*	Xocoyule, begonia del monte	225	0.0574	-2.8582	-0.1640

Pachuca de Soto, Hidalgo. 14 de septiembre de 2016

163657

30	Heliconiaceae	*Heliconia schiedeana*	Ave de paraíso, platanillo	2	0.0005	-7.58121	-0.0039
31	Arecaceae	*Chamaedorea tepejilote*	Palma tepejilote	6	0.0015	-6.4826	-0.0099
32	Malvaceae	*Sida abutifolia*	Arrastradillo	50	0.0127	-4.3623	-0.0556
33	Leguminosae	*Mimosa albida*	Vergonzosa	100	0.0255	-3.66919	-0.0936
34	Acanthaceae	*Aphelandra speciosa*	----------	75	0.0191	-3.9568	-0.0757
35	Urticaceae	*Boehmeria cylindrica*	Chichicastle	25	0.0064	-5.0554	-0.0322
36	Leguminosae	*Astragalus hypoleucus*	----------	8	0.0020	-6.1949	-0.0126
37	Compositae	*Acmella oppositifolia*	Yerba de San Pedro, mozote	2	0.0005	-7.58121	-0.0039
38	Malvaceae	*Anoda cristata*	Amapolita	5	0.0013	-6.6649	-0.0085
39	Solanaceae	*Solanum myriacanthum*	----------	2	0.0005	-7.5812	-0.0039
40	Compositae	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	10	0.0025	-5.9717	-0.0152
41	Araceae	*Syngonium podophyllum*	Platano de ardilla	187	0.0477	-3.0432	-0.1451
42	Vitaceae	*Vitis popenoei*	----------	4	0.0010	-6.8880	-0.0070
43	Araliaceae	*Hedera helix*	Hiedra	8	0.0020	-6.19492	-0.0126
44	Sapindaceae	*Serjania hispida*	----------	3	0.0008	-7.17574	-0.0055
45	Pteridaceae	*Doryopteris palmata*	----------	200	0.0510	-2.9760	-0.1518
46	Polypodiaceae	*Polypodium rosei*	----------	150	0.0382	-3.2637	-0.1248
47	Polypodaceae	*Tectaria heracleifolia*	Lengua de ciervo	2	0.0005	-7.5812	-0.0039
48	Dryopteridaceae	*Elaphoglossum sp.*	----------	2	0.0005	-7.5812	-0.0039
49	Aspleniaceae	*Asplenium adiantum-nigrum*	----------	14	0.0036	-5.6353	-0.0201
50	Blechnaceae	*Blechnum glandulosum*	----------	8	0.0020	-6.1949	-0.0126
51	Adiantaceae	*Adiantum capillus-veneris*	Cilantrillo, culandrillo	5	0.0013	-6.6649	-0.0085
52	Dryopteridaceae	*Elaphoglossum vestitum*		3	0.0008	-7.1757	-0.0055
53	Polypodaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho hembra	6	0.0015	-6.4826	-0.0099

Numero total de individuos (N)	**3,922**
Índice de Shannon (H)	**2.2954**

La **riqueza biológica** de la vegetación de la superficie a afectar con el **proyecto** es de **53 especies**, que corresponde a la información obtenida de las dos áreas a solicitar.

Para estimar la equitatividad de especies se puede utilizar la fórmula:

$$J \approx \frac{H}{\ln(S)}$$

Donde:

H: Es el índice de Shannon.
S: Es la riqueza de especies detectadas durante el muestreo.
J: Equitatividad de especies (dicha equidad varía entre los valores 0 y 1; donde el valor 0 representa baja equitatividad o alta dominancia por pocas especies y el valor 1 representa total equitatividad en la representación de individuos de cada especie detectada en el muestreo).

El valor resultante de dicha relación es de 0.5781, lo que representa que la equidad entre la dominancia de especies es media o regular, indicando que no se afecta a alguna población de alguna especies en particular al pretender realizar el cambio de uso de suelo.

El valor máximo del índice de Shannon suele estar cerca entre 4.5 a 5, según lo reportado en diferentes investigaciones en el ámbito ecológico, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo. Para este ecosistema que corresponde a bosque mesófilo de montaña, los valores del índice reflejan una diversidad media, de acuerdo a la hipótesis mencionada anteriormente y a la equidad de dominancia de las especies identificadas.

De acuerdo al **promovente**, la superficie del CUSTF, representan una fracción mínima relevante del espacio o territorio del sistema ambiental, razón por la cual no se excede la capacidad de carga del ecosistema, por lo tanto dicho **proyecto** tendrá un efecto poco significativo y no pondrá en riesgo la integridad funcional en que se encuentran los ecosistemas actuales del lugar, tampoco se alterará la biodiversidad y abundancia biológica actual, promoviendo su tendencia a su recuperación, ya que se aplicarán las medidas de prevención, mitigación y compensación siguientes:

- *La remoción de la vegetación para el cambio de uso de suelo se realizará en forma paulatina, conforme se requiriera la superficie para la disposición de los materiales de descapote y construcción del dique de contención de la Tepetatera Norte y retención de partículas sólidas.*

- *Se rescatarán y reubicarán en las áreas de vegetación de amortiguamiento, los ejemplares de las especies susceptibles tal y como se propone en el **Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Vegetación Forestal que se vería afectada con el proyecto y su adaptación al nuevo hábitat** que se encuentra anexo al presente.*

- *Se tiene una superficie de conservación de especies vegetales para amortiguamiento de 63.270 has arboladas, que corresponden al 96.02 % residual después de que se aplique el cambio de uso de suelo forestal.*

- *La disposición de los materiales de descapote se efectuará en forma gradual, con la construcción de terrazas o mermas, utilizando la maquinaria pesada que dispone el* ***promovente****. Dichas actividades se realizarán en forma permanente, dentro de los terrenos para la explotación minera, con lo cual se asegurará la estabilidad de los depósitos y posteriormente, facilitará las actividades para la restauración inmediata con revegetación y reforestación, como se vaya requiriendo tanto en forma temporal como definitiva.*

- *Todas las áreas o bandas de las tepetateras que ingresen al abandono para un tiempo mayor de 6 meses, inmediatamente serán revegetadas en forma temporal, mediante la pastización y siembra de semillas de especies nativas de hierbas y arbustos.*

- *Las áreas, bandas de las tepetateras o superficie de depósitos completos que procedan a la etapa de abandono definitivo, se realizarán de forma inmediata, las actividades de restauración que comprenden las siguientes acciones que se describen a detalle en el apartado correspondiente del capítulo Forma de Ejecución del Cambio de Uso de Suelo:*

  - *Primeramente, utilizando la maquinaria pesada de la empresa promovente en el lugar para la explotación minera, que se ha estado ejecutando, se realizará la conformación del terreno, cuidando asegurar la estabilidad de los depósitos de materiales y el favorecimiento del drenaje adecuado que proviene de las aguas pluviales.*

  - *Para favorecer la estabilidad de los suelos, se construirán en las partes de mayor necesidad, obras de conservación de suelos y agua, como: presas de palos, ramas y piedra, barreras de piedra acomodada, entre otras.*

  - *Posteriormente a la revegetación para la estabilización de los suelos, se realizará la reforestación definitiva de la superficie de la tepetatera utilizando especies maderables nativas caráterísticas del bosque mesófilo de montaña para conservar la biodiversidad y abundancia de especies vegetales en el lugar del proyecto, entre otros servicios.*

  - *Para todos los trabajos de revegetación y reforestación, tanto de restauración como reconversión de pastizales, siempre se recolectarán semillas de las especies nativas en la zona del* ***proyecto****.*

  - *Se dará seguimiento a las actividades, tanto de reforestación de pastizales como de restauración definitiva de tepetateras, por un periodo mínimo de 10 años.*

  - *Una vez que se concluya la construcción del dique de contención de la Tepetatera Norte, inmediatamente se procederá a la revegetación total de la superficie de taludes de la misma obra utilizando pastos, hierbas y arbustos de las especies nativas, con lo cual tambien se logrará su estabilización y recuperación de las propiedades de retensión e infiltración de las aguas pluviales.*

Justificación técnica de que no se comprometerá la biodiversidad

- El área del **proyecto** no se encuentra dentro del régimen de las Áreas Naturales Protegidas, tanto de Competencia Federal como estatal o municipal en el estado de Hidalgo.

- Dentro de la superficie del **proyecto**, no se encuentran especies de flora presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo se rescatarán los ejemplares de aquellas especies que sean susceptibles, así mismo se realizará colecta de semillas de las especies a remover con el fin de que sean utilizadas, tanto para las revegetaciones, como para producir plantas leñosas en vivero, para que sean utilizadas en los trabajos de reforestación que realizará el **promovente.**

- Para llevar a cabo el rescate y reubicación de los ejemplares vegetales susceptibles se anexa al presente resolutuivo el Programa de rescate reubicación de especies de vegetación forestal que se vería afectada con el **proyecto** y su adaptación al nuevo hábitat.

- La superficie del CUSTF representa el 3.98% de la superficie total cuantificada (65.89178 ha arboladas).

- 63.27 has de conservación para amortiguamiento, que representan el 96.02 % del total de las 65.89178 has forestales arboladas iniciales cuantificadas en los terrenos del conjunto predial, por lo que se supera el porcentaje para el manejo y conservación de ecosistemas, que impone el Criterio Mae 59 del POETH, el cual establece que: *Se debe conservar como mínimo el 60 % de la vegetación natural del lugar*, por lo que no sobrepasa la capacidad de carga del ecosistema.

- En el caso del dique de contención, una vez que se concluya la construcción del mismo, inmediatamente se revegetará su superficie utilizando especies nativas de pastos, hierbas y arbustos con el fin de llevar a cabo su estabilización y protección contra las acciones erosivas y proteger al mismo tiempo la biodiversidad.

- El **promovente** ejecutará un programa de reforestación, con una meta de 59.00 hectáreas de terrenos de pastizales, utilizando especies maderables nativas, con lo cual se incrementará en forma paulatina la superficie arbolada dentro del área del **proyecto.**

- La periferia de las áreas arboladas de amortiguamiento siempre se mantendrán con brechas cortafuego limpias durante el periodo sequia anual (diciembre a mayo), con el fin de protegerlas de los incendios forestales.

- En la periferia, tanto de las áreas arboladas de conservación y amortiguamiento, como en las de reforestación y del predio, se tienen instalados letreros alusivos dirigidos al público en general para la protección y conservación tanto de la fauna como de la flora silvestre del lugar.

- El promovente ejecutará un **programa de rescate y protección de la fauna silvestre**, el cual contiene las actividades previas de protección y reubicación de la posible

fauna existente en la superficie del CUSTF, evitando daños a las poblaciones actuales, tanto en su diversidad como en su abundancia, en donde se da mayor énfasis a las especies con estatus conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Las actividades de rescate y protección de la fauna del lugar se llevarán a cabo de forma previa al inicio de los trabajos del CUSTF, las cuales consisten en realizar las actividades de arreos, captura y liberación de las posibles especies que se lleguen a encontrar dentro de la superficie donde se efectuará remoción total de la vegetación, de tal manera que dicha eliminación se procederá en forma sucesiva y dirigida hacia las áreas con vegetación permanente con el fin de asegurar el escape y reacomodo de la misma.

- Tomando en cuenta que algunas de las especies faunísticas señaladas con estatus de protección tienen el comportamiento de emigración, y que muchas de ellas intentan buscar y encontrar alimento en abundancia de frutos y semillas, tal como la especie de ave *Aulacorhynchus prasinus* o Tucán Verde, así como las demás comunes que se han adaptado a las condiciones del lugar, como es el manejo y tratamiento de las áreas boscosas, tanto para la agricultura como para la ganadería que se practican en forma extensiva a nivel local como regional. Para asegurar el hábitat y apoyar con fuentes de alimentación a dichas especies de fauna, durante la revegetación inmediata que se tiene que realizar en forma temporal para la protección contra la erosión de las áreas o bandas de la superficie de los depósitos de materiales, donde ya no se lleve a cabo la disposición de los mismos por periodos de más de seis meses, se utilizarán solamente especies nativas de pastos, hierbas y arbustos que produzcan altas cantidades de forraje, semillas y frutos para que sirvan tanto de hábitat temporal como fuente de alimento a la fauna silvestre del lugar integrada por aves, mamíferos y reptiles, además de que también se han venido conservando árboles frutales en forma dispersa en los terrenos boscosos y en los pastizales inducidos, como guayaba, naranja, mango, achiote, entre otros.

- Para la protección total de los hábitats de reproducción de las especies con estatus contra las actividades antropogénicas, se está llevando a cabo la protección de cada una de las áreas con vegetación natural que no aplica el CUSTF y que se han destinado para conservación, mediante el establecimiento perimetral de una cerca formada por un mínimo de 4 a 5 hilos de alambres de púas y postes de madera o de concreto.

- En los contratos celebrados, tanto con los trabajadores, como con los contratistas de servicios para el área de explotación minera del Tajo Naopa, se establecerán cláusulas de compromiso para respetar y proteger a las especies de flora y de la fauna silvestre del lugar.

- Para apoyar la protección y conservación de las especies faunísticas (en especial a las especies con estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010), el **promovente** realizará talleres y pláticas de capacitación hacia sus trabajadores, para el conocimiento y protección de la flora y fauna, así como los recursos naturales de la zona, los cuales se enfocan al conocimiento de los mismos y a su protección contra los aprovechamientos clandestinos, plagas y enfermedades y siniestros como los incendios forestales.

- El **promovente** realizará en forma periódica, a través de personal especialista en el ramo, el muestreo y monitoreo detallado de la fauna en las áreas arboladas con vegetación natural y de reforestación para determinar el comportamiento de la biodiversidad faunística en los terrenos del Tajo Naopa.

Con base en los razonamientos arriba expresados y en los expuestos por el **promovente**, esta autoridad administrativa considera que se encuentra acreditada la primera de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117 párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del **proyecto** del CUSTF, **no compromete la biodiversidad.**

b) Por lo que corresponde al **segundo de los supuestos**, referente a la obligación de demostrar que **no se provocará la erosión de los suelos**, se observó lo siguiente:

Del ETJ, se desprende información contenida en diversos apartados del mismo, consistente en que:

Los valores para los elementos que componen las ecuaciones de estimación de pérdida potencial del suelo y erosión actual del suelo para la zona del proyecto de cambio de uso de suelo en la exposición norte o lado de la Tepetatera Norte, son los siguientes:

La estimación del factor R se efectúa mediante la ecuación de erosionabilidad de la lluvia, que de acuerdo al mapa de regiones de erosividad de la lluvia en México (Figura VI. 8) el lugar del proyecto se sitúa, tajantemente, en la región 9 de erosividad de la lluvia y corresponde a la ecuación:

$$Y = 7.04579x - 0.002096x^2$$

El valor de x pertenece al valor de la precipitación media anual del lugar, en este caso es de: 2, 257.7 mm, el cual corresponde a la estación climatológica más cercana a la zona de la superficie adicional A, siendo esta la estación 00013048 Tlanchinol. Sustituyendo el valor de la precipitación en la variable x, la ecuación queda:

$$Y = 7.04579\,(2257.7) - 0.002096\,(2257.7)^2$$
$$Y = 5223.529$$

El factor R toma el valor de Y, lo que significa que el valor de R es de ***5, 233.529 MJ mm/ha hr año.***

El factor K está determinado por la unidad de suelo de la zona del proyecto, que corresponde a la unidad de suelo (LPli + LVlep + ACha/2) donde el suelo dominante es el Leptosol lítico con textura media (comúnmente llamados francos, equilibrados en el contenido de arena, arcilla y limo) y utilizando los valores de referencia del Cuadro VI. 5, el factor K es de ***0.029 ton/hr/MJ mm,*** *que corresponde a los suelos de textura de migajón o franco, con materia organica del 2.0 al 4.0 %, que es adecuado a las condiciones de vegetación del lugar.*

Para la determinación del valor del factor L se estima a partir de la siguiente forma:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^{m}$$

En el sitio del proyecto para la superficie adicional denominada A del lado de la Tepetatera Norte existen pendientes que superan el 10 %, con base al diagrama de perfil topográfico correspondiente, el cual fue producto de un modelo digital de elevación en conjunto con las curvas de nivel (utilizando el software ArcGIS versión 10.2) sobre la poligonal que corresponde al Área A solicitada para cambio de uso de suelo, y que partiendo del punto la cota de altura y mas baja de la poligonal, se define una línea que intercepta al modelo digital de elevación.

Mediante al diagrama de perfil obtenido (Grafica VI. 3) es posible observar que el punto más alto se encuentra a una altura de 1, 055 m, y que le punto mas bajo se encuentra a una altura de 990 m, a una distancia de 150 m, que empleando la siguiente relación:

$$Pendiente\ (\%) = \frac{diferencia\ de\ cotas\ (m)}{distancia\ entre\ cotas\ (m)} \times 100$$

$$Pendiente\ (\%) = \frac{1055 - 990}{150} \times 100$$

$$Pendiente\ (\%) = 43.33\ \%$$

*La pendiente es del **43.33 %**, por lo tanto m: 0.6 de acuerdo a la clasificación de Mitchell y Bubenzer (1984). En este caso la longitud de la pendiente (λ) del lugar es de 150 m, por lo tanto sustituyendo los valores en la formula anterior, queda de la siguiente manera:*

$$L = \left(\frac{150}{22.13}\right)^{0.6}$$

$$L = 3.153$$

*El valor de la pendiente s del lugar del proyecto es de **43.33 %**, por lo tanto, la fórmula del factor S queda de la siguiente manera:*

$$S = 0.065 + 0.045s + 0.0065s^2$$

$$S = 0.065 + 0.045(43.33) + 0.0065(43.33)^2$$

$$S = 14.219$$

*El factor C que corresponde a la cubierta vegetal dentro de la zona del proyecto es **0.011**, que representa a un bosque mesófilo de montaña perturbado para ambas superficies que se solicitan para cambio de uso de suelo.*

En resumen, los valores para cada factor que componen las ecuaciones estimación de pérdida potencial del suelo y erosión actual del suelo:

TABLA 14. Resumen de los valores de factores de la ecuación de pérdida de suelo para la superficie adicional A de la Tepetatera Norte.

Valores de los factores de la ecuación de estimación de pedida de suelo para el sitio de la superficie adicional A de la Tepetatera Norte				
Factor R	*Factor K*	*Factor L*	*Factor S*	*Factor C*
5223.529	*0.029*	*3.153*	*14.219*	*0.011*

Resultados del cálculo de pérdida de suelo en el Área A del lado de la Tepetatera Norte.

Estimación de perdida de suelo, sin aplicar cambio uso de suelo. *Para este cálculo se utilizó la fórmula del cálculo de estimación de erosión actual:*

$$E_A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C$$

Ya conocidos los valores, la perdida de erosión actual del lugar del proyecto es:

$$E_A = (5223.529) \cdot (0.029) \cdot (3.153) \cdot (14.219) \cdot (0.011)$$
$$E_A = 74.705$$

El valor resultante es alto, esto se debe a la relación de las condiciones topográficas y de precipitación, ya que presentan valores altos, Dicho valor es considerado dentro del rango de niveles altos de erosión de suelo, conforme a la clasificación de FAO, et al. (1981).

TABLA 15. Rangos de límites de pérdida de suelo.

Erosión hídrica	*Suelo perdido (ton/ha/año)*
Ninguna a ligera	*< 10*
Moderada	*10 – 50*
Alta	*50 – 200*
Muy alta	*> 200*

Fuente: FAO, et al. (1981).

Estimación de perdida de suelo, aplicando cambio uso de suelo sin medidas de mitigación y compensación. *Para este cálculo se utilizó la fórmula del cálculo de estimación de erosión potencial:*

$$E_P = R \cdot K \cdot L \cdot S$$

Donde el valor del factor de cubierta vegetal C es de 1, que corresponde a una cubierta sin estructura vegetal, y utilizando los demás valores (R = 5, 223.529 MJ mm/ha hr año, K = 0.029 ton/hr/MJ mm, L = 3.153 y S = 14.219) el resultado queda de la siguiente forma:

$$E_P = (5223.529) \cdot (0.029) \cdot (3.153) \cdot (14.219)$$
$$E_P = 6791.333$$

Esto indica que se perderían 6, 791.333 ton/ha/año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 67.91 g/cm², si consideramos que 1 g/cm² de suelo es igual a 100 ton/ha de suelo.

163657

Estimación de perdida de suelo, aplicando cambio uso de suelo con medidas de mitigación y compensación. *Para este cálculo se utilizó la fórmula de la ecuación universal de perdida de suelo:*

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

Los valores del factor de cubierta vegetal es de 0.004, que representa al cultivo de pastizal, el cual representa a las actividades de revegetación que se realizarán una vez que la superficie impactada pase a la etapa de abandono temporal, inmediatamente se dicha actividad utilizando especies nativas de pastos, hierbas y arbustos y en el caso de que dicha superficie proceda a la etapa de abandono definitivo, se reforestará para su restauración, utilizando especies arbóreas nativas, así como el establecimiento de los estratos herbáceo y arbustivo.

Para este cálculo de estimación perdida de suelo, que representa el escenario de aplicando cambio uso de suelo con medidas de mitigación y compensación se utiliza el valor de P de 0.14, que representa a las terrazas (con desagües encespados), dado que durante el transcurso de la ejecución del proyecto se contempla la aplicación de medidas de mitigación y compensación, ya que la remoción de la vegetación se realizará en forma paulatina, conforme al requerimiento de la superficie para la disposición de los materiales de descapote, además de la construcción del bordo filtrante y de contención de partículas sólidas.

Previa a la conformación del terreno se realizará suavización de taludes, terraceo y construcción de obras de conservación de suelos y agua, como presas de palos, ramas y piedra acomodada, barreras de piedra acomodada, entre otras, además de las actividades de revegetación y reforestación descritas.

Por lo tanto, utilizando los demás valores (R = 5, 223.529 MJ mm/ha hr año, K = 0.029 ton/hr/MJ mm, L = 3.153 y S = 14.219) el resultado queda de la siguiente forma:

$$A = (5223.529) \cdot (0.029) \cdot (3.153) \cdot (14.219) \cdot (0.004) \cdot (0.14)$$
$$A = 3.803$$

Esto significa que la tasa de pérdida de suelo es de 3.803 ton/ha/año y que, en comparación con la tasa de erosión actual y potencial de lugar del proyecto, es regular dentro del límite permisible de perdida de erosión reportado por Becerra (1999). Dicho autor menciona que el límite de pérdida de suelo para México es de 2.2 a 11.5 ton/ha/año. Sin embargo, en la cartografía de erosión potencial, a nivel de distritos de desarrollo rural en áreas con alta susceptibilidad a la erosión, el límite permisible de erosión es de 20 ton/ha/año.

A continuación, de acuerdo a los cálculos anteriores realizados se presenta un cuadro comparativo de la erosión del suelo en el terreno:

TABLA 16. Estimación de pérdida de suelo de acuerdo al cambio de uso de suelo solicitado en el área A de la zona de la Tepetatera Norte

Estimación de la perdida de suelo

Sin aplicar cambio uso de suelo	*Aplicando cambio uso de suelo sin medidas de mitigación y compensación*	*Aplicando cambio uso de suelo con medidas de mitigación y compensación*
74.705 ton/ha/año	*6, 791.333 ton/ha/año*	*3.803 ton/ha/año*

En base a los resultados del cuadro anterior, se puede concluir que la erosión presente en la zona, con el cambio de uso de suelo aplicando las medidas de mitigación y compensación, es permisible; no obstante una vez puesto en marcha el proyecto, el valor de la perdida de suelo se eleva, siendo este de 6, 791.333 ton/año, este dato se obtiene en un escenario en el que no se realizan las medidas de mitigación y compensación pertinentes, por lo que en este caso el suelo queda totalmente expuesto a las acciones erosivas.

En cambio al aplicar cambio uso de suelo con las medidas de mitigación y compensación antes señaladas, la pérdida de suelo se reduce a 3.803 ton/ha/año.

Valores de los elementos R, K, L, S y C en el Área B de la superficie adicional autorizada de la Tepetatera Sur.

Los valores para los elementos que componen las ecuaciones de estimación de pérdida potencial del suelo y erosión actual del suelo para el lado de la zona sur o de la superficie adicional de la superficie autorizada de la Tepetatera Sur son los siguientes:

La estimación del factor R se efectúa mediante la ecuación de erosionabilidad de la lluvia, que de acuerdo al mapa de regiones de erosividad de la lluvia en México (Figura VI. 8) el lugar del proyecto se sitúa (al igual que la zona de la tepetatera norte), tajantemente, en la región 9 de erosividad de la lluvia y corresponde a la ecuación:

$$Y = 7.04579x - 0.002096x^2$$

El valor de x pertenece al valor de la precipitación media anual del lugar, en este caso es de: 1, 712.5 mm, el cual corresponde a la estación climatológica más cercana a la zona de la superficie adicional B, siendo esta la estación 00013066 C. E. T. A. Molango. Sustituyendo el valor de la precipitación en la variable x, la ecuación queda:

$$Y = 7.04579\ (1712.5) - 0.002096\ (1712.5)^2$$
$$Y = 59519.068$$

El factor K está determinado por la unidad de suelo de la zona del proyecto, que corresponde a la unidad de suelo (LPli + LVlep + ACha/2) donde el suelo dominante es el Leptosol lítico con textura media (comúnmente llamados francos, equilibrados en el contenido de arena, arcilla y limo) y utilizando los valores de referencia del Cuadro VI. 5, el factor K es de ***0.029 ton/hr/MJ mm,*** *que corresponde a los suelos de textura de migajón o franco, con materia organica del 2.0 al 4.0 %, que es adecuado a las condiciones de vegetación del lugar.*

El factor R toma el valor de Y, lo que significa que el valor de R es de ***5, 919.068 MJ mm/ha hr año.***

El valor del factor L se estima a partir de la siguiente forma:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^{m}$$

Dentro de la zona del proyecto existen pendientes que superan el 10 %, y que con base al diagrama de perfil topográfico correspondiente, el cual fue producto de un modelo digital de elevación (utilizando el software ArcGIS versión 10.2) en conjunto con las curvas de nivel sobre la poligonal que corresponde al Área B solicitada para cambio de uso de suelo, se define una línea que intercepta al modelo digital de elevación, partiendo del punto la cota de altura y mas baja de la poligonal.

Mediante al diagrama de perfil obtenido (Grafica VI. 5) es posible observar que el punto más alto se encuentra a una altura de 1, 125 m, y que le punto más bajo se encuentra a una altura de 1, 070 m, a una distancia de 180 m, que empleando la siguiente relación:

$$Pendiente\ (\%) = \frac{diferencia\ de\ cotas\ (m)}{distancia\ entre\ cotas\ (m)} \times 100$$

$$Pendiente\ (\%) = \frac{1125 - 1070}{180} \times 100$$

$$Pendiente\ (\%) = 30.56\ \%$$

*Por lo tanto la pendiente es del **30.56 %**, por ello m: 0.6 de acuerdo a la clasificación de pendientes de Mitchell y Bubenzer (1984). La longitud de la pendiente (λ) del lugar es de 180 m, y sustituyendo los valores en la formula anterior, queda de la siguiente manera:*

$$L = \left(\frac{180}{22.13}\right)^{0.6}$$

$$L = 3.517$$

Diagrama de perfil topográfico de la superficie del área B de la Tepetatera Sur

*El valor de la pendiente s del lugar del proyecto es de **31 %**, por lo tanto, la fórmula del factor S queda de la siguiente manera:*

$$S = 0.065 + 0.045s + 0.0065s^2$$

$$S = 0.065 + 0.045(30.56) + 0.0065(30.56)^2$$

$$S = 7.511$$

*El factor C que corresponde a la cubierta vegetal dentro de la zona del proyecto es **0.011**, que al igual que el Área A, representa a un bosque mesófilo de montaña perturbado. En resumen, los valores para cada factor que componen las ecuaciones estimación de pérdida potencial del suelo y erosión actual del suelo para esta zona es la siguiente:*

TABLA 17. Resumen de los valores de factores de la ecuación de pérdida de suelo para la superficie del área B de la Tepetatera Sur

Valores de los factores de la ecuación de estimación de pedida de suelo para el sitio de la superficie adicional B de la Tepetatera Sur				
Factor R	*Factor K*	*Factor L*	*Factor S*	*Factor C*
5919.068	*0.029*	*3.517*	*7.511*	*0.011*

Resultados del cálculo de pérdida de suelo en la zona del Área B del lado de la Tepetatera Sur.

Estimación de perdida de suelo, sin aplicar cambio uso de suelo. *Para este cálculo se utilizó la fórmula del cálculo de estimación de erosión actual:*

$$E_A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C$$

Ya conocidos los valores como se observa en el Cuadro VI. 13, la pérdida de erosión actual del lugar del proyecto es:

$$E_A = (5919.068) \cdot (0.029) \cdot (3.517) \cdot (7.511) \cdot (0.011)$$
$$E_A = 49.879$$

El valor resultante es alto, pero menor al valor de la estimación de pérdida de suelo de la zona de la ampliación de la Tepetatera Norte, esto se debe a la relación de la pendiente, los cuales originan que los valores sean mayores, dado que el terreno del proyecto se sitúa en un relieve escarpado. Asimismo, el valor de la estimación de perdida de suelo para la presente zona es considerado dentro del rango de niveles altos de erosión de suelo, conforme a la clasificación de FAO, et al. (1981).

Estimación de perdida de suelo, aplicando cambio uso de suelo sin medidas de mitigación y compensación. *Para este cálculo se utilizó la fórmula del cálculo de estimación de erosión potencial:*

$$E_P = R \cdot K \cdot L \cdot S$$

Donde el valor del factor de cubierta vegetal C es de 1, que corresponde a una cubierta sin estructura vegetal, y utilizando los demás valores (R = 5, 919.068 MJ mm/ha hr año, K = 0.029 ton/hr/MJ mm, L = 3.517 y S = 7.511) el resultado queda de la siguiente forma:

$$E_P = (5919.068) \cdot (0.029) \cdot (3.517) \cdot (7.511)$$
$$E_P = 4534.417$$

Esto indica que se perderían 4, 534.417 ton/ha/año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 45.34 g/cm², si consideramos que 1 g/cm² de suelo es igual a 100 ton/ha de suelo.

Estimación de perdida de suelo, aplicando cambio uso de suelo con medidas de mitigación y compensación. *Para este cálculo se utilizó la fórmula de la ecuación universal de perdida de suelo:*

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

Los valores del factor de cubierta vegetal es de 0.004, que representa al cultivo de pastizal, el cual representa a las actividades de revegetación que se realizarán una vez que la superficie impactada pase a la etapa de abandono temporal, inmediatamente se dicha actividad utilizando especies nativas de pastos, hierbas y arbustos y en el caso de que dicha superficie proceda a la etapa de abandono definitivo, se reforestará para su restauración, utilizando especies arbóreas nativas, así como el establecimiento de los estratos herbáceo y arbustivo.

Para este cálculo de estimación perdida de suelo, que representa el escenario de aplicando cambio uso de suelo con medidas de mitigación y compensación se utiliza el valor de P de 0.14, que representa a las terrazas (con desagües encespados), dado que durante el transcurso de la ejecución del proyecto se contempla la aplicación de medidas de mitigación y compensación (semejantes a las actividades del Área A de la Tepetatera Norte), ya que la remoción de la vegetación se realizará en forma paulatina, conforme al requerimiento de la superficie para la disposición de los materiales de descapote, Previa a la conformación del terreno se realizará suavización de taludes, terraceo y construcción de obras de conservación de suelos y agua, como presas de palos, ramas y piedra acomodada, barreras de piedra acomodada, entre otras, además de las actividades de revegetación y reforestación descritas.

Utilizando los demás valores (R = 5, 919.068 MJ mm/ha hr año, K = 0.029 ton/hr/MJ mm, L = 3.517 y S = 7.511) el resultado queda de la siguiente forma:

$$A = (5919.068) \cdot (0.029) \cdot (3.517) \cdot (7.511) \cdot (0.004) \cdot (0.14)$$
$$A = 2.539$$

Esto significa que la tasa de pérdida de suelo es de 2.539 ton/ha/año y que, en comparación con la tasa de erosión actual y potencial de lugar del proyecto, es mínima, y al igual que en el caso de la zona de la superficie adicional A de la Tepetatera Norte, el cual se encuentra dentro del límite permisible de perdida de erosión reportado por Becerra (1999). Dicho autor menciona que el límite de pérdida de suelo para México es de 2.2 a 11.5 ton/ha/año, sin embargo, en la cartografía de erosión potencial, a nivel de distritos de desarrollo rural en áreas con alta susceptibilidad a la erosión, el limite permisible de erosión es de 20 ton/ha/año.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo de la erosión del suelo en el terreno:

TABLA 18. Estimación de pérdida de suelo de acuerdo al cambio de uso de suelo en la zona de la superficie del área B de la ampliación de la Tepetatera Sur.

Estimación de la perdida de suelo		
Sin aplicar cambio uso de suelo	*Aplicando cambio uso de suelo sin medidas de mitigación y compensación*	*Aplicando cambio uso de suelo con medidas de mitigación y compensación*
49.879 ton/ha/año	*4, 534. 417 ton/ha/año*	*2.539 ton/ha/año*

En base a los resultados del cuadro anterior, puede concluirse que la erosión presente en la zona, con el cambio de uso de suelo con medidas de mitigación y compensación, es permisible; no obstante una vez puesto en marcha el proyecto, el valor de la perdida de suelo se eleva, siendo este de 4, 534.417 ton/ha/año, el cual se obtiene en un escenario en el que no se realizan las medidas de mitigación y compensación pertinentes, por lo que el suelo queda totalmente expuesto y de igual manera al aplicar el cambio uso de suelo con las medidas de mitigación y compensación propuestas, en este caso la pérdida de suelo se reduce a 2.539 ton/ha/año.

Finalmente, se muestra de forma resumida la estimación de la perdida de suelo de las dos áreas solicitadas, denominadas A y B, en el siguiente Cuadro VI. 15.

TABLA 19. Cuadro comparativo de pérdida de suelo en ambas áreas A y B.

Áreas	*Estimación de la perdida de suelo*		
	Sin aplicar cambio uso de suelo	*Aplicando cambio uso de suelo sin medidas de mitigación y compensación*	*Aplicando cambio uso de suelo con medidas de mitigación y compensación*
A	*74.705 ton/ha/año*	*6, 791.333 ton/ha/año*	*3.803 ton/ha/año*
B	*49.879 ton/ha/año*	*4, 534.417 ton/ha/año*	*2.539 ton/ha/año*

Como se puede observar, tanto en el área A como en la B, con las medidas de mitigación y compensación que se aplicarán para realizar el cambio de uso de suelo solicitado, la erosión se torna mínima, ya que dichas medidas consistirán en la remoción de la vegetación de forma paulatina, conforme se vaya requiriendo la superficie para la disposición de los materiales de descapote y construcción del dique de contención. Una vez que la superficie impactada pase a la etapa de abandono temporal, inmediatamente se revegetará con especies nativas de pastos, hierbas y arbustos. Y en el caso de que dicha superficie proceda a la etapa de abandono definitivo, se reforestará para su restauración, utilizando especies arbóreas nativas así como el establecimiento de los estratos herbáceo y arbustivo, donde para la conformación del terreno, se realizará una previa suavización de taludes, terraceo y construcción de obras de conservación de suelos y agua, como presas de palos y ramas y piedra, barreras de piedra acomodada, entre otras.

No se provocará la erosión de los suelos, ya que se aplicarán las siguientes medidas preventivas, de mitigación y compensación.

- Para evitar los riesgos de deslaves a causa de las lluvias torrenciales y huracanes comunes en la región, en la construcción de los depósitos de disposición y almacenamiento de los materiales de descapote se incrementa su resistencia, estabilidad y capacidad de almacenamiento, mediante el sistema de terraceo y compactación con maquinaria pesada, así como con el reforzamiento de la parte frontal de los mismos, mediante la construcción del diques de contención de alta resistencia para evitar deslaves y su avance sin control.

- El dique de contensión a construir en la parte frontal de la tepetatera Norte servirá para asegurar la estabilidad de la Tepetatera Norte y contener las partículas sólidas disueltas

por las aguas pluviales, con lo cual se evitará la contaminación de los cuerpos de agua que se localizan aguas abajo o afetar predios de terceros.

- Para incrementar la estabilidad de los mismos depósitos de materiales y reducir los procesos erosivos, a causa de las lluvias torrenciales y los vientos, inmediatamente son revegetadas las áreas o bandas, que entran a la etapa de abandono temporal por un periodo de 6 meses, con el fin de brindarles protección contra dichos procesos erosivos.

- Aunque la susceptibilidad de la zona del proyecto a riesgos geológicos es relativamente baja para los diseños de construcción de las obras de disposición y almacenamiento, se ha considerado el fundamento de la resistencia, para mantener su estabilidad y reducir riesgos de derrumbes o deslaves.

- Para evitar los procesos erosivos ante la exposición de los suelos de la superficie que será sujeta a CUSTF, los cuales son vulnerables a la erosión sin la vegetación que los cubre debido también a que se encuentran distribuidos sobre laderas y hasta en zonas escarpadas, la mayor parte de la superficie de los terrenos continuará siempre cubierta de vegetación; tomando en cuenta, tanto la arbolada natural como la reforestada, además de los pastizales inducidos, lo cual sirve de soporte ante los factores erosivos.

- En el caso de la superficie de disposición y almacenamiento de los materiales de descapote, se mantendrán constantemente revegetadas todas las áreas o bandas que se encuentren en abandono temporal, con el objeto de reducir las acciones erosivas, tanto del aire como de las lluvias torrenciales.

- Para evitar el arrastre de partículas, disueltas por las aguas pluviales, aparte de los diques de contención que ya se encuentran construidos al frente aguas abajo de los depósitos de disposición y almacenamiento de los materiales de descapote, también se construiran las terrazas o bermas en forma compactada, con lo cual se le proporciona resistencia y estabilidad a la tepetatera.

- Para el caso de las corrientes pluviales que se formen dentro de la superficie de los depósitos de materiales, además de que se abrirán cárcamos para almacenar las aguas y disminuir la velocidad de las mismas, cuando sea necesario, se instalarán toboganes de lámina galvanizada de forma temporal durante la época de lluvias con el fin de evitar el paso libre de las corrientes torrenciales sobre la superficie de la tepetatera y conducirlas hacia los drenajes naturales cubiertos con vegetación.

- De acuerdo a los cálculos realizados al comparar la erosión del suelo en las áreas A y B del área de CUSTF, tomando en cuenta los escenarios de aplicando del CUSTF sin medidas de mitigación y compensación; sin aplicar el cambio de uso de suelo; y aplicando cambio uso de suelo con y sin medidas de mitigación y compensación, resulta que:

  - ❖ La erosión presente en la zona A, con la apliación las medidas de mitigación y compensación reduce a un total de 3.803 ton/ha/año, es permisible; no obstante una vez puesto en marcha el **proyecto**, el valor de la perdida de suelo se eleva, siendo este

de 6, 791.333 ton/ha/año, este dato se obtiene en un escenario en el que no se realizan las medidas de mitigación y compensación pertinentes, por lo que en este caso el suelo queda totalmente expuesto a las acciones erosivas.

- La erosión presente en la zona B, una vez puesto en marcha el **proyecto**, el valor de la perdida de suelo se eleva, siendo este de 4, 534.417 ton/ha/año, el cual se obtiene en un escenario en el que no se pone en marcha las medidas de mitigación y compensación pertinentes, por lo que el suelo queda totalmente expuesto, en comparación al aplicar el cambio uso de suelo con las medidas de mitigación y compensación propuestas, en este caso la pérdida de suelo se reduce a 2.539 ton/ha/año.

- Se concluye que el área A como en la B, con las medidas de mitigación y compensación que se aplicarán para realizar el CUSTF, la erosión se torna mínima, ya que dichas medidas consistirán en la remoción de la vegetación de forma paulatina, conforme se vaya requiriendo la superficie para la disposición de los materiales de descapote y construcción del bordo filtrante, así como de contención de partículas sólidas. Una vez que la superficie impactada pase a la etapa de abandono temporal, inmediatamente se revegetará con especies nativas de pastos, hierbas y arbustos. Y en el caso de que dicha superficie proceda a la etapa de abandono definitivo, se reforestará para su restauración, utilizando especies arbóreas nativas así como el establecimiento de los estratos herbáceo y arbustivo, donde para la conformación del terreno, se realizará una previa suavización de taludes, terraceo y construcción de obras de conservación de suelos y agua, como presas de palos, ramas y piedra, barreras de piedra acomodada, entre otras.

Por lo anterior, con base en los razonamientos arriba expresados, esta autoridad administrativa considera que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto a que, con estos ha quedado técnicamente demostrado que con el desarrollo del **proyecto** del CUSTF, **no se provocará la erosión de los suelos**.

c) 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**, se observó lo siguiente:

Para obtener los cálculo de coeficiente de escurrimiento, volumen medio anual de escurrimiento natural y volumen medio anual de infiltración de las áreas A y B, se utilizó la fórmula que se describe a continuación:

$$Ce = \frac{K(P - 250)}{2000}$$

Donde Ce= Coeficiente de escurrimiento
K= Uso de suelo
P= Precipitación media anual

$$Ea = P * At * Ce$$

Ea= Volumen medio anual de escurrimiento
P= Precipitación media anual
At= 11385 para la zona A, y 14832 para la zona B
Ce= Coeficiente de escurrimiento

$$F = (Pa * At) - Ea$$

F= Volumen medio anual de infiltración
Pa= Precipitación media anual
At= 11385 para la zona A, y 14832 para la zona B
Ea= Volumen medio anual de escurrimiento

Presentando un balance hídrico en ambas superficies solicitadas para CUSTF

TABLA 20.- Balance hídrico para la superficie de interés A

Balance hídrico					
Sin aplicar cambio uso de suelo		Aplicando cambio uso de suelo sin medidas de mitigación		Aplicando cambio uso de suelo con medidas de mitigación	
Escurrimiento	Infiltración	Escurrimiento	Infiltración	Escurrimiento	Infiltración
6,876.148	18,827.766	9,452.477	16,251.437	6,017.372	19,686.542
26.75 %	73.25 %	36.77 %	63.23 %	23.41 %	76.59 %
100 %		100 %		100 %	

Como resultado del balance hídrico, se determinó que la cantidad de agua que escurre con la aplicación de cambio de uso de suelo, sin medidas de mitigación, es mayor que la cantidad de agua que escurre aplicando cambio de uso de suelo, con medidas de mitigación, que incluye actividades de revegetación y suavización de taludes.

Del tercer escenario, se considera el más viable, ya que establece la reforestación y revegetación mediante especies arbóreas y arbustivas nativas, logrando poblar y cubrir los suelos del sitio, mejorando las condiciones de los mismos y aprovechamiento de una mayor infiltración.

En el caso del área B, se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 21.- Balance hídrico para la superficie de interés B

Balance hídrico					
Sin aplicar cambio uso de suelo		Aplicando cambio uso de suelo sin medidas de mitigación		Aplicando cambio uso de suelo con medidas de mitigación	
Escurrimiento	Infiltración	Escurrimiento	Infiltración	Escurrimiento	Infiltración
5,271.517	20,128.283	7,401.925	17,997.875	5,981.653	19,418.147
20.75 %	79.25 %	29.14 %	70.86 %	23.55 %	76.45 %
100 %		100 %		100 %	

Con el análisis del balance hídrico, se concluye que al igual que en la superficie A, la superficie B presenta un mayor nivel de escurrimiento con la aplicación del CUSTF sin medidas de mitigación, a comparación del nivel de escurrimiento aplicando el CUSTF con medidas de mitigación.

Siendo el tercer escenario el más admisible, ya que con la aplicación de CUSTF con medidas de mitigación la infiltración de agua es mayor a comparación del primer y segundo escenario.

La cantidad de agua no se verá afectada por la remoción de la vegetación forestal y desarrollo del **proyecto** ya que para asegurar el recargue de los acuíferos del lugar se aplicarán las medidas de mitigación y compensación propuestas:

- La remoción de la vegetación para el cambio de uso de suelo se realizará en forma paulatina, conforme sea requerida la superficie para la disposición de los materiales de descapote y construcción del dique de contención con el fin de evitar que el suelo se exponga a las acciones erosivas del viento y aguas de lluvias torrenciales.

- Al inicio o antes de la disposición de los materiales de descapote, como base, se formará una capa mínima de 2 m, con materiales de piedra gruesos (de un tamaño mínimo de 20 cm), lo cual permitirá que las aguas infiltradas fluyan con mayor rapidez hacia las capas más bajas, con lo cual a su vez que se evitará el riesgo de deslaves por el incremento de la saturación del cuerpo del depósito de materiales de descapote con dicha acción se favorecerá la fluidez del drenaje en la parte subterránea del depósito de materiales y la infiltración del agua hacia las partes más subterráneas para el recargue de los mantos acuíferos del lugar.

- La disposición de los materiales de descapote se hará en forma gradual, con la construcción de terrazas o mermas, utilizando la maquinaria pesada que dispone el **promovente**, con lo cual se asegurará la estabilidad de los depósitos y con ello se facilitarán las actividades de restauración, tanto temporales como definitivas.

- El efecto de las capas compactadas se compensará mediante la construcción de las terrazas, que se revegetarán con pastos, hierbas y arbustos de especies nativas cuando estas no se encuentren en operación o pasen a periodos de abandono temporal, además de la apertura de cárcamos; mediante lo cual se beneficiará la captación del agua al frenar la velocidad de las escorrentías pluviales e incrementar su infiltración al subsuelo para el recargue de los mantos acuíferos.

- Con la restauración total de la superficie de la tepetatera a través de la reforestación con especies nativas, después de la culminación de la disposición de los materiales de descapote, se restaurarán y mejorarán los servicios ambientales en el lugar, como la protección al suelo contra la erosión, el incremento de la infiltración del agua de lluvias para la recarga de los mantos acuíferos y mejoramiento visual del entorno visual.

163657

- En ningún momento se afectará la calidad del agua del lugar a causa de la implementación del **proyecto**, ya que no se contaminarán los suelos con ningún tipo de sustancia contaminante, pues para ello aparte de que se aplicarán las medidas preventivas, en el caso necesario se realizarán las actividades de remediación más adecuadas y oportunas para el caso de posibles derrames.

- Tampoco se afectará la calidad del agua, ya que los materiales de descapote no contienen ninguna sustancia o elemento tóxico que pueda contaminar la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas.

- Para favorecer la estabilidad de los suelos y preservar la calidad del agua evitando la afectación por desplazamiento de materiales por arrastre de las aguas pluviales, se construirán en las partes que sean necesario, obras de conservación de suelos (como terrazas, tal como se describe en el apartado de Programa de Restauración), como presas de palos, ramas y piedra, barreras de piedra acomodada, bordos y presas filtrantes de gaviones.

- Para favorecer la conducción adecuada de las corrientes pluviales evitando que afecten los suelos y materiales depositados, se construirán cunetas en las orillas de la rampa de maniobras e instalación de toboganes para la conducción de las corrientes sobre taludes para su descarga aguas abajo en los drenajes naturales cubiertos con vegetación. También se construirán dos canaletas revestidas de captación y conducción de las aguas pluviales para protección en la Tepetatera Sur y en la tepetatera Norte.

- Con la construcción del dique de contención de la Tepetatera Norte se evitará la afectación de los arroyos aguas abajo ya que aparte de que servirá para asegurar la estabilidad del depósito de materiales de descapote también retendrá el avance de partículas sólidas o materiales de arrastre durante la presencia de las lluvias torrenciales. El total de los materiales de arrastre que se acumulen en el dique, serán recuperados en forma periódica para regresarlos al depósito y evitar el desbordamiento de la obra de contención.

- A través de la restauración total de la superficie de la tepetatera con la reforestación utilizando especies nativas, después de la culminación de la disposición de los materiales de descapote, se recuperarán y mejorarán los servicios ambientales en el lugar, como la protección al suelo contra la erosión y el incremento de la infiltración y calidad del agua de lluvias para la recarga de los mantos acuíferos.

Por lo anterior, con base en los razonamientos arriba expresados, esta autoridad administrativa considera que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto a que, con estos ha quedado técnicamente demostrado que con el desarrollo del **proyecto** del CUSTF, **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, referente a la obligación de demostrar que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo, se observó lo siguiente:

Del ETJ se desprende lo siguiente:

Valor total del arbolado que será afectado.

TABLA 22.- Valor del producto maderable

Especies	Valor ($)
Liquidámbar macrophylla (Suchiate)	5635.20
Quercus furfurácea (Encino)	12915.30
Quercus oleoides (Encino)	5074.20
Dalbergia palo-escrito (Tlacuilo)	4114.60
Zinowiewia integerríma (Palo blanco)	4927.80
Cedrela mexicana (Cedro rojo)	5770.00
Dendropanax arboreus (Tlamalcoahuitl)	1692.40
Croton draco (Llora sangre)	650.80
Cletra mexicana (Pahuilla)	544.75
Heliocarpus appendiculatus (Jonote)	2834.40
Pinus oocarpa (Ocote, Pino)	2835.50
Total	46,994.95

Valor de las especies no maderables a remover.

TABLE 23. Valor de las especies no maderables a extraer.

Especies afectadas	No. De ejemplares cuantificados	Uso actual	Valor unitario ($)	Total
Estrato arbustivo				
Baccharis trinervis	3700	Retiene suelo	0.3	1110
Eupatorium pycnocephalum	370	Retiene suelo	0.3	111
Justicia fulvicoma	706.25	Ornato	0.8	565
Verbesina serrata	706.25	Retiene suelo	0.4	282.5
Ipomoea purpurea	1412.5	Retiene suelo	0.6	847.5
Euphorbia heterophylla	84.75	Retiene suelo	0.4	33.9
Cnidoscolus multilobus	139.25	Retiene suelo	0.8	111.4
Conostegia xalapensis	5165.75	Retiene suelo	1.1	5682.325
Solanum schlechtendalianum	2192.75	Retiene suelo	0.7	1534.925
Triumfetta semitriloba	1412.5	Retiene suelo	0.4	565
Estrato herbaceo				

163657

Chamaedorea tepejilote	169.5	Ornato	2.5	423.75
Begonia nelumbiifolia	6793.75	Ornato	1.2	8152.5
Bulbostylis capillaris	12781.25	Retiene suelo	0.2	2556.25
Cynodon dactylon	57800	Forraje	0.1	5780
Festuca arundinacea	706.25	Forraje	0.1	70.625
Heliconia schiedeana	56.5	Ornato	5	282.5
Sida rhombifolia	706.25	Retiene suelo	0.1	70.625
Peperomia quadrifolia	197.75	Ornato	0.9	177.975
Lamourouxia xalapensis	706.25	Retiene suelo	0.1	70.625
Aphelandra speciosa	2775	Ornato	0.8	2220
Acmella oppositifolia	74	Retiene suelo	0.6	44.4
Eupatorium pycnocephalum	370	Retiene suelo	0.2	74
Mimosa albida	3700	Retiene suelo	0.1	370
Astragalus hypoleucus	296	Retiene suelo	0.2	59.2
Sida abutifolia	1850	Retiene suelo	0.2	370
Anoda cristata	185	Ornato	0.2	37
Solanum myriacanthum	74	Retiene suelo	0.2	14.8
Boehmeria cylindrica	925	Retiene suelo	0.2	185
Enredaderas				
Hedera helix	296	Ornato	2.5	740
Serjania hispida	111	Retiene suelo	0.2	22.2
Syngonium podophyllum	5387.75	Ornato	1.5	8081.625
Vitis popenoei	113	Frutos	4.5	508.5
Helechos				
Asplenium adiantum-nigrum	395.5	Ornato	1.2	474.6
Elaphoglossum vestitum	167.5	Ornato	0.7	117.25
Tectaria heracleifolia	56.5	Ornato	0.7	39.55
Polypodium rosei	4237.5	Ornato	0.3	1271.25
Doryopteris palmata	5650	Ornato	0.7	3955
Adiantum capillus-veneris	185	Ornato	1.1	203.5
Blechnum glandulosum	296	Ornato	1.5	444
Pteridium aquilinum	222	Ornato	1.5	333

Total	47,993.275

Valor del recurso por afectar de acuerdo a la carga de ganado.

Tomando en cuenta los tipos de vegetación que predominan en el lugar y las condiciones naturales del terreno en donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo requerido, se determina que en dicho lugar se pueden mantener pastando como máximo dos cabezas de ganado vacuno por hectárea; por lo que al considerar un valor actual promedio de $ 5, 000.00 por animal, se tiene que en la superficie total con vegetación arbolada forestal de 2.6217 hectáreas por afectar, se pueden mantener 5 animales vacunos por año, lo cual por esta actividad se obtiene un valor de $ 25, 000.00 por año, el cual al considerarlo para el periodo de 17 años que restan para el proyecto autorizado denominado: "Modificación del Proyecto Tajo Naopa", arroja un total de.....$ 425, 000.00.

Valor total de los recursos biológicos forestales.

Sumando los dos valores obtenidos por concepto de productos maderables y no maderables y por la capacidad de carga para ganado caprino se obtiene el siguiente valor total.

Productos maderables..... 46, 994.95

Productos no maderables..... 47, 993.27

Por capacidad de carga de ganado vacuno..... 425, 000.00

Valor total.....$ 519, 988.22

Valor estimado del recurso por afectar conforme a los servicios ambientales

Para el cálculo del valor de los servicios ambientales se considera la superficie por afectar con el cambio de uso del suelo en terrenos forestales de 2.6217 hectáreas de bosque mesófilo de montaña a remover para el cambio de uspo de suelo forestal requerido, que se ubica en el area 1 de la poligonal de áreas elegibles para pago por servicios ambientales, conforme a las Reglas de Operación PRONAFOR 2016. El valor total se calcula para un periodo de 17 años restantes que durará el proyecto de explotación minera, conforme al oficio de autorización en materia de impacto ambiental autorizado para el proyecto denominado: "Modificación del Proyecto Tajo Naopa", mediante el cual se asegura la explotación minera a cielo abierto en el Tajo Naopa por el periodo de 20 años a partir de 2012.

Captación de agua. Para este caso se le da un valor estimado conforme a los pagos de apoyo que otorga la CONAFOR por hectárea por los servicios hidrológicos que proporciona la vegetación de bosque mesófilo de montaña en el área 1, que en este caso corresponde a un total de $ 1, 100.00 por hectárea por año, lo cual para las 2.6217 has corresponde un total de $ 2, 883.87 por año y que al considerarlos para los 17 años, arroja un total de.....$ 49, 025.79.

163657

Captura de carbono y la asimilación de contaminantes. De igual manera que en el caso anterior, se toma como base de pago las cantidades de pago a servicios ambientales, a razón de $ 600.00, por lo que para las 2.6217 has de bosque mesófilo de montaña, que da un total de $ 1, 573.00 y que al considerarlos para los 17 años, arroja un total de.....$ 26, 741.00.

Conservación de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida. De igual manera que en el caso anterior, se toma como base de pago las cantidades de pago a servicios ambientales por la CONAFOR, a razón de $ 600.00, por lo que para las 2.6217 has de bosque mesófilo de montaña da un total de $ 1,573.00 y que al considerarlos para los 17 años, arroja un total de..$ 26, 741.00.

Generación de oxígeno. De igual manera que en el caso anterior, se toma como base las cantidades de pago a servicios ambientales, a razón de $ 600.00, por lo que para las 2.6217 has de bosque mesófilo de montaña da un total de $ 1, 573.00 y que al considerarlos para los 17 años, arroja un total de.$ 26, 741.00.

Conservación de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida. De igual manera que en el caso anterior, se toma como base de pago las cantidades de pago a servicios ambientales por la CONAFOR a razón de $ 600.00 por lo que para las 2.6217 has de bosque mesófilo de montaña da un total de $ 1, 573.00 y que al considerarlos para los 17 años, arroja un total de....$ 26, 741.00.

La polinización de plantas y el control biológico de plagas. De igual manera que en el caso anterior, se toma como base de pago las cantidades a servicios ambientales por la CONAFOR, a razón de $ 600.00, por lo que para las 2.6217 has de bosque mesófilo de montaña da un total de $ 1, 573.00 y que al considerarlos para los 17 años, arroja un total de.....$ 26, 741.00.

La degradación y el reciclaje de desechos orgánicos. De igual manera que en el caso anterior, se toma como base de pago las cantidades de pago a servicios ambientales por la CONAFOR, a razón de $ 600.00, por lo que para las 2.6217 has de bosque mesófilo de montaña da un total de $ 1, 573.00 y que al considerarlos para los 17 años, arroja un total de.....$ 26, 741.00.

Control de la erosión, así como la generación, conservación y recuperación de suelos. De igual manera que en el caso anterior, se toma como base de pago las cantidades de pago a servicios ambientales por la CONAFOR, a razón de $ 600.00, por lo que para las 2.6217 has de bosque mesófilo de montaña da un total de $ 1, 573.00 y que al considerarlos para los 17 años, arroja un total de.....$ 26, 741.00.

Belleza del paisaje y recreación. De igual manera que en el caso anterior, se toma como base de pago las cantidades de pago a servicios ambientales por la CONAFOR, a razón de $ 600.00, por lo que para las 2.6217 has de bosque mesófilo de montaña da un total de $ 1, 573.00 y que al considerarlos para los 17 años, arroja un total de.....$ 26, 741.00.

Realizando la suma total de los valores de los servicios ambientales arroja un total de.....$ 262, 953.79.

Valor del proyecto.

Para este punto a continuación primeramente se describen los valores del proyecto determinados para un periodo restante de 17 años de operación en la explotación de minerales de carbonatos de manganeso, para una producción anual de 300, 000 toneladas al año, equivalentes a 93, 750 m3.

a) Inversión en el uso de maquinaria y equipo.....$ [redacted]

b) Derrama económica por salarios de 50 trabajadores en el área de explotación minera, razón de $ [redacted] *por trabajador por mes, lo cual arroja un total de $* [redacted] *por trabajador por año; este valor anual al multiplicarla por los trabajadores ocupados da un total de* [redacted] *totales de derrama salarial en forma directa por este concepto, que al multiplicarlo para los 17 años restantes de operación del Tajo arroja el total de.....$* [redacted]

c) Divisas por la exportación de nódulos de manganeso. Para el cálculo total se tiene contemplado obtener un promedio anual de 5 [redacted] *que tomando en cuenta una cotización de* [redacted] *equivalen a un total de $* [redacted]*, los cuales al considerarlos para los 17 años restantes de operación del Tajo arroja en divisas un total de.....* [redacted]

d) Utilidades estimadas por la comercialización en México. En forma estimada se espera obtener un promedio de [redacted] *anuales, que al considerarlos para los 17 años restantes arroja un total de.....* [redacted]

Sumando los 4 conceptos anteriores arroja un valor por un total de..... [redacted]

Inversión y beneficios económicos del proyecto.

Es conveniente destacar que en los valores calculados para la derrama económica del proyecto están contemplados los conceptos de Inversión para la construcción del proyecto, derrama económica por salarios, divisas por la exportación de nódulos de manganeso, y las utilidades estimadas por la comercialización de los minerales beneficiados en México, sin considerar la derrama salarial por empleos indirectos.

Valor total del proyecto por derrama económica en el periodo de 17 años restantres ($)	*Valor total durante el periodo de 17 años de los recursos biológicos forestales y servicios ambientales a impactar con el proyecto ($)*
[redacted]	*782, 942.00* *(Setecientos ocenta y dos mil nuevecientos cuarenta y dos pesos 00/100)*

Resultado:

- Los demás servicios ambientales que proporcionan las masas arboladas del lugar, ya que aparte de que se conservará el 96.02 % de la superficie forestal arbolada como de protección y conservacion en la periferia del proyecto, con lo cual se cumple con el criterio

Mae 59 del POETH para el manejo de ecosistemas; el **promovente** llevará acabo la reforestación de 59.00 has de pastizales como medida de compensación y apoyo a la política de restauración de los ecosistemas en la Unidad de Gestión Ambiental en donde se ubica el **proyecto.**

Aunado a lo anterior, también se aplicarán todas las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales que se producirán con las actividades de implementación del **proyecto** pretendido; además de que la superficie total requerida por el **proyecto** será restaurada de manera inmediata, mediante reforestación con especies maderables nativas una vez que concluyan las actividades tanto de la construcción del bordo como de la disposición final de los materiales de descapote y pase a la etapa de abandono total.

- Con la autorización de la superficie para la disposición y almacenamiento de los materiales de descapote, se asegurará la producción y productividad minera en el Tajo Naopa por un periodo de 20 años, con lo cual la producción de minerales de manganeso en la región se consagrará como la principal actividad económica detonante.

- Los valores calculados para la derrama económica del **proyecto** están contemplados los conceptos de Inversión para la construcción, derrama económica por salarios, divisas por la exportación de nódulos de manganeso, y las utilidades estimadas por la comercialización de los minerales beneficiados en México, sin considerar la derrama salarial por empleos indirectos.

- De acuerdo a los valores obtenidos y comparados, el valor más alto que corresponde al **proyecto** tiene una diferencia considerable a favor de [redacted] respecto a los recursos a impactar, por lo que tendrá un alto impacto positivo, tanto en lo económico regional, que activará las actividades de servicios y comercio, así como en lo social, al crear fuentes de empleo, por lo menos durante el periodo de 20 años restantes de vida útil del **proyecto.**

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 LGDFS, en cuanto que con éstas ha quedado técnicamente demostrado que **el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo.**

CUARTO: 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 LGDFS, esta autoridad administrativa se avocó al estudio de 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, a menos 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".

En lo que corresponde a la opinión del Consejo Estatal Forestal:

- Que mediante oficio 133.02.03.1623.2016.-162853 de fecha 05 de julio de 2016 y conforme al artículo 122 fracción III del RLGDFS, la **SEMARNAT** solicitó al Presidente del Consejo Estatal Forestal y Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo, opinión técnica sobre el **proyecto**, a fin de continuar con el procedimiento de evaluación de la solitud de la autorización, mismo que lo recibe el 07 de julio de 2016.

- Que al día 21 de julio de 2016, se cumplió los diez días hábiles para que el Presidente del Consejo Estatal Forestal y Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo emitiera su opinión sobre el **proyecto.**

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, en virtud de que no se observó que el predio en cuestión hubiere sido incendiado, tal y como se desprende del informe de la visita técnica realizada el 22 de julio de 2016 en el sitio del **proyecto**, en la que se constató que NO se observó vestigios de incendios forestales.

DE LAS OPINIONES DEL PROYECTO

- **De la SEMARNATH**

En relación al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, la superficie contemplada dentro del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental XV, la cual condiciona el Uso para Minería:

UGA	*Politica Ambiental*	*Superficie (ha)*	*%*	*Uso predominante*	*Uso compatible*	*Uso condicionado*
XV	*Restauración*	*2.62*	*100*	*Forestal*	▪ *Turismo alternativo* ▪ *Ecológico* ▪ *Flora y fauna*	▪ *Agrícultura* ▪ *Ganadería* ▪ *Asentamientos humanos* ▪ *Infraestructura* ▪ *Minería*

Referente al uso propuesto condicionado se enlistan los siguientes criterios:

Minería (Mi)
1, 5, 6, 7

Industria (In)
1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 15.

Equipamiento e infraestructura (Ei).
3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 31, 32, 33, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 53, 57, 58, 59, 60, 66, 68, 70, 71, 73, 76, 81, 83.

Construcción (C)
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 18, 19.

Flora y fauna (Ff)
1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34.

Manejo de ecosistemas (Mae)
1, 2, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21,22, 23, 24, 26, 28, 29, 33, 46, 49, 51, 53, 54, 55, 57, 59.

A continuación se detallan algunas observaciones de los criterios y recomendaciones aplicables, los cuales se recomienda proponer su cumplimiento:

Minería (Mi)
El criterio 1 prohíbe la exploración y extracción minera, sin embargo el criterio 2 nos dice que las instalaciones ya existentes para extracción de minerales con fines comerciales podrán continuar mediante una Manifestación de Impacto Ambiental; la cual tendrá que ser ingresada en esta Secretaria. Respecto a la construcción de caminos, el criterio 6 especifica que se deberán rehabilitar los caminos de acceso al área existentes y se prohíbe abrir nuevos caminos.

Industria (In)
Para el cumplimiento del criterio 2 se deberán apegarse a la NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996.

El criterio 3 nos dice que tanto en la etapa de planeación, diseño y construcción de obras destinadas para la industria, deberán incluirse previsiones adecuadas para minimizar los efectos adversos al ambiente, siguiendo la normatividad existente para cada caso particular (NOM-001-SEMARNAT-1996).

Criterio 12.- Las industrias que se pretendan asentar en esta zona, serán del tipo ligero que demanden bajos volúmenes de agua y que generen una mínima contaminación al aire. Así mismo, los procesos productivos tendrán un diseño que optimice el uso del agua a través de su tratamiento fisicoquímico y biológico y su posterior rehuso. En el caso de que empleen sustancias clasificadas como tóxicas y/o peligrosas deberán contar con la infraestructura necesaria para su almacenamiento, uso y disposición final.

Equipamiento e infraestructura (Ei)
El criterio 3 menciona la prohibición de la instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera de los asentamientos humanos, con excepción de aquella necesaria para desarrollar actividades de protección, educación ambiental, investigación y rescate arqueológico, previa manifestación de impacto ambiental y permitida en el programa de manejo., en relación a esta recomendación el proyecto no se considera dentro de las actividades propuestas.

De acuerdo al criterio 7, se deberá promover el establecimiento de centros de acopio para el reciclaje de basura; así también el criterio 17 nos indica que no se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte, en base al criterio 18 se deberá promover el composteo de los desechos vegetales y (criterio 43) prohibir la apertura y/o construcción de nuevas brechas.
Los caminos y terracerías existentes deberán contar con un programa de restauración que garantice en las orillas su repoblación con vegetación nativa (Criterio 50).

Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección a la fauna (Criterio 53).

Criterios de construcción (C)
Se recomienda reconsiderar las actividades planteadas de dicho proyecto ya que de acuerdo al criterio 1, no se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa. Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación (Criterio 8).

Tomar en cuenta el criterio 14; los productos primarios de las construcciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, desechos tóxicos, ect.), deberán disponerse en confinamientos autorizados por el municipio, de la misma manera el criterio 16; el almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.

Es importante contemplar la siguiente recomendación ya que se deberá procurar la mínima perturbación a la fauna en la movilización de trabajadores y flujo vehicular durante la construcción de obras (Criterio 18), También se recomienda considerar acciones para evitar la dispersión de polvos productos ya que el criterio 19 nos dice que los camiones transportistas de material se deberán cubrir con lonas durante la construcción de obras.

Criterios para la flora y fauna (Ff)
Es importante tomar en cuenta el criterio 1, y reconsiderar las actividades contempladas en el proyecto ya que nos dice que esta unidad se declara incluida dentro del corredor biológico, y que ningún tipo de actividad debe alterar el desarrollo de las comunidades de flora y fauna y su interacción con los ecosistemas naturales (Criterio2).
Se recomienda hacer recorridos previos en el área del proyecto para considerar la solventación a la recomendación del criterio 14 pues prohíbe la modificación de las áreas de ovoposición de anfibios, reptiles y aves, al igual que el criterio 15; todas las actividades desarrolladas deberán garantizar la estructura, tamaño y permanencia de las poblaciones de aves canoras y de ornato.

Manejo de ecosistemas (Mae)
Contemplar el criterio 1 en particular ya que se prohíbe el cambio de uso de suelo que implique eliminación de cubierta arbórea, fuera de los centros de población y se promoverá la conversión de áreas no arboladas hacia la reforestación (Criterio 2).

Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración, permitiéndose la recuperación natural de la vegetación (Criterio 21).

163657

De acuerdo al criterio 23 los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre y se deberán establecer prácticas vegetativas para el control de la erosión (Criterio 49). Así como conservar en pie los árboles muertos de la vegetación nativa que presenten indicios de utilización por parte de la fauna que habite en dichos sitios (Criterio 55).

Analizar la información que se presenta para justificar el criterio 59, (Se deberá mantener como mínimo el 60% de la superficie con vegetación nativa representativa de la zona). Ya que no son congruentes los porcentajes que se manejan de las diferentes superficies contempladas en el proyecto para cubrir dicha recomendación.

La **SEMARNAT** observó lo siguiente:

- Que la **SEMARNATH** no aplicó el POETEH modificado mediante decreto y publicado el 16 de febrero de 2009, emdiante el cual algunos criterios ecológicos fueron modificados, por ejemplo a la Mae 1.

De la CONAGUA

Considerando que hidrológicamente el proyecto que nos ocupa se encuentra ubicado en la ***Región*** *Hidrológica (RH 26) Pánuco, Cuenca Hidrológica XII Río Amajac, desde la Estación Hidrométrica Almolón y la confluencia del Río Claro hasta la Estación Hidrométrica Temamatla; esta Dirección Local Hidalgo se sirve emitir los siguientes comentarios y observaciones al estudio que contempla 411 páginas y demás anexos.*

1. *En los puntos 2. Ubicación y acceso, del Capítulo IV. Ubicación y superficie del conjunto predial y delimitación del cambio de uso de suelo; 1 Caracterización de la cuenca, subcuenca hidrológica y microcuenca donde se ubica el proyecto, del Capítulo V. descripción de elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubica el predio, 7. Hidrología superficial, del Capitulo VI. Descripción de las condiciones naturales del predio; hace mención que hidrológicamente el lugar del proyecto de cambio de uso de suelo, se ubica dentro de la Región Hidrológica del Río Pánuco (RH26), cuenca del Río Moctezuma (D) y subcuenca del Río Amajac (S). a su vez, dentro del dominio de dos microcuencas: Acatepec y Temacuil.*

Al respecto, es parcialmente correcto tal descripción, toda vez que con base en el plano georreferenciado y las coordenadas del proyecto general, y de conformidad con el "ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Arroyo Zarco, Rio Ñadó, Río Galindo, Río San Juan 1, Río Tecozauta, Río San juan 2, Río Grande de Tulancingo, Río Metztitlan 1, Río Metzquititlan, Río Metztitlan 2, Río Amajaque, Río Claro, Río Amajac, Río Calabozo, Río Los Hules, Río Tempoal 1, Río San Pedro, Río Tempoal 2, Río Verde 1, Río Verde 2, Río Verde 3, Arroyo El Puerquito o San Bartolo, Arroyo Altamira, Río Santa María 1, Río Santa María 2, Río Santa maría 3, Río Tamasopo 1, Río Tamasopo 2, Río Gallinas, Río el Salto, Río Valles, Río Tampaón 1, Río Choy, Río Coy 1, Río Coy 2, Río Tampaón 2, Río Victoria, Río Tolimán, Río Extoraz, Embalse Zimapán, Río Moctezuma 1, Río Moctezuma 2, Río Tancuilín, Río Huchihuayán, Río Moctezuma 3, Río Moctezuma 4, Río

Juamave-Chihue, Río Guayalejo 1, Río Guayalejo 2, Río Sabinas, Río Comandante 1, Río Comandante 2, Río Mante, Río Guayalejo 3, Arroyo El Cojo, Río Tantoán, Río Guayalejo 4, Río Tamesí, Río Moctezuma 5, Río Chicayán 1, Río Chicayán 2, Río Pánuco 1, Arroyo Tamacuil o La Llave y Río Pánuco 2, mismas que forman parte de la Subregión Hidrológica Río Pánuco de la Región Hidrológica numero 26 Pánuco", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de julio de 2011; la zona de estudio se ubica en el Región Hidrológica (RH26) Pánuco, Cuenca Hidrológica XII Río Amajac, desde la estación Hidrométrica Almolón y la confluencia del Río Claro hasta la Estación Hidrométrica Temamatla.

2. *En el punto 7. Hidrología superficial, del Capítulo VI. Descripción de las condiciones naturales del predio;* ***señala que con la implementación del proyecto no se modificara la calidad del agua superficial****, pues se mantendrá la superficie arbolada del Conjunto Predial. Además, la remoción de la vegetación se realizará en forma paulatina, conforme sea requerida la superficie para la disposición de los materiales de escapote y construcción del dique de contención. Una vez que la superficie impactada pase a loa etapa de abandono temporal, inmediatamente se revegetará con especies nativas de pastos, hierbas y arbustos; en cuenato dicha superficie pase a la etapa de abandono definitivo inmediatamente se procederá a su reforestación para su restauración total, utilizando especies arbóreas nativas así como el establecimiento de loe estratos herbáceo y arbustivo, previa a las actividades de conformación del terreno, como suavización de taludes, terráceos y construcción de obras de conservación de suelos y agua, las cuales consisten en la construción de oresas de opalos, ramas, y piedras, barreras de piedra acomodada, entre otras.*

Sobre el particular, hidrográficamente cada una de las Tepetateras se ubica en una microcuenta, nombrada Tepetatera Norte está ubicada en la microcuenca denominada Acatepec perteneciente a la Cuenca Hidrológica XII Río Amajac, mientras que la Tepetatera Sur se encuentra en la microcuenca Temacuil que igualmente forma parte de la Cuenca Hidrológica XII Río Amajac. El cuerpo de agua donde desemboca el escurrimiento de la Tepetatera Norte se denomina ***arroyo Agua Salada,*** *el cual tributa al río que lleva por nombre Palapa que se une a otros para formar el Río Claro, afluente del Río Amajac. La Tepetatera Sur se ubica en un escurrimiento que drena hacia el* ***arroyo Xaltetla*** *que posteriormente une su cause con el Arroyo Adjuntas esto para formar parte de una de las corrientes del Río Claro, que se termina uniendo con el Río Amajac para desembocar al Río Pánuco.*

Las corrientes de formación natural denominadas ***arroyo Agua Salada*** *y* ***arroyo Xaltetla,*** *son tributarias al Río Claro y al Río Amajac, este último de carácter permanente con cauce bien definido, cuenta con Declaratoria de Propiedad nacional de fecha 28 de marzo de 1019, publicada en el Diario Oficial de la Federación en fecha 15 de abril del mismo año, en razón de lo cual reúnen los requsitos de Ley para considerarse Bienes de Propiedad Nacional a cargo de esta Comisión Nacional del Agua, en términos de lo previsto de los párrafos quinto y sexto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; y 1, 2, 3 fracciones I, IX, XLVII y XLVIII, 4, 113 y 113 BIS 2, de la Ley de Aguas Nacionales.*

En este contexto, con fundamento en los artículos 12 BIS 6 fracción XI, 85 párrafo primero, y 86 fracción I y XII, de la Ley de Aguas Nacionales; es recomendable que la empresa promovente

163657

del proyecto "Modificación al Proyecto Autorizado denominado Modificación del Proyecto Naopa" realice en forma bimestral los estudios de calidad del agua tanto del ***arroyo Agua Salada*** *como del* ***arroyo Xaltetla****, con el objeto de evaluar una "posible" contaminación en la calidad de las aguas nacionales así como garantizar que efectivamente se evite la salida de partículas en suspensión de la Tepetatera Norte y Sur que puedan afectar a los cuerpos de agua y terrenos ubicados aguas debajo de dichas tepetateras. Para tal efecto, los estudios de calidad del agua se deben realizar ante un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C (EMA) y aprobado por la Comisión Nacional del Agua. Los parámetros a determinar serían: Temperatura agua, Temperatura ambiente, pH, Color, Oxígeno disuelto, Conductividad Electrolítica, Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5) total, Demanda Química de Oxígeno (DQO) total, Carbono Orgánico Total (COT), Turbiedad, Coliformes totales, Coliformes fecales, Nitrógeno total, Fósforo total, Sólidos disueltos totales (SDT), Sólidos suspendidos totales (SST), Arsénico, Cadmio, Cromo,* ***Manganeso****, Mercurio, Níquel y Plomo.*

3. *En el punto 1.11. Construcción de obras de drenaje para la protección de la tepetatera, correspondiente a la Preparación del sitio del Capítulo VIII. Formas de ejecución y plazo; establece que solamente para el área B que será sujeta a cambio de uso de suelo forestal para poder realizar la disposición final de los materiales de descapote, es necesario construir una zanja o canaleta para desviar las corrientes pluviales hacia otra cañada lateral, que se originan aguas arriba de la parte de dicha tepetatera durante la época de lluvias. Con dicha obra se evitará que las corrientes pluviales socaven y dañen el depósito de los materiales que serán almacenados en la superficie que será sujeta al cambio de uso de suelos. Es conveniente señalar que dichas obras de protección a la estabilidad de las tepetateras están contempladas como obras preventivas y de mitigación en la autorización del proyecto autorizado Modificación del Proyecto Tajo Naopa.*

Las microcuencas, tanto de la Tepetatera Norte como la de la Tepetatera Sur, forman parte de la Cuenca Hidrológica XIII Río Amajac, ambas son dos microcuencas muy pequeñas, la primera tiene un área de 0.56 km² y la segunda de 0,57 km². La ubicación de ambas tepetateras se da en la parte alta de sus respectivas cuencas, ambas de escurrimientos intermitentes, por ello no comprometen de manera importante el escurrimiento superficial del agua aunque según el balance hídrico reportado los escurrimientos disminuyen un 3.1% para la Tepetatera Norte y aumenta un 2.55% para la Tepetatera Sur; por consiguiente no se afecta de amanera significativa el caudal de los ríos perennes a los que se aportan sus aguas. En este sentido, el dique de contención que se ubicará en la Tepetatera Norte evitará el transporte de sedimentos a la parte baja donde el escurrimiento intersecta a la corriente perenne, por ello el riesgo de azolve no es importante.

4. *En el Capítulo IX. Vegetación que debe respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles, inciso a) Geológicamente; menciona que de acuerdo a INEGI (2002) Carta Geológica, escala 1:1, 000,000; el total de la superficie del proyecto que implica el cambio de uso de suelo, no se registra alguna fractura o falla geológica presente por las áreas A y B del proyecto, lo cual no implica la realización de actividades mineras en riesgo.*

En específico, ***existe una fractura o falla geológica*** *ubicada aproximadamente a 5 kilómetros al suroeste de la Tepetatera Sur, y que al observar las características topográficas*

de la zona no presentaría un riesgo para un posible infiltración de lixiviados hacia las aguas subterráneas.

Así también se observa ***una fractura cercana*** *a la Tepetatera Norte aproximadamente a 400m de ésta, por lo cual la empresa promovente del proyecto "Modificación al Proyecto Autorizado denominado Modificación del Proyecto Naopa", deberá tomar las medidas pertinentes para evitar algún posible escurrimiento e infiltración de lixiviados hacia el subsuelo.*

Las áreas A y B, correspondientes a la superficie solicitada para cambio de uso de suelo de las Tepetateras Norte y Sur respectivamente, se localizan dentro de la Unidad Hidrogeológica Acuífero Orizatlán. Dadas las características de la geología del sitio y que el lugar de influencia de ambas áreas es donde se emplazan las rocas del periodo Jurásico Superior cuya litología está compuesta por lutitas, limolitas, areniscas y calizas limo-arcillosas principalmente, cuya permeabilidad va de baja a media se considera mínimo el riesgo de lixiviación a las aguas subterráneas. Asimismo, se aprecia que ambas áreas A y B se emplazan sobre una topografía accidentada e irregular, que debido al carácter general de permeabilidad baja de la zona serrana, los escurrimientos fluyen de manera rápida sin permitir su infiltración.

5. *Con relación a las aguas nacionales superficiales y sus zonas federales a cargo de esta Comisión Nacional del Agua, en cuento a que en la superficie en donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo forestal, según lo manifestado por el promovente, no se tienen cuerpos de agua permanentes.*

Al respecto, como se mencionó anteriormente, existen dos cuerpos de agua; el primero, donde desemboca el escurrimiento de la Tepetatera Norte denominado arroyo Agua Salada. El segundo, proveniente de la Tepetatera Sur, cuyo escurrimiento drena hacia el arroyo Xaltetla. Ambas corrientes de información natural son tributarias al Río Claro y al Río Amajac. En este tenor, se debe dejar libres los cauces y zonas federales de estas corrientes de propiedad nacional, ya que éstas seguirán conservando su régimen jurídico como Bienes Nacionales. En caso de requerir alguna modificación, mantenimiento y/o conservación de las obras hidráulicas, deberán estar avaladas con los permisos correspondientes, emitidos por esta Normatividad; es decir, conforme a lo dispuesto en los artículos 97, 98, 100 y 118 de la Ley de Aguas Nacionales; 127, 171, y 174 del Reglamento de la misma; las personas físicas y morales tendrán derecho a ocupar la zona federal e inclusive realizar obras hidráulicas sobre el cauce y zona federal de una corriente, ***únicamente cuando lo soliciten y obtengan los permisos y las concesiones*** *que para cada caso otorgue la Comisión Nacional del Agua; debiendo en tal caso, definir en forma fehaciente que con las mismas no se altera el régimen hidráulico de la misma, ni las condiciones de operación de los bienes nacionales, así como no se ponga en peligro la vida de las personas y la seguridad de sus bienes; y será obligación del responsable dichos actos, el trámite ante esta Comisión Nacional del Agua, los permisos y/o autorizaciones respectivos.*

6. *Referente a las descargas de aguas residuales y la contaminación del suelo por desechos fecales, el Estudio Técnico Justificativo describe que durante la etapa de construcción y operación tanto de la tepetatera como del dicho de contención, se tendrán la presencia de trabajadores y operadores de maquinaria en las áreas de trabajo, lo cual originará la producción de desechos fecales. Para tal efecto, se instalarán estratégicamente por lo menos un sanitario por cada 5 personas.*

En este sentido, como no se construirán letrinas, ni fosas sépticas en las áreas de trabajo, ya que solamente se instalarán sanitarios portátiles secos para controlar las necesidades fisiológicas de los trabajadores que laboren en las áreas de trabajo; con fundamento en lo dispuesto en el artículo 88 de la Ley de Aguas Nacionales, no se requiere permiso de descarga de aguas residuales de esta Comisión Nacional del Agua.

La **SEMARNAT** aclara que la presente autorización ampara exclusivamente el **CUSTF**, es decir, la remoción de la vegetación de Bosque mesofilo de montaña 2.6217 hectáreas, para destinarlos a actividades no forestales, en este caso para el desarrollo del **proyecto**, a ubicarse en el municipio de Molango de Escamilla, Hidalgo, por lo que no exenta al **promovente** de obtener aquellas autorizaciones, permisos, licencias, entre otras, que correspondan emitir a otras dependencias federales, estatales o municipales en el ámbito de sus competencias, para la construcción del dique de contención y operación de la disposición final de materiales de descapote. En este sentido, se consideran los criterios ecológicos aplicables por el CUSTF para no comprometer la biovidersidad, la erosión del suelo, la cantidad y calidad del agua. Además, el **promovente** cuenta con la autorización en materia de impacto ambietal en el área del CUSTF.

QUINTO: Que en cumplimiento de la obligación que a esta autoridad le impone lo dispuesto por el artículo 117, párrafo cuarto de la LGDFS, consistente en que las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de las especies de vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, así como atender lo que disponga los programas de ordenamiento ecológico correspondientes, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, derivado de la revisión del expediente del proyecto que nos ocupa se encontró lo siguiente:

a) A la presente autorización, se anexa el programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat.

b) Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (POETEH)

El 2 de abril de 2001 se publicó en el Periódico Oficial del estado de Hidalgo el decreto por el que fue aprobado el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (POETH) con la finalidad de promover el desarrollo sustentable para la entidad, en concordancia con los principios planteados en la Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo; habiéndose publicado el 16 de febrero de 2009 el decreto que modifica posteriormente los criterios ecológicos del programa de dicho ordenamiento ecológico territorial.

Que de acuerdo a la ubicación del **proyecto** (coordenadas UTM) y el POETEH, la superficie del predio objeto a solicitud de CUSTF, se ubica en las Unidades de Gestión Ambiental XV contando con una política ambiental de restauración, con uso predominante forestal, uso compatible turismo alternativo, ecológico y flora y fauna, con uso condicionado Agrícola, Pecuario, Industrial, Urbano, Infraestructura y Minero.

Características de la UGA XV del POETEH aplicable para el **proyecto**

Concepto	Identificación
Criterios ecológicos	*Minería (Mi): 1, 5, 6, 7; Industria (In):1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 15; Equipamiento e infraestructura (Ei): 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 31, 32, 33, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 53, 57, 58, 59, 60, 66, 68, 70, 71, 73, 76, 81, 83; Construcción (C): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 18, 19; Flora y fauna (Ff): 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34. Manejo de ecosistemas (Mae):1, 2, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21,22, 23, 24, 26, 28, 29, 33, 46, 49, 51, 53, 54, 55, 57, 59.*
Usos condicionados	• Infraestructura • Minero

Análisis de congruencia de los criterios ecológicos aplicables para el **proyecto**

Minería (Mi)		Cumplimiento
5	Las instalaciones ya existentes para extracción de minerales con fines comerciales podrán continuar mediante una Manifestación de Impacto Ambiental.	El **promovente** cuenta con la autorización vigente en materia de impacto ambiental.

Equipamiento e infraestructura (Ei)		Cumplimiento
5	La instalación de infraestructura estará sujeta a manifestación de impacto ambiental.	El **promovente** cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental vigente.
17	No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.	El **promovente** manifiesta que en los trabajos de desmonte los desechos vegetales se rescatarán y se dispondrán en la tepetatera de suelo fértil del descapote para mejorar las condiciones de fertilidad, ya que posteriormente serán utilizadas para los trabajos de restauración y reforestación en los terrenos del Tajo, por lo cual en ningún momento serán quemados.
18	Se promoverá el composteo de los desechos vegetales.	El **promovente** manifiesta que durante los trabajos de desmonte el total de los desechos vegetales se rescatarán y se dispondrán en la tepetatera de suelo fértil del descapote para mejorar las condiciones de fertilidad, ya que posteriormente serán utilizadas para los trabajos de restauración y reforestación en los terrenos del Tajo
21	Se promoverá la instalación de letrinas secas y/o la instalación de infraestructura para el manejo adecuado de las excretas de humanos y animales.	El **promovente** instalará sanitarios portatiles, para la recolección y control de los excretos y facilitar sus necesidades fisiológicas.

Flora y fauna (Ff)		Cumplimiento
2	Ningún tipo de actividad diferente a las autorizadas en la Manifestación de Impacto Ambiental debe alterar el desarrollo de las	El **promovente** cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental vigente

	comunidades de flora y fauna y su interacción con los ecosistemas naturales.	
6	Se deben establecer zonas de amortiguamiento entre las áreas de conservación y restauración; a partir del límite del área de conservación, con un ancho mínimo de 100 m.	Existen varias franjas con vegetación que sirven de intercomunicación entre áreas arboladas más extensas por donde transita la fauna terrestre del lugar. Además de que se conservarán para amortiguamiento 63.270 has arboladas que corresponden al 96.02 % de la superficie total cuantificada, para este estudio, de 65.89178 ha iniciales en los terrenos que conforman el área de explotación minera que nos ocupa.
14	Se prohíbe la modificación de las áreas de ovoposición de anfibios, reptiles y aves.	Únicamente se afectará con el **proyecto** el 3.98 % la superficie boscosa y el resto se conservará para amortiguamiento. Para proteger la superficie arbolada de amortiguamiento se protegerá con cerca de alambre de púas para evitar el acceso a las mismas y se favorecerá la reproducción de las especies faunísticas en dichas áreas.
18	Se promoverá la instalación de viveros e invernaderos con especies nativas.	El **promovente** cuenta con viveros establecidos en la zona industrial de Otongo y en el Tajo Naopa, en donde se vienen produciendo especies forestales nativas para realizar los trabajos de reforestación en los terrenos del Tajo Naopa y otras áreas de terrenos de la misma empresa.
34	Se deberá regular las actividades productivas y recreativas en las zonas de anidación y reproducción de fauna.	Para este caso, en las áreas arboladas de amortiguamiento de los terrenos del conjunto predial del Tajo Naopa, además de que está prohibida la captura y comercialización de las especies de fauna de cualquier tipo y estatus, tampoco esta permitido realizar actividades productivas y recreativas. Para mayor protección a la reproducción de la fauna, se protegen con cercado de alambre de púas, la periferia de las áreas que se conservarán para amortiguamiento en el conjunto preddial del Tajo Naopa.

No.	Construcción (C)	Cumplimiento
1	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.	El **promovente** deberá dar cumplimiento a este criterior, al demostrar que el material resultante de las obras no afectará a áreas no autorizados para el CUSTF y que estas serán reubicadas en lugares estratégicos.

2	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.	El **promovente** llevará una bitácora de trabajo mediante el cual evidencie el cumplimiento a este criterio ecológico.
5	Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas.	El **promovente** acatara el programa de rescate de flora y fauna silvestre establecida en el ETJ.

No	Manejo de ecosistemas (Mae)	Cumplimiento
1	Se prohíbe el cambio de uso del suelo que implique eliminación de cubierta arbórea, fuera de los centros de población, a excepción de aquellas que sean autorizadas previa evaluación en materia de impacto ambiental.	El **promovente** cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental vigente.
2	Se promoverá la conversión de áreas no arboladas hacia la reforestación.	La empresa promovente actualmente viene implementando desde el año 2013 el programa de restauración del sitio y la reforestación, de 59.00 hectáreas de pastizal en los terrenos del Tajo Naopa, mediante lo cual se viene fomentanto el objetivo de este criterio.
10	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales, a excepción de aquellas que sean autorizadas previa evaluación en materia de impacto ambiental.	En la superficie en donde se pretende realizar el CUSTF, no se tienen cuerpos de agua permanentes y para el caso se vienen aplicando las medidas de prevención y mitigación, conforme a la autorización en materia de impacto ambiental vigente.
17	Se promoverá la reforestación, ésta deberá hacerse con flora nativa.	El **promovente** deberá desarrollar un programa de reforestación con especies nativas.
23	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre.	De acuerdo a la ubicación de las áreas que permanecerán con vegetación natural en el lugar, se asegura la conectividad entre los predios colindantes para la movilización de la fauna, ya que en las áreas a desmontar se tiene vegetación natural y en franjas contiguas a las mismas, por donde la fauna puede transitar en busca de alimento y refugio. Para el cruce de la fauna terrestre por los caminos existentes se instalarán reductores de velocidad en zonas de cruce de fauna.
24	Se promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero	Con la revegetación y reforestación inmediata sobre la superficie que proceda a su abandono, se contribuirá a la recarga de acuíferos.
49	Se deberán establecer prácticas vegetativas para el control de la erosión.	Estas prácticas se realizarán de manera persistente, durante la operación y mantenimiento de la superficie

163657

		de los depósitos de materiales de descapote, ya que todas las áreas o franjas que entran en receso por mas de 6 meses son inmediatamente pastizadas y revegetadas, mediante la colecta y siembra de semillas de hierbas y arbustos de especies nativas, con lo cual se protegerán dichos depósitos contra la erosión.
51	Se prohíbe ubicar tiraderos para la disposición de residuos sólidos en barrancas próximas a escurrimientos pluviales, ríos y arroyos.	La superficie que se solicita para CUSTF se destinará a la disposición de materiales naturales de descapote no contaminantes, que se obtienen en la explotación minera a cielo abierto en el Tajo Naopa.
55	Se deben conservar en pie los árboles muertos de la vegetación nativa que presenten indicios de utilización por parte de la fauna que habite en dichos sitios.	Toda la superficie destinada para amortiguamiento que no será afectada por el CUSTF, se conservará el total de árboles muertos en pie para el beneficio del hábitat de la fauna silvestre del lugar.
57	No se permite la quema de material vegetal producto del desmonte.	El total de los desperdicios vegetales que se producirán con la eliminación de la vegetación por el CUSTF serán rescatados y dispuestos junto con el suelo fértil del descapote.
59	Se deberá mantener como mínimo el 60% de la superficie con vegetación nativa representativa de la zona.	La superficie de 2.6217 has que se solicita para el CUSTF, corresponde al 3.98 % de la superficie actual arbolada cuantificada en los terrenos que conforman el Tajo Naopa, la cual se distribuye en 2 áreas A y B dispersas dentro de la superficie de los terrenos del conjunto predial, donde se están conservando un total de 63.270 has, que representan el 96.02 % del total de las 65.89178 has arboladas, por lo cual se supera el porcentaje que establece el presente criterio para el manejo y conservación de ecosistemas.

De acuerdo al POETH este se observa que es conguente con el **proyecto**, toda vez que los criterios ecológicos Mi, C, Ei, Ff, Mae no restringen el desarrollo del CUSTF y del **proyecto**.

Aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas

1. Norma Oficial Mexicana NOM-060-SEMARNAT-1994, que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.

Se trata de la remoción de la vegetación en el 3.98 % de la superficie total arbolada forestal en los terrenos del Tajo Naopa, por lo cual para la protección de los suelos y cuerpos intermitentes de agua del Conjunto Predial se han establecido las medidas preventivas, de mitigación y compensación en el presente Estudio Técnico Justificado para CUSTF para el caso de los efectos adversos que ocasione la implementación del proyecto.

2. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Para la atención a dicha norma han sido identificadas cada una de las especies, tanto de flora como de fauna, que se encuentran con alguna categoría de riesgo indicada por la misma, por lo cual se han establecido para su protección y conservación tanto las medidas de mitigación y compensación, además de los programas de rescate y reubicación para las mismas especies vegetales y faunísticas.

3. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Tanto la maquinaria pesada como los vehículos de acarreo de materiales tienen que cumplir con las especificaciones que establece dicha norma, para lo cual además de que contarán con afinación oportuna de motor, estas operarán siempre dentro del área de trabajo en óptimas condiciones mecánicas.

4. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Tanto la maquinaria pesada como los vehículos de acarreo de materiales tienen que cumplir con las especificaciones que establece dicha norma, para lo cual además de que contarán con afinación oportuna de motor, estas operarán siempre dentro del área de trabajo en óptimas condiciones mecánicas.

SEXTO: Que con el objeto de verificar el cumplimiento de la obligación establecida por el artículo 118 de la LGDFS, conforme al procedimiento señalado por los artículos 123 y 124 del RLGDFS, ésta 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:

- Que mediante oficio 133.02.03.1694.2016.-163238 de fecha 25 de julio de 2016, esta Delegación Federal, con fundamento en los artículos 2 fracción I, 3 fracción II, 7 fracción XV, 12 fracción XXIX, 16 fracción XX, 117, 118, 142, 143 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 120, 121, 122, 123 y 124 de su Reglamento; en los Acuerdos por los que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el CUSTF, los criterios técnicos y el método que deberá observarse para su determinación y en los costos de referencia para la reforestación o restauración y su mantenimiento, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de septiembre de 2005 y 31 de julio de 2014 respectivamente, notificó al **promovente**, que como parte del procedimiento para expedir la autorización del CUSTF, debería depositar ante el Fondo Forestal Mexicano, la cantidad de $347,492.57 (Trecientos cuarenta y siete mil cuatrocientos noventa y dos pesos 57/100 M.N.), por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en una superficie de 13.11 hectáreas de Bosque mesófilo de montaña, preferentemente en el estado de Hidalgo.

- Que mediante escrito de fecha 31 de agosto de 2016, recibido el mismo día, mes y año en curso en el ECC de la **SEMARNAT**, fue notificado el depósito realizado al Fondo Forestal Mexicano

163657

por la cantidad $347,492.57 (Trecientos cuarenta y siete mil cuatrocientos noventa y dos pesos 57/100 M.N.), por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en una superficie de 13.11 hectáreas de Bosque mesófilo de montaña, preferentemente en el estado de Hidalgo.

Por los razonamientos arriba expuestos, de conformidad con las disposiciones legales invocadas y con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones III, XXXIX y XLI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 12 fracciones XXIX, 16 fracciones XX, 58 fracción I y 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; 16 fracciones VII y IX, 59 párrafo segundo de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 2 fracción XXX, 38, 39 y 40 fracción XXIX del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos, es de resolverse y se:

RESUELVE

PRIMERO.- AUTORIZAR por excepción el CUSTF en una superficie de 2.6217 hectáreas para el desarrollo del proyecto denominado "Modificación al Proyecto Autorizado denominado Modificación del Proyecto Naopa", con pretendida ubicación en el municipio de Molango de Escamilla, Hidalgo, promovido por el C. Ricardo Carlos Velasco González, en su carácter de representante legal de la Compañía Minera Autlán, S.A.B. de C.V., bajo los siguientes:

TÉRMINOS

I. El tipo de vegetación forestal por afectar corresponde a Bosque mesofilo de montaña y el CUSTF suelo que se autoriza, se desarrollará en la superficie que se encuentra delimitada por las coordenadas UTM siguientes:

Àrea A: 1.1385 hectáreas			Àrea A: 1.1385 hectáreas		
No	X	Y	No	X	Y
1	525742.19	2307508.9	21	525789.63	2307614.52
2	525762.08	2307524.5	22	525788.84	2307617.431
3	525770.01	2307528	23	525792.01	2307619.812
4	525773.4	2307543.4	24	525794.66	2307621.399
5	525771.13	2307546.1	25	525795.19	2307617.96
6	525774.98	2307564.4	26	525796.78	2307615.314
7	525778.01	2307562.1	27	525800.22	2307615.314
8	525786.05	2307566	28	525804.19	2307617.695
9	525786.99	2307570.6	29	525807.62	2307620.341
10	525788.84	2307573.2	30	525811.33	2307626.956
11	525789.1	2307577.5	31	525813.45	2307631.718
12	525786.72	2307583	32	525815.56	2307637.01
13	525782.49	2307586.2	33	525820.81	2307642.483
14	525781.17	2307591.5	34	525799.25	2307649.318
15	525781.17	2307596.8	35	525764.28	2307668.187
16	525782.75	2307602.9	36	525749.85	2307678.427
17	525785.4	2307604.5	37	525736.89	2307692.221

18	525787.52	2307606.8	38	525714.72	2307692.43
19	525789.1	2307609.2	39	525693.93	2307688.043
20	525789.63	2307611.1	40	525667.57	2307662.96
41	525679.72	2307660.4	Àrea B: 1.4832 hectáreas		
42	525695.73	2307653.2	No	X	Y
43	525703.54	2307651.4	1	524613.96	2306914.995
44	525719.47	2307630.2	2	524619.64	2306916.945
45	525735.99	2307614.1	3	524622.29	2306919.921
46	525727.31	2307600.4	4	524627.58	2306920.583
47	525725.63	2307566.1	5	524630.56	2306923.229
48	525724.85	2307562.2	6	524633.86	2306923.559
49	525729.29	2307558.8	7	524637.83	2306924.221
50	525729.41	2307530.3	8	524641.8	2306921.906
51	525733	2307515.9	9	524646.76	2306923.89
Àrea B: 1.4832 hectáreas			41	524693.07	2307032.7
10	524646.76	2306927.5	42	524700.01	2307036.669
11	524651.06	2306927.9	43	524702.66	2307042.291
12	524656.69	2306928.5	44	524705.3	2307049.568
13	524658.67	2306933.2	45	524707.29	2307057.836
14	524658.67	2306938.4	46	524704.31	2307062.135
15	524660.98	2306942.7	47	524701.66	2307068.419
16	524662.31	2306948	48	524697.36	2307072.388
17	524663.3	2306952	49	524695.05	2307076.687
18	524665.61	2306957.3	50	524691.08	2307079.995
19	524664.95	2306961.9	51	524685.79	2307080.325
20	524663.3	2306966.9	52	524681.82	2307083.302
21	524660.65	2306970.9	53	524677.19	2307084.625
22	524662.97	2306970.9	54	524677.19	2307079.002
23	524664.95	2306969.9	55	524672.89	2307082.31
24	524670.25	2306966.6	56	524672.89	2307085.617
25	524673.55	2306968.2	57	524671.57	2307090.247
26	524673.22	2306971.8	58	524669.25	2307097.193
27	524671.57	2306975.8	59	524670.25	2307103.476
28	524669.25	2306979.5	60	524668.59	2307108.107
29	524670.25	2306984.1	61	524668.26	2307113.398
30	524667.27	2306987.7	62	524667.27	2307119.352
31	524666.94	2306992.7	63	524666.28	2307126.628
32	524666.61	2306999	64	524669.25	2307130.927
33	524671.9	2307000	65	524670.58	2307137.872
34	524677.52	2307001.3	66	524665.61	2307141.51
35	524677.85	2307006.2	67	524659	2307141.51
36	524676.86	2307012.5	68	524653.38	2307142.172
37	524676.2	2307018.1	69	524650.4	2307140.849
38	524681.49	2307021.8	70	524647.42	2307137.872
39	524685.46	2307024.4	71	524643.46	2307134.896
40	524688.44	2307029.7	91	524658.01	2307057.836
72	524639.82	2307130.9	92	524653.38	2307057.174
73	524641.47	2307126.6	93	524651.39	2307060.151

74	524640.81	2307121	94	524648.09	2307060.151
75	524634.86	2307118.4	95	524644.45	2307062.797
76	524638.83	2307115.7	96	524644.45	2307068.75
77	524643.13	2307111.1	97	524645.11	2307073.38
78	524647.09	2307107.1	98	524646.76	2307080.325
79	524650.73	2307109.1	99	524643.46	2307086.609
80	524651.39	2307107.4	100	524641.47	2307090.909
81	524655.03	2307101.8	101	524637.17	2307093.885
82	524654.7	2307096.2	102	524631.55	2307093.885
83	524656.35	2307093.6	103	524624.94	2307095.539
84	524659	2307089.9	104	524621.96	2307098.185
85	524659.99	2307083.6	105	524618.65	2307101.161
86	524659	2307077.3	106	524611.71	2307104.138
87	524661.65	2307073.7	107	524605.75	2307107.445
88	524661.32	2307070.7	108	524597.34	2307112.22
89	524659.99	2307066.8	109	524596.13	2307108.246
90	524660.65	2307060.5	110	524579.64	2307054.065
			111	524599.13	2306986.656
			112	524621.98	2306938.217

II. El código de identificación asignando por esta Unidad Administrativa, así como las especificaciones para la extracción de recursos maderables propios del **CUSTF**, se apegarán estrictamente conforme a lo siguiente:

Código de Identificación: C-13-042-MOD-001/16

Nombre científico	Nombre común	Volumen (m^3 rta)
Liquidámbar macrophylla	Xuchiate	18.17671
Quercus furfuracea	Encino	23.4815
Quercus oleoides	Encino	9.22830
Dalbergia palo-escrito	Tlacuilo, Palo escrito	9.14353
Zinowiewia integerríma	Palo blanco	14.49331
Dedropanax arboreus	Tlamalcuáhuitl	7.69473
Croton draco	Sangre de grado	4.06759
Cletra mexicana	Pahuilla	2.90538
Heliocarpus appendiculatus	Jonote	18.89568
Pinus oocarpa	Ocote, pino	5.29961

III. La vegetación forestal fuera de la superficie en la que se autoriza el **CUSTF**, no podrá ser afectada en ningún grado o medida por los trabajos y obras relacionadas con el CUSTF, aún cuando ésta se encuentre dentro de los predios donde se autoriza la superficie a remover en el presente Resolutivo, en caso de ser necesaria su afectación, se deberá contar con la autorización de **CUSTF** para la superficie correspondiente.

IV. El **promovente** deberá de 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 encuentren 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 el **promovente** el único responsable. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XVI de este Resolutivo.

V. Para el debido cumplimiento de lo establecido en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 123 Bis de su Reglamento, se adjunta como parte integral de la presente resolución, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal que serán afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, el cual deberá realizarse previa a las labores de la remoción de la vegetación y despalme, preferentemente en áreas vecinas o cercanas donde se realizarán los trabajos de CUSTF, así como las acciones que aseguren al menos un 80 % de supervivencia de las referidas especies, en los periodos de ejecución y de mantenimiento que en dicho programa se establece. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XVI de este resolutivo.

VI. La remoción de la vegetación deberá realizarse por medios mecánicos y manual y no se *deberá de 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 propician erosión. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XVI de este resolutivo.

VII. El derribo del arbolado se llevará a cabo usando la técnica direccional, a efecto de que el arbolado caiga hacia el lado del área sujeta al **CUSTF** y no perturbe la vegetación existente y el renuevo de las zonas aledañas. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los informes a los que se refiere el Término XVI de este Resolutivo.

VIII. El material que resulte del desmonte y que no sea aprovechado, deberá ser triturado y utilizado para cubrir y propiciar la revegetación, con el fin de facilitar el establecimiento y crecimiento de la vegetación natural, para proteger el suelo de la acción del viento y lluvias, evitando la erosión, deberán depositarse en un área próxima al área de trabajo en zonas sin vegetación forestal dentro del derecho de vía. Las acciones relativas a este Término deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XVI de este resolutivo.

IX. Con la finalidad de evitar la contaminación del suelo y agua, se deberán instalar sanitarios portatiles para el personal que laborará en el sitio del **proyecto**, asimismo los residuos generados deberán de ser tratados conforme a las disposiciones locales. Los resultados del cumplimiento del presente Término se incluirán en los reportes a los que se refiere el Término XVI de este resolutivo.

X. Se deberán dar cumplimiento a las medidas de prevención y mitigación de los impactos sobre los recurso forestales consideradas en el ETJ, las Normas Oficiales Mexicanas y Ordenamientos Técnicos-Jurídicos, así como lo que indiquen otras instancias en el ámbito de sus respectivas competencias. Los resultados de estas acciones deberán reportarse conforme a lo establecido en el Término XVI de este resolutivo.

163657

XI. En caso de que se requiera aprovechar y trasladar las materias primas forestales, el titular de la presente autorización deberá tramitar ante esta **SEMARNAT** la documentación correspondiente.

XII. Una vez iniciadas las actividades de CUSTF y dentro de un plazo máximo de **10 días hábiles** siguientes a que se den inicio los trabajos de remoción de la vegetación, se deberá notificar por escrito a esta **SEMARNAT**, quién será el responsable técnico encargado de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo autorizado, el cual deberá establecer una bitácora de actividades, misma que formará parte de los informes a los que se refiere el Término XVI de este resolutivo, en caso de que existan cambios sobre esta responsabilidad durante el desarrollo del **proyecto**, se deberá informar oportunamente a esta Unidad Administrativa.

XIII. La **SEMARNAT**, valida el programa de rescate y protección de la fauna silvestre, anexo al **ETJ**, debiendo acatarse a la ejecución de las metas y calendarización establecido en éste. No obstante, le deberá dar prioridad a las especies listada en la Nom-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, deberá presentar el informe de los resultados del cumplimiento del presente término, en los reportes a los que se refiere el término XVI de este resolutivo.

XIV. El **promovente** deberá presentar a la **SEMARNAT**, para su análisis y validación, en un plazo de 60 días hábiles contados a partir de la recepción de la presente resolución, los programas siguientes:

1. Programa de reforestación.
2. Programa de conservación de suelo y agua.
3. Programa de revegetación temporal y mantenimiento de la estabilización de taludes.
4. Programa de difusión e información.
5. Programa de restauración del sitio del proyecto.

Dichos programas deberán de incluir, entre otros, los siguientes rubros:

1. Introducción.
2. Metas.
3. Objetivos (general y particulares).
4. Ubicación (plano y georreferencias) y superficies de los sitios a intervernir por la especificidad del programa.
5. Descripción detallada de las actividades a realizar y, en su caso, de las obras para conservar el suelo, la flora, la fauna, el agua y la restauración del sitio, en cada uno de los sitios propuestos. Los sitios y las obras y/o actividades dederán justificarse.
6. Actividades de los programas propuestos.
7. Cronograma de actividades
8. Formato de bitácoras de trabajo donde se asentarán las activiades y resultados.

Los resultados del cumplimiento del presente Término así como los porcentajes de avance y evidencia fotográfica se incluirán en los informes a lo que se refiere el Término XVI del presente resolutivo.

XV. El **promovente** deberá presentar en los infomes semestrales los resultados del monitoreo y comportamiento de la fauna silvestre en los Terrenos de Tajo Naopa, tal como es señalado en ETJ, mismo que serán validados por la **SEMARNAT**.

XVI. Se deberá presentar a esta **SEMARNAT** con copia a la Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) del estado, **informes semestrales y uno de finiquito al término de las actividades que hayan implicado el CUSTF**, éste deberá incluir los resultados del cumplimiento de los Términos que deben reportarse, así como de la aplicación de las medidas de prevención y mitigación contempladas en el ETJ.

XVII. Se deberá comunicar por escrito a la PROFEPA en el estado de Hidalgo con copia a esta **SEMARNAT**, la fecha de inicio y término de los trabajos relacionados con el CUSTF, dentro de los 10 días hábiles siguientes a que esto ocurra.

XVIII. El plazo para realizar la remoción de la vegetación forestal derivada de la presente autorización de CUSTF será de 5 años, a partir de la recepción de la misma, el cual podrá ser ampliado, siempre y cuando se solicite a esta **SEMARNAT**, antes de su vencimiento, y se haya dado cumplimiento a las acciones e informes correspondientes que se señalan en el presente resolutivo, así como la justificación del retraso en la ejecución de los trabajos relacionados con la remoción de la vegetación forestal de tal modo que se motive la ampliación del plazo solicitado.

XIX. El plazo para garantizar el cumplimiento y la efectividad de los compromisos derivados de las medidas de mitigación por la afectación del suelo, el agua, la flora y la fauna será de 5 años, en donde se contempla el Programa de Rescate y Reubicación de flora del **proyecto**.

XX. Se procede a inscribir dicha autorización de conformidad con el artículo 40, fracción XX del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Registro Forestal Nacional.

SEGUNDO. Con fundamento en el artículo 16 fracciones VII y IX de la LFPA, se hace de su conocimiento al **promovente** que:

1. Será el único responsable ante la PROFEPA, de cualquier infracción y/o ilícito en materia de **CUSTF** en que incurran.

2. Será el único 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 **ETJ** y en la presente autorización.

3. La PROFEPA, podrá realizar en cualquier momento las acciones que considere pertinentes para verificar 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

163657

prevención y mitigación establecidas en el **ETJ** y de los términos indicados en la presente autorización.

4. Será el único 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 celebre para la legal implementación y operación del mismo, así como su cumplimiento y las consecuencias legales que corresponda aplicar a la **SEMARNAT** y a otras autoridades federales, estatales y municipales.

5. En caso de transferir los derechos y obligaciones derivados de la presente autorización, deberá dar aviso a la **SEMARNAT**, en los términos y para los efectos que establece el artículo 17 del RLGDFS, adjuntando al mismo el documento en el que conste el consentimiento expreso del adquiriente para recibir la titularidad de la autorización y responsabilizarse del cumplimiento de las obligaciones establecidas en las misma, así como los documentos legales que acrediten el derecho sobre los terrenos donde se realice el CUSTF de quien pretenda ser el nuevo titular.

6. En caso de que pretenda transferir los derechos y obligaciones derivados de la presente resolución, se obliga a cumplir conforme a los artículos 61 de la LGDFS y 36 del RLGDFS, por lo que deberá presentar el formato SEMARNAT-03-014, referente a la notificación de transmisión de la propiedad o derechos de uso y usufructo sobre terrenos forestales o preferentemente forestales, bajo los siguientes condiciones:

   a) Que la autorización en materia de CUSTF se encuentre vigente.
   b) Que se acredite la personalidad de la persona que cede los derechos y de la que los recibe.
   c) Que se hayan cumplido los términos de la presente resolución.

En caso de incumplimiento de alguno de los incisos a), b), y c), no procederá la transferencia de los derechos y obligaciones derivados de la presente resolución.

TERCERO: La presente autorización ampara exclusivamente el **CUSTF**, es decir, la remoción de la vegetación de Bosque mesofilo de montaña 2.6217 hectáreas, para destinarlos a actividades no forestales, en este caso para el desarrollo del **proyecto**, a ubicarse en el municipio de Molango de Escamilla, Hidalgo, por lo que no exenta al **promovente** de obtener aquellas autorizaciones, permisos, licencias, entre otras, que correspondan emitir a otras dependencias federales, estatales o municipales en el ámbito de sus competencias, para la construcción del dique de contención y operación de la disposición final de materiales de descapote.

CUARTO: Se hace del conocimiento al **promovente**, que la presente resolución emitida, con motivo de la aplicación LGDFS y sus Reglamento respectivo, y las demás previstas en otras disposiciones legales y reglamentarias en la materia, podrá ser impugnada, mediante el recurso de revisión, conforme a lo establecido en los artículos 171 de la LGDFS y 3, fracción XV, de la LFPA.

QUINTO: Notificar el contenido de la presente resolución al C. Ricardo Carlos Velasco González, en su carácter de representante legal de la Compañía Minera Autlán, S.A.B. de C.V.y **promovente** del **proyecto**, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 35 y demás relativos y aplicables de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo en la dirección proporcionada: carretera México-Tampico, Km. 162, Vía corta, Zona Industrial Otongo, Ayotetla, C.P. 43130, municipio de Lolotla, Hidalgo.

ATENTAMENTE
EL DELEGADO FEDERAL

C.P. FEDERICO VERA COPCA

C.p.p.
C. Augusto Mirafuentes Espinosa.- Director General de Gestión Forestal y de Suelos-Presente
Arq. Mario A. Viornery Mendoza. Delegado de la PROFEPA en el Estado.-maviorney@profepa.gob.mx
Biol. Pablo Brauer Robleda.- Unidad Coordinadora de Delegaciones.- pablo.brauer@semarnat.gob.mx
C. Raúl Lozano Cano.-Presidente Municipal de Molango de Escamilla.-Presente
Ing. Armando Varela Palacios.- Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales.-armando.varela@semarnat.gob.mx.
Ing. José Alfredo Aguilar Ángeles.- Responsable Técnico.-Presente.

FVC* AVP* ECA
13D3G-00434/1608

Pachuca de Soto, Hidalgo. 14 de septiembre de 2016

163657

ANEXO

PROGRAMA DE RESCATE DE REUBICACIÓN DE ESPECIES DE LA VEGETACIÓN FORESTAL DEL PROYECTO

I. INTRODUCCIÓN

El programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, es con la finalidad de conservar la biodiversidad y riqueza biológica de la vegetación por afectar por el desarrollo del cambio de uso de suelo forestal, por lo que es importante asegurar el establecimiento las especies a rescatar, dándole prioridad a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Derivado del análisis de diversidad biológica de las especies de flora que componen los estratos de área y el ecosistema de la microcuenca, se han establecido estrategias para asegurar la conservación de aquellas especies de interés biológico que sustenta, proponiendo un programa de rescate y reubicación de los individuos con las caracteristicas adecuadas que aseguren su sobrevivencia después de haber llevado a cabo esta acción. Mismo que se plantea como parte del cumplimiento de las disposiciones normativas señaladas en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y el artículo 123 Bis de su Reglamento, que señala que "*Para efectos de lo dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización* ". Asimismo, éste señala las especificaciones e información que se deberá contener el programa de rescate y reubicación.

II. OBJETIVO GENERAL

Prevenir y mitigar la afectación a la vegetación forestal por el CUSTF para la ejecución del proyecto denominado "Modificación al Proyecto Tajo Naopa", en una superficie de 2.6217 hectáreas, con ubicación en el municipio de Molango de Escamilla, Hidalgo, mediante el rescate y reubicación de las especies forestales que ser verán afectadas previa y durante la ejecución del CUSTF.

III. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Llevar a cabo el rescate de los individuos de las especies de flora silvestre que se desarrollan en una superficie de 2.6217 hectareas solicitada para el CUSTF.
- Implementar los métodos y las técnicas de rescate y reubicación de los indidivuos de las especies de flora silvestre para lograr un 80% de supervivencia de los individuos.
- Dar cumplimiento con las disposiciones normativas señaladas en los artículos 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 123 Bis de su Reglamento.

IV. METAS

- Apoyar la conservación de la biodiversidad y riqueza biológica del lugar, para algunas de las especies tanto de arbóreas como de arbustivas y herbáceas a remover, realizando

la recolecta de semillas para llevar a cabo la producción de plántulas de las especies maderables en viveros.

V. METODOLOGÍA

5.1. Materiales y equipo

Los materiales y equipos que se emplearana para el rescate, colecta y reubicación del material vegetal es como se establece en la siguiente tabla:

No. de piezas	Equipo requerido	Uso
2	Palas de punta	Escarbar, sacar y arrimar tierra.
2	Pico	Escarbar y sacar plantas.
2	Talacho	Escarbar y sacar plantas chicas.
2	Machete	Cortar ramas y raíces.
6	Guantes de cuero	Protección de manos contra espinas.
2	Tijeras p/podar	Podar raíces y ramas.

5.2. Desarrollo

Todas las actividades de rescate, colecta y reubicación de vegetación se llevarán a cabo durante la etapa de preparación del sitio para la remoción total de la vegetación de la superficie en donde se llevarán a cabo las actividades de disposición final de materiales de descapote, dique de contención, rampa de acceso y área de maniobras.

5.3. Identificación y ubicación de vegetación a rescatar

Antes de iniciar cualquier actividad del desmonte, primeramente se recorrerá e inspeccionará la superficie arbolada destinada al CUSTF para detectar y ubicar la presencia de los ejemplares de especies comunes susceptibles de rescatarse y reubicarse; al detectarse alguno, se ubicará para que posteriormente se rescate y se reubique en la superficie prevista.

5.4. Extracción

Los ejemplares a reubicar se extraer con pala, pico y talacho, según se facilite la remoción adecuada para cada especie forestal, teniendo cuidado que salgan con raíz lo más entera posible y no dañar los tallos, por lo que se deberá escarbar y extraerlos con mucho cuidado.

Para las especies forestales, cuyo porcentaje de rescate es de 0, significa que las condiciones de edad y suelo, entre otras, su trasplante se torna complicada, además de que la abundancia en los terrenos es alta, por lo que la mejor opción es la colecta de semillas para la producción de planta en vivero, para su posterior distribución en las áreas de reforestación, con lo cual se estaría asegurando su existencia en la zona.

Especies a remover por estratos en la a superficie del área A

Pachuca de Soto, Hidalgo. 14 de septiembre de 2016

163657

Especies a remover y rescatar	No. Total de individuos a remover	Porcentaje a rescatar (%)	No. De individuos a rescatar	Kg de semillas a recolectar
Arbóreas				
Liquidambar macrophylla, Xuchiate	4	0.0	10*	1.0
Quercus fururacea, Encino	26	0.0	0.0	1.0
Dalbergia palo-escrito, Tlacuilo	11	0.0	0.0	2.0
Zinowiewia integerríma, Palo blanco	28	0.0	0.0	1.0
Cedrela mexicana, Cedro rojo, C, rosado	21	0.0	0.0	1.0
Dedropanax arboreus, Tlamalcuahuitl	25	0.0	0.0	1.0
Croton draco, Llora sangre	16	0.0	0.0	0.50
Cletra mexicana, Pahuilla	3	0.0	0.0	0.50
Heliocarpus appendiculatus, Jonote	44	0.0	0.0	0.50
Estrato Arbustivo				
Justicia fulvicoma	706.25	0.0	0.0	5.00 Kg incluyendo a todas estas especies
Verbesina serrata	706.25	0.0	0.0	
Ipomoea purpurea, Manto	1412.5	0.0	0.0	
Euphorbia heterophylla	84.75	0.0	0.0	
Cnidoscolus multilobus, Mala mujer	28.25	0.0	0.0	
Solanum schlechtendalianum, Hierba del perro	2118.75	0.0	0.0	
Triumfetta semitriloba, Caddillo	1412.5	0.0	0.0	
Conostegia xalapensis, Teshua	4,943.75	0.0	0.0	
Estrato herbaceo				
Chamaedorea tepejilote, Palmilla	169.5	50	85	0.0
Begonia nelumbiifolia, Quelite agrio	4,943.75	5	250	0.0
Heliconia schiedeana, Platanillo	56.5	50	28	0.0
Bulbostylis capillaris	3531.25	0.0	0.0	4.00 Kg incluyendo a todas estas especies
Cynodon dactylon, Zacate bermuda	25425	0.0	0.0	
Festuca arundinacea, Zacatón	706.25	0.0	0.0	
Sida rhombifolia, Tlalamate	706.25	0.0	0.0	
Peperomia quadrifolia	197.75	0.0	0.0	
Lamourouxia xalapensis	706.25	0.0	0.0	
Enredaderas				

Syngonium podophyllum, Plátano de ardilla	4943.75	0.0	100	0.0
Helechos				
Asplenium adiantum-nigrum	395.5	0.0	100	0.0
Elaphoglossum sp.	56.5	0.0	10	0.0
Tectaria heracleifolia, Lengua de ciervo	56.5	0.0	20	0.0
Polypodium rosei	4237.5	0.0	100	0.0
Doryopteris palmata	5650	0.0	100	0.0
Total			803	17.5

De las especies abundantes y susceptibles se reubicará una parte representativa.

Especies a remover por estratos en la a superficie del área B

Especies a remover y rescatar	No. Total de individuos a remover	Porcentaje a rescatar (%)	No. De individuos a rescatar	Kg de semillas a recolectar
Arboreas				
Liquidambar macrophylla, Xuchiate	30	0.0	20.0*	1.0
Dalbergia palo-escrito, Tlacuilo	18	0.0	10.0*	0.50
Quercus oleoides, Encino	19	0.0	0.0	1.0
Cedrela mexicana, Cedro rojo o rosado	4	0.0	4.0*	1.0
Quercus furfurácea, Encino	12	0.0	0.0	1.0
Pinus oocarpa. Ocote ó Pino	7		10.0*	0.50
Zinowiewia integerríma, palo blanco	66	0.0	0.0	1.0
Croton draco, Llora sangre	6	0.0	0.0	0.25
Heliocarpus appendiculatus. Jonote	7	0.0	0.0	0.25
Cletra mexicana, Pahuilla	7	0.0	0.0	0.25
Estrato Arbustivo				
Baccharis trinervis	3700	0.0	0.0	2.50 incluyendo a todas estas especies
Eupatorium pycnocephalum, Hierva del pasmo	370	0.0	0.0	
Cnidoscolus multilobus, Mala mujer	111	0.0	0.0	
Conostegia xalapensis, Teshua	222	0.00.0	0.0	
Solanum schlechtendalianum, Hierba del perro	74	0.0	0.0	
Estrato herbaceo				
Begonia nelumbiifolia, Xocoyule, quelite agrio	1850	3.0	50.0	0.0

Cynodon dactylon, Zacate bermuda	32375	4.0	100.0	0.0
Aphelandra speciosa	2775	0.0	0.0	3.0 incluyendo a todas estas especies
Acmella oppositifolia, Yerba de San Pedro, mozote	74	0.0	0.0	
Eupatorium pycnocephalum, Hierba del pasmo	370	0.0	0.0	
Bulbostylis capillaris	9250	0.0	0.0	
Mimosa albida, Vergonzosa	3700	0.0	0.0	
Astragalus hypoleucus	296	0.0	0.0	
Sida abutifolia, Arrastradillo	1850	0.0	0.0	
Anoda cristata, Amapolita	185	0.0	0.0	
Solanum myriacanthum	74	0.0	0.0	
Enredaderas				
Syngonium podophyllum, Plátano de ardilla	444	11	50.0	0.0
Hedera hélix, Hiedra	296	3.0	10.0	0.0
Helechos				
Adiantum capillus-veneris, Cilantrillo, culandrillo	185	27.0	50.0	0.0
Blechnum glandulosum	296	17.0	50.0	0.0
Elaphoglossum vestitum	111	27.0	30.0	0.0
Pteridium aquilinum, Helecho hembra	222	22.5	50.0	0.0
TOTAL			434.0	12.25

5.5. Concentración

Antes de trasladar cada planta extraída al lugar temporal, se va podar tanto las raíces largas como las ramas u hojas maltratadas o muertas.

Una vez hecho lo anterior cada planta se llevará al lugar de concentración y en donde deberán quedar en reposo a la sombra el menor tiempo posible antes de llevarlos al lugar de reubicación.

5.6. Plantación

Para la plantación de los especímenes como las plántulas rescatados se empleará el método de cepa común; es decir, en los lugares aptos se abrirán cepas de por lo menos 20 cm de ancho x 10 a 20 centímetros de profundidad según lo requiera el largo del sistema radicular y tallo de cada uno de los especímenes rescatados y las condiciones de compactación del suelo.

Para asegurar un alto porcentaje de establecimiento y desarrollo de los ejemplares vegetales reubicados se procurarán los siguientes cuidados y seguimiento.

- Durante la plantación de las especies rescatadas se deberá procurar que las raíces queden completamente cubiertas por tierra.
- Durante los dos primeros años se deberán limpiar del exceso de hierbas y vigilar que las raíces no se expongan fuera del suelo.
- La evaluación de sobrevivencia se llevará a cabo anualmente durante los primeros 5 años; para ello se contará el número de los individuos vivientes para compararlo con los plantados inicialmente y así obtener el porcentaje de sobrevivencia; esto permitirá dar mantenimiento a las especies reubicadas hasta su total establecimiento.
- Las plántulas rescatadas se plantarán, de preferencia, durante la época de lluvias para asegurar el mayor número posible de establecimiento y desarrollo de las mismas.

5.7. Siembra de semillas colectadas de las especies arbustivas y herbáceas que no es posible rescatar y reubicar los ejemplares removidos

Para el caso de especímenes de las especies vegetales que no pueden ser rescatados los ejemplares a remover ya sean, arbustivas y herbáceas, las semillas colectadas previo a la remoción se sembrarán en pequeños hoyos hechos con pala, talacho o coa y al voleo sobre la superficie de los taludes y áreas de las tepetateras en abandono temporal, se realizará durante la época de lluvias para asegurar su germinación y desarrollo y una rápida protección vegetal de los suelos, con lo cual a la vez se apoyará la conservación de la biodiversidad en los terrenos del conjunto predial.

5.8. Cantidad de semillas en kilogramos por especie a recolectar

Para apoyar la inmediata protección al suelo, así como la recuperación y conservación de la biodiversidad y riqueza biológica del lugar, aunque sean abundantes, para algunas de las especies arbustivas y herbáceas a remover, se realizará la recolecta de semillas para la producción de plántulas en viveros locales y la siembra directa al voleo sobre taludes.

De acuerdo al cuadro del punto anterior se tendrá que llevar a cabo la colecta de semillas en las proporciones siguientes:

Especies a remover por estratos en la a superficie del área A

Estrato Arbustivo					
Especies a remover y rescatar	No. Total de individuos a remover	Porcentaje a rescatar (%)	No. De individuos a rescatar	Superficie total a sembrar (has)	Kg de semillas a recolectar
Justicia fulvicoma	1413	0	0	1.13	0.67
Verbesina serrata	1413	0	0	1.13	0.36
Ipomoea purpurea	2825	0	0	1.13	0.59
Euphorbia heterophylla	170	0	0	1.13	0.59
Cnidoscolus multilobus	57	0	0	1.13	0.44
Solanum schlechtendalianum	4238	0	0	1.13	0.30
Triumfetta semitriloba	2825	0	0	1.13	0.87

Conostegia xalapensis	9888	0	0	1.13	0.57
Total					4.38

Estrato herbáceo					
Especies a remover y rescatar	No. Total de individuos a remover	Porcentaje a rescatar (%)	No. De individuos a rescatar	Superficie total a sembrar	Kg de semillas a recolectar
Chamaedorea tepejilote	339	50	85	----	----
Begonia nelumbiifolia	7063	5	250	----	----
Heliconia schiedeana	113	50	28	----	----
Bulbostylis capillaris	7063	0	0	1.13	0.35
Cynodon dactylon	505850	0	0	1.13	0.29
Festuca arundinacea	1413	0	0	1.13	0.31
Sida rhombifolia	1413	0	0	1.13	0.60
Peperomia quadrifolia	396	0	0	1.13	0.98
Lamourouxia xalapensis	1413	0	0	1.13	0.92
Syngonium podophyllum	9888	0	100	----	----
Asplenium adiantum-nigrum	791	0	100	----	----
Elaphoglossum sp.	113	0	10	----	----
Tectaria heracleifolia	113	0	20	----	----
Polypodium rosei	8475	0	100	----	----
Doryopteris palmata	11300	0	100	----	----
Total					3-45

Especies a remover por estratos en la a superficie del área B

Estrato Arbustivo					
Especies a remover y rescatar	No. Total de individuos a remover	Porcentaje a rescatar (%)	No. De individuos a rescatar	Superficie total a sembrar	Kg de semillas a recolectar
Baccharis trinervis	7400	0	0	12.07	3.64
Eupatorium pycnocephalum	740	0	0	12.07	5.85
Cnidoscolus multilobus	222	0	0	12.07	3.79
Conostegia xalapensis	444	0	0	12.07	4.86
Solanum schlechtendalianum	148	0	0	12.07	2.53
Total					20.67

VI. LUGAR DE ACOPIO Y REPRODUCCIÓN DE ESPECIES

Todos los especímenes removidos del sitio del CUSTF se concentrarán en el menor tiempo posible en la sombra de los árboles contiguos de la superficie en donde serán reubicados, la plantación de los mismos se realizará el mismo día de su remoción.

Estrato herbáceo					
Especies a remover y rescatar	No. Total de individuos a remover	Porcentaje a rescatar (%)	No. de individuos a rescatar	Superficie total a sembrar	Kg de semillas a recolectar
Begonia nelumbiifolia	3700	3	50	----	----
Cynodon dactylon	64750	4	100	12.074	2.48
Aphelandra speciosa	5550	0	0	12.074	5.11
Acmella oppositifolia	148	0	0	12.074	5.11
Eupatorium pycnocephalum	740	0	0	12.074	5.85
Bulbostylis capillaris	18500	0	0	12.074	3.02
Mimosa albida	7400	0	0	12.074	3.58
Astragalus hypoleucus	592	0	0	12.074	4.47
Sida abutifolia	3700	0	0	12.074	5.11
Anoda cristata	370	0	0	12.074	5.75
Solanum myriacanthum	148	0	0	12.074	2.71
Syngonium podophyllum	888	11	50	----	----
Hedera hélix	592	3	10	----	----
Adiantum capillus-veneris	370	27	50	----	----
Blechnum glandulosum	592	17	50	----	----
Elaphoglossum vestitum	222	27	30	----	----
Pteridium aquilinum	444	22.5	50	----	----
Total					43.19

Las semillas de las especies arbóreas, serán recolectadas y beneficiadas por el **promovente** quien ya cuenta con personal con experiencia para realizarlo. Una vez beneficiadas se pondrán en frascos de plástico o vidrio y en costales para su almacenamiento y posteriormente ocuparlas para la producción de las plantas en los viveros de la misma, las cuales son destinadas para realizar las actividades de reforestación de superficie de pastizales en los terrenos del Tajo Naopa.

Las semillas de las especies comunes de arbustos y hierbas que no pueden rescatarse sus ejemplares, también serán recolectadas, beneficiadas y almacenadas por el mismo personal de la misma compañía promovente quien se encargará de su almacenamiento en frascos de

plástico y bolsas de polietileno para su posterior siembra en la revegetación de tepetateras durante el periodo de lluvias anual.

VII. UBICACIÓN DE LOS SITIOS PARA LA REUBICACIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES

La superficie de reubicación de los ejemplares vegetales a rescatar se encuentra en forma contigua a la superficie de cada una de las áreas A y B de acuerdo a la relación De coordenadas UTM y plano de superficies de reubicación de especies, se presentan los puntos que delimitan los polígonos donde serán establecidos los individuos a rescatar.

Coordenadas UTM de la poligonal de las áreas de reubicación de especies rescatadas en el área A

No	X	Y
1	525669.098	2307692.225
2	525693.705	2307700.163
3	525731.011	2307707.306
4	525750.061	2307702.544
5	525768.317	2307688.256
6	525786.573	2307681.113
7	525793.717	2307671.588
8	525808.005	2307666.031
9	525805.235	2307681.721
10	525792.141	2307693.865
11	525775.605	2307704.449
12	525757.084	2307717.347
13	525730.295	2307723.300
14	525695.568	2307718.339
15	525673.197	2307709.130

Coordenadas UTM de la poligonal de las áreas de reubicación de especies rescatadas en el área B

No	X	Y
1	524581.666	2307116.220
2	524566.207	2307088.312
3	524558.799	2307061.325
4	524563.480	2307026.119
5	524576.261	2306981.421
6	524585.257	2306951.787
7	524599.015	2306916.333

8	524576.301	2306905.113
9	524561.318	2306937.200
10	524548.618	2306971.067
11	524540.681	2307002.817
12	524535.918	2307028.217
13	524535.389	2307054.146
14	524539.623	2307073.725
15	524547.560	2307094.363
16	524554.619	2307111.284
17	524564.374	2307117.571

VIII. ACCIONES PARA MANTENIMIENTO DE SUPERVIVENCIA

Después de que se realice, tanto el rescate de los ejemplares susceptibles como de plántulas de las especies de cada una de las áreas del CUSTF, se realizarán las actividades que se describen a continuación durante un periodo de 5 años con el fin de lograr el establecimiento y desarrollo de los ejemplares de las especies de vegetación reubicada.

8.1. Protección contra pastoreo

Para proteger las áreas de reubicación de los ejemplares rescatados de las diferentes especies contra el pastoreo de ganado y el paso de personas, se cercará la periferia de cada superficie con postes de madera y alambre de púas.

8.2. Protección contra incendios forestales

Para proteger la superficie de reubicación de los ejemplares de especies rescatadas contra los incendios forestales, se efectuará en la periferia de cada área de reubicación, la apertura y mantenimiento de brechas corta fuego utilizando herramienta manual eliminando los materiales combustibles. A las mismas brechas se les mantendrá limpias durante todo el periodo de sequía anual (Enero a mayo).

8.3. Protección contra plagas y enfermedades

Se realizarán visitas de supervisión para detectar oportunamente la presencia de plagas y enfermedades tanto en los ejemplares reubicados como las plántulas rescatadas, con el fin de proceder en su caso al control de las mismas utilizando productos amigables con el ambiente.

8.4. Cajeteo

Se construirán cajetes en cada cepa o alrededor de las plantas reubicadas que lo amerite para garantizar la captación y aprovechamiento del agua pluvial.

8.5. Aporcado

Los cajetes se limpiarán con herramienta manual y al mismo tiempo se cubrirán con tierra las raíces de las plantas reubicadas, cuando estas se observen a la vista, utilizando palas, picos, azadones para favorecer la captación de agua de lluvia y disminuir la competencia de las hierbas con las plantas reubicadas, dicha limpieza y arrime de tierra se realizará por lo menos una vez al año antes o después de concluir el periodo de lluvias.

IX. PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Con el fin de que se aprovechen al máximo los periodos tanto de sequía como de lluvias anuales, a continuación se presentan dos cronogramas de actividades, uno anual para que se realicen oportunamente las actividades y el otro para un periodo de seguimiento a 5 años, para asegurar el establecimiento y desarrollo de los ejemplares vegetales y plántulas a reubicar.

Cronograma anual de actividades

Actividades	Meses del año											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Delimitación de la superficie para el CUSTF	■	■	■	■								
Marqueo del arbolado a derribar		■	■	■								
Instruir al personal que llevará a cabo el rescate y reubicación de la vegetación		■	■	■								
Identificación y ubicación de los ejemplares vegetales a rescatar		■	■	■	■							
Extracción					■	■	■	■				
Concentración de especímenes					■	■	■	■				
Plantación de plántulas y siembra de semillas de hierbas, arbustos y árboles					■	■	■	■				
Colecta de semillas de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas									■	■	■	■
Cuidados y seguimiento					■	■	■	■	■	■	■	■

Cronograma de las actividades para un seguimiento de 5 años

Actividades	Años y meses																															
	1						2						3						4						5							
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
Protección contra pastoreo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Protección contra incendios forestales	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Protección contra plagas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

y enfermedades																											
Cajeteo																											
Limpieza y aporcado																											
Evaluación y seguimiento																											

Durante la evaluación y seguimiento durante 5 años también se contemplará el comportamiento de los ejemplares ante el ataque de plagas y enfermedades para tomar las medidas correctivas pertinentes.

X. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE RESCATE Y REUBICACIÓN

Para la evaluación de los ejemplares vegetales y plántulas de arbolado rescatados y reubicados se utilizará un muestreo sistemático, obteniendo información en sitios de muestreo de 100 m^2 ubicados al azar en las áreas de reubicación.

Otra forma será la de contar un número o grupo de 50 a 100 plantas plantadas o reubicadas determinando el porcentaje de sobrevivencia y estado sanitario con lo cual se podrán obtener los promedios.

Las características de sobrevivencia para las especies se concentrarán en el formato siguiente:

Especie Reubicada o plantada	Número de individuos plantados	Plantas vivas con buena apariencia	Plantas con signos de decadencia	Plantas muertas	Porcentaje de sobrevivencia
Total					

XI. INDICADORES DE ÉXITO QUE SERÁN OBSERVADOS EN LA REUBICACIÓN DE LOS EJEMPLARES VEGETALES RESCATADOS

Índice de éxito y efectividad ambiental

Se realizarán visitas de verificación que servirán para determinar el índice de éxito y efectividad ambiental, de la forma siguiente:

Efectividad ambiental para el manejo de la planta

Esta acción se verificará 15 días después de realizada la reubicación, tomando datos sobre el aspecto y vigor de las plantas reforestadas, tales como color y tamaño de las hojas, lignificación de la planta, presencia de plagas y hongos.

Efectividad en la superficie de reubicación

163657

Se verificará que los trabajos de reubicación y plantación de los ejemplares rescatados se realicen en la superficie que comprende el polígono del área indicada en el presente programa.

Efectividad ambiental para la verificación

Se llenará bitácora de actividades de rescate y reubicación de ejemplares vegetales y de evaluación y seguimiento así como la realización de los reportes con evidencias fotográficas.

Efectividad ambiental para el programa de rescate y reubicación de ejemplares

Se verificará que las actividades de rescate y reubicación de los ejemplares vegetales y la siembra de semillas recolectadas de especies arbustivas y herbáceas se realicen en forma oportuna y correctamente, tomando en cuenta tanto el periodo de sequía como el de lluvias, con lo cual se asegurará el mayor éxito en la establecimiento y desarrollo de las especies y los objetivos de protección a los suelos y conservación de la biodiversidad.

XII. INFORME DE AVANCE Y RESULTADOS

En los informes de avances y resultados se incluirán la superficie de las dos áreas A y B de reubicación de los ejemplares vegetales rescatados, porcentaje de sobrevivencia de las especies rescatadas y plantadas, la sanidad y crecimiento de las mismas, trabajos recomendados a realizar para mejorar su desarrollo, entre otros datos. Para ello se incluyen los siguientes formatos de evaluación y seguimiento:

FECHA DE REALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN: D/M /A

Especies	No. de ejemplares a rescatar	No. de ejemplares rescatados	Ejemplares reubicados	
			No.	Porcentaje (%)

FECHA DE REALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN: D/M /A

Especies	Plantadas inicialmente	No. De plantas muertas	No. De plantas vivas	Porcentaje de sobrevivencia

Especies plantadas:

Actividades		ÁREAS EVALUADAS				
Áreas reforestadas		1	2	3	4	5
1	AÑO DE EJECUCIÓN	2016	2017	2018	2019	2020

2	SUPERFICIE PLANTADA (Ha)					
3	DENSIDAD INICIAL (PLANTAS/Ha)					
4	% SOBREVIVENCIA					
5	ALTURA (m)					
6	DIAMETRO (m)					
7	ESTADO SANITARIO					
8	APORCADO					
9	PRESENCIA DE PASTOREO					
10	BRECHAS CORTA-FUEGO					
11	EXESO DE HERBÁCEAS					
12	EXPOSICIÓN					
Actividades a realizar						
1	ABRIR BRECHAS CORTA FUEGO					
2	APORCADO					
3	REMOVER HERBACEAS					
4	REPLANTACIÓN (No. DE PLANTAS)					
5	PODAS					

OBSERVACIONES:.....

ATENTAMENTE
EL DELEGADO FEDERAL

C.P. FEDERICO VERA COPCA

FVC* AVP* ECA