



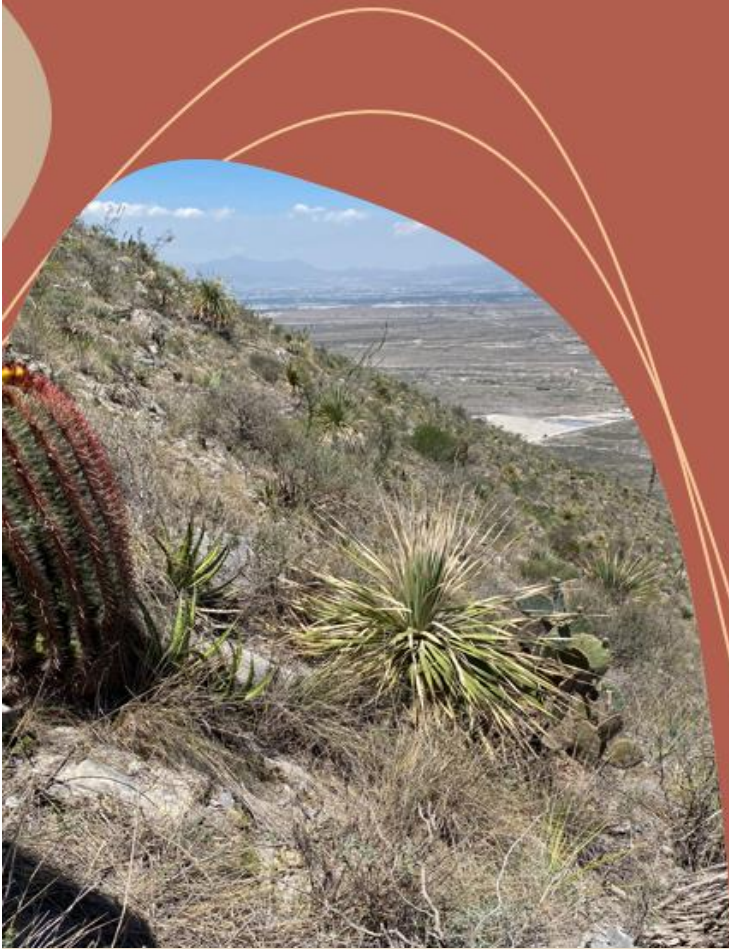
MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Modalidad A - Particular



**Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)**
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO I

**DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL
RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y
FORESTAL**



Contenido

| | |
|---|---|
| I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE. | 3 |
| I. Nombre del proyecto. | 3 |
| II. Nombre o Razón Social del Promovente..... | 3 |
| III. Nombre y cargo del representante legal | 3 |
| IV. Ubicación (dirección) del promovente..... | 3 |
| V. Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal..... | 3 |
| VI. Duración del proyecto..... | 3 |
| II. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO | 3 |
| II-1 Nombre o razón social | 3 |
| II-1.2 Nombre del responsable de la elaboración del estudio | 3 |
| II-1.3 Dirección de la empresa..... | 3 |
| II-1.4 Responsable técnico forestal | 3 |
| II-1.5 Número de inscripción en Registro forestal | 3 |

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE.

I. Nombre del proyecto.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

II. Nombre o Razón Social del Promoviente.

III. Nombre y cargo del representante legal

IV. Ubicación (dirección) del promoviente.

V. Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal.

La superficie que será sometida en el DTU modalidad A, para la **autorización en materia de impacto ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF)** por la ampliación del área de extracción de piedra caliza de una mina actualmente en operación, será de **6.23 hectáreas** con vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo.

VI. Duración del proyecto.

El cambio de uso de suelo se realizará en un periodo de 5 años (60 meses) que corresponden a las actividades propias de cambio de uso de suelo (señalización, desmonte, extracción de materias primas, espalme, transporte del material orgánico y aprovechamiento).

La superficie de 6.23 Ha se dividirá en 5 polígonos iguales de 1.246 Ha, los cuales serán intervenidos anualmente de forma paulatina hasta cubrir el plazo de 5 años y el total de la superficie solicitada.

II. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

II-1 Nombre o razón social

II-1.2 Nombre del responsable de la elaboración del estudio

II-1.3 Dirección de la empresa

II-1.4 Responsable técnico forestal

II-1.5 Número de inscripción en Registro forestal

Tabla 1. Actividades de cambio de uso de suelo (preparación del sitio)

| Actividad | Año de intervención (1, 2, 3, 4, 5) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | Semestre 1 | | | | | | Semestre 2 | | | | | |
| | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 |
| Preparación del sitio | | | | | | | | | | | | |
| Señalización | | | | | | | | | | | | |
| Desmonte | | | | | | | | | | | | |
| Extracción de materias primas | | | | | | | | | | | | |
| Despalme | | | | | | | | | | | | |

A continuación, se presenta el cronograma de trabajo por los 5 años.

Tabla 1. Cronograma de actividades

| Actividad | Vida útil del proyecto en años | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|
| | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | 5 | | | |
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rescate de flora silvestre | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | |
| Ahuyentamiento y rescate de especies de fauna silvestre | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | |
| Actividades del cambio de uso de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmante | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | |
| Extracción de materias primas provenientes del desmante | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | |
| Despalme | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | |
| Transporte y almacenamiento de material orgánico | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | |
| Actividades del aprovechamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extracción de la piedra caliza | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x |
| Transporte de la piedra caliza | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x |
| Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reubicación de flora silvestre | x | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | |
| Preparación del suelo (restauración) | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x |
| Restauración del suelo (reforestación) | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x |
| Obras de conservación de suelos | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | |
| Mantenimiento de la flora, obras de conservación y reforestación | | x | x | x | | | x | x | | | x | x | | | x | x | | | x | x |

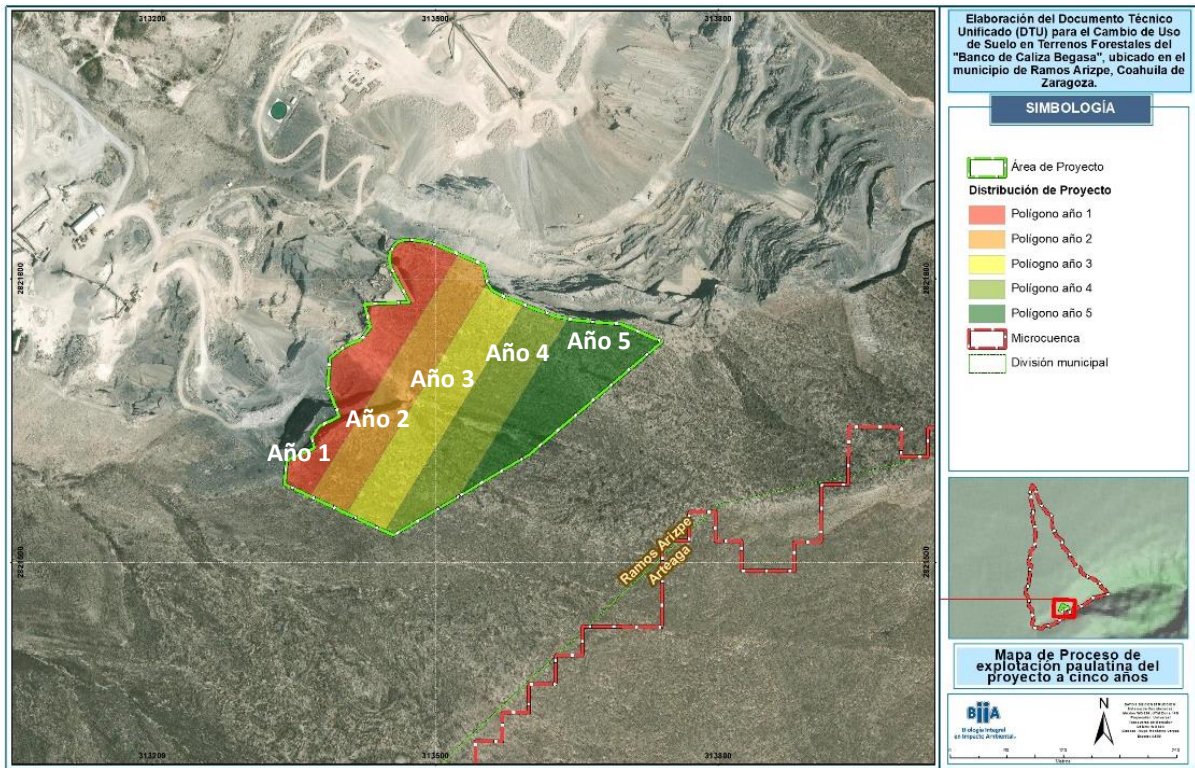
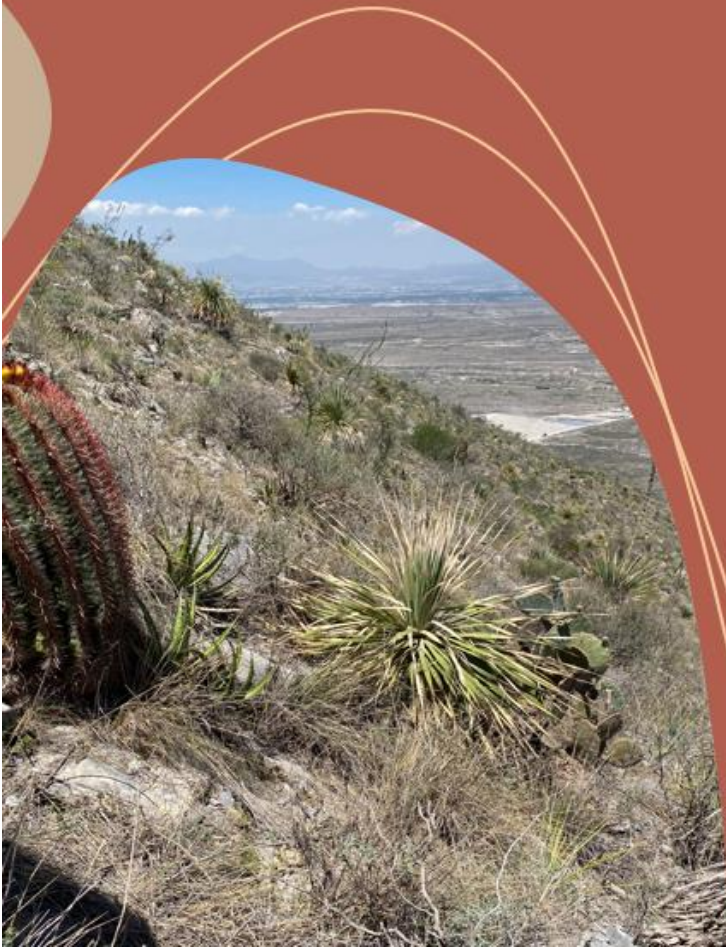


Figura 1. Proceso de desmonte (explotación) paulatino del proyecto en 5 años.

Modalidad A - Particular



**Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)**
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO II

**DESCRIPCIÓN DEL O LOS USOS QUE SE
PRETENDAN DAR AL TERRENO**



Contenido

| | |
|---|----|
| II. DESCRIPCIÓN DEL O LOS USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO..... | 3 |
| II.1. Objetivo del Proyecto..... | 6 |
| II.2. Naturaleza del proyecto..... | 6 |
| II.2.1. Uso actual..... | 7 |
| II.2.2. Uso propuesto..... | 9 |
| II.2.2.1. Etapas que conforman el proyecto..... | 10 |
| II.2.2.1.1 Preparación del sitio (cambio de uso de suelo)..... | 10 |
| II.2.2.1.2 Etapa de construcción..... | 11 |
| II.2.2.1.3 Operación y mantenimiento (extracción de piedra caliza)..... | 12 |
| II.3. Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso..... | 14 |
| II.4. Programa de trabajo..... | 15 |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

II. DESCRIPCIÓN DEL O LOS USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO.

El presente capítulo correspondiente al DTU modalidad A - Particular, tiene como interés exponer el uso que se le dará a la superficie donde se alojará el proyecto, a partir de dicha información proponer las medidas de prevención y mitigación contra impactos negativos que las actividades de la obra puedan ocasionar.

Es importante destacar que el **área del proyecto** comprende una superficie de **6.23 ha**, las cuales formaran parte de la superficie minera de un predio de **54.24 ha**. Por lo que dicha superficie es tomada como una ampliación de la mina que actualmente se encuentra en operación.

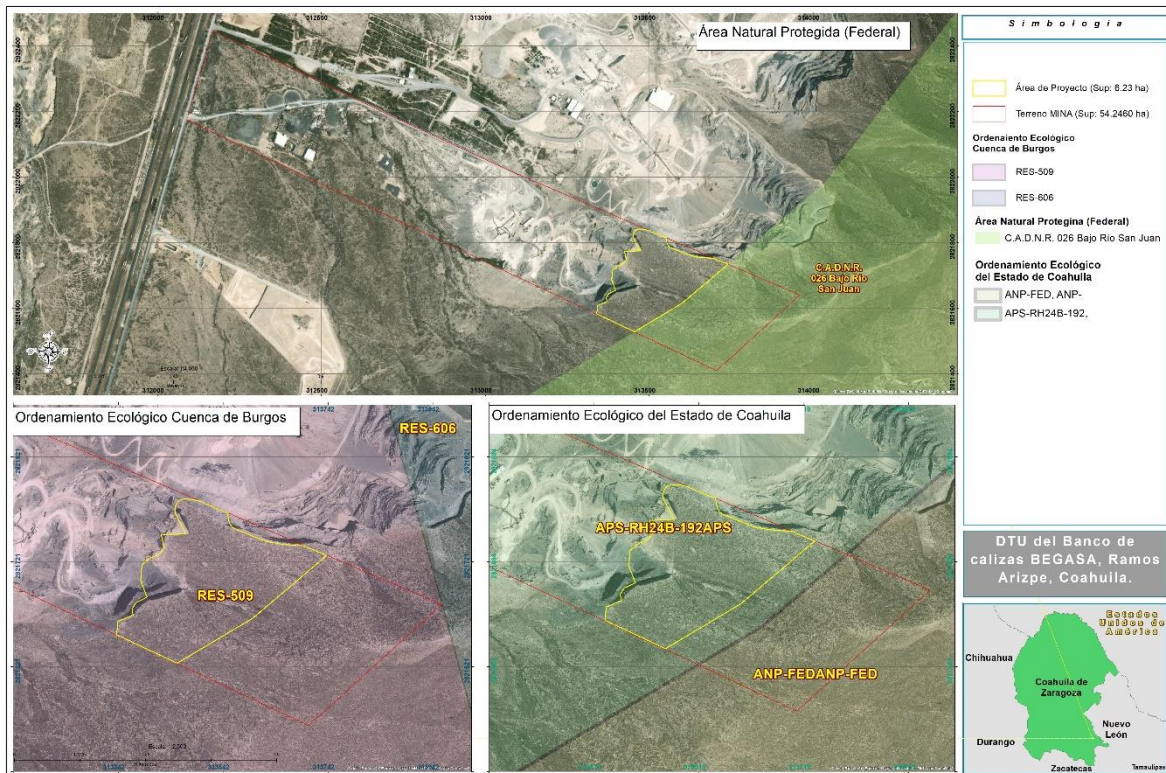


Figura 1. Ubicación del proyecto (6.23 ha) con respecto a la superficie minera (54.24 ha).



Figura 2. Vista panorámica de la mina en operación, vista desde el polígono de 6.23 de ampliación.



Figura 3. Límite del área de extracción actual y de la superficie de ampliación de 6.23 Ha.

II.1. Objetivo del Proyecto.

El objetivo principal consiste en obtener la **autorización en materia de impacto ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF)D**, para la ampliación de una mina de extracción de piedra caliza, ubicada en el municipio de Ramos Arizpe, estado de Coahuila de Zaragoza, México.

Dicha autorización será utilizada para poder llevar a cabo las actividades que comprende el CUSTF a través de la preparación del sitio (desmote y despalme), aprovechamiento, mantenimiento y restauración del proyecto. Se destaca que las obras realizadas solo se llevaran a cabo en parte de la superficie total del predio correspondiente a 54.24 hectáreas; la remoción de vegetación y superficie del proyecto sometida a evaluación se remonta solo a 6.23 ha.

La distribución de la superficie total del predio es la siguiente.

Tabla 1. Clasificación de superficies del predio

| Componente | Superficie (hectáreas) |
|-----------------------------|--|
| Patio de recolección | 2.85 |
| Área construida (almacenes) | 0.68 |
| Caminos | 2.77 |
| Caseta de vigilancia | 0.03 |
| Mina | 13.43 |
| Superficie de vegetación | 34.48 (incluyendo las 6.23 ha del proyecto) |
| Total predio | 54.24 |

Cabe destacar, que no se requiere contar con ningún tipo de infraestructura especializada puesto que la planta procesadora ya se encuentra instalada desde etapas anteriores, así mismo, ya se cuenta con algunas vías de comunicación y caminos necesarios a través de las cuales se hace el movimiento del material. Siendo así, no se considera la construcción de infraestructura ni obras adicionales para la adecuada operación del proyecto. Las actividades que como tal involucra el AP, se describen en los siguientes apartados.

Bajo el entendido de lo expuesto en el párrafo anterior, se advierte que el proyecto que actualmente se somete a evaluación se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de vegetación forestal correspondiente a MDR, en una superficie, de 6.23 Ha, equivalentes al 11.49 % de la superficie total del predio.

II.2. Naturaleza del proyecto.

Actualmente el área donde se pretende llevar a cabo el proyecto presenta sólo un uso de suelo:

Forestal: Conformado un polígono con vegetación de matorral desértico rosetófilo.

El proyecto consiste en el cambio de uso de suelo en una superficie de 6.23 hectáreas para la extracción de piedra caliza, la ubicación corresponde a 1.5 km de distancia de la autopista Carbonera – Ojo Caliente, en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila de Zaragoza.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

Para llevar a cabo el CUSTF, se realizará la preparación de sitio, en el cual, se llevarán a cabo principalmente dos actividades, el desmonte y despalme. Una vez que se haya realizado estas actividades, se llevará a cabo la extracción de piedra caliza con el uso de maquinaria, posteriormente será transportada en camiones al área de producción dentro del predio, por lo que no se realizará ningún tipo de transformación dentro del área del proyecto.

En el presente proyecto no forma parte de un plan o programa de desarrollo; de acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) el proyecto se encuentra dentro del sector 21 Minería, en el subsector 212 Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas, en la rama 2123 Minería de minerales no metálicos.

En cuanto a los elementos naturales que resulten factibles (suelo y productos maderables) serán aprovechados dentro de la misma área del proyecto. El suelo fértil removido por la extracción será depositado en un lugar previamente elegido para el almacenamiento temporal y posteriormente formar parte del material utilizado en la rehabilitación del área.

II.2.1. Uso actual.

Mediante la visita de campo se determinó que el uso actual del Área del Proyecto (AP) es vegetación forestal de Matorral Desértico Rosetófilo, en el que se encontraron especies de porte arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceas mayormente, por ejemplo: *Tecoma stans*, *Dalea bicolor*, *Flourensia cernua*, *Jathropha dioica*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Purshia plicata*, *Lippia graveolens*, *Salvia ballotiflora*, *Agave lechuguilla*, *Ariocarpus retusus*, *Cylindropuntia leptocaulis*, *Echinocereus pectinatus*, *Ferocactus pilosus*, *Lophophora williamsii*, *Mammillaria pottsii*, *Opuntia stenopetala*, etc; mismas que son características de este tipo de vegetación y que en seguida se muestra una imagen de ellas.



Figura 4. Vista general del proyecto



Figura 5. Especies de flora identificadas en el levantamiento de información

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

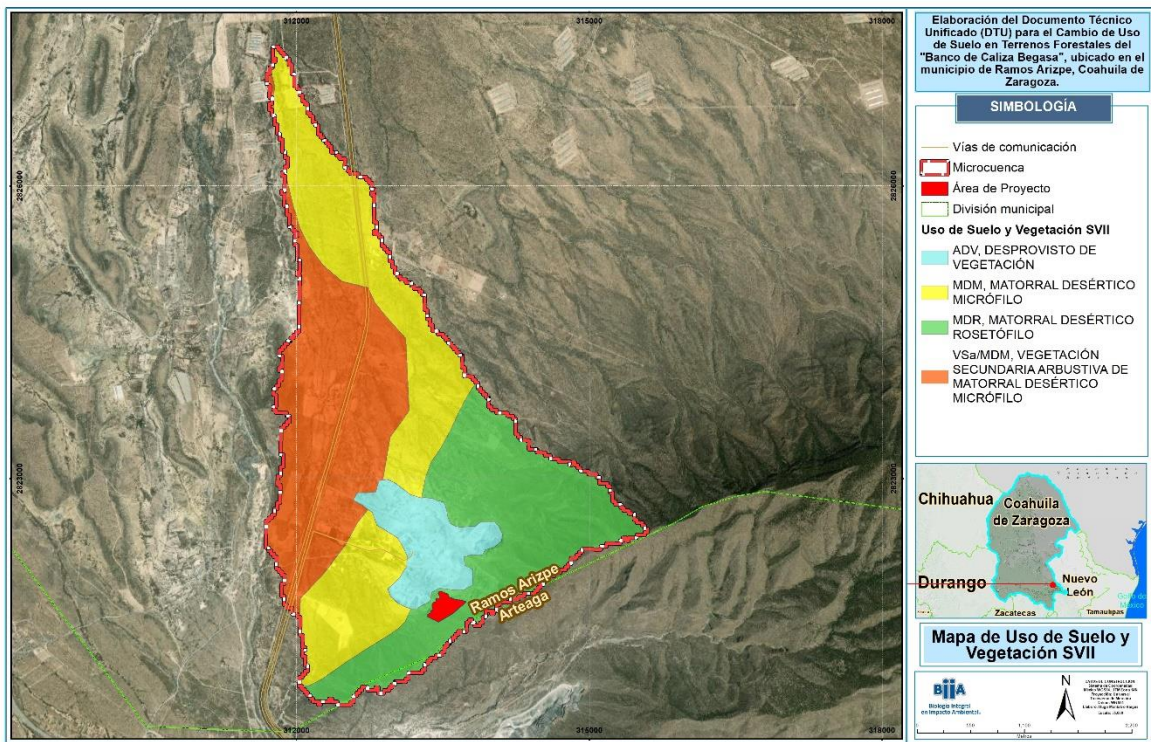


Figura 6. Mapa de uso de suelo y vegetación de las unidades de análisis

II.2.2. Uso propuesto.

De acuerdo con los requerimientos de material pétreo que tiene la mina actualmente en operación, es necesario aumentar su área de extracción en **6.23 ha**, por lo que dicha superficie se somete a **evaluación en materia de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo**.

El tipo de vegetación que se presenta en las 6.23 ha se clasifica como área forestal, cuya remoción de la vegetación implica la generación de impactos ambientales en algunos de los factores del medio ambiente. Se hace mención que, para fines del presente documento, en lo sucesivo y en los demás capítulos de este documento, esta superficie se denominará **área del proyecto (AP)**.

Tabla 2. Superficie a afectar del predio

| SUPERFICIE A AFECTAR DEL PREDIO | | |
|----------------------------------|-----------------|------------|
| Clasificación previo al proyecto | | |
| Clasificación | Superficie (Ha) | % |
| Forestal | 34.48 | 63.57 |
| Mina ya establecida y otros | 19.76 | 36.43 |
| TOTAL | 54.24 | 100 |
| Clasificación con el proyecto | | |
| Clasificación | Superficie (Ha) | % |
| Forestal | 28.25 | 52.08 |
| Mina ya establecida y otros | 19.76 | 36.43 |

| | | |
|--------------------------|--------------|------------|
| Ampliación de extracción | 6.23 | 11.49 |
| TOTAL | 54.24 | 100 |

II.2.2.1. Etapas que conforman el proyecto.

II.2.2.1.1 Preparación del sitio (cambio de uso de suelo).

La actividad principal de la preparación del sitio corresponde a la extracción de la vegetación forestal presente en la superficie en la que se llevará a cabo dicha actividad. En este apartado se menciona a detalle el procedimiento para realizar la extracción de la vegetación, por lo que algunas actividades pueden considerarse como previas al cambio de uso del suelo y no propiamente como parte operativa de este. La forma de ejecución y las actividades propias de esta etapa son las siguientes:

Actividades previo al cambio de uso de suelo.

❖ Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre.

El ahuyentamiento de fauna se concentra básicamente en generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento de los animales que se encuentren en una zona que será intervenida para el proyecto. Este método, debe combinarse con el rescate y la reubicación de los individuos que se encuentren en el sitio.

❖ Rescate y reubicación de fauna.

El rescate y reubicación de fauna silvestre consiste en una técnica auxiliar para el desplazamiento de especies, desde un sitio a intervenir (hábitat de origen, área de paso o percha) hacia un hábitat alternativo, que cuente con las características biológicas del hábitat de origen, y que permita a las especies continuar con su dinámica poblacional y ciclo biológico.

❖ Rescate y reubicación de flora.

Se indica que previo a la ejecución del cambio se realizarán recorridos por las áreas del proyecto, con la finalidad de identificar la vegetación que se verá afectada y que pudiera ser rescatada, para ser posteriormente reubicarla en sitios de características ambientales similares a las de su origen. Especialmente se le dará importancia a la flora con estatus o endémica mencionada en los capítulos posteriores de este documento.

Para realizar los trabajos de rescate y reubicación, se eligieron las especies que presentan condiciones para ser rescatadas/reubicadas con éxito, es decir, que sus dimensiones en cuanto a tamaño y sistema radicular permitan su manipulación causando los menores daños posibles.

Actividades de cambio de uso de suelo

❖ Señalización (delimitación).

Se establecerá una brigada con equipo de medición (GPS) para delimitar el área autorizada y así posteriormente iniciar con las demás actividades correspondientes al cambio de uso de suelo, reduciendo impactos fuera de estas áreas o fuera del predio.

❖ Desmonte.

Este proceso se llevará a cabo de manera paulatina, según la programación de superficies de la ejecución del proyecto. El inicio de estas actividades está en función de la autorización. El objetivo principal de esta actividad es el corte, derribo y extracción del arbolado y arbustos.

El **derribo** del arbolado será direccional para evitar la afectación de individuos que se encuentren en las áreas aledañas al CUS. Para esta actividad se utilizará una motosierra, así como herramientas auxiliares (para vegetación delgada y suave) de corte, como machetes y hechas. El procedimiento consiste en realizar dos **cortes** en forma de "uso" en el lado hacia el que se quiere que caiga el árbol, y un tercer corte del lado contrario para derribar definitivamente el tronco. En caso de árboles de poco diámetro (menos de 10 cm) o arbustos se hace un solo corte en la base de éstos. La **extracción de materias primas** consiste en el arrime de la vegetación forestal resultante del derribo a zonas donde el material no perjudique los procesos del proyecto ni zonas no autorizadas.

❖ Despalme.

La finalidad de esta actividad es extraer la vegetación herbácea existente sobre el área del proyecto, lo anterior con la finalidad de dejar el suelo desprovisto de obstáculos para la etapa de remoción del suelo y subsuelo.

Para esta actividad se usarán equipos pesados que permitan realizar el movimiento de suelos, los que típicamente podrían ser: bulldozer, CAT D6, D7 o similar, motoniveladora, excavadora tipo CAT 320 y/o 330 o similar, camión volcador de 12 m³ y/o cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar.

Actividades posteriores al CUS (medidas de mitigación)

❖ Transporte de material orgánico.

Los residuos producto del despalme (material fértil e inerte), se cargarán y transportarán al área de depósito lo más pronto posible. Se realizará simultáneamente a la etapa despalme, el cual, se colocará con una Cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar y transportará en camiones volteo con capacidad de 6 a 13 m³.

❖ Almacenamiento de material orgánico.

El material fértil e inerte serán dispuestos en la superficie de almacenamiento ubicada para tal fin, la cual deberá estar desprovista de vegetación, con pendiente ligera y ser un área que no interfiera con las corrientes superficiales de agua o zonas de recarga de acuíferos.

II.2.2.1.2 Etapa de construcción.

En el proyecto no habrá obra civil; solamente se utilizará la infraestructura existente de acuerdo a lo señalado en el punto del uso actual del predio. Es así que durante el desarrollo del mismo no se

considera la instalación de alguna obra permanente, ya que es únicamente la extracción y aprovechamiento de piedra caliza para ser trasladada al área de producción.

II.2.2.1.3 Operación y mantenimiento (extracción de piedra caliza).

El promovente contempla la ampliación del área de extracción de piedra caliza, que consiste en la extracción del material que cumpla con las características necesarias para su aprovechamiento. La extracción del material será ejecutada a cielo abierto y la maquinaria para la excavación será adecuada para el tipo de material, además el equipo utilizado se encontrará en óptimas condiciones durante la operación.

La extracción se realizará bajo el método de banqueo descendente en profundidad y restauración progresiva, mediante arranque por perforación y, posterior carga y transporte de materiales por medios mecánicos. La carga se llevará a cabo de manera in situ por medio de una retroexcavadora y/o excavadora adecuadamente dimensionada para las producciones requeridas, evitando de esta forma la realización de vertidos a la plataforma de carga y con ello la generación de polvo, evitando la disminución de la calidad medioambiental del entorno de la mina.

La superficie de ampliación de las 6.23 Ha, se encuentra colindante a la mina que actualmente se encuentra en operación y, en ella pueden encontrarse varios elementos, como: áreas actuales de extracción de piedra caliza, trituradora y bandas (área de producción), patio de maniobras, caminos internos de acarreo, oficinas y almacén de material.



Figura 7. Límite del área de extracción actual y de la superficie de ampliación de 6.23 Ha.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

Considerando lo anterior, el transporte de la caliza obtenida en las 6.23 ha de ampliación hasta la trituradora y bandas, se realizará mediante un camión o dumper articulado por los caminos ya existentes.



Figura 8. Trituradora y bandas en donde será recibido el material extraído.



Figura 9. Caminos existentes dentro del predio y almacén

El período de explotación del AP es de forma paulatina durante 5 años consecutivos, por lo que se contempla el cambio de uso de suelo en una superficie de 1.246 ha por cada año.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

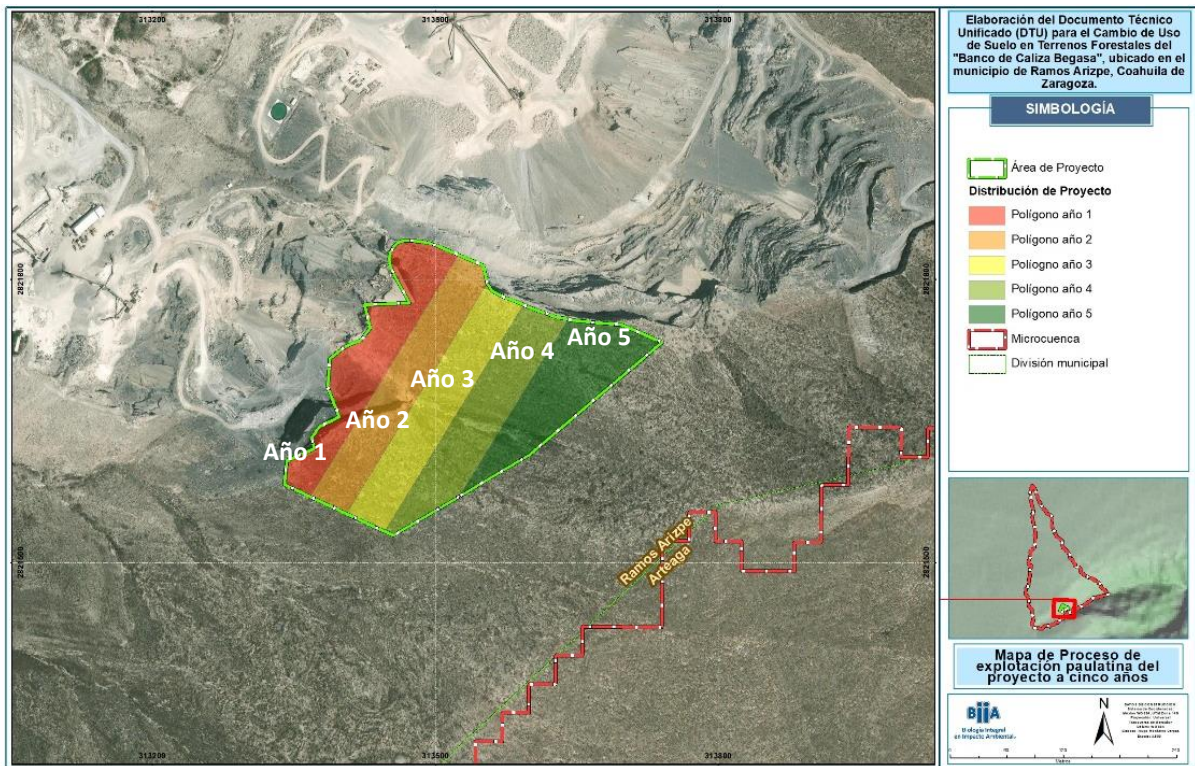


Figura 10. Proceso de cambio de uso de suelo y explotación

II.3. Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.

El terreno donde se llevará a cabo el proyecto fue elegido con base en distintos criterios que sustentan el hecho de éste es apropiado para el nuevo uso de suelo que se propone; entre los criterios considerados podemos mencionar los siguientes:

❖ Criterios ambientales.

El predio se encuentra cubierto en su totalidad por un ecosistema de matorral desértico rosetófilo, el cual, según la bibliografía especializada, se trata de un ecosistema de relativa importancia por la diversidad de flora y fauna que alberga, pero no se considera como un ecosistema excepcional o frágil como es el caso de las dunas costeras, los humedales, manglares, selvas bajas, etc.; por lo que se advierte que dicho ecosistema tendrá la capacidad de albergar el proyecto, sin que se vean comprometidos sus recursos naturales.

De misma forma, se destaca que el proyecto no se encuentra dentro de alguna área natural protegida, ni en alguna área de Importancia para la conservación de las aves o región hidrológica prioritaria, pero si parte del AP se sobrepone a una región terrestre prioritaria, sin embargo, las actividades del CUS no interfieren de manera grave con dicha zona.

❖ Criterios técnicos.

La superficie que se verá afectada corresponde a una mínima fracción del hábitat disponible, no obstante, se toman las medidas necesarias para asegurar la proliferación de la vegetación afectada. Al igual se destaca que en las inmediaciones del mismo se encuentran, caminos, terrenos de agricultura y demás zonas de aprovechamiento minero, por ende, la superficie del proyecto se encuentra dentro de la política ambiental 11.17 de aprovechamiento sustentable y como cuadyuvante de desarrollo minero (UAB 28). Una vez que se lleven a cabo las actividades que comprende el cambio de uso de suelo se prevé que los impactos a la vegetación se ceñirán exclusivamente a la superficie de aprovechamiento.

❖ **Criterios socioeconómicos.**

El sitio del proyecto en su estado actual solamente genera gastos que por nada resultan redituables, tales como el pago del impuesto predial, trabajos de conservación, vigilancia, etc., lo que se traduce en una pérdida monetaria y no en un beneficio económico; sin embargo, con el desarrollo de la mina que se propone, se podrán obtener beneficios económicos desde diferentes sectores, inclusive será una fuente generadora de empleos tanto temporales como permanentes que beneficiarán a un sector determinado de la sociedad (construcción). Asimismo, el proyecto generará ingresos económicos que permearán a los diferentes niveles de gobierno, con el pago de permisos e impuestos, en forma permanente.

II.4. Programa de trabajo.

El cambio de uso de suelo se realizará en un periodo de 5 años (60 meses) que corresponden a las actividades propias de cambio de uso de suelo (señalización, desmonte, extracción de materias primas, espalme, transporte del material orgánico y aprovechamiento).

La superficie de 6.23 Ha se dividirá en 5 polígonos iguales de 1.246 Ha, los cuales serán intervenidos anualmente de forma paulatina hasta cubrir el plazo de 5 años y el total de la superficie solicitada.

Tabla 3. Actividades de cambio de uso de suelo (preparación del sitio)

| Actividad | Año de intervención (1, 2, 3, 4, 5) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | Semestre 1 | | | | | | Semestre 2 | | | | | |
| | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 |
| Preparación del sitio | | | | | | | | | | | | |
| Señalización | | | | | | | | | | | | |
| Desmonte | | | | | | | | | | | | |
| Extracción de materias primas | | | | | | | | | | | | |
| Despalme | | | | | | | | | | | | |

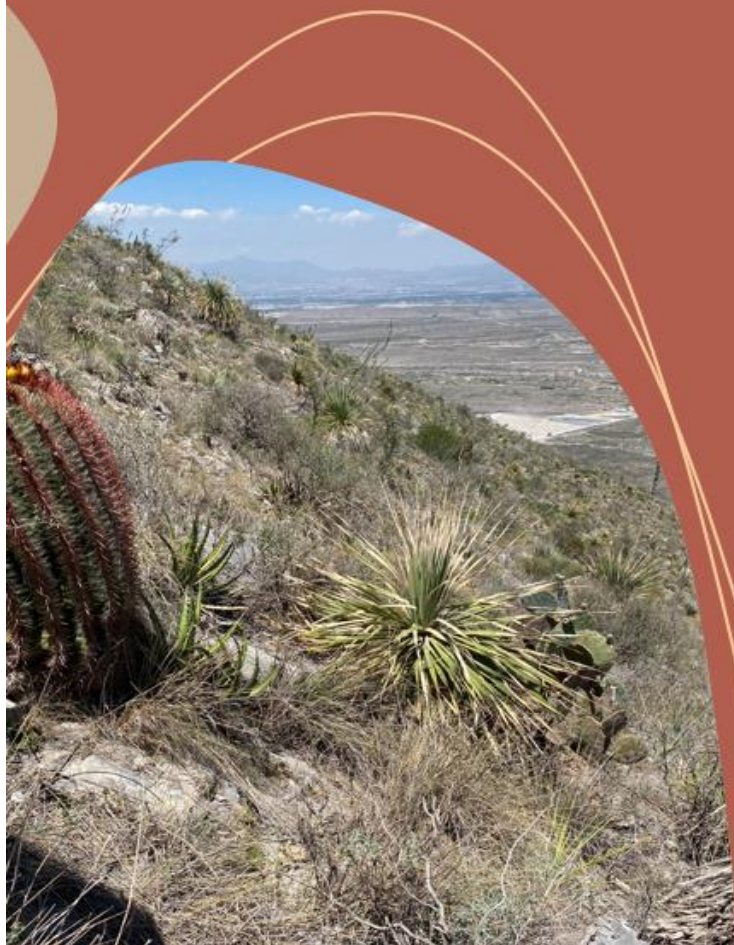
Tabla 4. Cronograma de actividades

| Actividad | Vida útil del proyecto en años | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------------|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|
| | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | 5 | | | |
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

| Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|--|---|---|---|--|---|---|---|
| Rescate de flora silvestre | x | | | | x | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| Ahuyentamiento y rescate de especies de fauna silvestre | x | | | | x | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| Actividades del cambio de uso de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmante | | x | | | x | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| Extracción de materias primas provenientes del desmante | | x | | | x | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| Despalme | | x | | | x | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| Transporte y almacenamiento de material orgánico | | x | | | x | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| Actividades del aprovechamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extracción de la piedra caliza | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x |
| Transporte de la piedra caliza | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x |
| Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reubicación de flora silvestre | x | x | | | x | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| Preparación del suelo (restauración) | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x |
| Restauración del suelo (reforestación) | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x |
| Obras de conservación de suelos | | x | | | x | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| Mantenimiento de la flora, obras de conservación y reforestación | | x | x | x | | | x | x | | | x | x | | | x | x | | | x | x |

Modalidad A - Particular



Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU)
para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del “Banco de Calizas Begasa” ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO III

UBICACIÓN Y SUPERFICIE TOTAL DEL O LOS POLÍGONOS DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, PRECISANDO SU LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS PLANOS DEL PREDIO CORRESPONDIENTE, LOS CUALES ESTARÁN GEOREFERENCIADOS Y EXPRESADOS EN COORDENADAS UTM



Contenido

| | |
|---|----|
| III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE TOTAL DEL O LOS POLÍGONOS DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, PRECISANDO SU LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS PLANOS DEL PREDIO CORRESPONDIENTE, LOS CUALES ESTARÁN GEOREFERENCIADOS Y EXPRESADOS EN COORDENADAS UTM | 3 |
| III.1. Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto..... | 3 |
| III.2. Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica | 4 |
| III.3. Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto | 5 |
| III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP) | 6 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 11 |

III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE TOTAL DEL O LOS POLÍGONOS DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, PRECISANDO SU LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS PLANOS DEL PREDIO CORRESPONDIENTE, LOS CUALES ESTARÁN GEOREFERENCIADOS Y EXPRESADOS EN COORDENADAS UTM

III.1. Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto

El proyecto a nivel geopolítico se ubica al sur del municipio de Ramos Arizpe perteneciente al estado de Coahuila.

El régimen de la propiedad de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales es Particular, pertenece a la empresa BEGASA TRITURADOS S.A. de C.V., la cual está constituida por una superficie de 54.24 hectáreas dentro de las cuales, se encuentra, el predio de 6.2282 hectáreas que corresponden a 6.23 hectáreas de forma redondeada, que se somete a evaluación en materia de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo de vegetación de matorral desértico rosetófilo.

El predio se ubica en la Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos, la cual, se localiza al Norte del país en la parte central de América del Norte, su cauce principal y la frontera entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos es el Río Bravo, mismo que comprende desde las ciudades del Paso Texas y Ciudad Juárez Chihuahua, hasta su desembocadura en el Golfo de México.

En la región hidrológica están comprendidas partes de las entidades mexicanas de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Tamaulipas; tiene una superficie de escurrimiento de 226,275 kilómetros cuadrados.

La Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos, está limitada al norte por los Estados Unidos de América, al sur por las Regiones Hidrológicas números 35 Mapimí, 36 Nazas-Aguanaval y 37 El Salado; al este por la Región Hidrológica número 25 San Fernando - Soto la Marina y al oeste las Regiones Hidrológicas números 9 Sonora Sur, 10 Sinaloa y 34 Cuencas Cerradas del Norte. Las cuencas que integran el Río Conchos forman el área de aportación más grande de las corrientes mexicanas que descargan al Río Bravo. Tiene una superficie de escurrimiento de 65,770 kilómetros cuadrados, que representa el 29% de la región hidrológica. El Río Conchos nace al suroeste del Estado de Chihuahua, aunque el Río Florido, uno de sus tributarios, nace más al sur, en la parte norte del Estado de Durango (DOF, 2011).

Considerando los puntos de control hidrológico existentes, como son estaciones hidrométricas, presas u otros embalses, así como la calidad y cantidad de la información histórica con que se cuenta en estos puntos, la Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos, está integrada por 37 cuencas hidrológicas y éstas se agrupan en cuatro subregiones hidrológicas (1) Alto Bravo, (2) Seis Tributarios (3) Medio Bravo y (4) Bajo Bravo, a esta última pertenece la Cuenca B.R. Bravo – San Juan y la subcuenca C.R. Pesquería donde se encuentra el predio del proyecto.

En el siguiente apartado se presenta el mapa representativo de la ubicación geopolítica del proyecto y respecto a la región, cuenca y subcuenca hidrológica.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

III.2. Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica

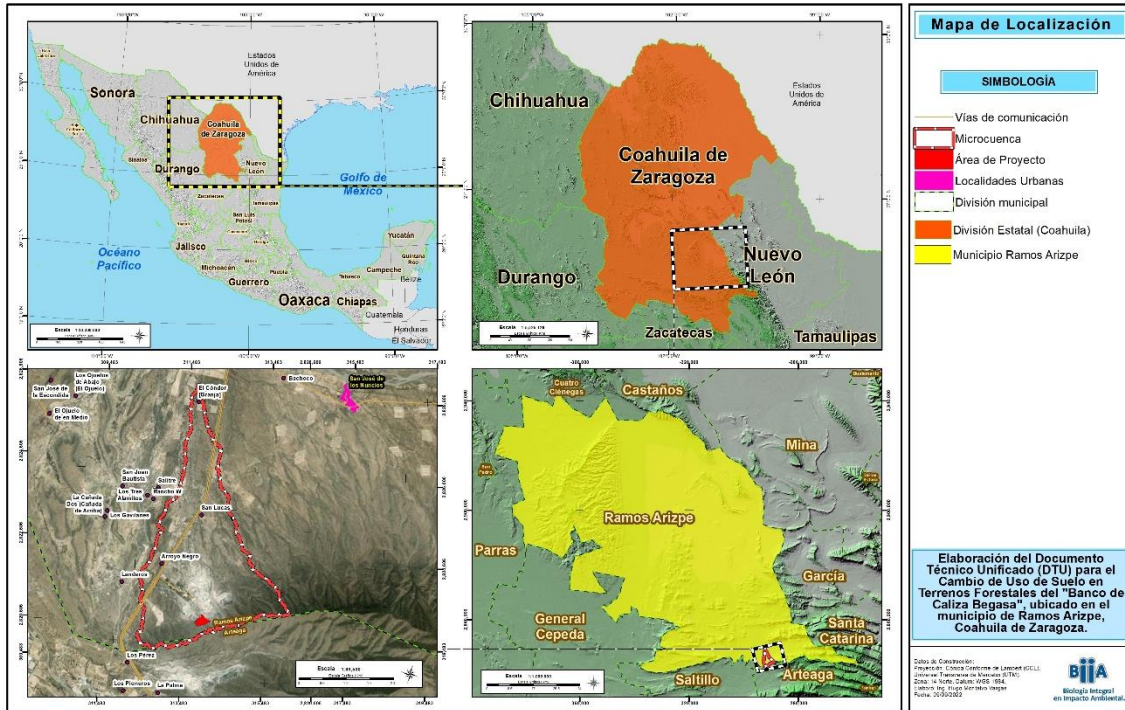


Figura 1. Mapa de ubicación geopolítica del proyecto

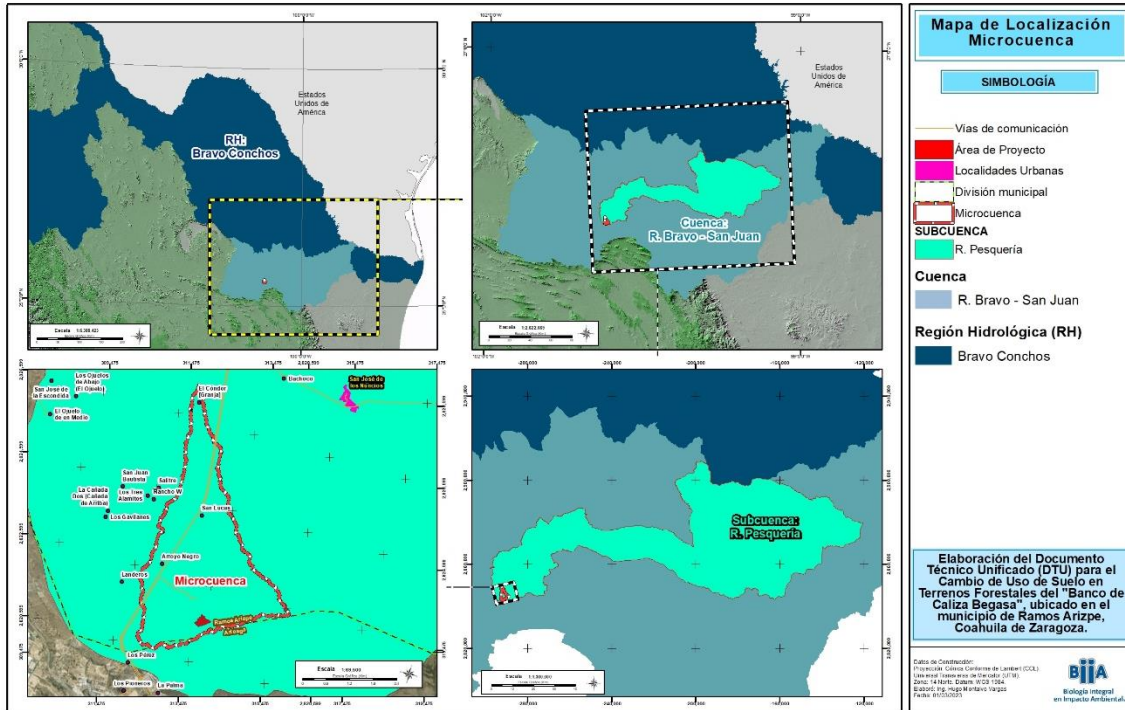


Figura 2. Mapa del proyecto respecto a la región, cuenca, subcuenca y microcuenca hidrológica

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

III.3. Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto

A continuación, se presenta el mapa y la tabla que contiene los 65 vértices y coordenadas UTM (WGS 84 UTM Z14N) del predio de 6.23 hectáreas sujeto a CUSTF.

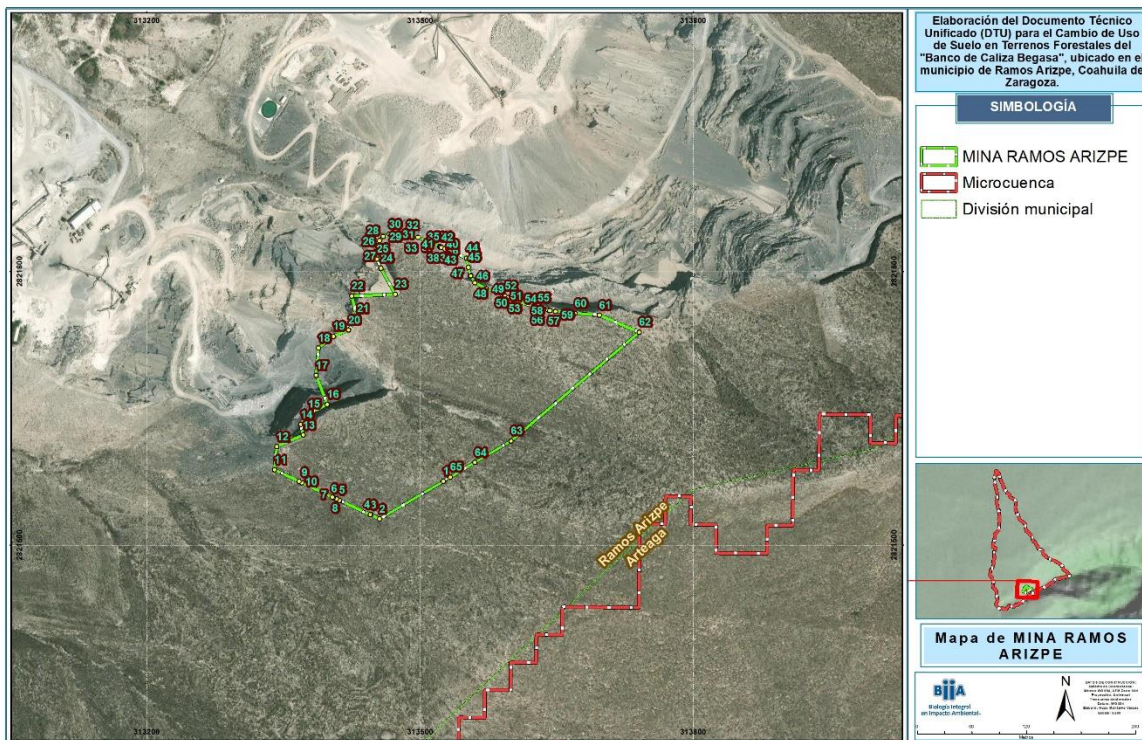


Figura 3. Mapa de ubicación del polígono sujeto a CUSTF

Tabla 1. Coordenadas UTM del predio

| VÉRTICE | COORDENADA UTM X | COORDENADA UTM Y | VÉRTICE | COORDENADA UTM X | COORDENADA UTM Y |
|---------|------------------|------------------|---------|------------------|------------------|
| 1 | 313525.20 | 2821570.21 | 19 | 313404.35 | 2821729.23 |
| 2 | 313455.35 | 2821528.70 | 20 | 313421.34 | 2821735.90 |
| 3 | 313445.71 | 2821533.22 | 21 | 313431.00 | 2821748.79 |
| 4 | 313445.01 | 2821533.54 | 22 | 313425.03 | 2821773.38 |
| 5 | 313411.20 | 2821549.39 | 23 | 313472.49 | 2821775.36 |
| 6 | 313407.89 | 2821550.94 | 24 | 313456.98 | 2821803.78 |
| 7 | 313404.67 | 2821552.45 | 25 | 313452.09 | 2821814.10 |
| 8 | 313403.52 | 2821552.99 | 26 | 313450.70 | 2821822.13 |
| 9 | 313370.03 | 2821568.68 | 27 | 313452.36 | 2821829.25 |
| 10 | 313367.05 | 2821570.07 | 28 | 313455.43 | 2821834.22 |
| 11 | 313340.10 | 2821582.70 | 29 | 313459.58 | 2821838.94 |
| 12 | 313342.45 | 2821608.20 | 30 | 313465.82 | 2821841.11 |
| 13 | 313371.41 | 2821620.71 | 31 | 313473.75 | 2821841.49 |
| 14 | 313369.14 | 2821632.31 | 32 | 313485.46 | 2821840.14 |
| 15 | 313377.03 | 2821644.26 | 33 | 313497.29 | 2821837.80 |
| 16 | 313398.06 | 2821654.48 | 34 | 313521.52 | 2821827.48 |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

| VÉRTICE | COORDENADA UTM X | COORDENADA UTM Y | VÉRTICE | COORDENADA UTM X | COORDENADA UTM Y |
|---------|------------------|------------------|---------|------------------|------------------|
| 17 | 313385.50 | 2821686.40 | 35 | 313521.99 | 2821827.28 |
| 18 | 313388.21 | 2821716.14 | 36 | 313522.01 | 2821827.27 |
| 37 | 313522.03 | 2821827.26 | 55 | 313628.96 | 2821760.27 |
| 38 | 313522.08 | 2821827.24 | 56 | 313635.87 | 2821758.92 |
| 39 | 313522.10 | 2821827.23 | 57 | 313640.39 | 2821758.03 |
| 40 | 313522.21 | 2821827.18 | 58 | 313642.47 | 2821757.62 |
| 41 | 313522.32 | 2821827.14 | 59 | 313648.20 | 2821756.50 |
| 42 | 313523.18 | 2821826.77 | 60 | 313669.52 | 2821754.30 |
| 43 | 313527.19 | 2821825.06 | 61 | 313696.70 | 2821752.41 |
| 44 | 313550.87 | 2821814.97 | 62 | 313740.23 | 2821733.74 |
| 45 | 313552.69 | 2821804.82 | 63 | 313599.64 | 2821614.45 |
| 46 | 313555.06 | 2821795.68 | 64 | 313559.91 | 2821590.83 |
| 47 | 313555.23 | 2821795.42 | 65 | 313532.94 | 2821574.81 |
| 48 | 313560.11 | 2821787.93 | | | |
| 49 | 313572.64 | 2821781.48 | | | |
| 50 | 313582.95 | 2821777.73 | | | |
| 51 | 313592.42 | 2821773.68 | | | |
| 52 | 313592.97 | 2821773.44 | | | |
| 53 | 313597.10 | 2821771.67 | | | |
| 54 | 313608.17 | 2821767.31 | | | |

III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP)

De acuerdo a la ubicación del predio, la parte sur de este (vértices 1, 2, 62, 63, 64 y 65) colinda con el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora de los Distritos Nacionales de Riego (CADNR) 026 Bajo Río San Juan, la cual, tiene una superficie total de 197,156.79 hectáreas.

Se decretó el 03 de agosto de 1949 con el objetivo de declarar a las zonas protectoras forestales y de repoblación a las cuencas de alimentación de las obras de irrigación de los Distritos Nacionales de riego, y, por consiguiente, se establece una veda total e indefinida en los montes ubicados dentro de dichas cuencas.

Dentro del polígono de microcuenca delimitado para este proyecto se abarca una superficie de 142.4203 hectáreas de esta área de protección. Actualmente no se encuentra decretado el programa de manejo. En el Capítulo XIV de este estudio, se realiza la vinculación de este instrumento con el proyecto.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

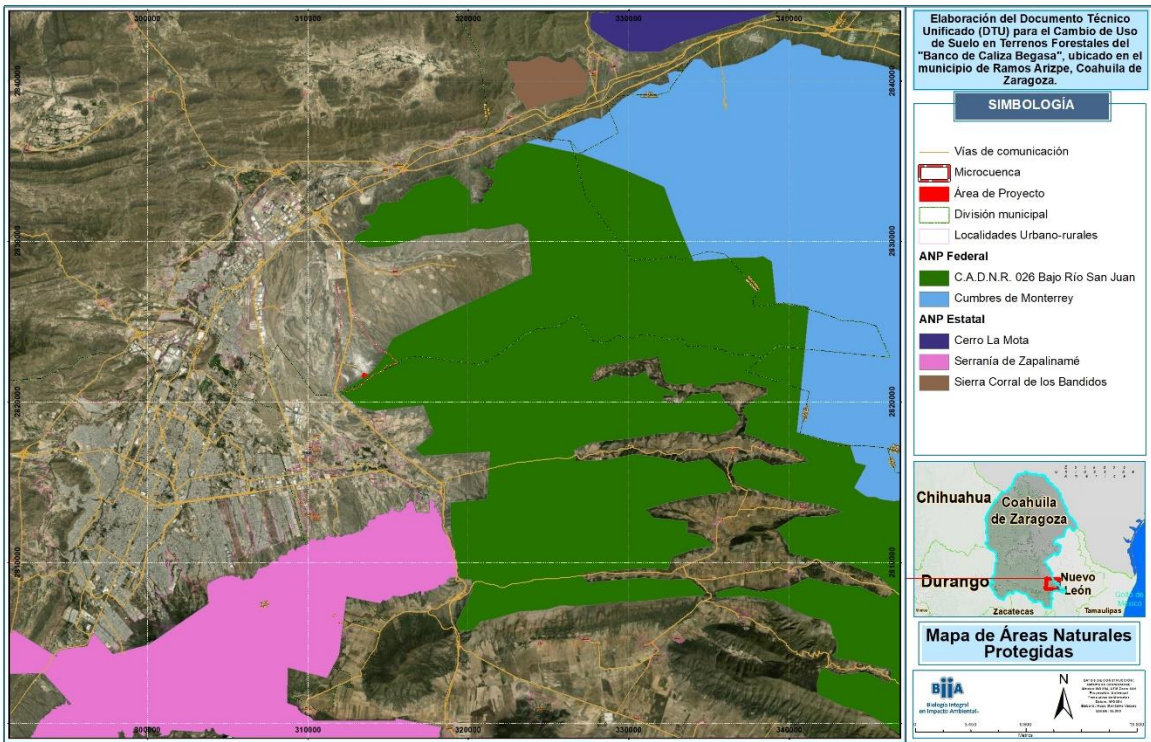


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a las áreas naturales protegidas más cercanas

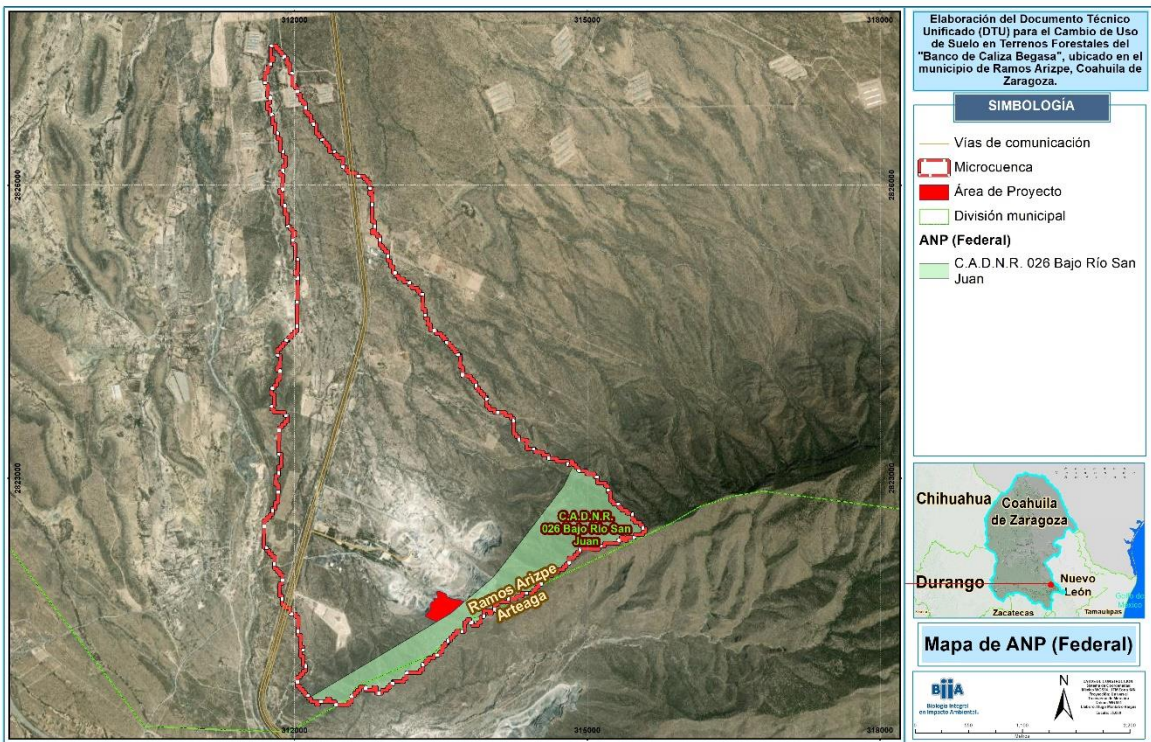


Figura 5. Mapa de ubicación del predio respecto al ANP federal CADNR 026 Bajo Río San Juan

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

En cuanto a las áreas con importancia ecológica de la CONABIO, la RTP 81 El Potosí – Cumbres de Monterrey también se encuentra colindante al predio en la parte sur y dentro de la microcuenca delimitada se abarcan 122.2392 hectáreas del polígono de la región.

La RTP 81 es una geoforma que se integra a la Sierra Madre Oriental y comprende en la parte norte dos ANP: "Cerro de la Silla" y "Cumbres de Monterrey" decretadas el 26 de abril de 1991 y el 23 de noviembre de 1939, respectivamente. Está formada por una serie de cañones intermontanos orientados del nor-noroeste al sur-sureste. La pendiente y la orientación caracterizan una variedad de tipos de vegetación, de los que sobresalen los bosques de pinos con predominancia de *Picea sp.*, *Pseudotsuga sp.* y *Abies sp.*, con áreas de chaparral, matorral submontano, matorral desértico rosetófilo y otros. Existe una gran diversidad de tipos de vegetación y de especies de importancia fitogeográfica tales como *Pinus greggii*, especies de *Abies sp.*, *Pseudotsuga sp.*, *Juniperus sp.* y endemismos como *Pinus culminicola* y los géneros *Astragalus* y *Lupinus*. La mayoría de las especies se encuentran en distintos grados de amenaza. Esta RTP es considerada como una isla biogeográfica.

Los principales problemas son la explotación forestal, el pastoreo y entresaca selectiva de especies de interés forestal. La invasión de las faldas del Cerro de la Silla por asentamientos humanos y contaminación por basura y desechos domésticos. Agotamiento de los recursos forestales, descenso del nivel freático y escorrentía, deterioro de la vegetación y fauna por uso intensivo (CONABIO).

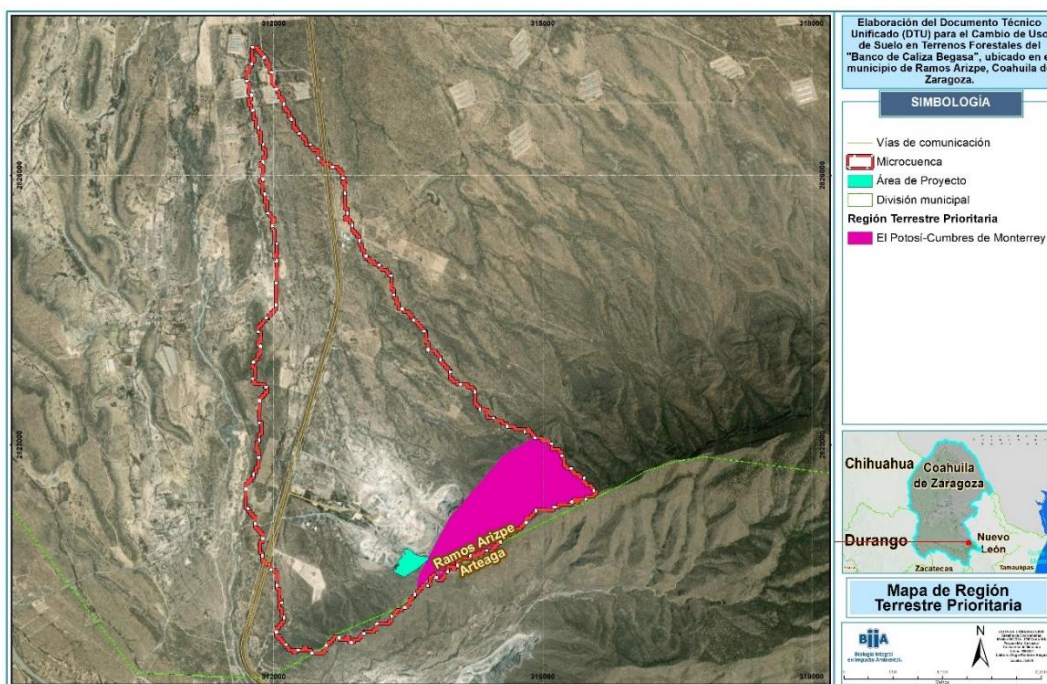


Figura 6. Mapa de ubicación del proyecto respecto al RTP 81 El Potosí – Cumbres de Monterrey

La Región Hidrológica Prioritaria y el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) más cercanas son RHP 52 Cumbres de Monterrey y el AICA Sierra de Arteaga. La primera se encuentra a 2.8 kilómetros de distancia en dirección sur del predio, y la segunda a 2.3 kilómetros en

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

dirección sureste. No se encuentran dentro del polígono de la microcuenca delimitado para este estudio.

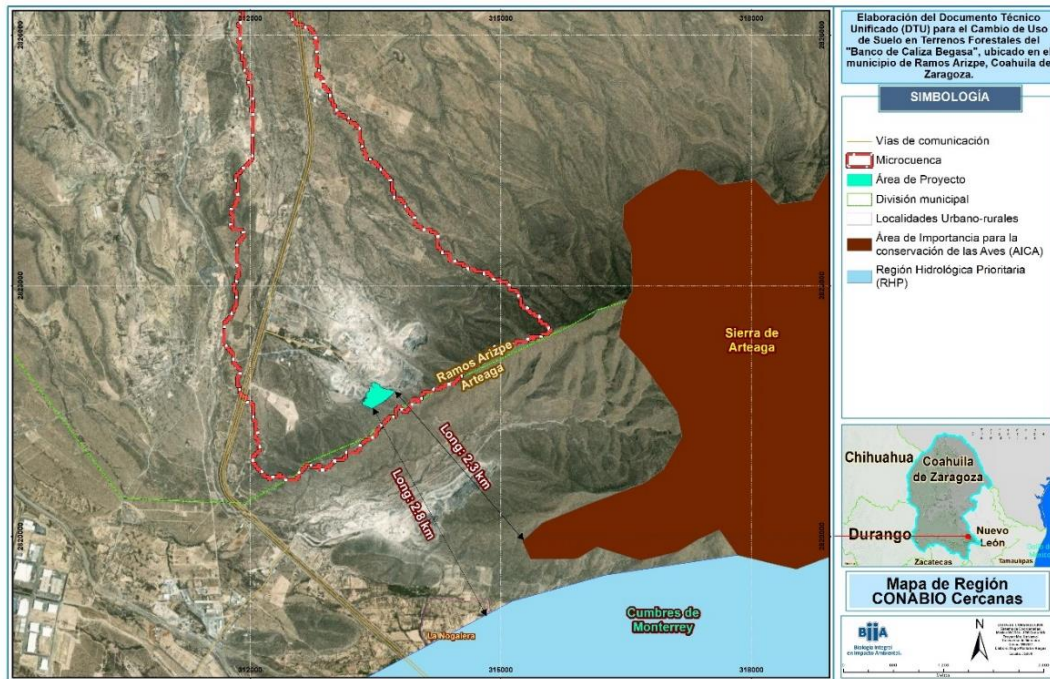


Figura 7. Mapa de ubicación del proyecto respecto al RHP y AICA más cercanas

En cuanto a los instrumentos de ordenamiento del territorio, son aplicables el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Coahuila y el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca de Burgos.

En el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Coahuila el predio del proyecto se encuentra en la UGA APS-RH24B-192, la cual, cuenta con una superficie de 26895.615 hectáreas. Esta unidad tiene una política de Aprovechamiento Sustentable en donde la utilización de los recursos naturales se debe realizar de manera que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. Esta política se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma sustentable (Periódico Oficial, 2017).

La vinculación con los lineamientos que regulan esta UGA se presenta en el Capítulo XIV de este estudio.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

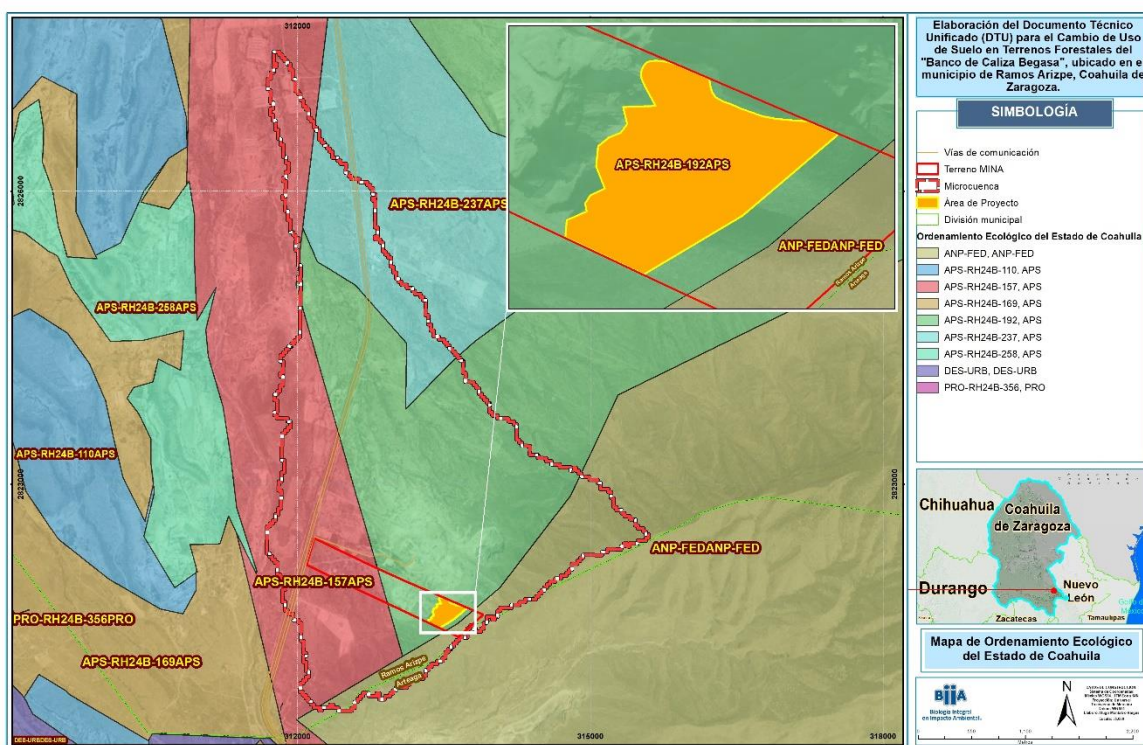


Figura 8. Mapa de ubicación del proyecto respecto al modelo de Ordenamiento Ecológico del Estado de Coahuila

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos es un instrumento de política ambiental que promueve el aprovechamiento de los recursos naturales, sin hacer a un lado, la protección del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales en la planeación del desarrollo. Su objetivo es inducir el desarrollo de las actividades productivas en la región, siempre considerando la conservación y protección de los recursos naturales. De esta manera, este ordenamiento ecológico pretende ser el instrumento que le permita al Gobierno Federal, Estatal y Municipal hacer una mayor y mejor gestión de los recursos naturales en beneficio de la sociedad y del medio ambiente (Periódico Oficial, 2012).

Respecto a este ordenamiento, el predio del proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental RES-509, la cual tiene estrategias de "Restauración" y "Actividades Extractivas". La vinculación con los lineamientos que regulan esta UGA se presenta en el Capítulo XIV de este estudio.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

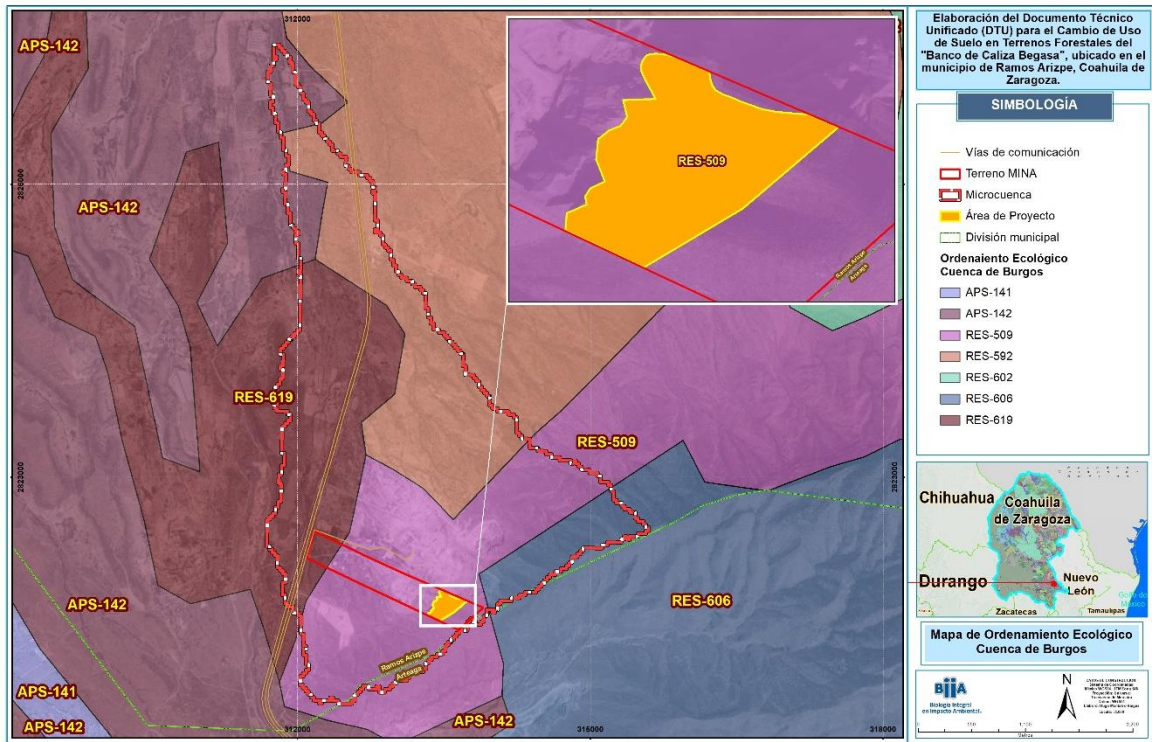


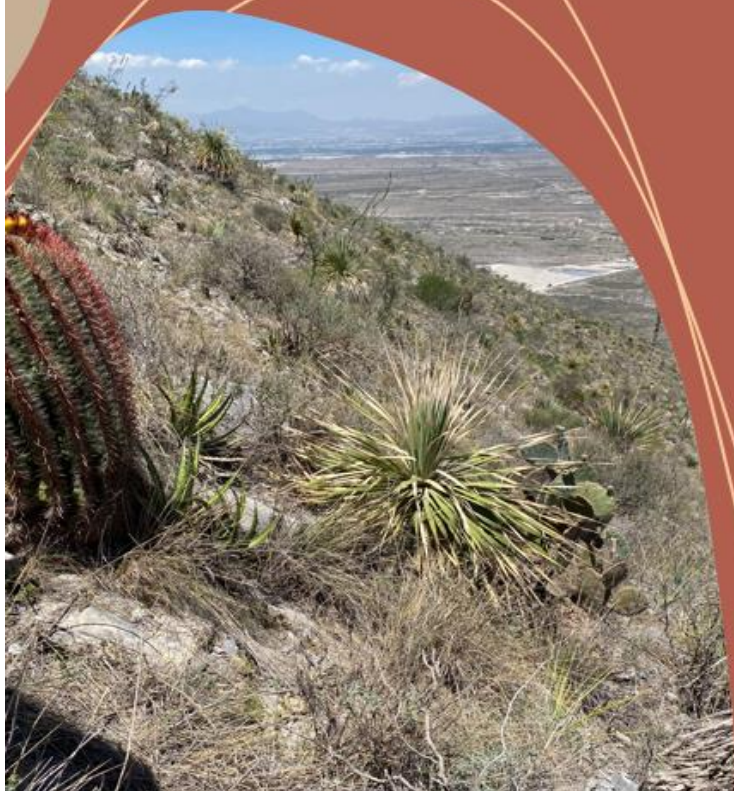
Figura 9. Mapa de ubicación del proyecto respecto al modelo de Ordenamiento Ecológico Cuenca de Burgos

BIBLIOGRAFÍA

- CONABIO. (s.f.). *RTP-81 El Potosí - Cumbres de Monterrey*. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_081.pdf
- DOF. (2011). *Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de la Región Hidrológica número 24 Bravo - Conchos*.
- Periódico Oficial. (2012). *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos*.
- Periódico Oficial. (2017). *Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila de Zaragoza*.

Modalidad A - Particular

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU)
para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del “Banco de Calizas Begasa” ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.



CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA, SUBCUENCA Y MICROCUENCA, DONDE SE ENCUENTRA UBICADA LA SUPERFICIE SOLICITADA INCLUYENDO CLIMA, TIPOS DE SUELO, TOPOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA, GEOLOGÍA Y LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA POR TIPOS DE VEGETACIÓN Y COMPOSICIÓN DE GRUPOS FAUNÍSTICOS.



ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA, SUBCUENCA Y MICROCUENCA, DONDE SE ENCUENTRA UBICADA LA SUPERFICIE SOLICITADA INCLUYENDO CLIMA, TIPOS DE SUELO, TOPOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA, GEOLOGÍA Y LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA POR TIPOS DE VEGETACIÓN Y COMPOSICIÓN DE GRUPOS FAUNÍSTICOS. | 4 |
| IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto. | 4 |
| IV.1.1 Delimitación de la microcuenca (MHF) y del proyecto (AP). | 4 |
| IV.2 Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal. | 8 |
| IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental de la cuenca. | 8 |
| IV.2.2 Medio físico. | 9 |
| IV.2.2.1 Fisiografía. | 9 |
| IV.2.2.1.1 Provincias fisiográficas. | 10 |
| IV.2.2.1.2 Subprovincias fisiográficas. | 10 |
| IV.2.2.2 Clima. | 11 |
| IV.2.2.3 Relieve. | 14 |
| IV.2.2.3.1 Sistema de topoformas. | 14 |
| IV.2.2.3.2 Clasificación de pendientes. | 15 |
| IV.2.2.4 Geología. | 16 |
| IV.2.2.4.1 Regionalización sísmica. | 17 |
| IV.2.2.5 Edafología. | 18 |
| IV.2.2.5.1 Tipos de suelo. | 18 |
| IV.2.2.5.2 Erosión de la microcuenca. | 20 |
| IV.2.2.5.3 Degradación de suelos. | 22 |
| IV.2.2.6 Hidrografía. | 23 |
| IV.2.2.6.1 Región hidrológica. | 23 |
| IV.2.2.6.2 Cuenca hidrológica. | 24 |
| IV.2.2.6.3 Subcuenca hidrológica. | 25 |
| IV.2.2.6.4 Hidrología superficial. | 26 |
| IV.2.2.6.5 Hidrología subterránea. | 26 |
| IV.2.3 Medio biológico. | 28 |
| IV. 2.3.1 Vegetación. | 28 |
| IV.2.3.1.1 Vegetación en la Microcuenca de estudio. | 30 |
| IV.2.3.1.2 Metodología. | 31 |
| IV.2.3.1.3 Trabajo de campo para el levantamiento de información. | 31 |

| | |
|--|----|
| IV.2.3.1.4 Trabajo de Gabinete para el análisis de datos | 33 |
| IV.2.3.1.5 Especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010..... | 35 |
| IV.2.4 Análisis de los índices de diversidad en la microcuenca de estudio..... | 37 |
| IV.2.3.2 Fauna..... | 42 |
| IV.2.3.2.1 Probable ocurrencia | 42 |
| IV.2.3.2.2 Metodologías de muestreo en campo en la Microcuenca..... | 47 |
| IV.2.3.2.3 Análisis estadístico en gabinete | 54 |
| IV.2.3.2.4 Registros faunísticos observados en la Microcuenca..... | 56 |
| IV.2.3.2.5 Análisis estadístico de los grupos faunísticos en Microcuenca..... | 60 |
| IV.3 Bibliografía..... | 64 |

IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA, SUBCUENCA Y MICROCUENCA, DONDE SE ENCUENTRA UBICADA LA SUPERFICIE SOLICITADA INCLUYENDO CLIMA, TIPOS DE SUELO, TOPOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA, GEOLOGÍA Y LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA POR TIPOS DE VEGETACIÓN Y COMPOSICIÓN DE GRUPOS FAUNÍSTICOS.

El presente capítulo tiene como finalidad la caracterización del medio (factores bióticos y abióticos) presentes en el área donde se planea el proyecto “Banco de Calizas Begasa” ubicado en el municipio de Ramos Arizpe, estado de Coahuila y del medio que lo rodea considerado como unidad de análisis comparativa la microcuenca hidrológica forestal (MHF).

Geopolíticamente el proyecto se encuentra en el estado de Coahuila de Zaragoza, el cual se ubica en la región noreste del país, limitando al norte con el río Bravo que lo separa de Estados Unidos, al este con Nuevo León, al sur con Zacatecas y San Luis Potosí, y al oeste con Durango y Chihuahua. Cuenta con 151,563 km² siendo el tercer estado más extenso. Geográficamente respecto a la región hidrográfica, el proyecto se encuentra inmerso en la región hidrológica RH24 Bravo Conchos, en la cuenca hidrográfica “B” Río Bravo - San Juan, dentro de la subcuenca “c” Río Pesquería y microcuenca San José de los Nuncios con el código 24-099-26-012.

IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.

IV.1.1 Delimitación de la microcuenca (MHF) y del proyecto (AP).

Derivado de la dimensión del proyecto y de la zona de estudio, las unidades de análisis a utilizar tanto del INEGI como de la FIRCO, resultan demasiado grandes para el estudio, por tal motivo se decidió utilizar la plataforma del INEGI SIATL, de manera más particular delimitar zonas de análisis muy específicas como es el caso, por tanto, se utilizó esta herramienta para determinar la unidad de análisis final, la cual se desarrolla de la siguiente manera.

La unidad de análisis (MHF) para el presente estudio se determinó por medio de la información que se puede consultar en la página del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#openmodal223.

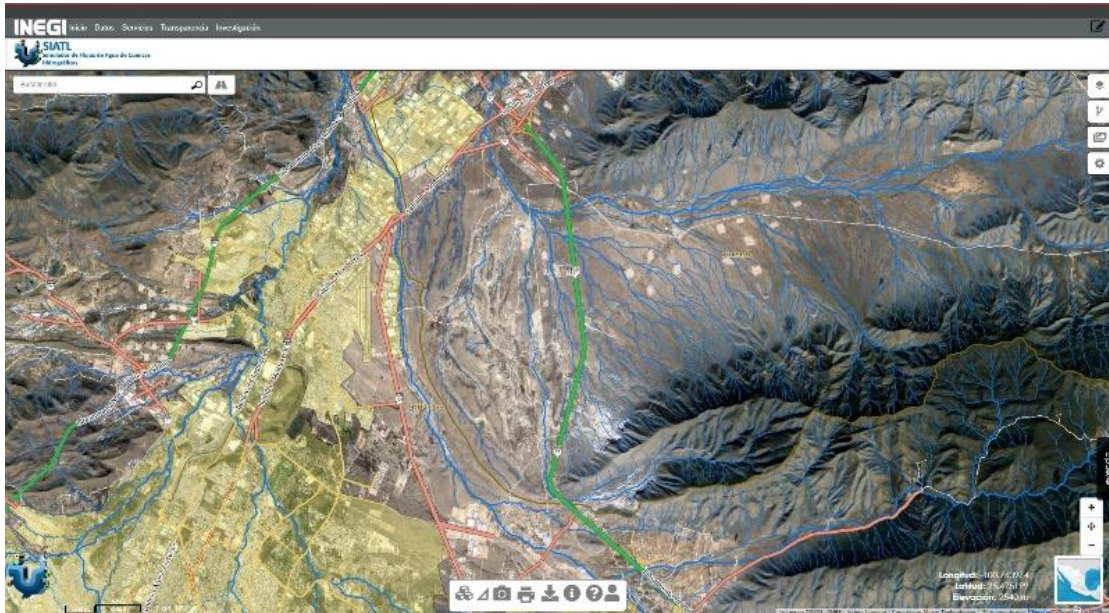


Figura 1. Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas

En dicha página, se ubicó el flujo de agua en el cual confluyen las redes hidrográficas en el que está inmerso el proyecto. (figura 1).

Posteriormente, se ubicó la red en la cual confluyen las corrientes que intervienen en el proyecto y así el programa determina la microcuenca final de la zona de estudio.

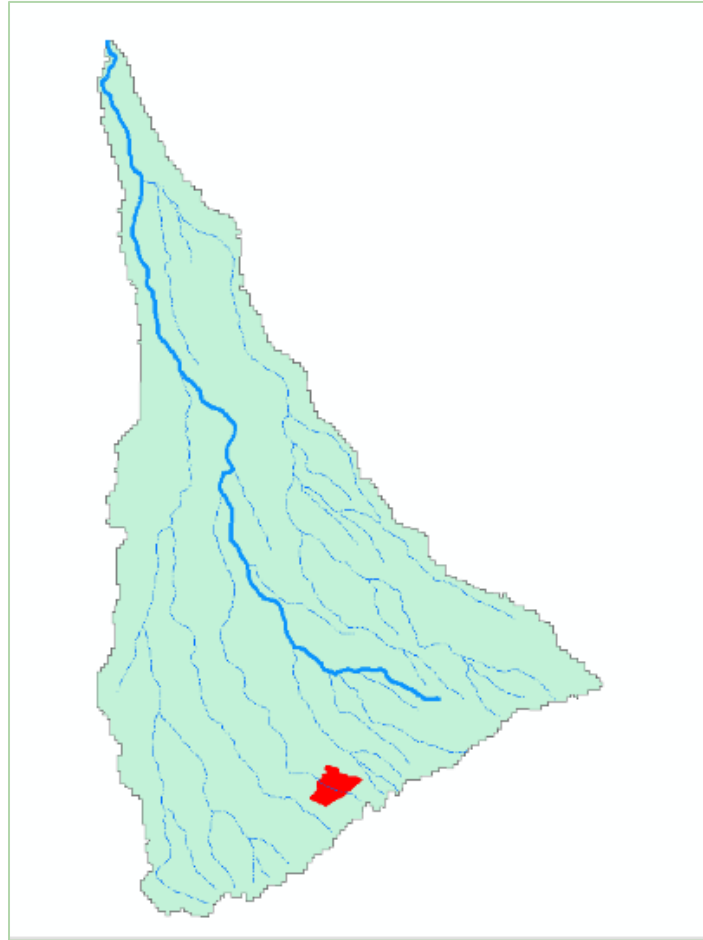


Figura 2. Unidad de Análisis y AP

Finalmente, se obtuvo una Unidad de Análisis que se formó a partir de una corriente de agua principal mediante el SIATL. Como se puede ver, la microcuenca pertenece a la misma región hidrológica (Bravo- Conchos) por lo que solo es necesario tener una Unidad de Análisis, la cual tiene una superficie de 1,104.33 ha. y se considera adecuada para el estudio técnico justificativo correspondiente puesto que contiene los elementos bióticos y abióticos representativos de la región; además cumple con el artículo 7, fracción XI; cuenca hidrológica-forestal: *“La unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas”* (DOF, 2013).



Figura 3. Unidad de Análisis (microcuenca) y proyecto en Google Earth

La superficie del proyecto se encuentra delimitada en función a las necesidades del promovente, es así que a partir de dicha superficie se consideran elementos destacados para generar una zona de influencia cuya ejecución de las obras planteadas alcancen una afectación mayor o mínima.

Es así que, el área correspondiente a la MHF cuenta con una extensión de **1,104.33 hectáreas**.

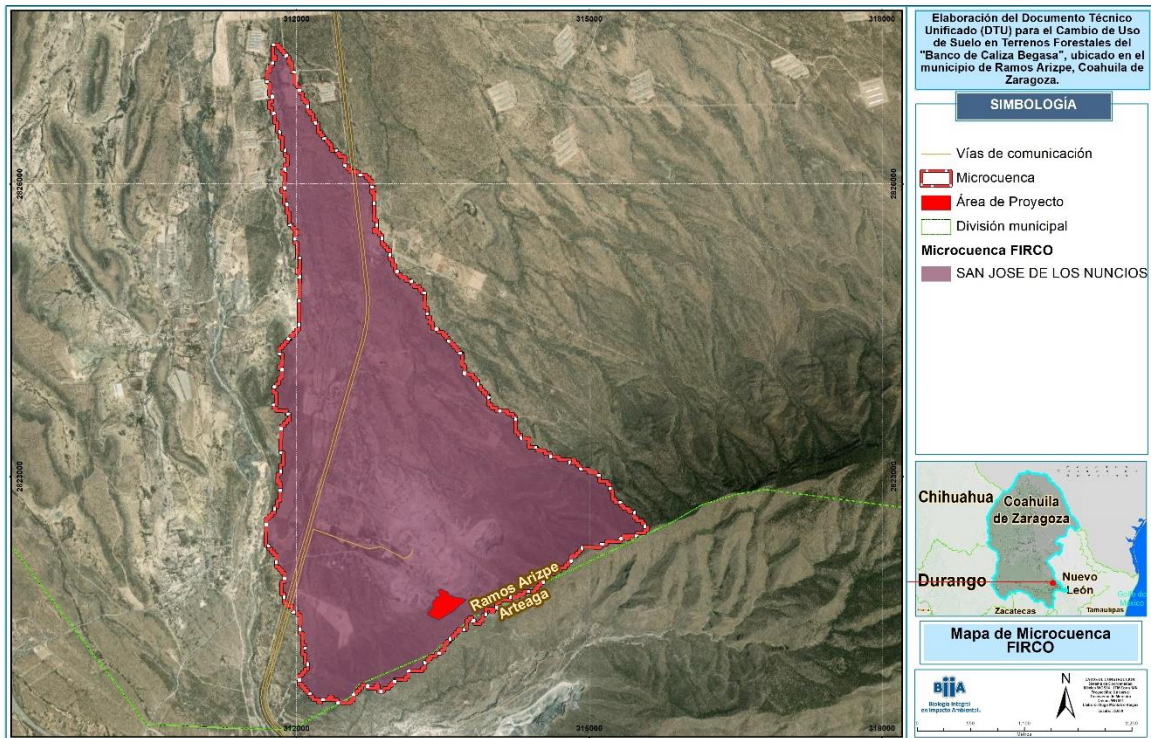


Figura 4. Determinación de la microcuenca (MHF)

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del “Banco de Calizas Begasa”, ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

Para la realización del Proyecto (AP) es considerada una superficie de **6.23 hectáreas**, cuyo mapa será mostrado a continuación.

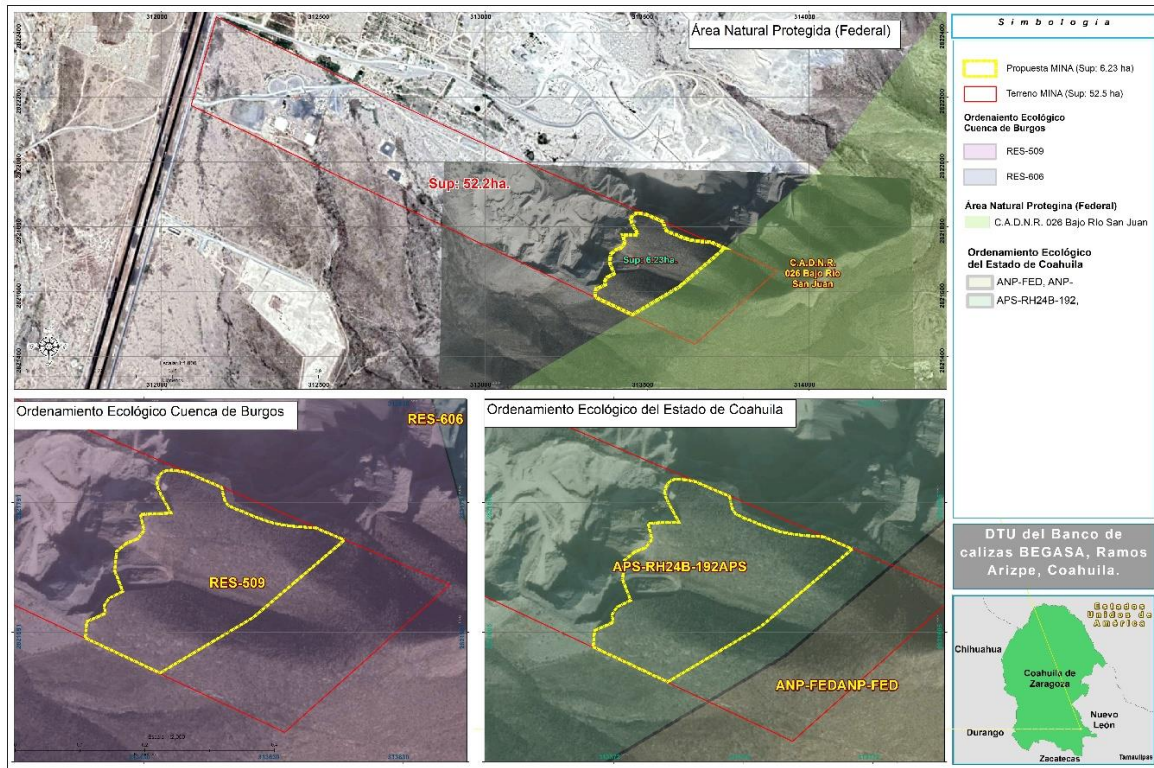


Figura 5. Presentación de la superficie del proyecto (AP)

IV.2 Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.

Para la elaboración de este capítulo se generó información técnico-científica mediante estudios fundamentados con trabajo de campo, con recorridos en la región y trabajo de gabinete con revisión bibliografía y cartografía del medio biótico y abiótico. La información obtenida se convirtió en un insumo fundamental para el planteamiento y diseño de la caracterización y análisis de la calidad ambiental de la MHF en donde está establecido el proyecto.

IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental de la cuenca.

La descripción de la calidad ambiental es significativa, porque además de proporcionar criterios a considerar desde el punto de vista ambiental, la generalidad de ellos son elementos importantes para la planeación, diseño y ejecución del proyecto y su zona de influencia (microcuenca hidrológica forestal); considerando los aspectos relevantes en la climatología, geomorfología, geología, edafología e hidrología.

Desde el punto de vista ambiental, la descripción de los aspectos físicos proporciona elementos para la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales generados con la realización de las obras y/o actividades, ya sean negativos o positivos; así como la base para la elaboración de medidas de prevención, mitigación, control y compensación, aplicables a cada caso, logrando un balance entre el proyecto y el medio ambiente.

Por ello se realizó un análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización ambiental, con el propósito de hacer un diagnóstico de la MHF previo a la realización del proyecto, en donde se identifican y analizan las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentar en la zona, por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerando aspectos de tiempo y espacio.

En modo de resumen, la MHF presenta las siguientes características bióticas y abióticas.

Tabla 1. Características bióticas y abióticas de las áreas de análisis

| ÁREA | FACTOR Y CARACTERÍSTICAS | | | | | | | |
|------|--------------------------|---|---|--|--|--|---|---|
| | SUPERFICIE (HA) | TIPO DE CLIMA | FISIOGRAFÍA | GEOLOGÍA | EDAFOLOGÍA | PENDIENTE | HIDROGRAFÍA | TIPOS DE VEGETACIÓN |
| MHF | 1,104.33 | BS0hx': Seco semicálido BS0kx': Seco templado BS1kx': Semiseco templado | Forma parte de la provincia SIERRA MADRE ORIENTAL y de las subprovincias PLIEGUES SALTILLO PARRAS y GRAN SIERRA PLEGADA | Ki(cz), Q(al) y Q(cg) | CLptp/2, CLsktp/2, LPcarz+PHhulen+LPhurz/2R, LPcask+RGsklep/2r y PHcalep+LPcask/2r | Va desde Plana (<1°) a Fuertemente Inclinada (20° a 30°) | RH24 - Bravo Conchos, Cuanca "B" R. Bravo - San Juan "c" R. Pesquería y MHF San José de los Nuncios | Matorral desértico micrófilo, Matorral desértico rosetófilo y Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo |
| AP | 6.23 | BS0kx': Seco templado | Forma parte de la provincia Sierra Madre Oriental y de la subprovincia Gran Sierra Plegada | Ks(cz-lu): Clase sedimentaria, Tipo Caliza de la Era Mesozoico | LPcarz+PHhulen+LPhurz/2R: Suelo predominante Leptosol calcárico, con tipo de textura media | Fuertemente Inclinada (20° a 30°) | | Matorral desértico rosetófilo |

Con mayor precisión a continuación, se exponen cada uno de los factores abióticos y bióticos que componen las unidades de análisis

IV.2.2 Medio físico.

IV.2.2.1 Fisiografía.

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México, hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica.

Para su estudio, el territorio nacional de México se puede dividir agrupando en regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares, las cuales se denominan provincias fisiográficas. Desde luego dentro de las regiones o provincias fisiográficas pueden existir variaciones y diferencias, que determinan la existencia de dos o más subprovincias.

La MHF se encuentra dentro de la provincia Sierra Madre Oriental y en las subprovincias Pliegues Saltillo Parras y Gran Sierra Plegada, donde el AP solo se ubica en esta última.

IV.2.2.1.1 Provincias fisiográficas.

Sierra Madre Oriental.

Esta provincia ocupa parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Querétaro, Tamaulipas, Hidalgo, Puebla y Veracruz, nuestra área de estudio se encuentra en su totalidad dentro de esta provincia. Sus montañas están constituidas por rocas sedimentarias de origen marino, calizas y lutitas; los estratos de estas rocas están doblados a manera de grandes pliegues que forman una sucesión de crestas alternadas con bajos; las cumbres oscilan entre los 2,000 y 3,000 msnm.

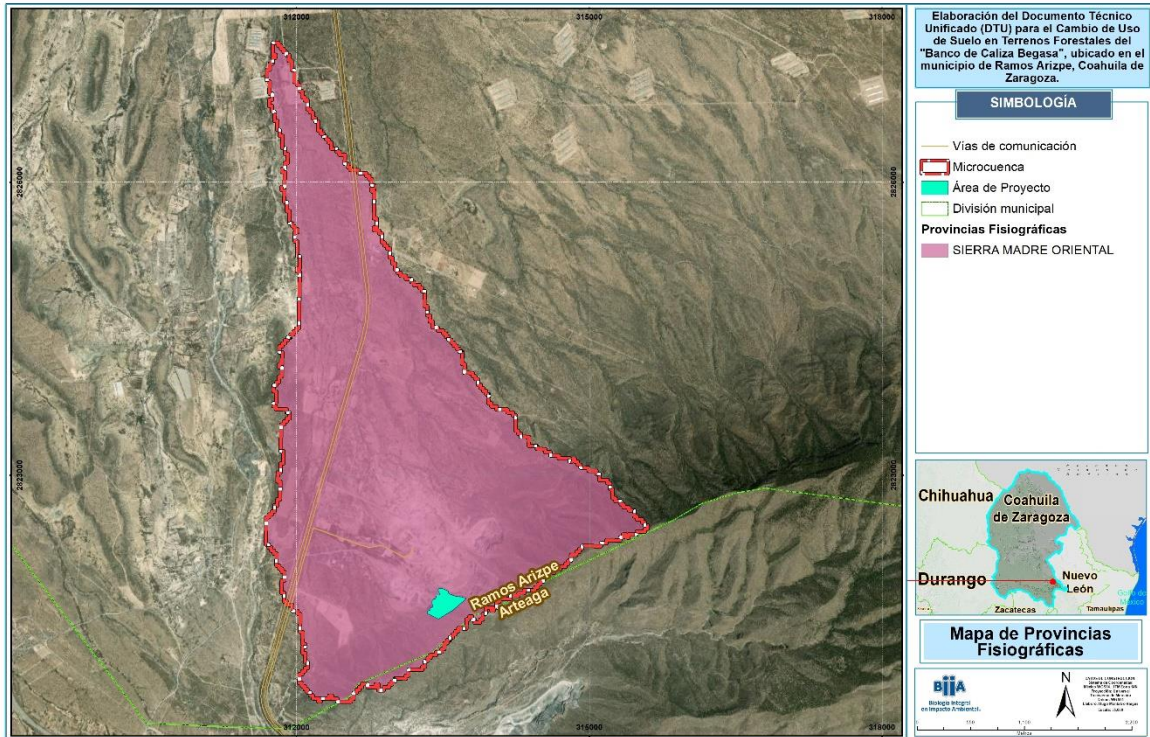


Figura 6. Provincia fisiográfica donde se halla las unidades de análisis

Una de sus características es que, corresponde a una cadena montañosa angosta y alargada de aproximadamente 1,350 kilómetros de longitud y de 80 a 100 km de amplitud, la cual se extiende desde el sur del Río Bravo y corre paralela al Golfo de México hasta unirse con el Eje Neovolcánico, que separa América del Norte de América Central.

IV.2.2.1.2 Subprovincias fisiográficas.

La MHF se encuentra localizada dentro de dos subprovincias fisiográficas, la mayor parte del polígono con un 73.30% se ubica en la subprovincia de Pliegue Saltillo Parras y el resto del polígono que representa un 26.69% se ubica en la subprovincia denominada Gran Sierra Plegada.

Pliegues Saltillo-Parras.

Presenta un conjunto de sistemas de topofomas que varían desde las llanuras, valles extendidos, lomeríos suaves, abruptos y pequeñas sierras que están orientadas en dirección este-oeste. Por estar enclavada en una zona árida, su paisaje es típico del desierto.

Gran Sierra Plegada.

Representa el macizo principal de la Sierra Madre Oriental, y es tal vez la subprovincia fisiográfica más distintiva y representativa. Está conformada por una serie continua de imponentes anticlinales y sinclinales de marcada verticalidad y que son la manifestación física del plegamiento de la corteza terrestre ocurrida durante el evento orogénico que dio origen a estas montañas. Aquí es donde se presentan las mayores elevaciones, alcanzando un máximo de 3,700 msnm y un promedio alrededor de los 2,200 msnm. En ella se encuentran extensas superficies ocupadas por matorrales submontanos y desérticos, integrados en un mosaico de vegetación que refleja la diversidad de microclimas y suelos derivados de la diversidad topográfica que la caracteriza.

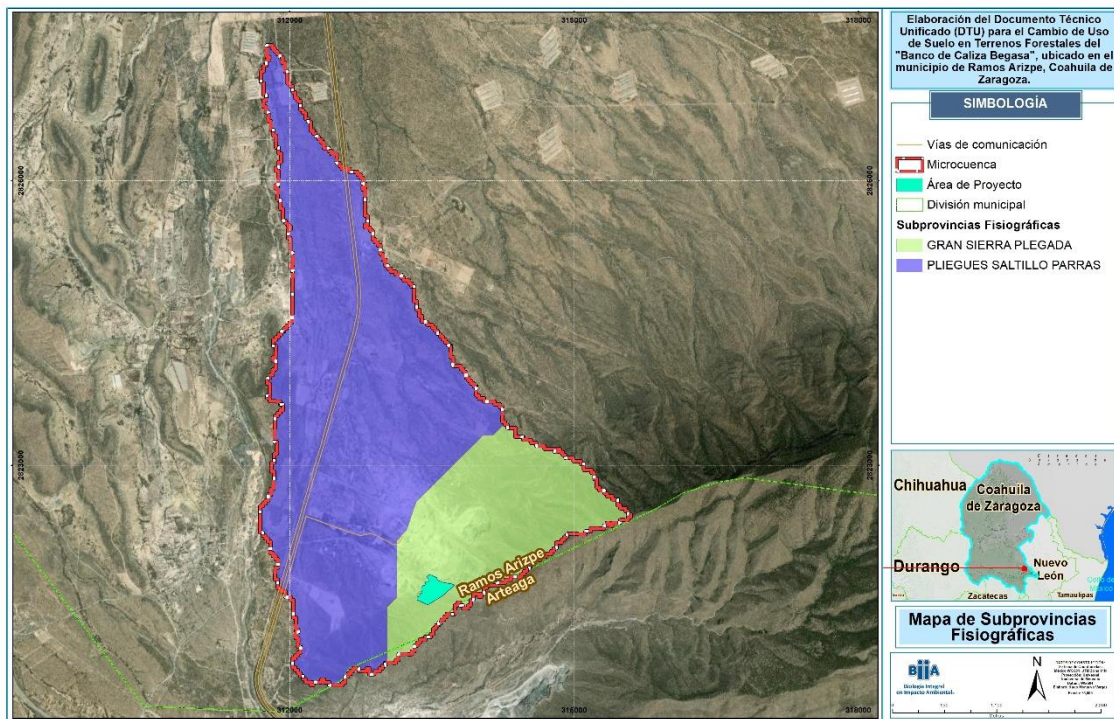


Figura 7. Subprovincias dentro de las unidades de análisis.

Tabla 2. Correspondencia de las subprovincias en la MHF

| Entidad | Nombre | Superficie (ha) | Porcentaje % |
|---------------------|--------------------------|-----------------|---------------|
| Subprovincia | Pliegues Saltillo-Parras | 809.52 | 73.30 |
| Subprovincia | Gran Sierra Plegada | 294.81 | 26.69 |
| | Total = | 1,104.33 | 100.00 |

IV.2.2.2 Clima.

Una de las clasificaciones de climas que ha tenido mayor difusión es la que propuso el científico alemán *Wladimir Köppen*, en 1936; mérito importante de dicha clasificación es que abarca a la diversidad climática mundial y define sus tipos de clima numéricamente, relacionándolos con los tipos de vegetación existentes en el planeta. Esta clasificación de alcances tan amplios, fue modificada en 1964 por la investigadora *Enriqueta García*, quien reflejara mejor las características

climáticas propias de la República Mexicana. En la actualidad, y con sus modificaciones correspondientes, es la que se emplea en los mapas de la DGG.

Dentro de la MHF se registran tres unidades climáticas en las que se localiza en un área identificada con un clima descrito por la clave BS, según Köppen.

- ❖ **BS0hx'**: se ubica en la zona de sierra y corresponde a una descripción seco cálido donde existe un intervalo de 12 °C a 14 °C, incrementándose hacia la planicie ocupando el segundo lugar de distribución dentro de la MHF con un 48.19%.
- ❖ **BS0kx'**: se describe como seco templado y es el que abarca la mayor parte del polígono de la MHF con un 51% del área, teniendo un intervalo de temperatura de 16 °C a los 18 °C. Esta unidad abarca el área de planicie de la unidad de análisis.
- ❖ **BS1kx'**: alcanza un rango entre 18 °C a 20 °C que se distribuye en la parte más alta de la serranía y ocupa una distribución pequeña registrando solo el 0.79% del área de estudio de la MHF, con una descripción de clima como semiseco templado de acuerdo con el sistema meteorológico nacional (SMN).

Tabla 3. Distribución de las unidades de climáticas dentro de la MHF

| Unidad climática | Descripción | Superficie (ha) | Ocupación (%) |
|------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| BS0hx' | Seco semicálido | 532.23 | 48.19 |
| BS0kx' | Seco templado | 563.30 | 51.00 |
| BS1kx' | Semiseco templado | 8.80 | 0.79 |
| | Total= | 1,104.33 | 100.00 |

Con los datos climatológicos (precipitación y temperatura) obtenidos de la estación 5014 RAMOS ARIZPE (SMN), para el periodo de 1981-2010 se realizó un climodiagrama el cual se presenta en seguida. En él se muestra la precipitación promedio normal, máxima mensual y máxima diaria; los meses en los que ocurren los eventos de precipitación de mayor importancia son junio, julio, agosto y septiembre, siendo prominentes en los últimos dos. La lámina diaria máxima puede alcanzar los 115 mm y una acumulación mensual máxima de 256.5 mm, esto durante el mes de agosto, mientras que la lluvia máxima en los meses de sequía que se registra en el mes de marzo con 35.5 mm, la precipitación media anual acumulada es de 314.7 mm.

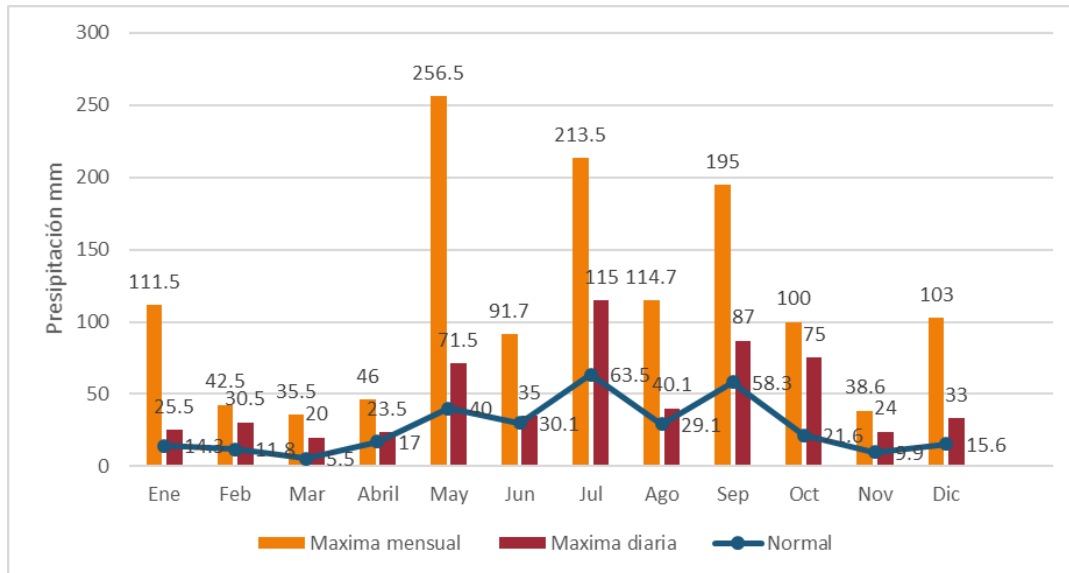


Figura 8. Comportamiento de precipitación

En lo que respecta a la temperatura, en el gráfico siguiente se señala que los meses que presentan las temperaturas más altas es durante abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre alcanzando los 40.2°C y descendiendo hasta los 3.2°C durante enero, lo que se consideraría el mes más frío. La temperatura media anual es de 18.5°C (SMN, 2010).

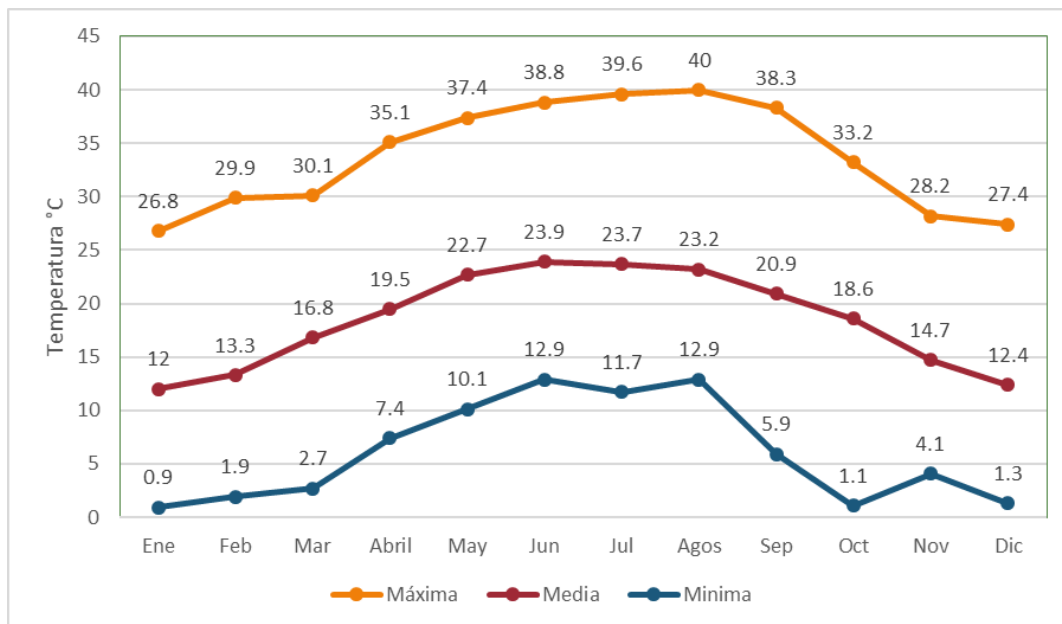


Figura 9. Comportamiento del clima

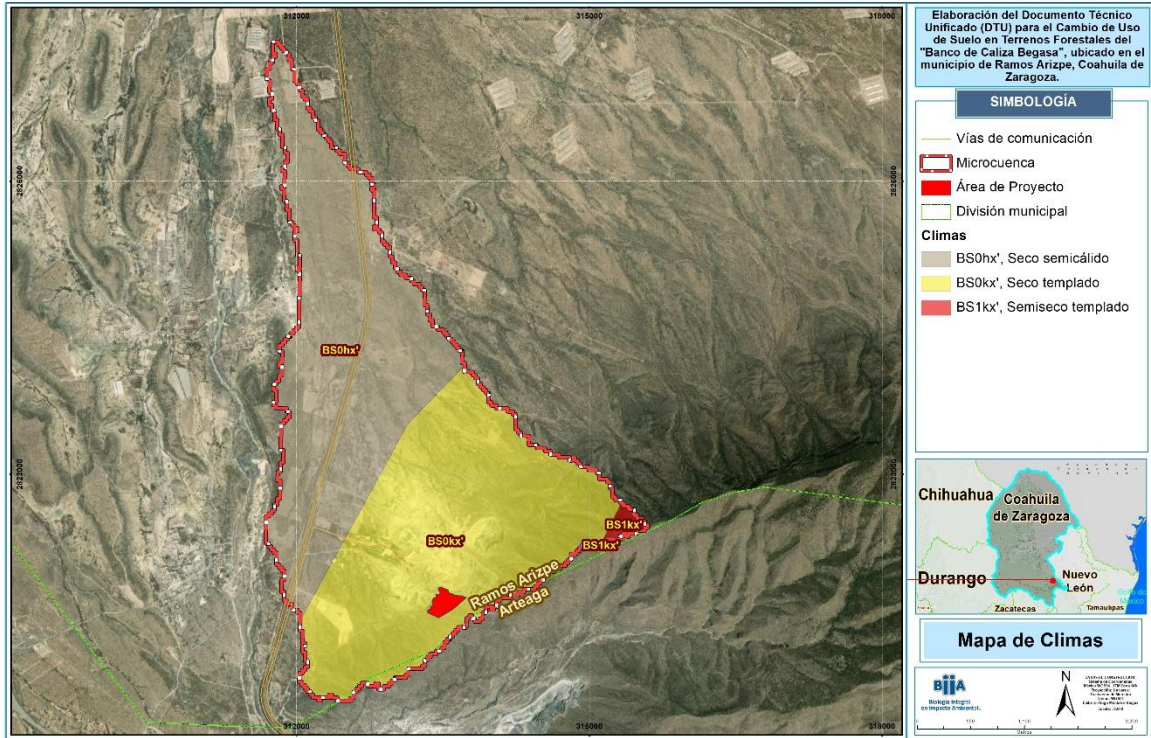


Figura 10. Tipos de clima dentro de la MHF

IV.2.2.3 Relieve

IV.2.2.3.1 Sistema de topoformas.

Para el área de estudio se registran dos sistemas de topoformas donde la primera se identifica con una entidad de Sierra denominada “Sierra Plegada - Flexionada” que abarca un 26.69% del territorio registrado para MHF. Para la entidad *Sierra* se denomina como un conjunto de valles de amplitud mediana y bajadas de material aluvial flanqueados por serranías de elevación intermedia.

Para la segunda entidad se tiene una “Llanura” de descripción de Llanura plana con piso rocosa o Cementado con Lomerío que comprende un 73.30% del territorio, sus llanuras se caracterizan por ser aluviales que intercaladamente y de forma paralela se extienden paralelamente en sentido norte-sur.

Tabla 4. Distribución del sistema de topoformas dentro de la MHF

| Entidad | Descripción | Superficie (ha) | Porcentaje % |
|----------------|---|-----------------|--------------|
| Sierra | Sierra Plegada – Flexionada | 294.81 | 26.69 |
| Llanura | Llanura plana con piso rocosa o Cementado con Lomerío | 809.52 | 73.30 |
| Total = | | 1,104.33 | 100.00 |

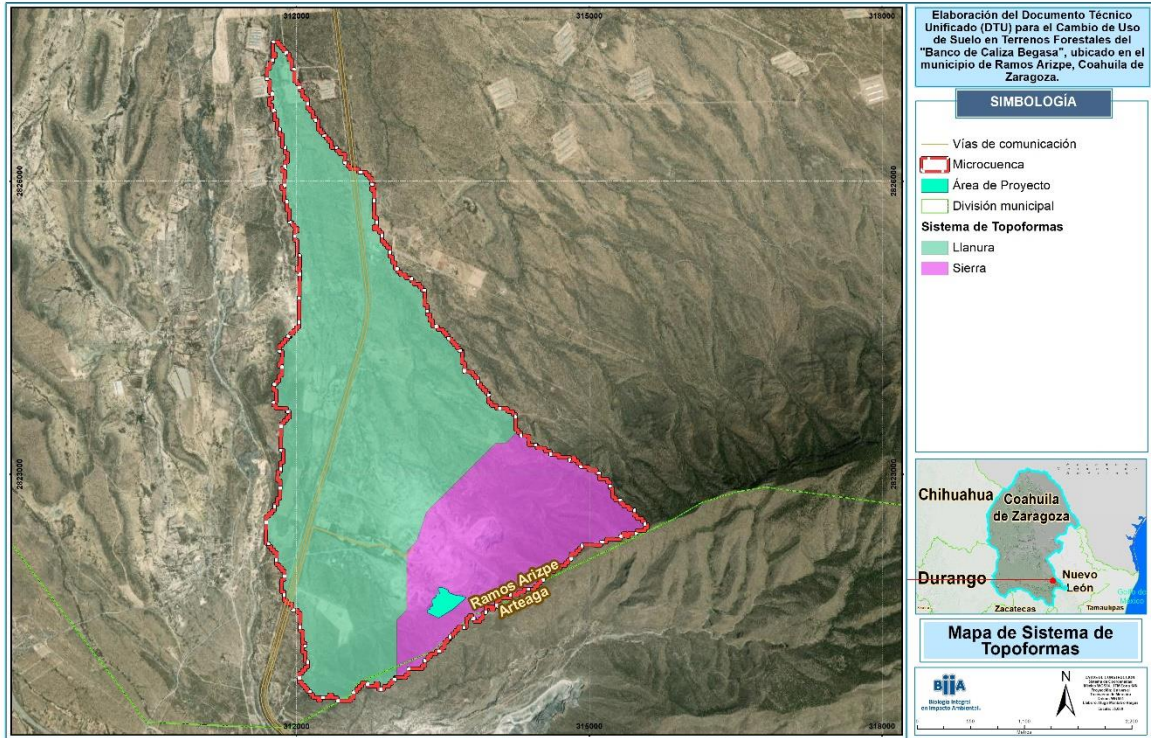


Figura 11. Sistemas de topoformas registradas en la MHF

IV.2.2.3.2 Clasificación de pendientes.

En la tabla y figura que se presentan a continuación, se presenta que el 44.18% de superficie del MHF tiene una pendiente que va en un rango de 1 a 3° por lo que se considera un terreno muy suavemente inclinado, un 6.65% es clasificado como plano ya que tiene una inclinación menor a 1° a diferencia de un terreno ligeramente inclinado que permanece en un rango de 5 a 10° y que tiene una ocupación del 16.97%, el 7.96% de la superficie es una pendiente que va de ligera a medianamente inclinada y el 9.00% son pendientes medianamente inclinadas.

Tabla 5. Distribución del sistema de topoformas dentro de la MHF

| Clasificación de pendiente | Rango de pendiente (°) | Superficie (ha) | Ocupación (%) |
|---|------------------------|-----------------|---------------|
| Pendiente suavemente inclinada (30 - 50) | 3° - 5° | 115.28 | 10.43 |
| Pendiente muy suavemente inclinada (10 - 30) | 1° - 3° | 487.94 | 44.18 |
| Pendiente plana (< 10) | < 1° | 73.50 | 6.65 |
| Pendiente medianamente inclinada (150 - 200) | 15° - 20° | 99.43 | 9.00 |
| Pendiente ligeramente inclinada (50 - 100) | 5° - 10° | 187.44 | 16.97 |
| Pendiente ligera a medianamente inclinada (100 - 150) | 10° - 15° | 87.94 | 7.96 |
| Pendiente fuertemente inclinada (200- 300) | 20° - 30° | 52.81 | 4.78 |
| | Total= | 1,104.33 | 100.00 |

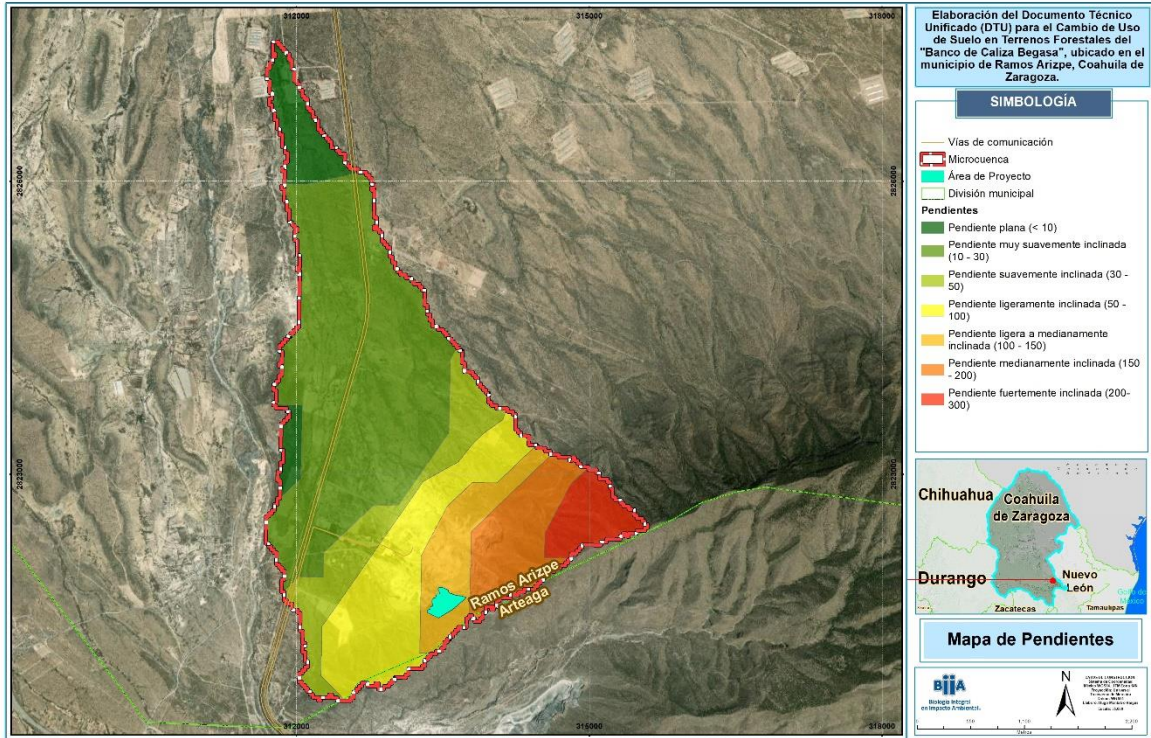


Figura 12. Pendiente en la que se localiza en la MHF

IV.2.2.4 Geología.

La zona que comprende a la MHF está constituida por un gran paquete de material aluvial y rocas sedimentarias, principalmente calcáreas.

Regionalmente las rocas más antiguas están representadas por estratos de yeso y caliza que constituyen la formación minas viejas cuya edad se asigna al Oxfordiano. Se registra un suelo aluvial para la microcuenca que son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Son aluviones estratificados de textura variable y suelos recientes o de reciente deposición y carecen de modificaciones de los agentes externos (agua, clima, etc.). Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la superficie.

Tabla 6. Resumen de tipos geológicos dentro de la MHF

| Clave geológica | Tipo de roca | Tipo | Superficie (ha) | Ocupación (%) |
|----------------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|
| Ki(cz) | Sedimentaria | Caliza | 317.92 | 28.78 |
| Q(cg) | Sedimentaria | Conglomerado | 229.08 | 20.74 |
| Suelo Aluvial | | | 557.33 | 50.46 |
| Total = | | | 1,104.33 | 100.00 |

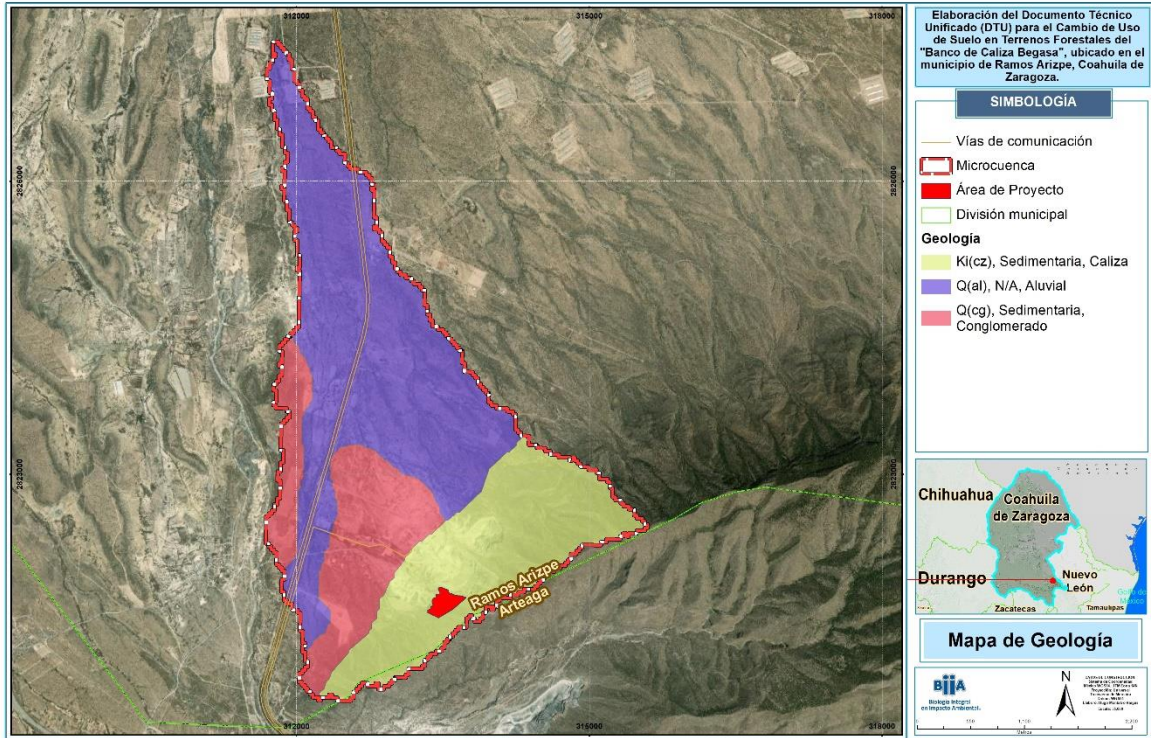


Figura 13. Mapa de geología dentro de la MHF

IV.2.2.4.1 Regionalización sísmica.

El mapa de intensidades para la República Mexicana se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas, esta regionalización se realizó con fines de diseño antisísmico (para construcción) dando origen las zonas de regionalización sísmica denominadas: A, B, C y D. El estado de Coahuila se encuentra en la zona sísmica “A”, en ésta los sismos generalmente son de baja frecuencia y magnitud, en términos de la actividad sísmica nacional registrada (SGM, 2017).

Como se puede observar en la figura siguiente, la MHF se encuentra dentro de esta zona, que se consideran zonas con riesgo bajo por eventos de sismos (SGM, 2017). La Mesa Central y los estados que la limitan al norte y oriente (Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí) han sido considerados como regiones de baja sismicidad (INEGI, 2017).

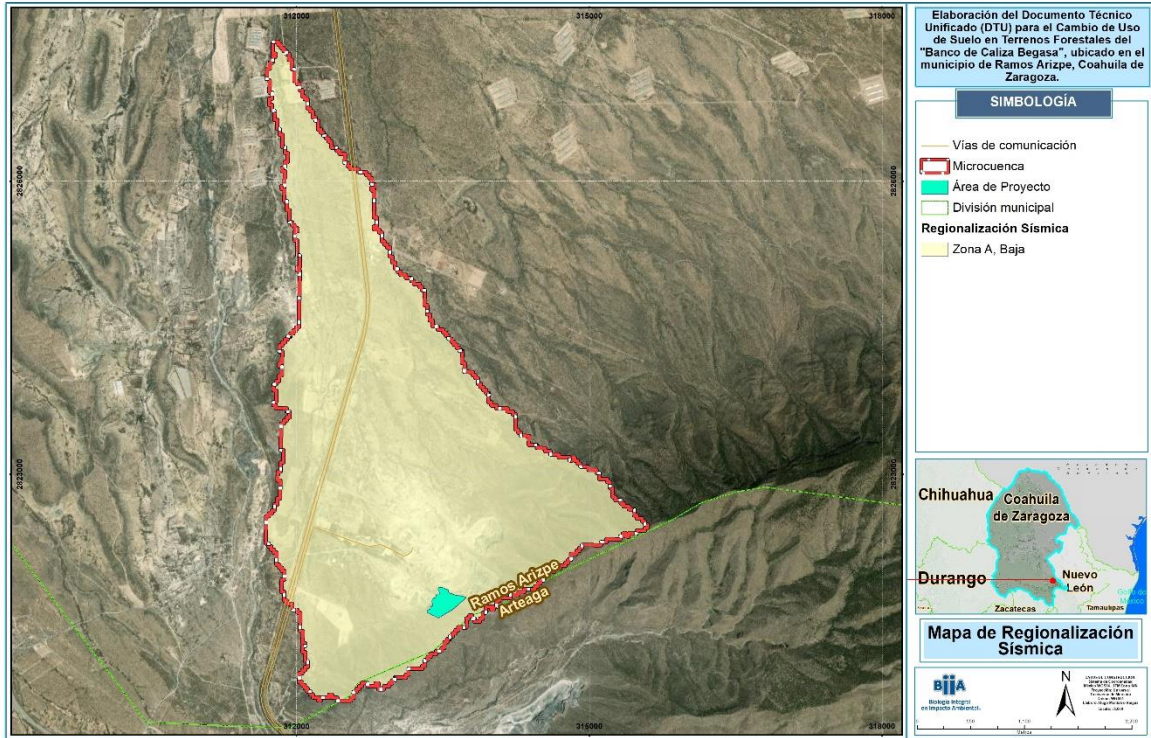


Figura 14. Regionalización sísmica dentro de las unidades de análisis

IV.2.2.5 Edafología.

IV.2.2.5.1 Tipos de suelo

El proyecto se localiza principalmente en el municipio de Mineral de Ramos Arizpe (99.01%) y de acuerdo con la carta edafológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2007), en la unidad de análisis (Microcuenca) se encuentran 5 tipos de suelos con diferentes asociaciones, siendo el Calcisol epipetrico (CLtp/2) el de mayor superficie de ocupación con el 38.68%, seguido del Leptosol réndzico (LPcarz+PHhulen+LPhurz/2) con un 27.68%, así mismo, se tiene con un 20.74% el Phaeozem léptico (PHcalep+LPcask/2r). Los suelos con menor ocupación son el Calcisol epipetrico (CLsktp/2) con 10.59% y el Leptosol esquelético (LPcask+RGsklep/2r) con un 2.29%.

Tabla 7. Distribución de tipos de suelo en la MHF

| Tipo de suelo principal | Clave edafológica | Clave edafológica | | Tipo de suelo | |
|-------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|-----------------|---------------|
| | | Superficie (ha) | Ocupación (%) | Superficie (ha) | Ocupación (%) |
| Calcisol | CLtp/2 | 427.19 | 38.68 | 544.24 | 49.28 |
| | CLsktp/2 | 117.05 | 10.60 | | |
| Leptosol | LPcarz+PHhulen+LPhurz/2R | 305.73 | 27.69 | 331.05 | 29.98 |
| | LPcask+RGsklep/2r | 25.31 | 2.29 | | |
| Phaeozem | PHcalep+LPcask/2r | 229.05 | 20.74 | 229.04 | 20.74 |
| Total= | | 1,104.33 | 100.00 | 1,104.33 | 100.00 |

En el mapa y cuadros siguientes se detallan las características de cada tipo de suelo presentes en la unidad de análisis.

Tabla 8. Características de los principales tipos de suelo presentes en la MHF

| Clave | Tipos de suelos | Características (FAO-UNESCO) | Superficie (hectáreas) | Porcentaje |
|--|-----------------|--|------------------------|------------|
| LPcarz+PHhulen +LPhurz/2 LPcask+RGsklep /2r | Leptosol | <p>Los Leptosoles son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en o muy cerca de la superficie. Se encuentran en todos los tipos de climas (secos, templados, húmedos) y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. El calcio que contienen puede inmovilizar los minerales, lo cual, junto con su poca profundidad y alta pedregosidad, limita su uso agrícola si no se utilizan técnicas apropiadas, por lo que debe preferirse mantenerlos con su vegetación original.</p> <p>Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.</p> <p>Son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. La erosión es la mayor amenaza en las áreas de Leptosol, en pendientes de colinas generalmente son más fértiles que sus contrapartes en tierras más llanas. Uno o unos pocos buenos cultivos podrían tal vez producirse en tales pendientes, pero al precio de una erosión severa. La agroforestación (una combinación o rotación de cultivos arables y árboles bajo control estricto) parece promisorio, pero está todavía en una etapa muy experimental. El drenaje interno excesivo y la poca profundidad de muchos Leptosoles puede causar sequía aún en ambientes húmedos.</p> | 331.04 | 29.97% |
| PHcalep+LPcask /2r | Phaeozem | <p>Los Feozems son suelos porosos, oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que se utilizan intensivamente en la agricultura; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Son suelos que tienen ausencia de una capa abundante de acumulación de carbonatos o concentraciones de cal suave pulverulenta dentro de los primeros 125 cm de profundidad.</p> <p>Los phaeozem calcáreos presentan una capa calcárea de entre 20 y 50 cm desde la superficie.</p> <p><i>Su susceptibilidad para erosionarse es variada, según las condiciones de clima, pendiente y cobertura vegetal.</i></p> | 229.05 | 20.74% |
| CLptp/2 CLskptp/2 | Calcisol | <p>Los suelos calcáreos contienen frecuentemente más del 15% de CaCO₃ en el suelo, que pueden ocurrir en distintas formas (Pulvurento, nódulos, costras, etc.).</p> | 544.24 | 49.28% |

| Clave | Tipos de suelos | Características (FAO-UNESCO) | Superficie (hectáreas) | Porcentaje |
|--------------|-----------------|---|------------------------|-------------|
| | | <p>Los Calcisoles están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos.</p> <p>Los Calcisoles típicos tienen un horizonte superficial pardo pálido; la acumulación sustancial de calcáreo secundario ocurre dentro de 100 cm de la superficie del suelo. El material parental, presenta principalmente depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases.</p> <p>Sufren con frecuencia la deficiencia de micronutrientes, especialmente el zinc y el hierro. Alcanzan su máxima capacidad productiva sólo cuando son cuidadosamente regados.</p> | | |
| Total | | | 1,104.33 | 100% |

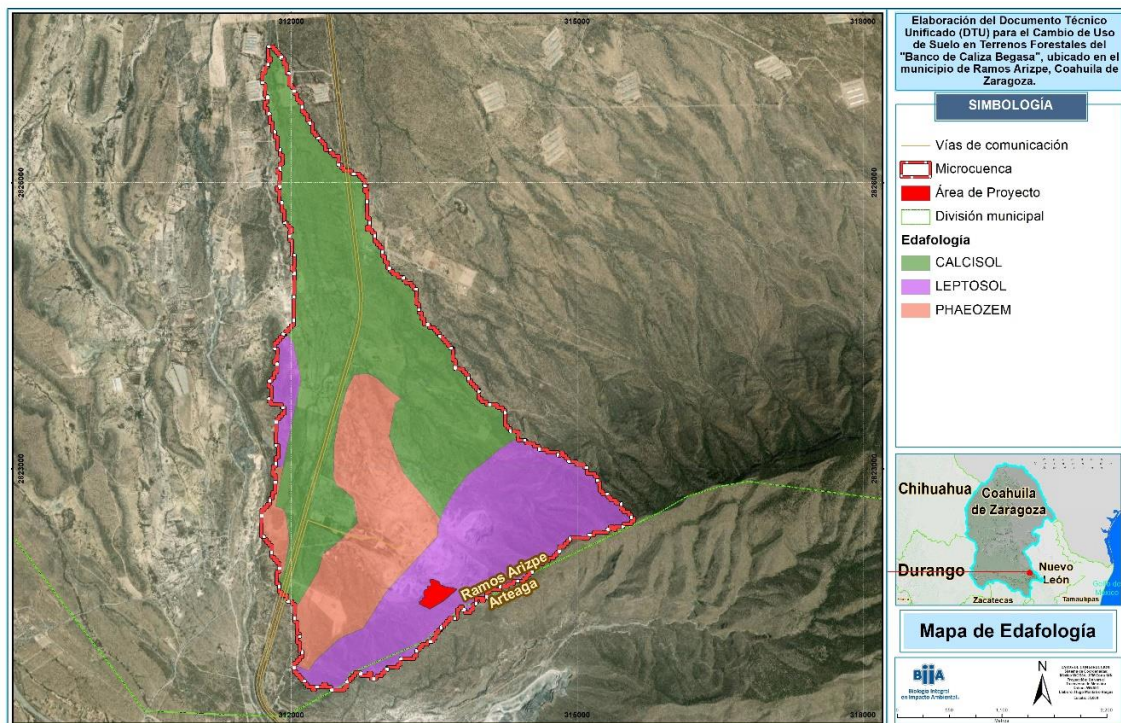


Figura 15. Edafología que se localiza en la MHF

IV.2.2.5.2 Erosión de la microcuenca.

Varios estudios han comprobado que los rasgos más importantes que influyen en la erosión hídrica del suelo son el clima, la topografía y las características de los suelos. Los tipos de erosión presentes en la unidad de estudio fueron revisados a través de la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), mediante el Conjunto de Datos Vectorial del Suelo, escala 1:250,000, Serie I (Continuo Nacional), donde en la Microcuenca Hidrológico Forestal se

tienen 3 presentes, siendo las siguientes: Erosión antrópica, hídrica de forma laminar y en surcos, además de una unidad sin erosión evidente.

Erosión Antrópica. - Cuando el agente causal directo es el hombre, al modificar el paisaje natural de manera abrupta e irreversible (mediante la construcción de carreteras, presas, asentamientos urbanos, extracción de materiales, líneas de transmisión, gasoductos, entre otros), facilitando la acción directa de los agentes erosivos. En todos estos casos no son apreciables las formas típicas de erosión, ya que éstas son generadas por la remoción de suelo por medios mecanizados (arrastre, extracción, jales) y donde posteriormente se manifiesta alguna forma de erosión extrema.

Erosión Hídrica Laminar (HL). - Es la remoción gradual y uniforme de capas delgadas de suelo, generalmente paralela a la superficie. Se tienen de grado: Leve (HL1) y Moderado (HL2).

Grado leve (HL1). - Los surcos son de grado leve; donde la profundidad y ancho es en promedio menor a 15 cm. Quedan incluidos dentro de este rubro la erosión en forma de canalillos, y pueden aparecer alineados o ramificados. La distribución en el área entre un surco y otro es aproximadamente mayor a 50 m.

Grado Moderado (HL2). Pérdida parcial del suelo con alguna de las siguientes evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cm, presencia de pequeños montículos, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersas, escasos afloramientos de roca o cementación, manchones de vegetación, canalillos y compactación de suelo.

Se tiene también un tipo de erosión hídrica de tipo laminar leve, más una erosión hídrica en surcos (HS), donde la formación en canales es de una profundidad menor a 50 cm y hasta 50 cm de ancho; siendo el Grado leve (HS1).

La profundidad y ancho de los surcos es en promedio menor a 15 cm; quedando incluidos dentro de este rubro la erosión en forma de canalillos, los cuales pueden aparecer alineados o ramificados. La distribución en el área entre un surco y otro es aproximadamente mayor a 50 m.

Tabla 9. Tipos de erosión en la Microcuenca Hidrológica Forestal.

| Unidad de la erosión | Tipo | Forma | Grado | Tipo | Forma | Grado | Datos | |
|-------------------------|-------------|---------|----------|---------|---------|-------|-------------------------|--------------------|
| | | | | | | | Suma de Superficie (ha) | Suma de Porcentaje |
| A | ANTRÓPICA | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | | |
| Total, ANTRÓPICA | | | | | | | 69.91 | 6.33 |
| HL1+HS1 | HÍDRICA | LAMINAR | LEVE | HÍDRICA | SURCOS | LEVE | | |
| Total, HL1+HS1 | | | | | | | 587.41 | 53.19 |
| HL2 | HÍDRICA | LAMINAR | MODERADO | N | N | N | | |
| Total, HL2 | | | | | | | 0.00 | 0.00 |
| HS2+HL1 | HÍDRICA | SURCO | MODERADO | HÍDRICA | LAMINAR | LEVE | | |
| Total, HS2+HL1 | | | | | | | 166.21 | 15.05 |
| SE | SIN EROSIÓN | | | | | | | |
| Total, SE | | | | | | | 280.80 | 25.43 |
| Total general | | | | | | | 1,104.33 | 100.00 |

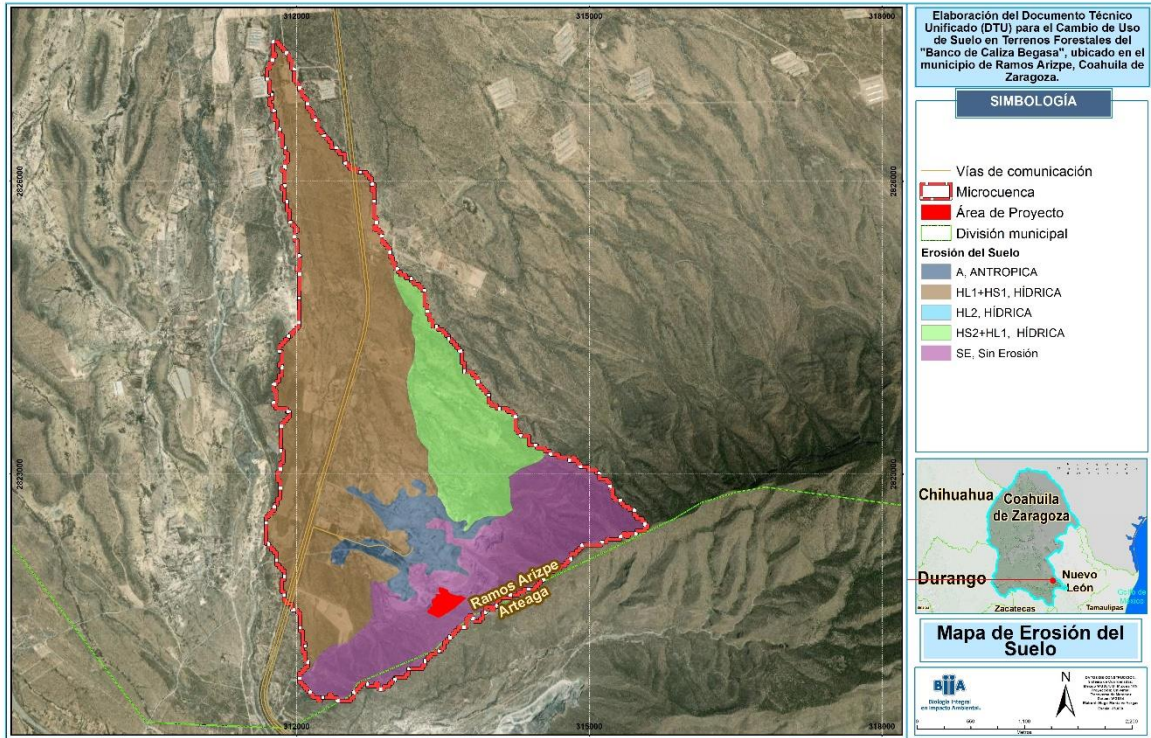


Figura 16. Tipos de erosión presentes en la unidad de estudio (Microcuencia).

IV.2.2.5.3 Degradación de suelos.

Para la superficie de la MHF, se considera mayormente un proceso de degradación química (Qd, 55.62%) con declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, seguido de tierras sin vegetación e influencia humana (Num, 44.38%) con regiones áridas montañosas, que al igual es atribuido a las actividades de agricultura, deforestación y remoción de la vegetación (SEMARNAT).

Los procesos de degradación se describen en la siguiente tabla.

Tabla 10. Clasificación de degradación del suelo en la MHF

| Grado y tipo de degradación | Descripción | Superficie (ha) |
|-----------------------------|--|-----------------|
| Medio | | |
| Qd | Declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica. | 614.17 |
| Muy Bajo | | |
| Num | Tierras sin vegetación y con influencia humana (casi) ausente sobre la estabilidad del suelo | 490.16 |
| Total general | | 1,104.33 |

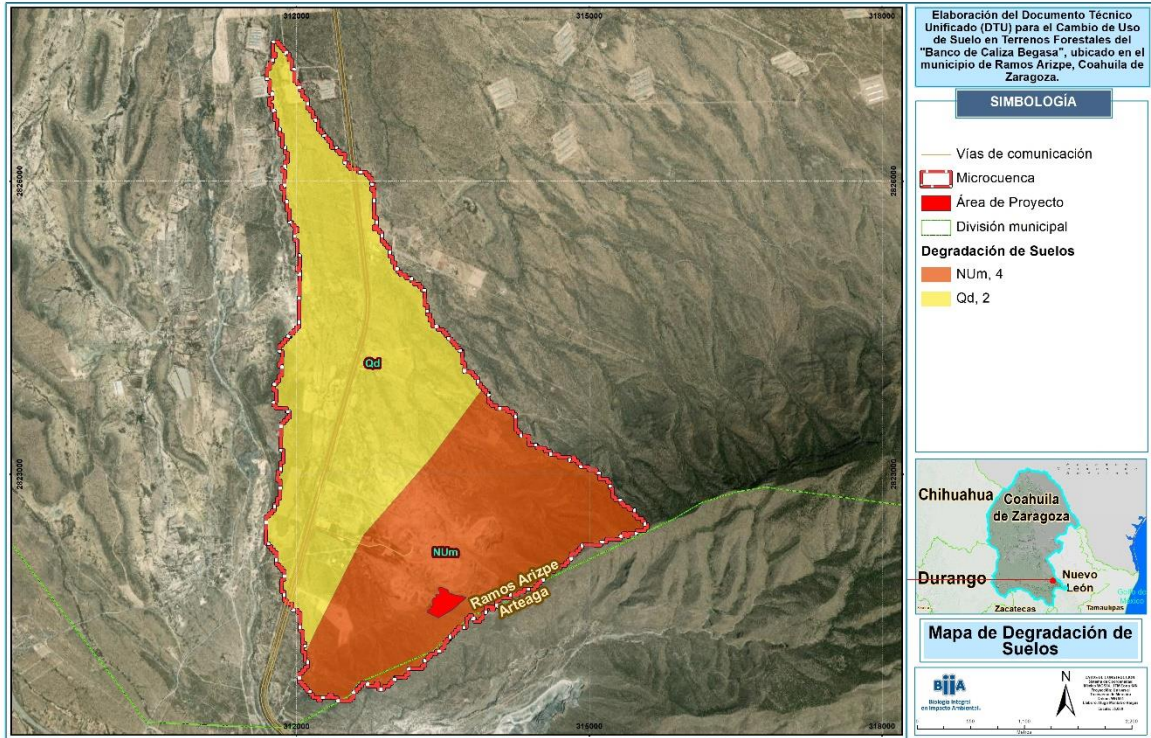


Figura 17. Mapa de los tipos de degradación de suelo en la MHF

IV.2.2.6 Hidrografía.

IV.2.2.6.1 Región hidrológica.

Tanto como la microcuenca y como la superficie del proyecto se encuentran sumergidas en una sola región hidrológica.

RH 24 Bravo - Conchos.

La Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos, se localiza al Norte del país en la parte central de América del Norte, su cauce principal y frontera entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos es el Río Bravo, mismo que comprende desde las ciudades del Paso Texas y Ciudad Juárez Chihuahua, hasta su desembocadura en el Golfo de México.

En la región hidrológica están comprendidas partes de las entidades mexicanas de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Tamaulipas; tiene una superficie de escurrimiento de 226,275 kilómetros cuadrados.

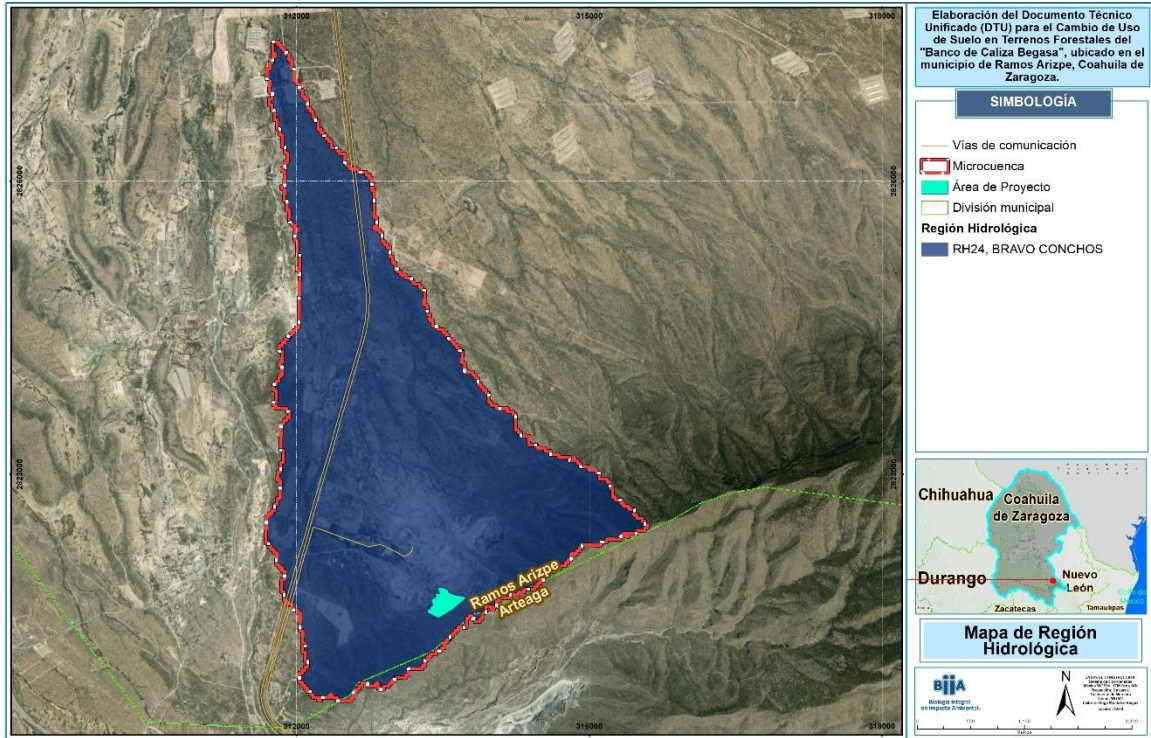


Figura 18. Unidades de análisis dentro de la Región hidrológica

IV.2.2.6.2 Cuenca hidrológica.

La presencia de la cuenca RH24B que corresponde a Río Bravo - San Juan en un 100% del polígono identificador para la MHF que, de acuerdo con CONAGUA 2020, esta cuenca hidrológica presenta un déficit de aguas superficiales.

El río San Juan, principal corriente de esta cuenca, es el segundo en importancia por la margen derecha del río Bravo. Este río es uno de los más importantes de la región noreste del país, por la categoría de la zona en que está enclavado, abarcando territorio de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Dentro de su cuenca se localizan varias ciudades importantes, como Saltillo, Coah. y Monterrey, N.L. Sobresalen los aprovechamientos hechos en su cuenca: Presa Rodrigo Gómez (La Boca) en Nuevo León, presa Marte R. Gómez (El Azúcar) en Tamaulipas y sistemas de aprovisionamiento de agua potable para la ciudad de Monterrey. Por su ubicación, la cuenca del río San Juan se expone a frecuentes perturbaciones ciclónicas del Golfo, que periódicamente causan crecientes de importancia. Los escurrimientos superficiales de la cuenca, calculados según la precipitación, permeabilidad de los terrenos y topografía, es del orden de 20 a 50 mm anuales. Tiene como subcuencas intermedias a las de los ríos Pesquería (24BC), Sabinas (24BD), San Miguel (24BE) y Monterrey (24BF).

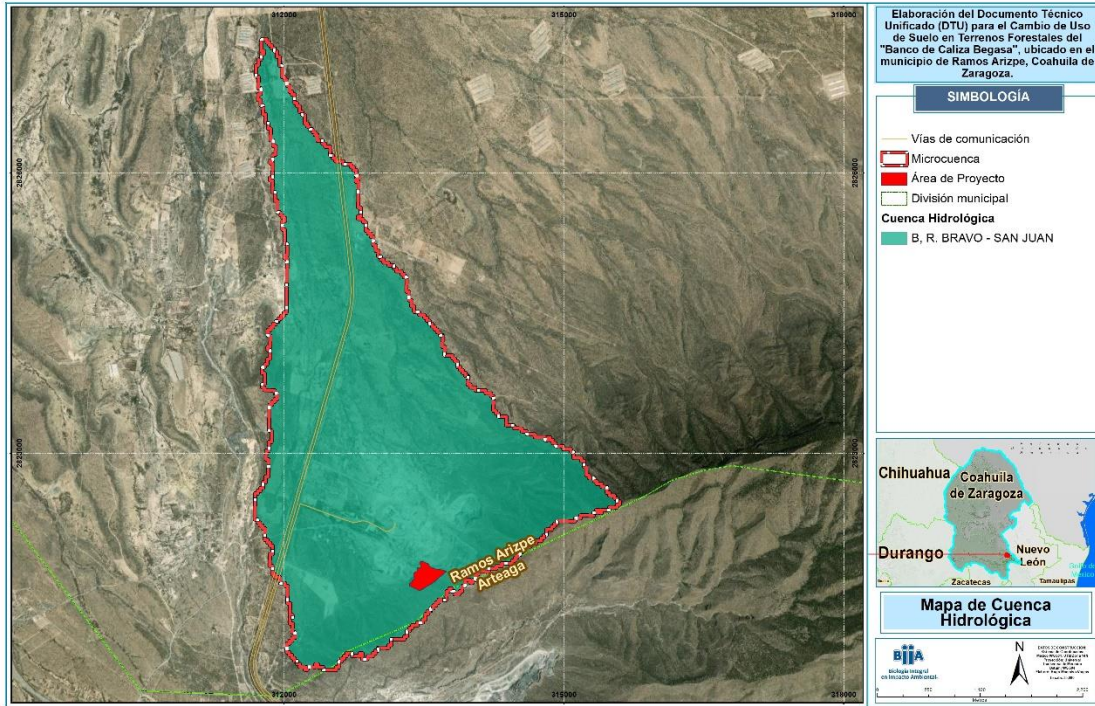


Figura 19. Cuenca hidrográfica que se localiza en la MHF

IV.2.2.6.3 Subcuenca hidrográfica.

Las unidades de análisis se encuentran dentro de la subcuenca “c” R. Pesquería, la cual es de tipo exorreica con un perímetro de 571.38 kilómetros y una superficie de 5,255.56 km².

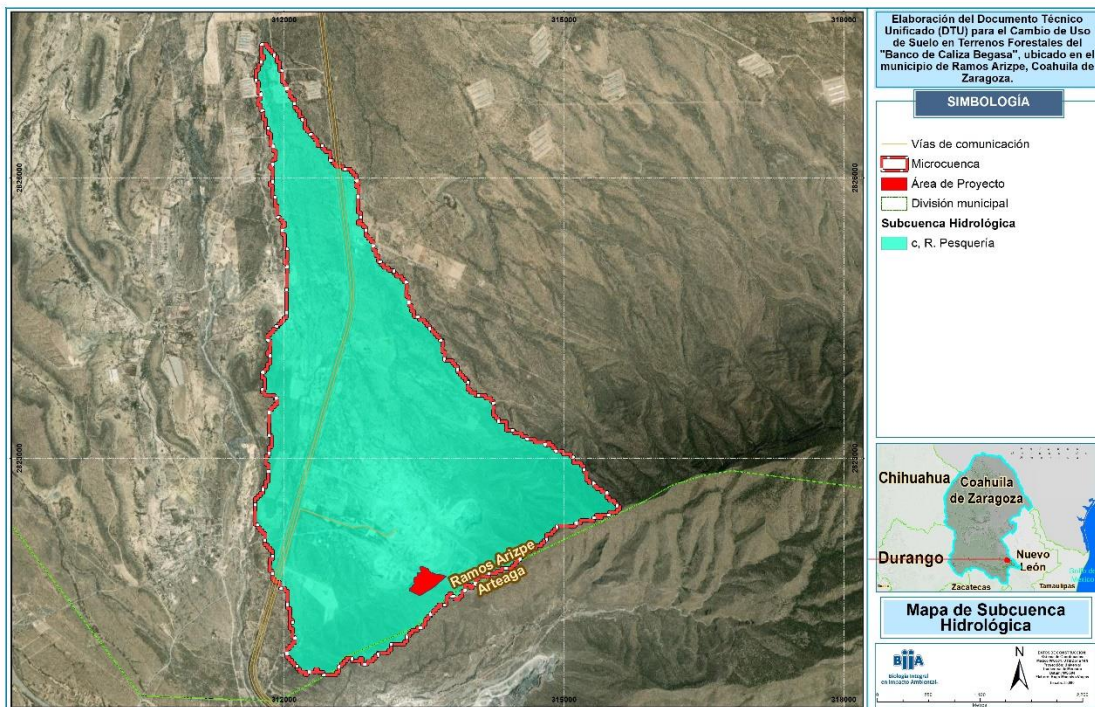


Figura 20. Subcuenca hidrográfica que se localiza en la MHF

Se considera una subcuenca de tipo abierta haciendo referencia que su agua es drenada hacia el mar o al océano, que en su caso de esta subcuenca desemboca al Golfo Mexicano.

IV.2.2.6.4 Hidrología superficial.

La precipitación media anual en la MHF que se encuentra dentro de la Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos es de 485.8 milímetros. Sin embargo, este valor es muy variable, tanto temporal como geográficamente. Los registros disponibles muestran, año con año, un amplio rango de variación, en la División San Juan, las precipitaciones medias son de 540.8 milímetros, existiendo algunos sitios con precipitaciones anuales superiores a los 1,000 milímetros. Cabe señalar que en la parte poniente de la División San Juan la precipitación media anual baja es de 200 milímetros aproximadamente.

En cuanto a corrientes de agua la MHF posee de tipo permanente e intermitente, cuyo río principal es el R. Pesquería. Para la el AP, de acuerdo al simulador de flujos (SIATL) se atraviesa una corriente de agua intermitente de 1er orden, sin embargo, durante los recorridos de campo no se percató de su existencia.

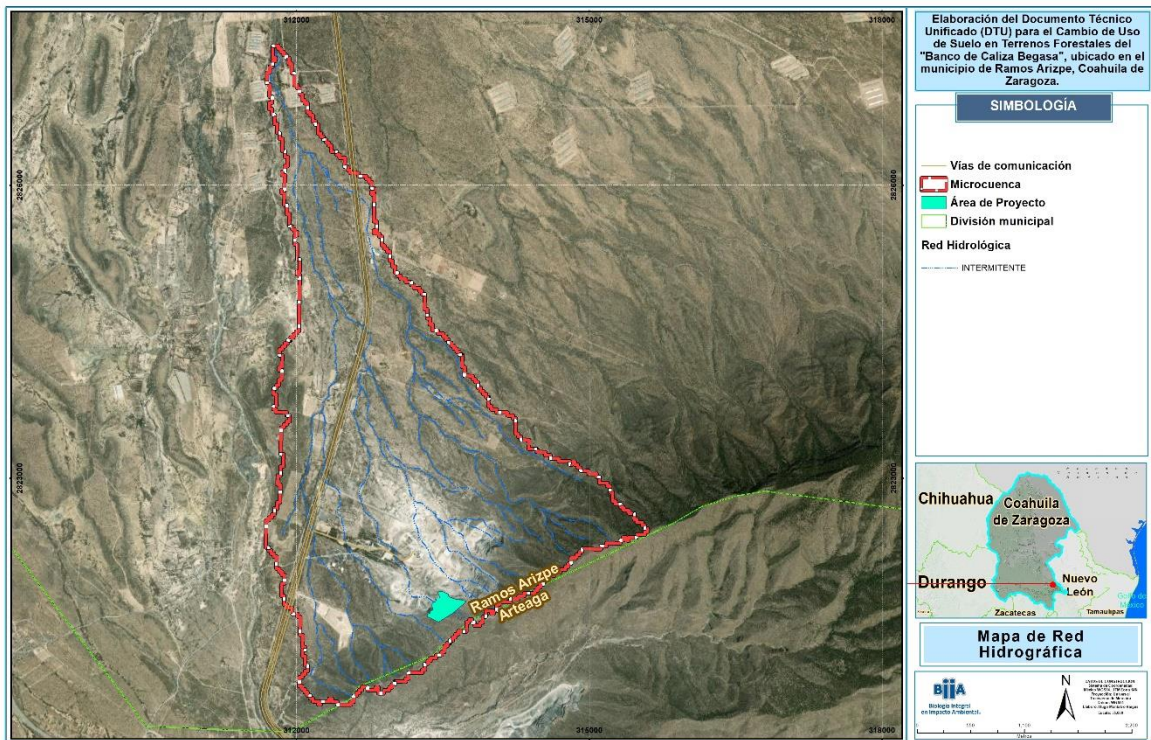


Figura 21. Hidrología superficial de las áreas de análisis

IV.2.2.6.5 Hidrología subterránea.

La Hidrología subterránea se forma en el Pleistoceno y reciente, presentando una serie de formas como lo son las terrazas marinas, gravas, arenas y limos, presenta depósitos aluviales y lacustres. Su permeabilidad que de acuerdo con FAO “Es la propiedad que tiene el suelo de transmitir con fluidez el agua y el aire”, la cual va de media a alta consecuente del material geológico que la compone.

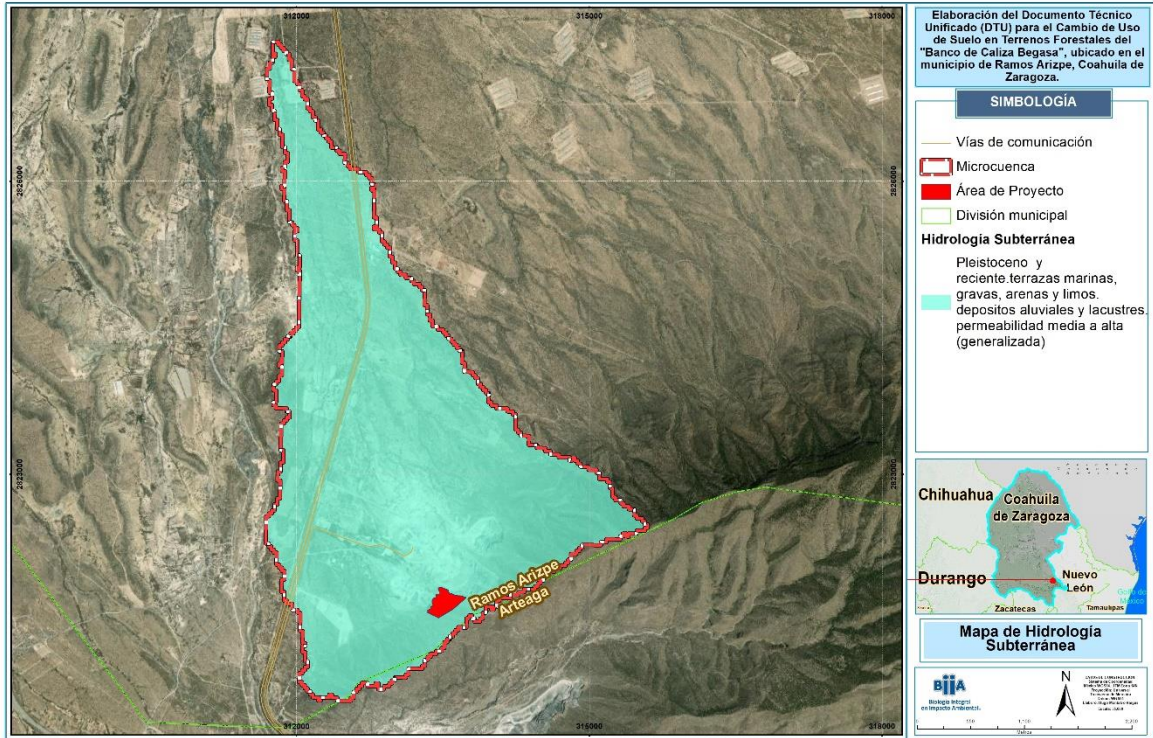


Figura 22. Hidrología subterránea dentro de la MHF

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un **acuífero** con clave 510 nombrado Saltillo – Ramos Arizpe es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido por un medio granular y otro fracturado su distribución de la microcuenca está en un 100% del acuífero. La porción superior está conformada por sedimentos aluviales, de granulometría variada, así como conglomerados polimícticos, cuyo espesor puede alcanzar algunas decenas de metros en el centro de los valles; la porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias, principalmente lutitas de la Formación Parras, cuando presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. Esta es la unidad que se explota para satisfacer las necesidades del uso doméstico y pecuario.

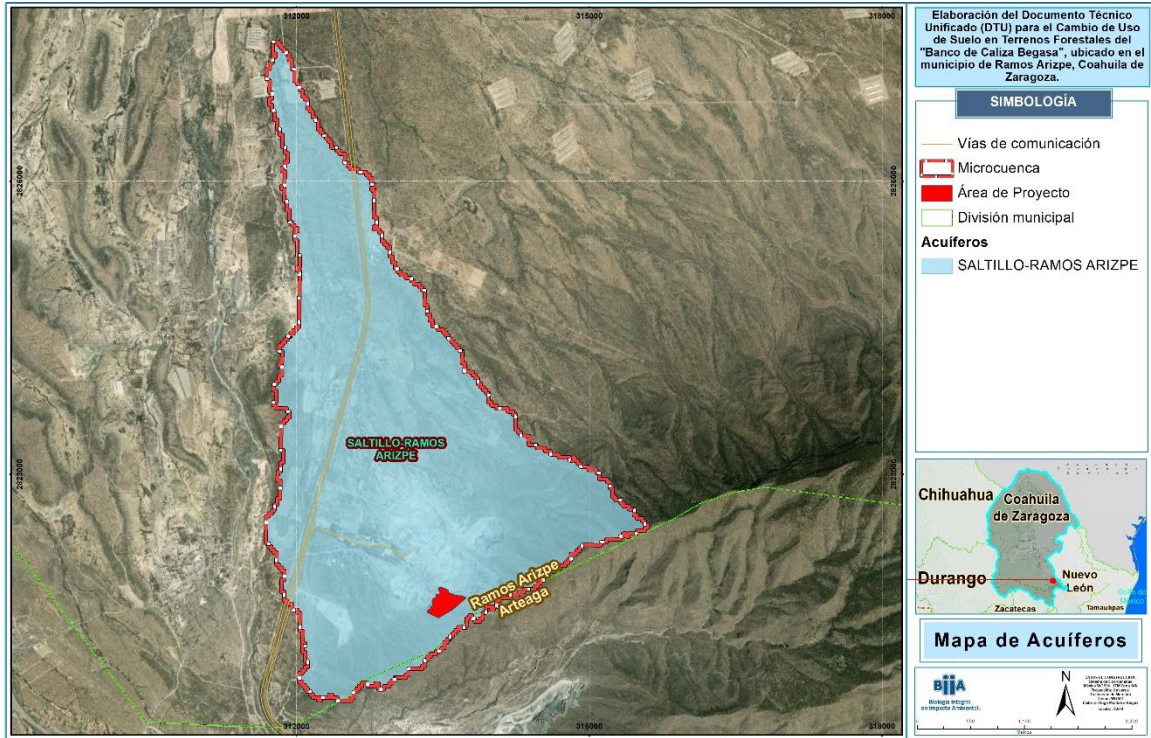


Figura 23. Acuífero en el que se encuentra la MHF

IV.2.3 Medio biológico.

IV. 2.3.1 Vegetación

México es un país privilegiado por su biodiversidad, ya que es el cuarto país megadiverso después de Brasil, Colombia e Indonesia. Aunque el territorio nacional es tan sólo el 1.4% de la superficie de la Tierra, alberga entre el 10% y el 12% de todas las especies del planeta.

En México se han registrado cerca de 25 mil especies de plantas vasculares, se estima que la lista llegará a 30 mil y casi la mitad de las especies son endémicas del país (Rzedowski, 1991a, 1991b; Toledo 1993; Villaseñor 2003, 2004; Llorente Bousquets y Ocegueda, 2008). Además, nuestro territorio ha sido un centro de diversificación de muchos grupos de plantas y es donde se encuentra el mayor número de especies de algunos grupos de vegetales como la de pinos y encinos (Nixon, 1993; Styles, 1993; Challenger, 2003; Koleff et al., 2004; Challenger y Soberón, 2008) magueyes (Gentry, 1998) y cactáceas (Arias, 1993).

La asombrosa biodiversidad de México se debe tanto a su posición biogeográfica gran parte de su territorio se encuentra dentro de la zona tropical, como a que en su territorio se traslapan las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical. Además, otros factores que incrementan su biodiversidad son su intrincado relieve, la variedad climática y su compleja historia geológica (Ramamoorthy *et al.*, 1998; Sarukhán et al., 2009) (Jiménez., *et al* 2014).

En el estado de Coahuila se presenta gran variedad de condiciones fisiográficas, climáticas y edáficas, factores que han dado lugar a una significativa diversidad de tipos de vegetación y de flora.

Esta última se estima en aproximadamente 3100 especies y taxa intraespecíficos de plantas vasculares (Villareal, 2001). El aislamiento de numerosos sistemas montañosos o enclaves orográficos de Coahuila y la presencia de cuencas endorreicas donde se registran condiciones edáficas especiales, contribuyen a incrementar el número de elementos de distribución restringida (Villareal, *et al.*, 1996). Johns (1941) y Rzedowsky (1991) señalan que entre los endemismos edáficos destacan las gipsófitas, con una historia evolutiva antigua.

La mayor parte del territorio coahuilense está incluida en el desierto Chihuahuense y de acuerdo con Henrickson y Johnston, contribuye más de cualquier otro estado al número de especies endémicas para esta gran zona árida.

En el estado se presenta la máxima concentración (29 especies) de cactáceas amenazadas dentro del Desierto Chihuahuense (Hernández y Godínez, 1994); y en él se localiza un importante centro de diversidad de la tribu Heliantheae (Asteraceae) para México, con 19 especies endémicas distribuidas principalmente en las cuencas endorreicas del centro y de la Sierra Madre Oriental en el sureste del estado (Villaseñor, 1991).

La cubierta vegetal, según Villarreal y Valdés (1992-1993), está representada por 13 tipos de vegetación. El matorral desértico chihuahuense es la comunidad más característica, comprende: a) el matorral micrófilo en suelos aluviales profundos, donde las especies más frecuentes son *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum* y *Prosopis glandulosa*; b) el matorral rosetófilo en laderas rocosas de lomeríos y sierras, integrado principalmente por *Agave lechuguilla* y *Dasyilirion cedrosanum*; donde se presenta una amplia diversidad de cactáceas; c) los matorrales de halófitas y gipsófitas, ocupan fondos de cuencas aisladas con drenaje interno, cuya presencia está determinada por condiciones edáficas locales. El matorral tamaulipeco se distribuye al noreste del área, se localiza en la provincia de la Planicie Costera del Golfo, su asociación más frecuente es la de *Acacia rigidula*, *Leucophyllum frutescens* y *Prosopis glandulosa*. El matorral submontano, localizado en las laderas y cañones de las sierras, presenta elementos del género *Rhus*, *Acacia*, *Cercocarpus* y *Ptelea*, entre otros.

En las porciones montañosas se localiza el bosque de montaña, formado por: a) el bosque de encino, que se ubica en los cañones con mejores condiciones de humedad donde *Quercus gravesii*, *Q. laceyi*, *Q. grisea* y *Q. saltillensis* son las principales especies; b) el bosque de pino piñonero, dominado por *Pinus cembroides* o *P. remota*, es la comunidad boscosa más difundida en las zonas con clima templado semiseco; c) el bosque de pino, usualmente poco denso, integrado por *Pinus rudis*, *P. arizonica* var. *stormiae* y/o *P. greggii*, se presenta en las sierras donde se tiene clima templado semihúmedo. En elevaciones cercanas a los 3,000 m aparece: d) el bosque de oyamel, integrado principalmente por *Pseudotsuga menziesii* y e) el bosque de pino-encino, formado por una mezcla de especies del género *Pinus*, usualmente asociado con representantes de *Quercus*. En las cimas de los macizos montañosos de la Sierra de Arteaga, se localiza la vegetación alpina-subalpina, integrada por *Pinus culminicola*, *Quercus greggii* y *Agave montana*, además de una elevada riqueza de plantas herbáceas. Los zacatales se desarrollan a través del estado creciendo en los valles con suelos profundos o en laderas bajas, con frecuencia se les encuentra mezclados con otros tipos de

vegetación. La vegetación riparia, subacuática y acuática se restringe a los escasos cuerpos de agua (Domínguez, 2005).

IV.2.3.1.1 Vegetación en la Microcuenca de estudio

Según la capa de uso de suelo y vegetación de INEGI serie VII (2018) en la cuenca Hidrológico Forestal se caracteriza por cinco usos de suelo y vegetación, de los cuales la Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo (VSa/MDM), presentó la mayor superficie con el 29.93% de la superficie total de la Cuenca Hidrológica Forestal, después de la vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), seguida de la vegetación de Matorral desértico Micrófilo con 21.78 %.

Tabla 11. Vegetación y uso de suelo en la microcuenca donde se ubica el proyecto

| No. | CLAVE | DESCRIPCIÓN | Sup. ha | % |
|--------------|---------|---|-----------------|---------------|
| 1 | ADV | Desprovisto de vegetación | 91.73 | 8.31 |
| 2 | MDM | Matorral desértico Micrófilo | 116.67 | 10.57 |
| 3 | MDM | Matorral desértico Micrófilo | 240.49 | 21.78 |
| 4 | MDR | Matorral Desértico Rosetófilo | 324.88 | 29.42 |
| 5 | VSa/MDM | Vegetación secundaria arbustiva de Matorral desértico micrófilo | 330.56 | 29.93 |
| Total | | | 1,104.33 | 100.00 |

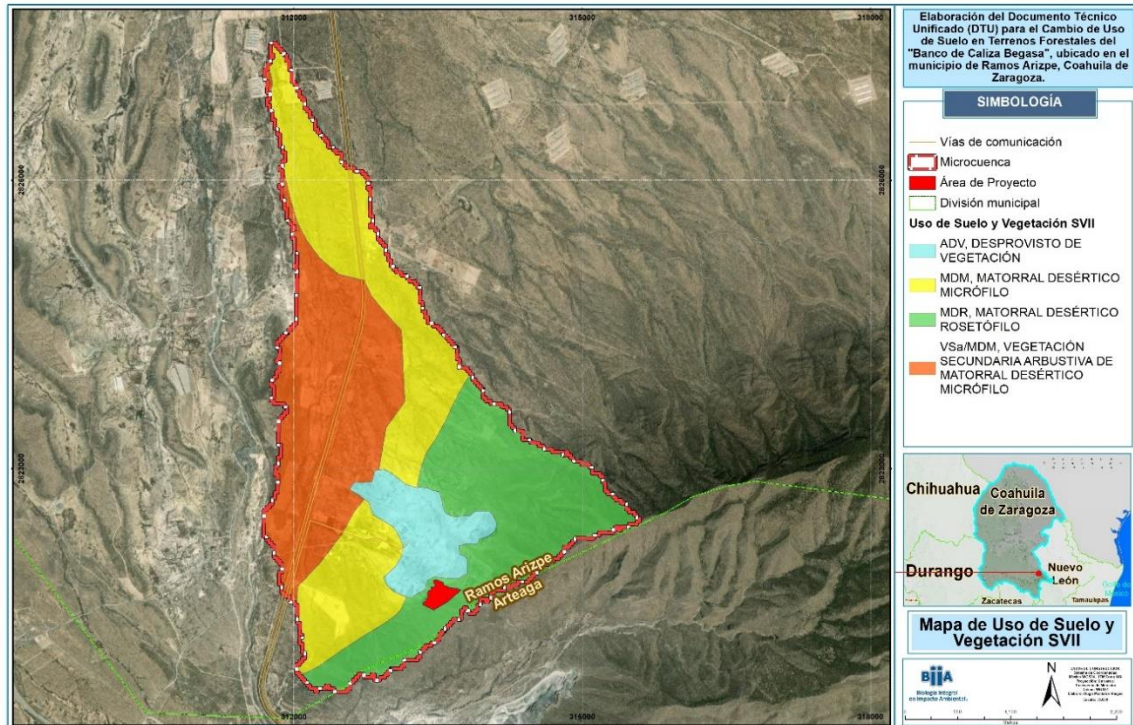


Figura 24. Usos de suelo y Vegetación presente en la Microcuenca de estudio

IV.2.3.1.2 Metodología

Para llevar a cabo el estudio de la flora de la zona del proyecto, se ejecutó en dos etapas. La primera consistió en una visita a la zona del proyecto, donde se registran los datos necesarios para posteriormente llevar a cabo los análisis correspondientes. La segunda etapa se realizó en gabinete, en donde se analizaron y procesaron los datos tomados en campo. A continuación, se describen cada una de las etapas.

IV.2.3.1.3 Trabajo de campo para el levantamiento de información

Antes del trabajo de campo se recabó información cartográfica del sitio de estudio, en el tipo de vegetación existente puesto que de esto depende el diseño y cantidad de muestreos a realizar. Consecutivamente se aseguró contar con el equipo y material indispensable para toma de datos y colecta de ejemplares en campo, de tal manera que se pudiera obtener la mayor evidencia posible para la precisa identificación de especies vegetales. El material que se requirió fue una cámara fotográfica, cinta métrica, GPS, clinómetro, tijeras para poda, prensa botánica y bolsas de papel.

En el levantamiento de datos de la información ecológica se registraron datos como nombre común, nombre científico, altura, cobertura y forma biológica para analizar dicha información por estratos de las especies presentes.

En la microcuenca se realizaron seis sitios de muestreo de 10X10 m distribuidos al azar cubriendo una superficie de 100 m² en donde se contabilizaron a los estratos arbustivos, herbáceas y cactáceas, mientras que para el estrato herbáceo se delimitó en uno de los vértices un cuadrante de 1x1 m².

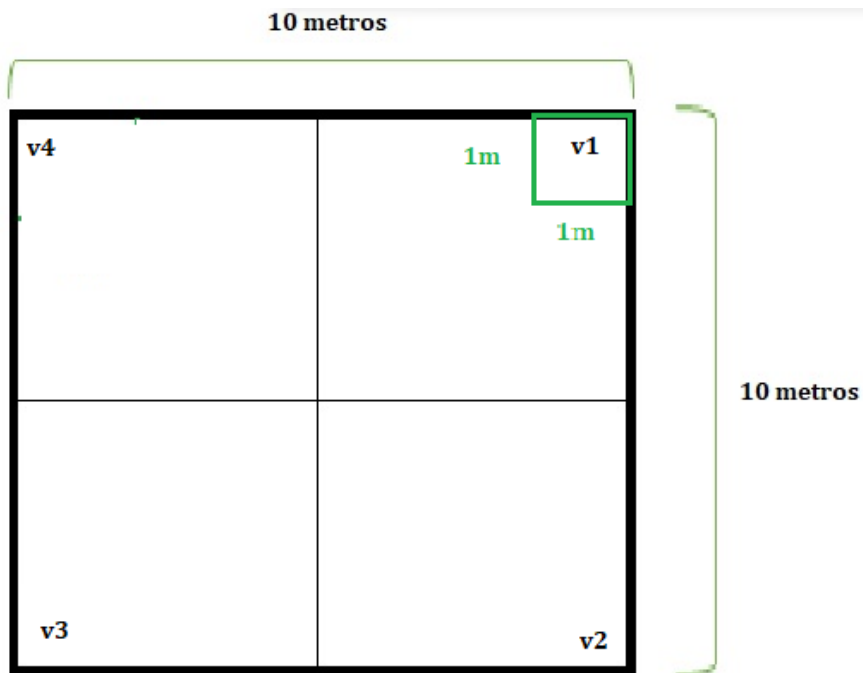


Figura 25. Diseño de sitio de muestreo

Adicionalmente a los muestreos realizados, también se hizo un registro fotográfico de flora y colecta de algunas estructuras vegetales importantes para la identificación de las especies presentes en la zona del proyecto. Para determinar correctamente una especie vegetal, fue necesario recolectar algunas estructuras, que fueron prensadas o depositadas y etiquetadas en bolsas de papel.

Uno de los objetivos de la visita de campo es caracterizar la zona de estudio, por tal motivo también se tomó la mayor evidencia fotográfica posible de los usos de suelo presentes, de la misma manera esto ayuda a describir los estratos y estados de conservación de la vegetación en general, incluso a distinguir factores decisivos en la degradación de los ecosistemas actuales en la zona.

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo levantados en la microcuenca de estudio.

Tabla 12. Coordenadas de los sitios de muestreo en la microcuenca

| No. Sitio | Vértice | Coordenadas UTM WGS84 Zona 15 | |
|-----------|---------|----------------------------------|------------|
| | | X | Y |
| 1 | 1 | 314326.506 | 2823011.69 |
| | 2 | 314333.393 | 2823018.94 |
| | 3 | 314340.644 | 2823012.05 |
| | 4 | 314333.757 | 2823004.8 |
| 2 | 1 | 313898.578 | 2823535.95 |
| | 2 | 313890.953 | 2823542.42 |
| | 3 | 313897.422 | 2823550.05 |
| | 4 | 313905.047 | 2823543.58 |
| 3 | 1 | 313714.938 | 2823565.37 |
| | 2 | 313722.366 | 2823572.06 |
| | 3 | 313729.062 | 2823564.63 |
| | 4 | 313721.634 | 2823557.94 |
| 4 | 1 | 313138.437 | 2821631.59 |
| | 2 | 313147.59 | 2821627.56 |
| | 3 | 313143.563 | 2821618.41 |
| | 4 | 313134.41 | 2821622.44 |
| 5 | 1 | 313335.566 | 2821570.93 |
| | 2 | 313344.932 | 2821574.43 |
| | 3 | 313348.434 | 2821565.07 |
| | 4 | 313339.068 | 2821561.57 |
| 6 | 1 | 313253.056 | 2821456.07 |
| | 2 | 313260.071 | 2821448.94 |
| | 3 | 313252.944 | 2821441.93 |
| | 4 | 313245.929 | 2821449.06 |

En la siguiente figura se observan los seis sitios de muestreo levantados en la microcuenca de estudio.

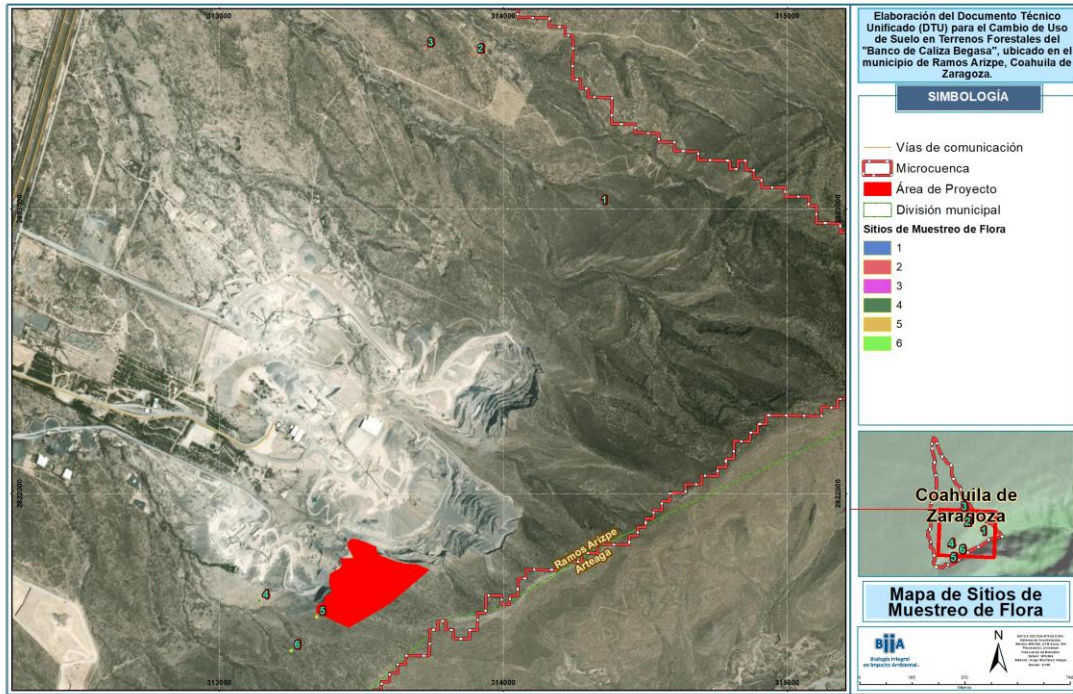


Figura 26. Ubicación de los sitios de muestreo en la microcuenca de estudio

IV.2.3.1.4 Trabajo de Gabinete para el análisis de datos

En gabinete se realizaron análisis estadísticos con las medidas tomadas (altura y coberturas de copa) de las especies vegetales, así mismo se revisó a detalle el material vegetal colectado y los registros fotográficos, de tal manera que esto permitiera determinar la diversidad y abundancia de especies en la zona del proyecto. Por otra parte, la información recabada fue fundamental para la determinación de estratos y la clasificación adecuada del tipo de vegetación presente en la zona.

Aunado a lo anterior, mediante material bibliográfico, se corroboró minuciosamente la identificación correcta de las especies vegetales encontradas en la zona de estudio, para posteriormente realizar los análisis correspondientes.

Para la cuantificación de biodiversidad en un hábitat se utilizan índices que consisten en la comparación del número de especies con el número de individuos en una muestra localizada en una determinada región geográfica (latitud y longitud) (Acuña-Mesén, 2003). En este estudio se utilizó el Índice de Shannon abreviado como “H”. También conocido como índice de Shannon-Wiener o índice Shannon-Weaver. Este índice tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia, relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Campo & Duval, 2014).

Donde:

H' = Índice de diversidad de especies

S = Número de especies

pi = proporción total de la muestra que corresponde a la especie i

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi (\ln pi)$$

La medición para la equidad de la abundancia de especies, se deriva de la Equidad de Pielou. El índice de Pielou (J') se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Moreno C., 2001).

Donde:

J' = Índice de Pielou

H' = Índice de diversidad de especies

H' max = ln (S)

$$J' = \frac{H'}{H' \max}$$

El índice de equidad de Pielou posee valores que pueden variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Campo & Duval, 2014).

La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un sólo valor y permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo.

Por otra parte, los datos recabados en campo permitieron el análisis de la vegetación del lugar por medio de la obtención de variables como abundancia, frecuencia y dominancia, estas permiten estudiar la relación existente entre las especies de una población. Por otra parte, también se estimó el índice de valor de importancia de especies (IVI) para cada uno de los sitios.

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis, 1956). Este valor se obtiene mediante los siguientes parámetros:

Densidad: Número de individuos expresado por unidad de área o volumen.

La densidad relativa: Se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies. Dado que algunas veces se presentan problemas en la determinación de los individuos, sobre todo en el estrato herbáceo, en donde algunos individuos crecen en agrupaciones (clon) o se reproducen vegetativamente en forma de

rizomas o estolones, y el concepto de individuo causa dudas, entonces, se procedió a contar los retoños (ápices) o los tallos individuales; si los vegetales crecen en forma de clones (caso particular de las gramíneas), se contó todo el clon (macollo) como una unidad y fue tratado como un individuo.

Frecuencia: Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.

Frecuencia relativa: Se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

Dominancia: Proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo (dominancia en estructura vertical), otra forma de expresarla, es también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (Cobertura, dominancia en estructura horizontal).

Dominancia relativa: Es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies.

Índice de Valor de Importancia: Parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es de 300%, para una mejor interpretación este valor se divide entre tres siendo el valor máximo del 100%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia (House P., *et al* 2006).

Para los cuales se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{No. de Individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad Relativa (DR)} = \frac{\text{Densidad de la especie } i}{\sum \text{Densidades de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia (F)} = \frac{\text{No. de sitios en los que ocurre la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia Relativa (F)} = \frac{\text{No. de sitios en los que ocurre la especie } i}{\sum \text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia (Do)} = \frac{\sum \text{Área copa de todos los individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}} \times 100$$

$$\text{Dominancia Relativa (DR)} = \frac{\text{Dominancia de la especie } i}{\sum \text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

IV.2.3.1.5 Especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010

En la siguiente tabla se presentan las especies registradas en el área del proyecto (AP) de las cuales cuatro especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección especial (Pr) las especies *Ariocarpus retusus*, *Ferocactus pilosus* y *Lophophora williamsii* y la especie *Thelocactus macdowellii* en la categoría de Amenazada (A), cabe mencionar que de encontrarse dichas especies en el área del proyecto se implementarán las medidas pertinentes para su conservación, con la finalidad de no comprometer la diversidad de dichas especies.

En la siguiente tabla se presenta la lista de especies que se registraron en la microcuenca en donde se circunscribe el área del proyecto.

Tabla 13. Especies registradas en la Microcuenca de estudio

| No. | División | Clase | Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | Distribución | NOM-059-SEMARNAT-2010 | Microcuenca |
|-----|---------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|-------------|
| 1 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Malvales | Malvaceae | <i>Abutilon fruticosum</i> | Pelotazo | Nativa | - | X |
| 2 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Fabales | Fabaceae | <i>Acacia berlandieri</i> | Frijolillo | Nativa | - | X |
| 3 | Tracheophyta | Liliopsida | Asparagales | Agavaceae | <i>Agave falcata</i> | Espadín | Nativa | - | X |
| 4 | Magnoliophyta | Liliopsida | Asparagales | Asparagaceae | <i>Agave lechugilla</i> | Lechuguilla | Nativa | - | X |
| 5 | Magnoliophyta | Liliopsida | Asparagales | Asparagáceas | <i>Agave scabra</i> | Magüey áspero | Nativa | - | X |
| 6 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Ariocarpus retusus</i> | Chautle | Nativa | Pr | X |
| 7 | Magnoliophyta | Liliopsida | Poales | Poaceae | <i>Aristida adscensionis</i> | Zacate tres barbas | Nativa | - | X |
| 8 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Amaranthaceae | <i>Atriplex canescens</i> | Cenizo | Nativa | - | X |
| 9 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Ranunculales | Berberidaceae | <i>Berberis trifoliolata</i> | Agrito | Nativa | - | X |
| 10 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Gentianales | Loganiaceae | <i>Buddleja marrubifolia</i> | Azafran | Nativa | - | X |
| 11 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Boraginales | Ehretiaceae | <i>Coldenia canescens</i> | Orejas de ratón | Nativa | - | X |
| 12 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Coryphantha palmeri</i> | Biznaga partida compacta | Nativa | - | X |
| 13 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Cardenche | Nativa | - | X |
| 14 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | Tasajillo | Nativa | - | X |
| 15 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Fabales | Fabaceae | <i>Dalea bicolor</i> | Engordacabra | Nativa | - | X |
| 16 | Magnoliophyta | Liliopsida | Asparagales | Asparagaceae | <i>Dasyliirion cedrosanum</i> | Sotol | Nativa | - | X |
| 17 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Echinocereus pectinatus</i> | Alicoche Peine | Nativa | - | X |
| 18 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Echinocereus stramineus</i> | Alicoche Sanjuanero | Nativa | - | X |
| 19 | Gnetophyta | Gnetopsida | Gnetales | Ephedraceae | <i>Ephedra antisiphilitica</i> | Pitorreal | Nativa | - | X |
| 20 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Malpighiales | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia antisiphilitica</i> | Candelilla | Nativa | - | X |
| 21 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Ferocactus hamatacanthus</i> | Biznaga ganchuda | Nativa | - | X |
| 22 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Ferocactus pilosus</i> | Biznaga barril de lima | Nativa | Pr | X |
| 23 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Asterales | Compositae | <i>Flourensia cernua</i> | Hoja sén | Nativa | - | X |
| 24 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Lamiales | Oleaceae | <i>Forestiera angustifolia</i> | Panalero | Nativa | - | X |
| 25 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Ericales | Fouquieriaceae | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | Nativa | - | X |
| 26 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Asterales | Asteraceae | <i>Gutierrezia sarothrae</i> | Hierba de San Nicolás | Nativa | - | X |
| 27 | Tracheophyta | Liliopsida | Poales | Bromeliaceae | <i>Hechtia glomerata</i> | Guapilla | Nativa | - | X |
| 28 | Magnoliophyta | Liliopsida | Poales | Poaceae | <i>Hilaria mutica</i> | Toboso | Nativa | - | X |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del “Banco de Calizas Begasa”, ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

| No. | División | Clase | Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | Distribución | NOM-059-SEMARNAT-2010 | Microcuenca |
|-----|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|-------------|
| 29 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Malpighiales | Euphorbiaceae | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | Nativa | - | X |
| 30 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Asterales | Asteraceae | <i>Jefea brevifolia</i> | Jefea | Nativa | - | X |
| 31 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Zygophyllales | Zygophyllaceae | <i>Larrea tridentata</i> | Gobernadora | Nativa | - | X |
| 32 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Lamiales | Verbenaceae | <i>Lippia graveolens</i> | Oregano | Nativa | - | X |
| 33 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Lophophora williamsii</i> | Peyote | Nativa | Pr | X |
| 34 | Tracheophyta | Liliopsida | Poales | Poaceae | <i>Lycurus phleoides</i> | Zacate lobero | Nativa | - | X |
| 35 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Rosales | Rosaceae | <i>Malacomeles denticulata</i> | Tlaxistle | Nativa | - | X |
| 36 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Mammillaria cionocephala</i> | Biznaga de cabeza blanca | Nativa | - | X |
| 37 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Mammillaria pottsii</i> | Biznaga de chilitos | Nativa | - | X |
| 38 | Magnoliophyta | Liliopsida | Asparagales | Asparagaceae | <i>Manfreda sp.</i> | Manfreda | Nativa | - | X |
| 39 | Magnoliophyta | Liliopsida | Poales | Poaceae | <i>Microchloa kunthii</i> | Elsgras | Nativa | - | X |
| 40 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Fabales | Fabaceae | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | Espino | Nativa | - | X |
| 41 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Fabales | Fabaceae | <i>Mimosa zygophylla</i> | Uña de gato | Nativa | - | X |
| 42 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | Nativa | - | X |
| 43 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Opuntia microdasys</i> | Nopal cegador | Nativa | - | X |
| 44 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Opuntia stenopetala</i> | Nopal arrastradillo | Nativa | - | X |
| 45 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Asterales | Asteraceae | <i>Parthenium argentatum</i> | Guayule | Nativa | - | X |
| 46 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Asterales | Compositae | <i>Parthenium incanum</i> | Cenizo | Nativa | - | X |
| 47 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Rosales | Rosaceae | <i>Purshia plicata</i> | Rosa silvestre | Nativa | - | X |
| 48 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Lamiales | Lamiaceae | <i>Salvia ballotiflora</i> | Mejorana | Nativa | - | X |
| 49 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Lamiales | Bignoniaceae | <i>Tecoma stans</i> | Tronadora | Nativa | - | X |
| 50 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Thelocactus macdowellii</i> | Biznaga pezón | Nativa | A | X |
| 51 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Asterales | Compositae | <i>Viguiera brevifolia</i> | Viguiera | Nativa | - | X |
| 52 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Rosales | Rhamnaceae | <i>Ziziphus obtusifolia</i> | Guarrapatilla | Nativa | - | X |

IV.2.4 Análisis de los índices de diversidad en la microcuenca de estudio

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI se identificó la vegetación a afectar en el área del proyecto el cual corresponde a Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), del cual dentro de la microcuenca de estudio se levantaron seis sitios de muestreo direccionados, en los que se registraron todas las especies registradas en el área del proyecto.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de valor de importancia ecológica (IVIE), diversidad de Shannon-Wiener (H) y equitatividad de Pielou de la flora registrada de cada uno de los estratos en la microcuenca de estudio.

Estrato arbustivo

En el estrato arbóreo se registró una riqueza específica de 32 especies la cual la especie de *Agave lechuguilla* fue la especie que presentó el mayor valor de importancia ecológica obteniendo un valor de 14.58 %, seguidas de las especies de *Hechtia glomerata* con 12.53% y *Acacia berlandieri* con 8.63%.

Tabla 14. Índice de valor de Importancia ecológica en el estrato arbustivo en la microcuenca

| No. | Nombre científico | Densidad | Densidad Relativa | Frecuencia | Frecuencia Relativa | Dominancia | Dominancia Relativa | IVIE (%) |
|--------------|----------------------------------|----------|-------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|----------|
| 1 | <i>Abutilon fruticosum</i> | 2 | 0.14 | 1 | 1.52 | 0.008 | 0.04 | 0.57 |
| 2 | <i>Acacia berlandieri</i> | 1 | 0.07 | 1 | 1.52 | 4.909 | 24.30 | 8.63 |
| 3 | <i>Agave falcata</i> | 25 | 1.79 | 4 | 6.06 | 0.033 | 0.16 | 2.67 |
| 4 | <i>Agave lechuguilla</i> | 475 | 34.03 | 6 | 9.09 | 0.127 | 0.63 | 14.58 |
| 5 | <i>Agave scabra</i> | 10 | 0.72 | 2 | 3.03 | 0.293 | 1.45 | 1.73 |
| 6 | <i>Atriplex canescens</i> | 8 | 0.57 | 3 | 4.55 | 0.148 | 0.73 | 1.95 |
| 7 | <i>Berberis trifoliolata</i> | 4 | 0.29 | 2 | 3.03 | 0.408 | 2.02 | 1.78 |
| 8 | <i>Buddleja marrubijfolia</i> | 4 | 0.29 | 1 | 1.52 | 0.503 | 2.49 | 1.43 |
| 9 | <i>Coldenia canescens</i> | 3 | 0.21 | 1 | 1.52 | 0.022 | 0.11 | 0.61 |
| 10 | <i>Dalea bicolor</i> | 2 | 0.14 | 1 | 1.52 | 0.240 | 1.19 | 0.95 |
| 11 | <i>Dasyllirion cedrosanum</i> | 15 | 1.07 | 2 | 3.03 | 0.333 | 1.65 | 1.92 |
| 12 | <i>Ephedra antisyphilitica</i> | 3 | 0.21 | 1 | 1.52 | 0.552 | 2.73 | 1.49 |
| 13 | <i>Euphorbia antisyphilitica</i> | 3 | 0.21 | 1 | 1.52 | 0.027 | 0.13 | 0.62 |
| 14 | <i>Flourensia cernua</i> | 69 | 4.94 | 1 | 1.52 | 0.358 | 1.77 | 2.74 |
| 15 | <i>Forestiera angustifolia</i> | 2 | 0.14 | 2 | 3.03 | 4.434 | 21.95 | 8.37 |
| 16 | <i>Fouquieria splendens</i> | 4 | 0.29 | 3 | 4.55 | 0.469 | 2.32 | 2.38 |
| 17 | <i>Gutierrezia sarothrae</i> | 2 | 0.14 | 1 | 1.52 | 0.385 | 1.90 | 1.19 |
| 18 | <i>Hechtia glomerata</i> | 460 | 32.95 | 3 | 4.55 | 0.017 | 0.08 | 12.53 |
| 19 | <i>Jatropha dioica</i> | 80 | 5.73 | 2 | 3.03 | 0.055 | 0.27 | 3.01 |
| 20 | <i>Larrea tridentata</i> | 3 | 0.21 | 2 | 3.03 | 1.898 | 9.40 | 4.21 |
| 21 | <i>Lippia graveolens</i> | 3 | 0.21 | 1 | 1.52 | 0.424 | 2.10 | 1.28 |
| 22 | <i>Malacomes denticulata</i> | 3 | 0.21 | 3 | 4.55 | 0.024 | 0.12 | 1.63 |
| 23 | <i>Manfreda sp.</i> | 19 | 1.36 | 2 | 3.03 | 0.385 | 1.90 | 2.10 |
| 24 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 69 | 4.94 | 1 | 1.52 | 0.006 | 0.03 | 2.16 |
| 25 | <i>Mimosa zygophylla</i> | 33 | 2.36 | 2 | 3.03 | 0.226 | 1.12 | 2.17 |
| 26 | <i>Parthenium argentatum</i> | 14 | 1.00 | 4 | 6.06 | 0.504 | 2.49 | 3.19 |
| 27 | <i>Parthenium incanum</i> | 22 | 1.58 | 2 | 3.03 | 0.405 | 2.00 | 2.20 |
| 28 | <i>Purshia plicata</i> | 2 | 0.14 | 2 | 3.03 | 0.205 | 1.01 | 1.40 |
| 29 | <i>Salvia ballotiflora</i> | 30 | 2.15 | 1 | 1.52 | 0.837 | 4.15 | 2.60 |
| 30 | <i>Tecoma stans</i> | 3 | 0.21 | 4 | 6.06 | 0.494 | 2.45 | 2.91 |
| 31 | <i>Vigueria brevifolia</i> | 19 | 1.36 | 2 | 3.03 | 1.270 | 6.28 | 3.56 |
| 32 | <i>Ziziphus obtusifolia</i> | 4 | 0.29 | 2 | 3.03 | 0.205 | 1.01 | 1.44 |
| Total | | 1,396 | 100 | 66 | 100 | 20.203 | 100 | 100 |

Tabla 15. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el estrato arbustivo en la microcuenca

| No. | Nombre científico | Densidad | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|----------------------------------|----------|--------|----------|------------|
| 1 | <i>Abutilon fruticosum</i> | 2 | 0.0014 | -6.548 | 0.0094 |
| 2 | <i>Acacia berlandieri</i> | 1 | 0.0007 | -7.241 | 0.0052 |
| 3 | <i>Agave falcata</i> | 25 | 0.0179 | -4.022 | 0.0720 |
| 4 | <i>Agave lechugilla</i> | 475 | 0.3403 | -1.078 | 0.3668 |
| 5 | <i>Agave scabra</i> | 10 | 0.0072 | -4.939 | 0.0354 |
| 6 | <i>Atriplex canescens</i> | 8 | 0.0057 | -5.162 | 0.0296 |
| 7 | <i>Berberis trifoliolata</i> | 4 | 0.0029 | -5.855 | 0.0168 |
| 8 | <i>Buddleja marrubiifolia</i> | 4 | 0.0029 | -5.855 | 0.0168 |
| 9 | <i>Coldenia canescens</i> | 3 | 0.0021 | -6.143 | 0.0132 |
| 10 | <i>Dalea bicolor</i> | 2 | 0.0014 | -6.548 | 0.0094 |
| 11 | <i>Dasylium cedrosanum</i> | 15 | 0.0107 | -4.533 | 0.0487 |
| 12 | <i>Ephedra antisiphilitica</i> | 3 | 0.0021 | -6.143 | 0.0132 |
| 13 | <i>Euphorbia antisiphilitica</i> | 3 | 0.0021 | -6.143 | 0.0132 |
| 14 | <i>Flourensia cernua</i> | 69 | 0.0494 | -3.007 | 0.1486 |
| 15 | <i>Forestiera angustifolia</i> | 2 | 0.0014 | -6.548 | 0.0094 |
| 16 | <i>Fouquieria splendens</i> | 4 | 0.0029 | -5.855 | 0.0168 |
| 17 | <i>Gutierrezia sarothrae</i> | 2 | 0.0014 | -6.548 | 0.0094 |
| 18 | <i>Hechtia glomerata</i> | 460 | 0.3295 | -1.110 | 0.3658 |
| 19 | <i>Jatropha dioica</i> | 80 | 0.0573 | -2.859 | 0.1639 |
| 20 | <i>Larrea tridentata</i> | 3 | 0.0021 | -6.143 | 0.0132 |
| 21 | <i>Lippia graveolens</i> | 3 | 0.0021 | -6.143 | 0.0132 |
| 22 | <i>Malacomes denticulata</i> | 3 | 0.0021 | -6.143 | 0.0132 |
| 23 | <i>Manfreda sp.</i> | 19 | 0.0136 | -4.297 | 0.0585 |
| 24 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 69 | 0.0494 | -3.007 | 0.1486 |
| 25 | <i>Mimosa zygophylla</i> | 33 | 0.0236 | -3.745 | 0.0885 |
| 26 | <i>Parthenium argentatum</i> | 14 | 0.0100 | -4.602 | 0.0462 |
| 27 | <i>Parthenium incanum</i> | 22 | 0.0158 | -4.150 | 0.0654 |
| 28 | <i>Purshia plicata</i> | 2 | 0.0014 | -6.548 | 0.0094 |
| 29 | <i>Salvia ballotiflora</i> | 30 | 0.0215 | -3.840 | 0.0825 |
| 30 | <i>Tecoma stans</i> | 3 | 0.0021 | -6.143 | 0.0132 |
| 31 | <i>Viguiera brevifolia</i> | 19 | 0.0136 | -4.297 | 0.0585 |
| 32 | <i>Ziziphus obtusifolia</i> | 4 | 0.0029 | -5.855 | 0.0168 |
| Total | | 1,396 | 1 | - | 1.991 |

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el estrato arbustivo se obtuvo un valor de 1.991 lo que indica que el estrato es medianamente diverso, faltándole 1.48 para alcanzar su máxima diversidad (3.47) y un valor de equitatividad de 0.57 lo que indica que existe ausencia de equitatividad de especies.

Tabla 16. Índices de diversidad en el estrato arbustivo en la microcuena

| Índice | Valor |
|------------------------------|-------|
| Riqueza específica (S) | 32 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.991 |
| Diversidad máxima (H max) | 3.47 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.57 |
| Diferencia diversidad | 1.48 |

Estrato herbáceo

El estrato arbustivo presentó una riqueza específica de especies de cinco especies de las cuales la especie *Microchloa kunthii* fue la mejor representada obteniendo un valor de 31.05 %, seguida de la especie *Lycurus phleoides* con 22.86% y *Jefea brevifolia* con 18.45.

Tabla 17. Índice de valor de Importancia ecológica en el estrato herbáceo en la microcuena

| No. | Nombre científico | Densidad | Densidad Relativa | Frecuencia | Frecuencia Relativa | Dominancia | Dominancia Relativa | IVIE (%) |
|--------------|------------------------------|----------|-------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|----------|
| 1 | <i>Aristida adscensionis</i> | 2 | 3.77 | 1 | 12.5 | 0.049 | 17.320 | 11.20 |
| 2 | <i>Hilaria mutica</i> | 16 | 30.19 | 1 | 12.5 | 0.019 | 6.646 | 16.44 |
| 3 | <i>Jefea brevifolia</i> | 3 | 5.66 | 1 | 12.5 | 0.105 | 37.181 | 18.45 |
| 4 | <i>Lycurus phleoides</i> | 12 | 22.64 | 3 | 37.5 | 0.024 | 8.438 | 22.86 |
| 5 | <i>Microchloa kunthii</i> | 20 | 37.74 | 2 | 25 | 0.086 | 30.414 | 31.05 |
| Total | | 53 | 100 | 8 | 100 | 0.283 | 100 | 100 |

Tabla 18. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el estrato herbáceo en la microcuena

| No. | Nombre científico | Densidad | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|------------------------------|----------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Aristida adscensionis</i> | 2 | 0.038 | -3.28 | 0.12 |
| 2 | <i>Hilaria mutica</i> | 16 | 0.302 | -1.20 | 0.36 |
| 3 | <i>Jefea brevifolia</i> | 3 | 0.057 | -2.87 | 0.16 |
| 4 | <i>Lycurus phleoides</i> | 12 | 0.226 | -1.49 | 0.34 |
| 5 | <i>Microchloa kunthii</i> | 20 | 0.377 | -0.97 | 0.37 |
| Total | | 53 | 1 | - | 1.35 |

El resultado obtenido de la diversidad de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo fue de 1.35 lo que indica que se tiene una diversidad medianamente diversa, faltándole 0.26 para alcanzar su máxima diversidad de 1.61 y las especies presentan tienden a la uniformidad obteniendo un valor de equitatividad de Pielou de 0.84.

Tabla 19. Índices de diversidad en el estrato herbáceo en la microcuenca

| Índice | Valor |
|------------------------------|-------|
| Riqueza específica (S) | 5 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.35 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.61 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.84 |
| Diferencia diversidad | 0.26 |

Cactáceas

En cuanto a las cactáceas se tiene una riqueza específica de 15 especies de las cuales la especie mejor representada fue la especie de *Cylindropuntia imbricata* obteniendo el mayor valor del IVIE (21.0%), después de la especie de *Ariocarpus retusus* con 12.02 %, seguida de la especie *Thelocactus macdowellii* con 11.15%.

Tabla 20. Índice de valor de Importancia ecológica de cactáceas en la microcuenca

| No. | Nombre científico | Densidad | Densidad Relativa | Frecuencia | Frecuencia Relativa | Dominancia | Dominancia Relativa | IVIE (%) |
|--------------|-----------------------------------|----------|-------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|----------|
| 1 | <i>Ariocarpus retusus</i> | 45 | 23.20 | 3 | 12 | 0.034 | 0.878 | 12.02 |
| 2 | <i>Coryphantha palmeri</i> | 7 | 3.61 | 1 | 4 | 0.001 | 0.034 | 2.55 |
| 3 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | 1 | 0.52 | 1 | 4 | 2.270 | 58.490 | 21.00 |
| 4 | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | 17 | 8.76 | 2 | 8 | 0.201 | 5.167 | 7.31 |
| 5 | <i>Echinocereus pectinatus</i> | 2 | 1.03 | 2 | 8 | 0.004 | 0.114 | 3.05 |
| 6 | <i>Echinocereus stramineus</i> | 1 | 0.52 | 1 | 4 | 0.018 | 0.455 | 1.66 |
| 7 | <i>Ferocactus hamatacanthus</i> | 7 | 3.61 | 2 | 8 | 0.116 | 2.984 | 4.86 |
| 8 | <i>Ferocactus pilosus</i> | 1 | 0.52 | 1 | 4 | 0.503 | 12.953 | 5.82 |
| 9 | <i>Lophophora williamsii</i> | 16 | 8.25 | 4 | 16 | 0.002 | 0.063 | 8.10 |
| 10 | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | 3 | 1.55 | 1 | 4 | 0.005 | 0.135 | 1.89 |
| 11 | <i>Mammillaria pottsii</i> | 3 | 1.55 | 1 | 4 | 0.002 | 0.047 | 1.86 |
| 12 | <i>Neolloydia conoidea</i> | 39 | 20.10 | 2 | 8 | 0.010 | 0.269 | 9.46 |
| 13 | <i>Opuntia microdasys</i> | 1 | 0.52 | 1 | 4 | 0.636 | 16.393 | 6.97 |
| 14 | <i>Opuntia stenopetala</i> | 2 | 1.03 | 1 | 4 | 0.071 | 1.821 | 2.28 |
| 15 | <i>Thelocactus macdowellii</i> | 49 | 25.26 | 2 | 8 | 0.008 | 0.196 | 11.15 |
| Total | | 194 | 100 | 25 | 100 | 3.881 | 100 | 100 |

Tabla 21. Índices de diversidad en el estrato cactáceas

| No. | Especie | Densidad | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|-----|-----------------------------------|----------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Ariocarpus retusus</i> | 45 | 0.232 | -1.46 | 0.339 |
| 2 | <i>Coryphantha palmeri</i> | 7 | 0.036 | -3.32 | 0.120 |
| 3 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | 1 | 0.005 | -5.27 | 0.027 |
| 4 | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | 17 | 0.088 | -2.43 | 0.213 |
| 5 | <i>Echinocereus pectinatus</i> | 2 | 0.010 | -4.57 | 0.047 |

| No. | Especie | Densidad | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|----------------------------------|----------|-------|----------|------------|
| 6 | <i>Echinocereus stramineus</i> | 1 | 0.005 | -5.27 | 0.027 |
| 7 | <i>Ferocactus hamatacanthus</i> | 7 | 0.036 | -3.32 | 0.120 |
| 8 | <i>Ferocactus pilosus</i> | 1 | 0.005 | -5.27 | 0.027 |
| 9 | <i>Lophophora williamsii</i> | 16 | 0.082 | -2.50 | 0.206 |
| 10 | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | 3 | 0.015 | -4.17 | 0.064 |
| 11 | <i>Mammillaria pottsii</i> | 3 | 0.015 | -4.17 | 0.064 |
| 12 | <i>Neolloydia conoidea</i> | 39 | 0.201 | -1.60 | 0.323 |
| 13 | <i>Opuntia microdasys</i> | 1 | 0.005 | -5.27 | 0.027 |
| 14 | <i>Opuntia stenopetala</i> | 2 | 0.010 | -4.57 | 0.047 |
| 15 | <i>Thelocactus macdowellii</i> | 49 | 0.253 | -1.38 | 0.348 |
| Total | | 194 | 1 | - | 2 |

Así mismo, las cactáceas presentaron un índice de Shannon-Wiener de 1.99 lo que indica que el estrato es medianamente diverso, pudiendo alcanzar una máxima diversidad de 3.47, faltándole 1.48 y las especies tienen ausencia de homogeneidad.

Tabla 22. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) de cactáceas

| Índice | Valor |
|------------------------------|-------------|
| Riqueza específica (S) | 32 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.99 |
| Diversidad máxima (H max) | 3.47 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.57 |
| Diferencia diversidad | 1.48 |

IV.2.3.2 Fauna

IV.2.3.2.1 Probable ocurrencia

Asumiendo que todas las especies detectadas en un área determinada están identificadas e informadas correctamente, la riqueza de especies conocida puede ser una subestimación grave de la riqueza real, porque en algunos casos, algunas especies permanecen sin ser detectadas en ciertos sitios, pero la detección imperfecta se distribuye aleatoriamente entre parches ambientales (Ficetola *et al.*, 2014) De tal manera que es muy complicado abarcar la totalidad del área a muestrear (principalmente cuando es muy grande), así como registrar todas las especies existentes en un medio ambiente, ya que determinados factores no lo hacen posible (como el tiempo reducido, la topografía, los diferentes tipos de hábitats, etc.). Por ello, es necesaria la elaboración e investigación de la probable ocurrencia de la zona, permitiendo conocer las especies de todos los grupos faunísticos de interés que se pudieran distribuir o habitar en el área, obteniendo toda la información posible para una adecuada propuesta de las medidas de mitigación.

El listado de probable ocurrencia que se elaboró para no omitir ninguna especie fue realizado por medio de consultas bibliográficas de estudios previos (artículos científicos, guías especializadas, libros, revistas científicas, etc.) y de bases de datos digitales (gbif, naturalista, amphibiaweb, ebird, iucnredlist, avesmx) concernientes a la zona de la microcuenca delimitada (Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila) en la que está inmerso el proyecto. Los parámetros que se buscaron fueron

registros anteriores de las especies en el área, así como en base a la preferencia del hábitat, distribución y características biológicas de cada especie, se discernió si cada una podría tener potencialmente presencia en esta.

Tabla 23. Listado de probable ocurrencia encontrada en la Microcuena

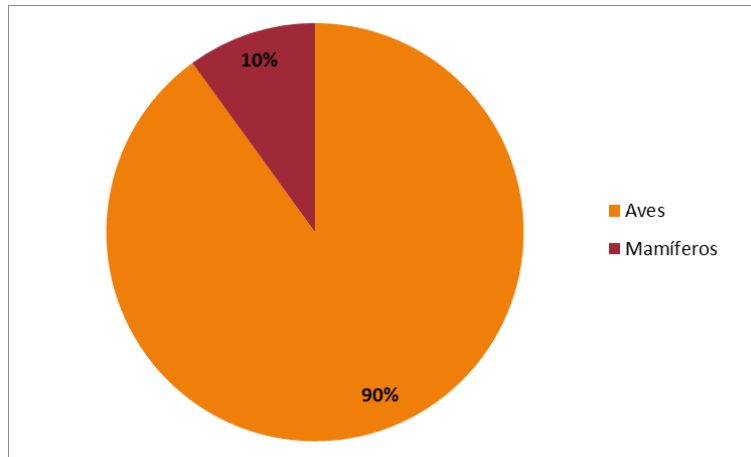
| Grupo | Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo | Residencia |
|-----------|-----------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------|-----|-----------|------------|
| Aves | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja | Sc | - | R, MI |
| | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Buteo lineatus</i> | Aguililla pecho rojo | Pr | - | R, MI |
| | Cathartiformes | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | Sc | - | R |
| | Columbiformes | Columbidae | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma de collar turca | Sc | Exótica | R |
| | Passeriformes | Corvidae | <i>Aphelocoma wollweberi</i> | Chara pecho gris | Sc | - | R |
| | Passeriformes | Parulidae | <i>Setophaga coronata</i> | Chipe rabadilla amarilla | Sc | - | R, MI |
| | Passeriformes | Passeridae | <i>Passer domesticus</i> | Gorrión doméstico | Sc | Exótica | R |
| | Psittaciformes | Psittacidae | <i>Amazona finschi</i> | Loro corona lila | P | Endémica | R |
| | Psittaciformes | Psittacidae | <i>Amazona viridigenalis</i> | Loro Tamaulipeco | P | Endémica | R |
| Mamíferos | Rodentia | Sciuridae | <i>Otospermophilus variegatus</i> | Ardilla de rocas | Sc | - | N/A |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría. P = En Peligro de Extinción. R = Residente; MI = Migratoria de invierno. N/A = No aplica

Como resultado, el número de especies de probable ocurrencia en la Microcuena fue de 10 en total. El grupo con la mayor cantidad de especies fue el de las aves, contando con 9, lo que les confirió la mayor representatividad por mucho, pues obtuvo el 90% de los grupos faunísticos; seguidas de los mamíferos con una especie y una representatividad del 9%, dado que fue el otro grupo en que se encontró registro en esa área.

Tabla 24. Riqueza específica (S) de probable ocurrencia de los grupos faunísticos

| Grupos | Riqueza específica (S) | NOM-059-SEMARNAT-2010 | Endémicas | Porcentaje de representatividad |
|--------------|------------------------|-----------------------|-----------|---------------------------------|
| Aves | 9 | 3 | 2 | 90% |
| Mamíferos | 1 | - | - | 10% |
| Total | 10 | 3 | 2 | 100% |



Porcentaje de representatividad de probable ocurrencia para los grupos faunísticos

IV.2.3.2.1.1 Identificación de especies vulnerables de probable ocurrencia

La necesidad de saber la vulnerabilidad de las especies y las poblaciones que se ubican en la Microcuenca y del CUSTF, reside en el hecho de conocer el impacto que hará la obra en la fauna silvestre. Por ello, se buscó el estatus de conservación de las especies bajo los criterios de la Norma Oficial Mexicana para la Protección de la Flora y la Fauna Silvestre (NOM-059-SEMARNAT-2010).

La fauna mexicana que se encuentra en riesgo está agrupada en cuatro categorías:

- **Probablemente Extinta en el Medio Silvestre (E).** Aquellas especies nativas cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- **En Peligro de Extinción (P).** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazadas (A).** Aquellas que están en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se siguen presentando los factores como modificación del hábitat, que pueden ocasionar una disminución en su viabilidad biológica.
- **Sujetas a Protección Especial (Pr).** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que disminuyan su viabilidad biológica, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y su conservación.

De las 10 especies de probable ocurrencia, 3 tienen alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, es decir el 33.33% del total. La ornitofauna fue el único grupo con especies dentro de la Norma Oficial, por lo que esas 3 especies son de estos vertebrados, lo que significa que el mamífero con registro no tiene problemas en su conservación.

Tabla 25. Número y porcentaje de especies dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 para cada grupo faunístico

| Grupo faunístico | Riqueza específica (S) | Total de especies en la NOM | Porcentaje |
|------------------|------------------------|-----------------------------|-------------|
| Aves | 9 | 3 | 80% |
| Mamíferos | 1 | 0 | 10% |
| Total | 10 | 3 | 100% |

NOM= Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Los dos estatus encontrados fueron Sujeta a Protección Especial (Pr) y En Peligro de Extinción (P). De la primera solo fue una especie, mientras que las otras dos fueron de la categoría P, no encontrándose ninguna bajo el estatus Amenazada (A).

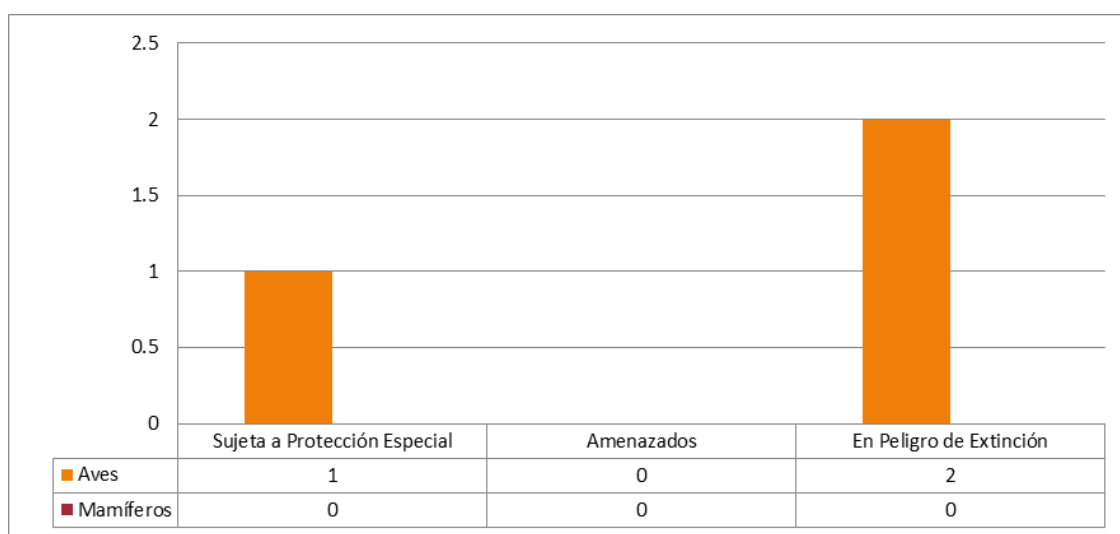


Figura 27. Número de especies de probable ocurrencia de los grupos faunísticos que se encuentran en alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Especificando las especies que se encuentran vulnerables, una es del orden Accipitriformes y dos del orden Psittaciformes. Aguililla pecho rojo (*Buteo lineatus*) de la familia Accipitridae se encuentra en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr), dado que la deforestación ha disminuido considerablemente el rango de esta ave, sumado al envenenamiento por insecticidas, contaminación, tala, colisión de vehículos y accidentes de línea eléctrica. Por su parte, el loro corona lila (*Amazona finschi*) de la familia Psittacidae, debido a su vulnerabilidad intrínseca, el tráfico ilegal y la pérdida de hábitat, las poblaciones de la especie se han visto severamente afectadas (Masera *et al.*, 1997; Trejo & Dirzo, 2000; Renton & Íñigo-Elías, 2003; Marín-Togo *et al.*, 2012), siendo estas sus más grandes amenazas. Por último, el loro Tamaulipeco (*Amazona viridigenalis*) ha sufrido a largo plazo debido a la pérdida del hábitat y en los últimos años debido también al alto nivel de explotación de que ha sido objeto para fines de comercio, con tráfico ilegal nacional e internacional ya que es una especie muy cotizada (Cantú Guzmán & Sánchez Saldaña, 2018); asimismo, en la Sierra de Tamaulipas, los agricultores daban (o dan) muerte a muchos loros que incursionan en los maizales en busca de maíz.

Tabla 26. Especies de probable ocurrencia que se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

| Grupo | Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo |
|-------|-----------------|--------------|------------------------------|----------------------|-----|-----------|
| Aves | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Buteo lineatus</i> | Aguililla pecho rojo | Pr | - |
| | Psittaciformes | Psittacidae | <i>Amazona finschi</i> | Loro corona lila | P | Endémica |
| | Psittaciformes | Psittacidae | <i>Amazona viridigenalis</i> | Loro Tamaulipeco | P | Endémica |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Sujeta a Protección Especial; P= En Peligro de Extinción

Las especies que poseen algún grado de endemismo pueden estar dentro de las siguientes tres categorías (Navarro-Singüenza, y otros, 2014):

1. **Endémicas:** sólo se encuentran en México y su distribución geográfica no se extiende hacia ningún otro país.
2. **Cuasiendémicas (aves):** se encuentran casi exclusivamente en México, pero su distribución se extiende ligeramente a países vecinos fuera de los límites políticos de México por continuidad ecológica u orográfica
3. **Semiendémicas (aves):** son aquellas que se restringen a México solamente durante una parte de su ciclo anual.

Para el endemismo de la probable ocurrencia, el grupo de las aves obtuvo el mayor número con 2 especies endémicas de México, quedando el mamífero con una distribución amplia fuera de las fronteras de México.

Respecto a *Amazona finschi*, su distribución se encuentra en las tierras bajas vertiente del Pacífico, desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua hasta Oaxaca. Por otro lado, *Amazona viridigenalis* se localiza en la vertiente del Atlántico, desde el este de Nuevo León y Tamaulipas, San Luis Potosí al norte de Veracruz (Cantú Guzmán & Sánchez Saldaña, 2018).

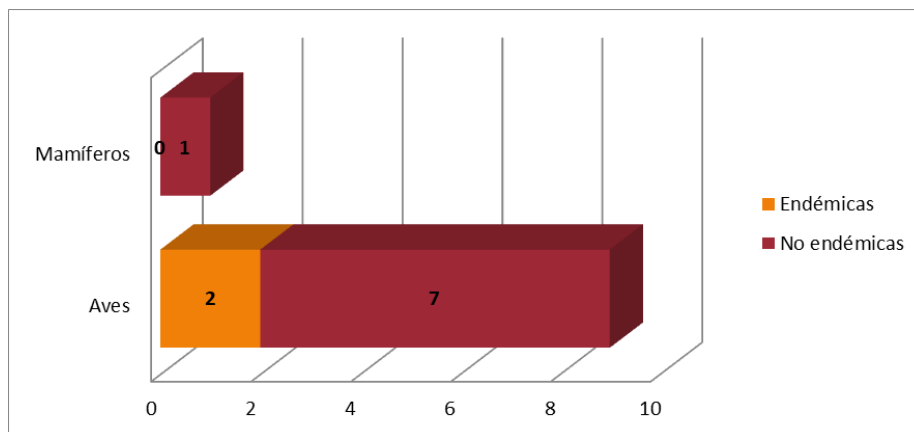


Figura 28. Número de especies endémicas de probable ocurrencia por grupo faunístico

IV.2.3.2.2 Metodologías de muestreo en campo en la Microcuenca

Para aumentar el conocimiento biológico una herramienta básica son los inventarios faunísticos que nos permiten conocer las especies que existen en un área en particular, para posteriormente proponer estrategias de conservación para los ambientes donde se distribuyen las especies, así como para algunos taxones prioritarios o vulnerables a las alteraciones de entorno. La realización de inventarios confiables debe ser un procedimiento continuo que incorpore métodos y tecnologías recientes con la finalidad de garantizar la detección del mayor número de especies (Guzmán-Soriano *et al.*, 2013).

La elección de los métodos de muestreo de la diversidad biológica debería ser lo más rentable posible atendiendo a los requisitos de la investigación. En esta perspectiva, se deben considerar varios factores: el taxón encuestado, los objetivos de investigación, el ambiente estudiado, el tiempo disponible para el desarrollo del trabajo de campo y disponibilidad de recursos financieros (Aurichio & Salomao, 2002; Silveira *et al.*, 2010; Spence-Bailey *et al.*, 2010). De este modo, tomando en cuenta lo anteriormente dicho y los grupos faunísticos objetivos (aves, anfibios, reptiles y mamíferos), se procedió a utilizar la metodología más adecuada conforme a los vertebrados, adecuándola y funcionando óptimamente con cada uno, siendo utilizado para este caso particular los transectos para los grupos de herpetofauna, mastofauna y ornitofauna, donde para este último también se usaron puntos de conteo. Por su parte, se muestreó en el mismo tipo de vegetación encontrada en el CUSTF, lo que hace posible la comparación entre áreas, Matorral Desértico Rosetófilo.

Los muestreos fueron hechos de acuerdo a las técnicas propias para cada grupo, pero en general, para los transectos, fueron recorridos a velocidad lenta y constante para poder observar y buscar minuciosamente a los vertebrados y registrarlos, por ello, se realizaron 5 transectos en el área de la microcuenca con longitudes variadas, mientras que para los puntos de conteo se efectuó el mismo número, es decir, 5. Únicamente se capturaron organismos por motivos de identificación o si era estrictamente necesario; de igual forma, las técnicas siguieron las medidas de seguridad pertinentes para no lastimar al animal, liberándose los individuos en el mismo sitio donde se realizó la captura, para no alterar más el medio ni al organismo. De ser posible se trató de fotografiar cada registro y los horarios cuando se realizaron los muestreos fueron en horas picos de actividad de cada grupo faunístico.

Tabla 27. Coordenadas UTM, zona 14 R, datum 1984, de los transectos para fauna silvestre dentro de la Microcuenca

| Tipo | Transecto | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------|---------|------------|---------|------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | Longitud | | | | | | | | | |
| | 700 metros | | 300 metros | | 550 metros | | 2,550 metros | | 1,200 metros | |
| | Coordenadas UTM | | | | | | | | | |
| | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| Inicio | 313061 | 2821704 | 313085 | 2821656 | 313342 | 2821571 | 313061 | 2823903 | 314151 | 2823305 |
| Vértice 1 | 313065 | 2821680 | 313085 | 2821656 | 313338 | 2821567 | 313196 | 2823805 | 314153 | 2823303 |
| Vértice 2 | 313071 | 2821658 | 313088 | 2821657 | 313338 | 2821566 | 313282 | 2823751 | 314187 | 2823247 |
| Vértice 3 | 313075 | 2821648 | 313086 | 2821654 | 313338 | 2821563 | 313387 | 2823675 | 314192 | 2823231 |
| Vértice 4 | 313091 | 2821628 | 313105 | 2821639 | 313341 | 2821559 | 313473 | 2823601 | 314205 | 2823219 |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del “Banco de Calizas Begasa”, ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

| Tipo | Transecto | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|---------|------------|---------|------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | Longitud | | | | | | | | | |
| | 700 metros | | 300 metros | | 550 metros | | 2,550 metros | | 1,200 metros | |
| | Coordenadas UTM | | | | | | | | | |
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | |
| Vértice 5 | 313111 | 2821613 | 313118 | 2821638 | 313340 | 2821552 | 313515 | 2823566 | 314228 | 2823199 |
| Vértice 6 | 313124 | 2821597 | 313125 | 2821634 | 313337 | 2821549 | 313560 | 2823497 | 314227 | 2823195 |
| Vértice 7 | 313134 | 2821597 | 313138 | 2821631 | 313335 | 2821543 | 313573 | 2823497 | 314235 | 2823190 |
| Vértice 8 | 313137 | 2821590 | 313139 | 2821631 | 313330 | 2821540 | 313577 | 2823508 | 314272 | 2823153 |
| Vértice 9 | 313136 | 2821588 | 313142 | 2821624 | 313324 | 2821539 | 313585 | 2823516 | 314282 | 2823131 |
| Vértice 10 | 313125 | 2821578 | 313127 | 2821629 | 313323 | 2821535 | 313587 | 2823522 | 314293 | 2823125 |
| Vértice 11 | 313124 | 2821567 | 313129 | 2821623 | 313316 | 2821540 | 313615 | 2823548 | 314289 | 2823120 |
| Vértice 12 | 313129 | 2821573 | 313134 | 2821616 | 313316 | 2821531 | 313626 | 2823548 | 314301 | 2823112 |
| Vértice 13 | 313147 | 2821561 | 313140 | 2821617 | 313305 | 2821522 | 313640 | 2823552 | 314296 | 2823108 |
| Vértice 14 | 313150 | 2821555 | 313142 | 2821612 | 313297 | 2821512 | 313659 | 2823572 | 314306 | 2823102 |
| Vértice 15 | 313165 | 2821558 | 313150 | 2821610 | 313293 | 2821502 | 313673 | 2823572 | 314311 | 2823089 |
| Vértice 16 | 313174 | 2821550 | 313150 | 2821604 | 313287 | 2821499 | 313686 | 2823594 | 314316 | 2823070 |
| Vértice 17 | 313190 | 2821548 | 313161 | 2821604 | 313282 | 2821497 | 313720 | 2823574 | 314316 | 2823068 |
| Vértice 18 | 313193 | 2821544 | 313160 | 2821597 | 313280 | 2821491 | 313741 | 2823589 | 314316 | 2823051 |
| Vértice 19 | 313211 | 2821540 | 313163 | 2821595 | 313277 | 2821485 | 313749 | 2823584 | 314320 | 2823041 |
| Vértice 20 | 313220 | 2821528 | 313170 | 2821596 | 313274 | 2821476 | 313770 | 2823607 | 314320 | 2823039 |
| Vértice 21 | 313221 | 2821513 | 313170 | 2821592 | 313266 | 2821469 | 313787 | 2823620 | 314325 | 2823026 |
| Vértice 22 | 313226 | 2821515 | 313174 | 2821589 | 313268 | 2821464 | 313786 | 2823631 | 314338 | 2823026 |
| Vértice 23 | 313228 | 2821511 | 313179 | 2821588 | 313276 | 2821471 | 313793 | 2823640 | 314357 | 2823051 |
| Vértice 24 | 313235 | 2821508 | 313184 | 2821593 | 313287 | 2821476 | 313799 | 2823637 | 314366 | 2823080 |
| Vértice 25 | 313232 | 2821502 | 313187 | 2821598 | 313298 | 2821477 | 313806 | 2823642 | 314365 | 2823087 |
| Vértice 26 | 313237 | 2821499 | 313185 | 2821602 | 313294 | 2821484 | 313815 | 2823641 | 314398 | 2823121 |
| Vértice 27 | 313236 | 2821493 | 313176 | 2821605 | 313298 | 2821491 | 313829 | 2823644 | 314421 | 2823126 |
| Vértice 28 | 313243 | 2821493 | 313168 | 2821608 | 313301 | 2821494 | 313832 | 2823639 | 314428 | 2823112 |
| Vértice 29 | 313243 | 2821486 | 313161 | 2821613 | 313304 | 2821496 | 313827 | 2823631 | 314438 | 2823088 |
| Vértice 30 | 313247 | 2821485 | 313155 | 2821620 | 313307 | 2821495 | 313836 | 2823624 | 314429 | 2823074 |
| Vértice 31 | 313247 | 2821482 | 313155 | 2821620 | 313308 | 2821502 | 313852 | 2823613 | 314424 | 2823065 |
| Vértice 32 | 313256 | 2821479 | 313150 | 2821628 | 313312 | 2821508 | 313850 | 2823607 | 314414 | 2823063 |
| Vértice 33 | 313259 | 2821469 | 313150 | 2821632 | 313314 | 2821512 | 313836 | 2823600 | 314410 | 2823045 |
| Vértice 34 | 313255 | 2821466 | 313166 | 2821634 | 313317 | 2821508 | 313824 | 2823592 | 314396 | 2823034 |
| Vértice 35 | 313260 | 2821458 | 313175 | 2821633 | 313318 | 2821507 | 313814 | 2823586 | 314397 | 2823024 |
| Vértice 36 | 313257 | 2821450 | 313186 | 2821634 | 313320 | 2821501 | 313801 | 2823592 | 314382 | 2823009 |
| Vértice 37 | 313251 | 2821451 | 313193 | 2821636 | 313323 | 2821509 | 313779 | 2823588 | 314375 | 2823013 |
| Vértice 38 | 313255 | 2821446 | 313198 | 2821641 | 313322 | 2821517 | 313774 | 2823581 | 314374 | 2823021 |
| Vértice 39 | 313258 | 2821445 | 313196 | 2821647 | 313323 | 2821525 | 313742 | 2823568 | 314363 | 2823016 |
| Vértice 40 | 313254 | 2821436 | 313199 | 2821646 | 313328 | 2821522 | 313718 | 2823566 | 314352 | 2823009 |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del “Banco de Calizas Begasa”, ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

| Tipo | Transecto | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|---------|------------|---|------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | Longitud | | | | | | | | | |
| | 700 metros | | 300 metros | | 550 metros | | 2,550 metros | | 1,200 metros | |
| | Coordenadas UTM | | | | | | | | | |
| | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| Vértice 41 | 313258 | 2821432 | | | 313329 | 2821513 | 313701 | 2823565 | 314338 | 2823015 |
| Vértice 42 | 313256 | 2821431 | | | 313328 | 2821505 | 313692 | 2823551 | 314336 | 2823004 |
| Vértice 43 | 313258 | 2821422 | | | 313336 | 2821505 | 313668 | 2823546 | 314327 | 2823008 |
| Vértice 44 | 313254 | 2821418 | | | 313349 | 2821510 | 313643 | 2823527 | 314316 | 2823014 |
| Vértice 45 | 313257 | 2821412 | | | 313355 | 2821510 | 313623 | 2823526 | 314311 | 2823022 |
| Vértice 46 | 313250 | 2821397 | | | 313361 | 2821494 | 313612 | 2823520 | 314306 | 2823033 |
| Vértice 47 | 313249 | 2821392 | | | 313367 | 2821489 | 313593 | 2823501 | 314306 | 2823045 |
| Vértice 48 | 313240 | 2821383 | | | 313380 | 2821489 | 313596 | 2823495 | 314304 | 2823053 |
| Vértice 49 | 313243 | 2821376 | | | 313383 | 2821482 | 313636 | 2823472 | 314300 | 2823065 |
| Vértice 50 | 313245 | 2821360 | | | 313389 | 2821491 | 313693 | 2823448 | 314286 | 2823064 |
| Vértice 51 | 313253 | 2821367 | | | 313389 | 2821496 | 313754 | 2823412 | 314279 | 2823072 |
| Vértice 52 | 313265 | 2821365 | | | 313397 | 2821499 | 313779 | 2823399 | 314271 | 2823077 |
| Vértice 53 | 313261 | 2821360 | | | 313404 | 2821496 | 313832 | 2823353 | 314253 | 2823077 |
| Vértice 54 | 313267 | 2821359 | | | 313399 | 2821493 | 313833 | 2823354 | 314255 | 2823092 |
| Vértice 55 | 313278 | 2821367 | | | 313404 | 2821485 | 313893 | 2823345 | 314237 | 2823091 |
| Vértice 56 | 313280 | 2821364 | | | 313411 | 2821488 | 313941 | 2823356 | 314229 | 2823101 |
| Vértice 57 | 313286 | 2821366 | | | 313416 | 2821500 | 313931 | 2823366 | 314211 | 2823103 |
| Vértice 58 | 313288 | 2821371 | | | 313420 | 2821487 | 313924 | 2823374 | 314212 | 2823117 |
| Vértice 59 | 313299 | 2821378 | | | 313430 | 2821479 | 313931 | 2823403 | 314221 | 2823131 |
| Vértice 60 | 313306 | 2821386 | | | 313435 | 2821473 | 313913 | 2823436 | 314208 | 2823129 |
| Vértice 61 | 313302 | 2821389 | | | 313441 | 2821476 | 313895 | 2823497 | 314193 | 2823131 |
| Vértice 62 | 313301 | 2821397 | | | 313438 | 2821485 | 313903 | 2823514 | 314193 | 2823126 |
| Vértice 63 | 313301 | 2821397 | | | 313435 | 2821492 | 313902 | 2823532 | 314204 | 2823119 |
| Vértice 64 | 313292 | 2821403 | | | 313429 | 2821496 | 313894 | 2823547 | 314202 | 2823103 |
| Vértice 65 | 313284 | 2821406 | | | 313427 | 2821499 | 313916 | 2823546 | 314194 | 2823103 |
| Vértice 66 | 313279 | 2821404 | | | 313428 | 2821500 | 313935 | 2823538 | 314178 | 2823106 |
| Vértice 67 | 313275 | 2821407 | | | 313431 | 2821504 | 313959 | 2823520 | 314169 | 2823113 |
| Vértice 68 | 313276 | 2821417 | | | 313434 | 2821510 | 313929 | 2823514 | 314165 | 2823122 |
| Vértice 69 | 313278 | 2821426 | | | 313434 | 2821511 | 313912 | 2823497 | 314162 | 2823127 |
| Vértice 70 | 313275 | 2821427 | | | 313441 | 2821515 | 313913 | 2823497 | 314149 | 2823134 |
| Vértice 71 | 313273 | 2821430 | | | 313446 | 2821522 | 313921 | 2823473 | 314136 | 2823132 |
| Vértice 72 | 313269 | 2821430 | | | 313450 | 2821524 | 313931 | 2823462 | 314128 | 2823137 |
| Vértice 73 | 313267 | 2821432 | | | 313457 | 2821521 | 313933 | 2823432 | 314127 | 2823140 |
| Vértice 74 | 313267 | 2821445 | | | | | 313955 | 2823426 | 314135 | 2823142 |
| Vértice 75 | 313264 | 2821445 | | | | | 313969 | 2823406 | 314148 | 2823168 |
| Vértice 76 | | | | | | | 313988 | 2823419 | 314156 | 2823184 |

| Tipo | Transecto | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|---|------------|---|------------|--------|--------------|--------|--------------|--|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | Longitud | | | | | | | | | |
| | 700 metros | | 300 metros | | 550 metros | | 2,550 metros | | 1,200 metros | |
| | Coordenadas UTM | | | | | | | | | |
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | |
| Vértice 77 | | | | | | 313979 | 2823435 | 314172 | 2823208 | |
| Vértice 78 | | | | | | 313986 | 2823467 | 314171 | 2823224 | |
| Vértice 79 | | | | | | 313978 | 2823499 | | | |
| Vértice 80 | | | | | | 313992 | 2823509 | | | |
| Vértice 81 | | | | | | 314005 | 2823497 | | | |
| Vértice 82 | | | | | | 314003 | 2823482 | | | |
| Vértice 83 | | | | | | 314005 | 2823460 | | | |
| Vértice 84 | | | | | | 314017 | 2823441 | | | |
| Vértice 85 | | | | | | 314016 | 2823425 | | | |
| Vértice 86 | | | | | | 314030 | 2823416 | | | |
| Vértice 87 | | | | | | 314046 | 2823393 | | | |
| Vértice 88 | | | | | | 314056 | 2823373 | | | |
| Vértice 89 | | | | | | 314058 | 2823371 | | | |
| Vértice 90 | | | | | | 314070 | 2823364 | | | |
| Vértice 91 | | | | | | 314087 | 2823357 | | | |
| Vértice 92 | | | | | | 314095 | 2823349 | | | |
| Vértice 93 | | | | | | 314097 | 2823337 | | | |

Tabla 28. Coordenadas UTM, zona 14 R, datum 1984, de los puntos de conteo para aves dentro de la Microcuenca

| Puntos de conteo | X | Y |
|------------------|--------|---------|
| 1 | 313260 | 2821361 |
| 2 | 313148 | 2821632 |
| 3 | 313424 | 2821501 |
| 4 | 313923 | 2823502 |
| 5 | 314393 | 2823026 |

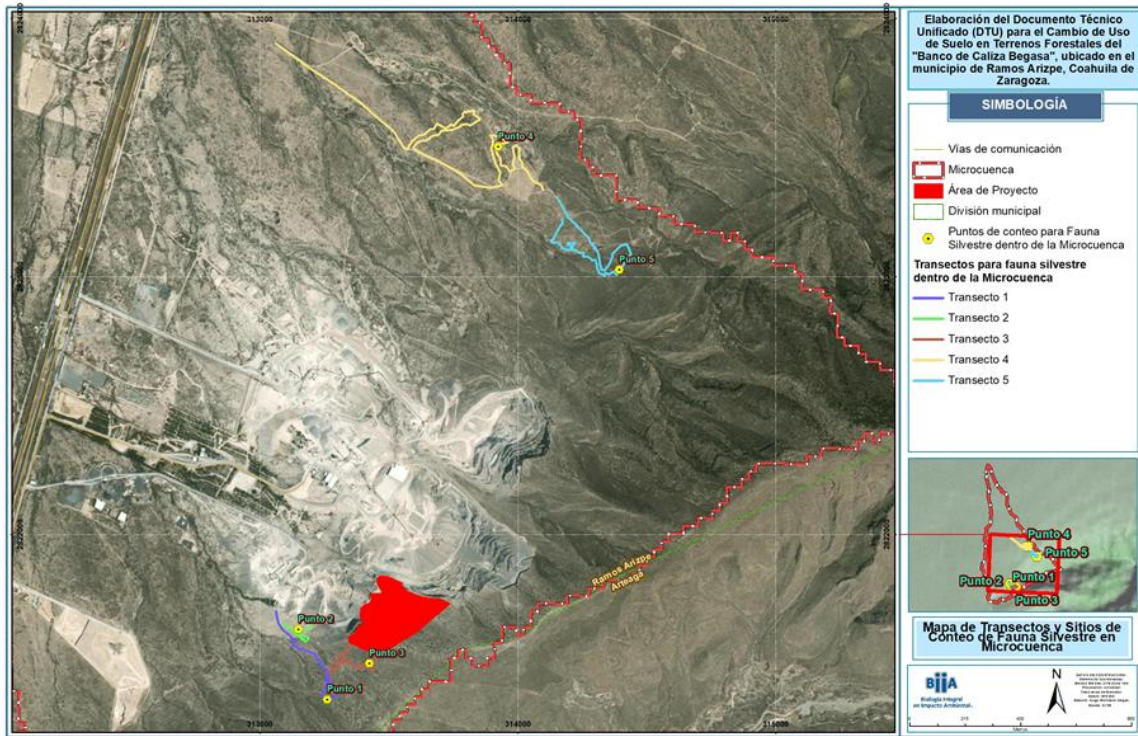


Figura 29. Ubicación de los muestreos para fauna silvestre dentro de la Microcuenca

IV.2.3.2.2.1 Aves

Las aves son vertebrados con un alto interés humano porque hacen parte importante de la cadena trófica como regulador y depredador; de tal forma que al estudiar un ave se puede observar su habilidad de poblar exitosamente un área, que es su grado de resiliencia, es decir, adaptarse a las condiciones cambiantes del ecosistema y mantener en equilibrio la abundancia de sus presas o recursos (Morrison *et al.*, 1990).

Para obtener mejores resultados a la hora de realizar los muestreos, se optó por combinar dos métodos y así registrar lo más posibles a este grupo. Uno es el registro en transectos y el otro los puntos de conteo.

Para el registro en transectos, se dio al mismo tiempo que el levantamiento de datos de los otros grupos faunísticos, es decir, fueron registros oportunistas, que al correr la distancia de cada transecto se fue observando y buscando ornitofauna para poder caracterizar el área.

Por su parte, el diseño de un sistema de monitoreo de conteo de puntos debe tener en cuenta las compensaciones entre la calidad de la cobertura del muestreo intensivo en puntos individuales y el poder estadístico del muestreo extenso en muchos puntos (Verner, 1985; Verner, 1988). Como la cantidad de tiempo requerido para moverse entre los puntos depende de la topografía, el acceso y el diseño geográfico de los puntos, el carácter físico del terreno influirá en el diseño de regímenes de muestreo óptimos. Pensando en ello, también se debió seguir la metodología siguiente para asegurar un correcto levantamiento de datos:

- ❖ Cada punto de conteo estará separado a una distancia mínima de 100 metros para evitar el recuento de individuos.
- ❖ Los puntos de conteo propuestos y realizados no tuvieron radio fijo, lo que permitió un registro más grande de especies.
- ❖ El tiempo de permanencia de cada punto para el conteo fue de 20 minutos.
- ❖ Antes de iniciar la búsqueda de ornitofauna en la zona de cada punto, se hizo una espera de 5 minutos para dejar que todo estuviera en calma y silencio, debido a la perturbación que se provocó a la llegada a cada sitio.
- ❖ Se usó como herramienta una cámara fotográfica con lente largo para poder observar mejor a los organismos y sacar fotografías, lo que ayudaría a la identificación.



Figura 30. Realización de un punto de conteo en campo

IV.2.3.2.2 Anfibios y reptiles

Uno de los grupos de fauna más amenazados son los anfibios y los reptiles, denominados colectivamente herpetofauna. Como organismos exotérmicos, la herpetofauna es sensible a los cambios en las condiciones del microclima, lo que los convierte en indicadores de la calidad del medio ambiente (Toledo-Bruno *et al.*, 2017).

Conociendo las características biológicas de estos grupos, los métodos de levantamiento de toque ligero se utilizaron para realizar el muestreo. Estos representan una clase desarrollada más recientemente de técnicas de levantamiento de bajo esfuerzo (por unidad de área) que implica buscar visualmente en un área y voltear objetos de superficie móvil (por ejemplo, escombros leñosos gruesos y pequeñas rocas) para mejorar la detección de animales (Lowe & Bolger, 2002). Al ser una búsqueda más intensa, los transectos fueron recorridos lentamente, permitiendo visualizar bien el terreno y así registrar mejor si herpetofauna se encontraba ahí; asimismo, al localizar lugares que utilizan estos vertebrados, se procedía a mover o inspeccionar con cuidado con la ayuda de un gancho herpetológico. Los sitios que la herpetofauna sirven como refugio, para la termorregulación o en si es el microhábitat que utilizan, pudiendo tratarse de árboles, troncos caídos, paredes de

rocas, madrigueras, cuerpos de agua, debajo de piedras, arbustos, hojarasca, sobre rocas, ramas, etc.



Figura 31. Realización del levantamiento de toque ligero en campo

Tanto para los anfibios como para los reptiles, en ocasiones la identificación se vuelve algo complicada, lo que hace necesaria la captura de los organismos para tomar los datos correspondientes y poder conocer la especie que se trata. Dicho esto, de capturar algún individuo, se procedía a tomar las medidas y datos, para posteriormente ser liberados en el mismo lugar de captura, manipulando al organismo solo el tiempo justo.

IV.2.3.2.2.3 Mamíferos

Para el inventario de la mastofauna se han diferenciado varios subgrupos de acuerdo a sus características ecológicas que han permitido aplicar técnicas de muestreo homogéneas. Así, se han considerado los micromamíferos (roedores e insectívoros de pequeño tamaño), los mesomamíferos (carnívoros, artiodáctilos, lagomorfos, etc.) (Onrubia *et al.*, 2003). Teniendo esto en mente, fue necesaria la combinación de técnicas para poder efectuar un levantamiento de datos óptimo en el área de interés, usándose tanto métodos directos como indirectos.

Primeramente, los métodos directos trataron sobre saber que el mamífero se encuentra en el área dado que se observa, valga la redundancia, directamente. De este modo, se hicieron recorridos en los transectos en búsqueda de avistamientos de mamíferos, así como se efectuó un trampeo, donde se utilizaron las trampas de captura viva tipo Sherman, las cuales muestran una mayor eficiencia con respecto a las trampas de golpe (Lee, 1997), sumado al hecho que no dañan a los organismos y en ocasiones es la única manera de poder registrar micromamíferos, lo que es de suma importancia si se trata de conservar a las especies. La disposición fue la siguiente:

- ❖ Se tratará de camuflagear la trampa para que sea más atractiva para los micromamíferos.
- ❖ Colocadas poco tiempo antes de que anocheciera a una distancia de 5 metros una de otra.
- ❖ Cebadas con crema de cacahuete mezclada con avena y esencia de vainilla.
- ❖ Amarrado un flyer rojo para marcar el inicio del trampeo (primera trampa), así como el final (última trampa).

- ❖ Revisadas en la mañana siguiente a poco tiempo de amanecer para que los individuos no se encontraran mucho tiempo en la trampa.



Figura 32. Trampa tipo Sherman instalada en campo

El otro método mencionado y utilizado fueron los indirectos, siendo uno de los más eficaces para detectar mesomamíferos, estos se basaron en recorridos de búsqueda activa de rastros (Onrubia *et al.*, 1996; Zuberogoitia *et al.*, 1999; Onrubia *et al.*, 2001; Campos *et al.*, 2003). Las evidencias que se pudieron localizar fueron huesos, pelos, excretas, huellas y diferentes restos orgánicos. Al encontrar algún rastro se procedía a medir y se fotografiaba con una referencia de tamaño para realizar una correcta identificación.



Figura 33. Avistamiento de un rastro de mamífero en campo

IV.2.3.2.3 Análisis estadístico en gabinete

Para evaluar la diversidad en sus diferentes componentes y niveles o escalas, se pueden utilizar índices que finalmente ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones (Villareal *et al.*, 2006). En el caso de este estudio, se propuso utilizar lo siguiente para poder caracterizar, analizar y evaluar el componente fauna:

Riqueza específica (S)

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las

mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio.

Abundancia relativa

Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Melo & Vargas, 2003), por lo que la proporción de individuos de una especie dada entre el número total de organismos observados en un área dada.

Tabla 29. Fórmula para obtener la abundancia relativa

| Abundancia relativa | |
|---|---|
| $Ab\% = (n_i/N) \times 100$ | |
| Donde: | $Ab\%_i$ = Abundancia relativa |
| | n_i = Número de individuos de la iésima especie |
| | N = Número de individuos totales en la muestra |

Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006).

Tabla 30. Fórmula para obtener el índice de Diversidad de Shannon-Wiener

| Índice de Shannon-Wiener | |
|---|---|
| $H' = - \sum_{i=1}^s p_i (\ln p_i)$ | |
| Donde: | H' = Índice de diversidad de especies |
| | S = Número de especies |
| | p_i = Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i (abundancia relativa) |
| | $\ln p_i$ = Logaritmo natural de p_i |

Índice de Pielou

Para conocer cómo se encuentra repartida la diversidad se obtuvo el índice de equidad, para ello se empleó el Índice de Pielou, ya que mide la uniformidad o equilibrio de un ecosistema, expresada como la diversidad observada respecto a la diversidad que se podría obtener en una comunidad con el mismo número de especies, pero con una uniformidad máxima. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

Tabla 31. Fórmula para obtener el índice de equidad de Pielou

| Índice de Pielou | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| $J' = \frac{H'}{H'max}$ | |
| Donde: | H' = Índice de diversidad de especies |
| | H'max = ln(S) |

IV.2.3.2.4 Registros faunísticos observados en la Microcuenca

Toda la información referente a los resultados obtenidos en el levantamiento de datos, se plasman en el anexo “Listado y análisis de fauna silvestre”, donde se muestra la taxonomía de cada especie, sus estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, registros, etc.

Ahora bien, el levantamiento de datos proporcionó un resultado total de 22 especies en cuanto a riqueza específica, donde las aves fueron las más numerosas con 14 especies, lo que representó el 63%; seguidas de los mamíferos con 5, lo que significó el 23%; y por último los reptiles con 3 especies y el 14% de representatividad.

La abundancia total de los grupos fueron 90 individuos, distribuidos mayormente en la ornitofauna con 50 individuos registrados; luego los mamíferos con 28 organismos encontrados en la Microcuenca; para finalizar con los reptiles, ya que se registraron 12 individuos.

Tabla 32. Riqueza específica (S) y abundancia de las especies registradas de cada grupo faunístico en la Microcuenca

| Grupos | Riqueza específica (S) | Abundancia |
|--------------|------------------------|------------|
| Aves | 14 | 50 |
| Reptiles | 3 | 12 |
| Mamíferos | 5 | 28 |
| Total | 22 | 90 |

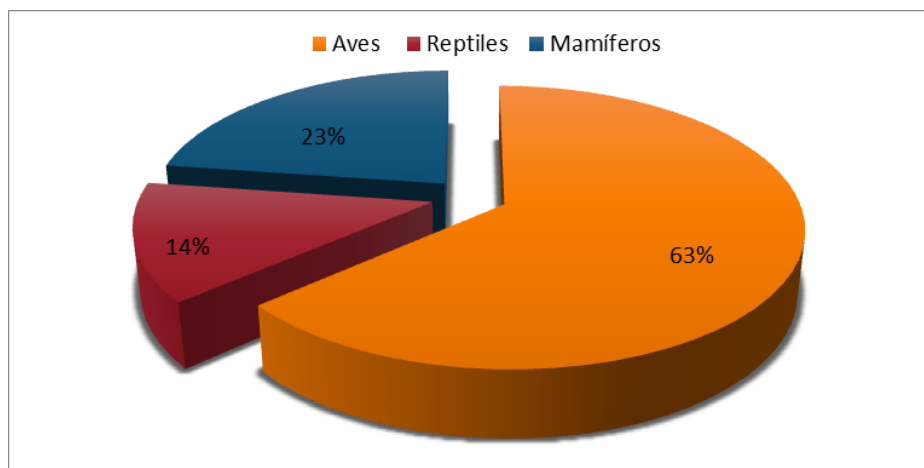


Figura 34. Porcentaje de cada grupo faunístico registrado en la Microcuenca

Es importante mencionar que al realizar el levantamiento de datos no se logró registrar ningún anfibio, esto puede ser debido a que no se observaron cuerpos de agua en las cercanías y estos vertebrados son sumamente dependientes de ellos, por lo que es comprensible su falta de presencia por este motivo. Sin embargo, por esta razón se elaboró el listado de probable ocurrencia, donde se buscaron registros históricos de anfibios en el área de la Microcuenca y así no descartar alguna especie que pudiera encontrarse en dicha zona.

IV.2.3.2.4.1 Aves

La ornitofauna se compuso de 6 órdenes, 11 familias, 14 géneros y 14 especies. El orden más sobresaliente fue el de Passeriformes contando con 9 especies, mientras que la familia fue Passerellidae con 3 especies.

De todas las aves encontradas en la Microcuenca, ninguna se encuentra enlistada dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que significa que sus poblaciones no se encuentran en peligro dentro del territorio mexicano.

Buscando las distribuciones de las especies registradas, ninguna es endémica, solamente una es semiendémica, el colibrí Lucifer (*Calothorax lucifer*), ave de la familia Trochilidae que se encuentra en verano desde una pequeña parte del suroeste de Estados Unidos hasta el centro del país por el Altiplano Mexicano; es un ave residente de México, a través del Eje Neovolcánico; en invierno se le localiza desde el centro de Sinaloa hasta el de Guerrero, por la vertiente del Pacífico (Maya-Elizarrarás *et al.*, 2008).

Tabla 33. Ornitofauna registrada en la Microcuenca. Endemismo, estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y residencia

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo | Residencia |
|-----------------|----------------|------------------------------|---------------------------|-----|--------------|------------|
| Accipitriformes | Accipitridae | <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguiluilla cola roja | Sc | - | R, MI |
| Apodiformes | Trochilidae | <i>Calothorax lucifer</i> | Colibrí Lucifer | Sc | Semiendémica | R, MV, MI |
| Cathartiformes | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | Sc | - | R |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma alas blancas | Sc | - | R, MI |
| Galliformes | Odontophoridae | <i>Callipepla squamata</i> | Codorniz escamosa | Sc | - | R |
| Passeriformes | Corvidae | <i>Corvus corax</i> | Cuervo común | Sc | - | R |
| Passeriformes | Fringillidae | <i>Haemorhous mexicanus</i> | Pinzón mexicano | Sc | - | R |
| Passeriformes | Mimidae | <i>Mimus polyglottos</i> | Centzontle norteño | Sc | - | R, MI |
| Passeriformes | Passerellidae | <i>Aimophila ruficeps</i> | Zacatonero corona canela | Sc | - | R |
| Passeriformes | Passerellidae | <i>Amphispiza bilineata</i> | Zacatonero garganta negra | Sc | - | R |
| Passeriformes | Passerellidae | <i>Peucaea botterii</i> | Zacatonero de Botteri | Sc | - | R |
| Passeriformes | Troglodytidae | <i>Catherpes mexicanus</i> | Saltapared barranqueño | Sc | - | R |
| Passeriformes | Troglodytidae | <i>Salpinctes obsoletus</i> | Saltapared de rocas | Sc | - | R |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Myiarchus cinerascens</i> | Papamoscas cenizo | Sc | - | R, MV, MI |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría. R = Residente; MV = Migratoria de verano; MI = Migratoria de invierno.



Figura 35. *Calothorax lucifer*, especie de ave semiendémica

El factor de la residencia en las aves fue del 67% son residentes (R), lo que es la mayor parte y significa que son aves que se encuentran presentes durante todo el año en la zona y se reproducen también en ella (Chávez-León, 2015); mientras que el 24% son Migratorias de Invierno (MI), es decir, se reproducen en latitudes más septentrionales y pasan el invierno en la zona (Howell & Webb, 1995); y el 9% son Migratorias de Verano (MV), estando en México únicamente durante la temporada de reproducción en verano, por lo general entre marzo y septiembre (Berlanga *et al.*, 2015).

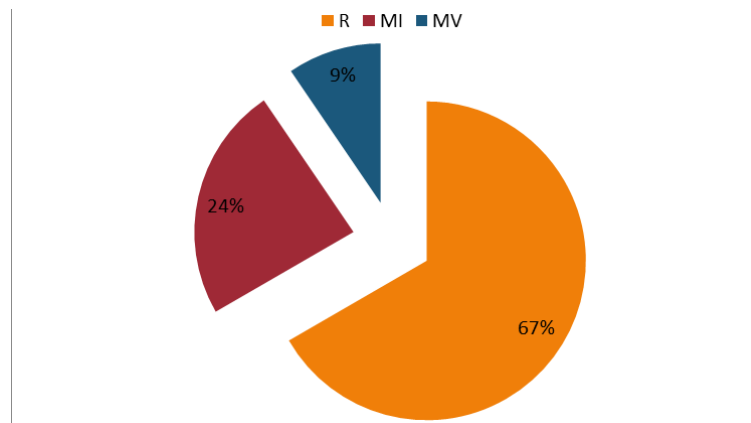


Figura 36. Porcentaje de las categorías de residencia de las aves registradas en la microcuenca

IV.2.3.2.4.2 Reptiles

La composición de los reptiles no fue muy grande debido al número de registros, resultando en 3 órdenes, 2 familias, 2 géneros y 3 especies. De esta taxonomía, el único orden fue Squamata, y la familia más representativa fue Phrynosomatidae, pues dos especies estuvieron dentro de ella.

Los dos reptiles avistados no tienen problemas de conservación de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que no están enlistados en la misma.

Por su parte, en cuanto al endemismo, únicamente una especie es exclusiva del país, la lagartija espinosa de panza azul (*Sceloporus parvus*), cuya distribución es endémica encontrándose desde el

centro y este de Coahuila, a través de Nuevo León, oeste de Tamaulipas, centro de San Luis Potosí, Querétaro, noreste de México y la mayor parte de Hidalgo (Dixon & Lemos-Espinal, 2010).

Tabla 34. Reptiles registrados en la Microcuenca. Endemismo y estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo |
|----------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----|-----------|
| Squamata | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus cowlesi</i> | Lagartija espinosa de las cercas | Sc | - |
| Squamata | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus parvus</i> | Lagartija espinosa de panza azul | Sc | Endémica |
| Squamata | Teiidae | <i>Aspidozelis scalaris</i> | Huico manchado de la altiplanicie | Sc | - |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría.



Figura 37. *Sceloporus parvus*, especie de reptil endémico

IV.2.3.2.4.3 Mamíferos

Dentro de las especies de mamíferos registradas, la composición que se logró fue de 3 órdenes, 4 familias, 5 géneros y 5 especies. Para este grupo dos órdenes fueron igualmente numerosos, pues tanto para Carnivora como para Lagomorpha se encontraron 2 especies; en cuanto a la familia, Leporidae fue la obtuvo más mamíferos registrados (2).

La mastofauna de la Microcuenca no tuvo especies ubicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que significó que se registró a mamíferos comunes.

Del mismo modo, las distribuciones de las especies muestran que ninguna es exclusiva de México, encontrándose fuera de las fronteras del país.

Tabla 35. Mastofauna registrada en la Microcuenca. Endemismo y estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo |
|------------|-----------|-----------------------------------|---------------------|-----|-----------|
| Carnivora | Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | Sc | - |
| Carnivora | Felidae | <i>Lynx rufus</i> | Lince | Sc | - |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Lepus californicus</i> | Liebre cola negra | Sc | - |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Sylvilagus audubonii</i> | Conejo del desierto | Sc | - |
| Rodentia | Sciuridae | <i>Otospermophilus variegatus</i> | Ardillón de rocas | Sc | - |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría.

IV.2.3.2.5 Análisis estadístico de los grupos faunísticos en Microcuenca

IV.2.3.2.5.1 Aves

Con base en el levantamiento de datos, se pudo registrar a 14 especies y 50 individuos de ellas, donde el sitio de muestreo con más registros fue el P4, contando con 15 individuos avistados. Las aves mejor representadas de la Microcuenca fueron dos, la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*) y el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*), cuyo número de individuos registrados fue de 8, una abundancia relativa de 16.00 y una diversidad de 0.29. Por su lado, las especies menos abundantes, ya que solo se registraron en una ocasión, fueron la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), el zacatonero corona canela (*Aimophila ruficeps*) y el zacatonero de Botteri (*Peucaea botterii*), obteniendo una abundancia relativa de 2.00 y una H' de 0.08, siendo los valores más bajos.

Tabla 36. Registro y análisis estadístico de aves en la Microcuenca

| Especie | Nombre común | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | No. de individuos | Abundancia relativa | H' |
|------------------------------|---------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-------------|
| <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma alas blancas | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 8 | 16.00 | 0.29 |
| <i>Amphispiza bilineata</i> | Zacatonero garganta negra | 1 | - | 2 | 3 | 2 | 8 | 16.00 | 0.29 |
| <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 6 | 12.00 | 0.25 |
| <i>Corvus corax</i> | Cuervo común | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 4 | 8.00 | 0.20 |
| <i>Haemorhous mexicanus</i> | Pinzón mexicano | 2 | 1 | - | - | 1 | 4 | 8.00 | 0.20 |
| <i>Callipepla squamata</i> | Codorniz escamosa | - | - | - | 3 | - | 3 | 6.00 | 0.17 |
| <i>Mimus polyglottos</i> | Centzontle norteño | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 6.00 | 0.17 |
| <i>Catherpes mexicanus</i> | Saltapared barranqueño | 1 | - | 1 | 1 | - | 3 | 6.00 | 0.17 |
| <i>Salpinctes obsoletus</i> | Saltapared de rocas | 2 | 1 | - | - | - | 3 | 6.00 | 0.17 |
| <i>Myiarchus cinerascens</i> | Papamoscas cenizo | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 6.00 | 0.17 |
| <i>Calothorax lucifer</i> | Colibrí Lucifer | - | - | 1 | - | 1 | 2 | 4.00 | 0.13 |
| <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja | - | - | - | - | 1 | 1 | 2.00 | 0.08 |
| <i>Aimophila ruficeps</i> | Zacatonero corona canela | - | - | 1 | - | - | 1 | 2.00 | 0.08 |
| <i>Peucaea botterii</i> | Zacatonero de Botteri | - | - | 1 | - | - | 1 | 2.00 | 0.08 |
| Total: 14 especies | | 8 | 5 | 11 | 15 | 11 | 50 | 100 | 2.45 |

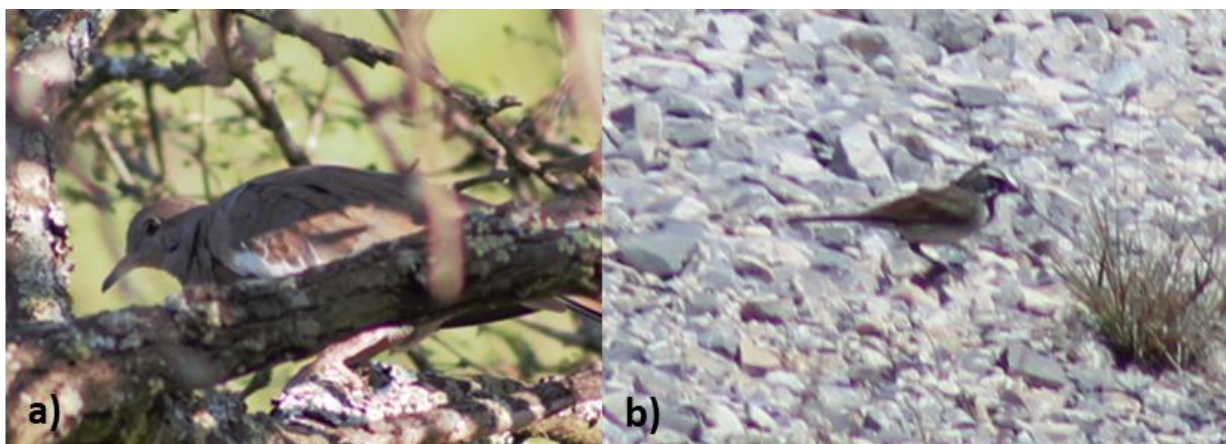


Figura 38. a) *Zenaida asiatica* y b) *Amphispiza bilineata*, especies de aves con el mayor número de registros, de abundancia relativa y diversidad en la Microcuenca.

IV.2.3.2.5.2 Reptiles

Respecto a los reptiles, se logró un total de registros de 3 especies y 12 individuos, cuyo transecto donde se registró el mayor número de reptiles fue en el T4, habiéndose registrado 4 individuos; seguido del transecto T5 donde se logró registrar a 3 individuos. A su vez, el reptil mejor representado en la Microcuenca fue *Sceloporus parvus*, habiéndose registrado en 5 ocasiones, lo que le dio una diversidad (H') de 0.36 y una abundancia relativa de 41.67; seguido de *Aspidoscelis scalaris* con la H' más alta de 0.37, 4 individuos registrados y una abundancia relativa de 33.33; y luego *Sceloporus cowlesi* con un valor de diversidad de 0.35, 25.00 en cuanto a abundancia relativa y un registro de 3 individuos

Tabla 37. Registro y análisis estadístico de reptiles en la Microcuenca

| Especie | Nombre común | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | No. de individuos | Abundancia relativa | H' |
|------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|---------------------|-------------|
| <i>Sceloporus parvus</i> | Lagartija espinosa de panza azul | 1 | - | 1 | 2 | 1 | 5 | 41.67 | 0.36 |
| <i>Aspidoscelis scalaris</i> | Huico manchado de la altiplanicie | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 4 | 33.33 | 0.37 |
| <i>Sceloporus cowlesi</i> | Lagartija espinosa de las cercas | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 25.00 | 0.35 |
| Total: 3 especies | | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 12 | 100 | 1.08 |



Figura 39. *Sceloporus parvus*, especies de reptil con el mayor número de registros, así como de abundancia relativa en la Microcuenca.

IV.2.3.2.5.3 Mamíferos

En lo que a mastofauna se refiere en la Microcuenca, se encontró un total de 5 especies y 28 individuos, siendo que en el transecto T5 fue donde se registró mayor número de mamíferos (9), seguido del transecto T4 con 7 registros. Para este grupo de vertebrados, la especie más representativa en cuanto a diversidad (H') fue *Sylvilagus audubonii* con un valor de 0.26 y una abundancia relativa de 67.86, y a que se registró a 19 individuos; seguida de las especies *Urocyon cinereoargenteus* y *Lepus californicus* con un valor de 0.24 de H' , ambas con una abundancia relativa de 10.71 y 3 individuos observados. Quedando *Otospermophilus variegatus* y *Lynx Rufus* como los mamíferos menos representativos de la Microcuenca, pues se registraron 2 individuos y uno, así como una H' de 0.19 y 0.12 y una abundancia relativa de 7.14 y 3.57 respectivamente.

Tabla 38. Registro y análisis estadístico de mamíferos en la Microcuenca

| Especie | Nombre común | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | No. de individuos | Abundancia relativa | H' |
|-----------------------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|---------------------|-------------|
| <i>Sylvilagus audubonii</i> | Conejo del desierto | 5 | - | 3 | 5 | 6 | 19 | 67.86 | 0.26 |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | - | 1 | - | 1 | 1 | 3 | 10.71 | 0.24 |
| <i>Lepus californicus</i> | Liebre cola negra | - | - | - | 1 | 2 | 3 | 10.71 | 0.24 |
| <i>Otospermophilus variegatus</i> | Ardillón de rocas | 1 | - | 1 | - | - | 2 | 7.14 | 0.19 |
| <i>Lynx Rufus</i> | Lince | - | - | 1 | - | - | 1 | 3.57 | 0.12 |
| Total: 5 especies | | 6 | 1 | 5 | 7 | 9 | 28 | 100 | 1.05 |

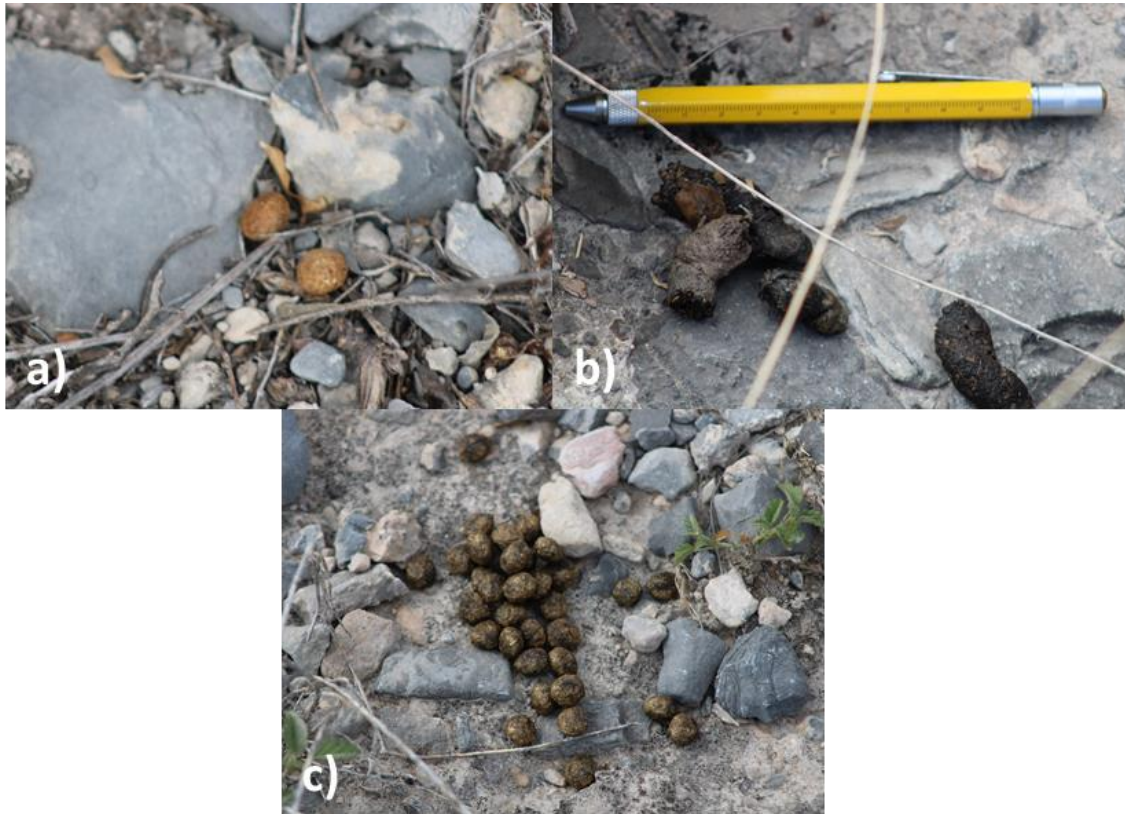


Figura 40. a) *Sylvilagus audubonii* b) *Lepus californicus* c) *Urocyon cinereoargenteus*, especies de mamíferos con el mayor número de registros, de abundancia relativa y diversidad en la Microcuenca

IV.2.3.2.5.4 Diversidad Shannon-Wiener en la microcuenca

Para el índice de Shannon-Wiener, el valor de diversidad aumenta con respecto a una de dos razones: un aumento en la riqueza de especies y/o un aumento en la equitatividad de la representación de la abundancia relativa de especies (Carmona-Galindo & Carmona, 2013), por ello, el resultado de la mayor diversidad se inclinó hacia el grupo de las aves, obteniendo un valor de 2.45, ya que estos vertebrados tuvieron tanto la más alta riqueza específica como abundancia en los registros. Asimismo, la segunda diversidad más alta fue de los reptiles con una H' de 1.08, lo que significó que los mamíferos obtuvieron la diversidad más baja con un valor de 1.05.

Tabla 39. Valores de diversidad de Shannon (H'), diversidad máxima esperada (H' max) y equidad (J') de los grupos faunísticos en la Microcuenca

| Grupo | H' | H' max | J' |
|-----------|------|----------|------|
| Aves | 2.45 | 2.64 | 0.93 |
| Reptiles | 1.08 | 1.10 | 0.98 |
| Mamíferos | 1.05 | 1.61 | 0.65 |

En cuanto al índice de Pielou (J'), los vertebrados con mayor equitatividad de todos fue el grupo de los reptiles, pues con un valor de J' de 0.98 se acercó mucho a la unidad, lo que significa que los reptiles cuentan con menos especies mucho más abundantes que otras, pues de acuerdo a este

análisis estadístico 1 son situaciones en las que todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001), es decir, su composición es más homogénea. Caso contrario a los otros dos grupos registrados, cuyo valor de equitatividad de las aves fue de 0.93, un valor menor; mientras que para los mamíferos la J' fue de 0.65, por consiguiente, su composición es muy heterogénea, teniendo especies mucho más abundantes que otras, es decir, el valor de equitatividad fue muy bajo.

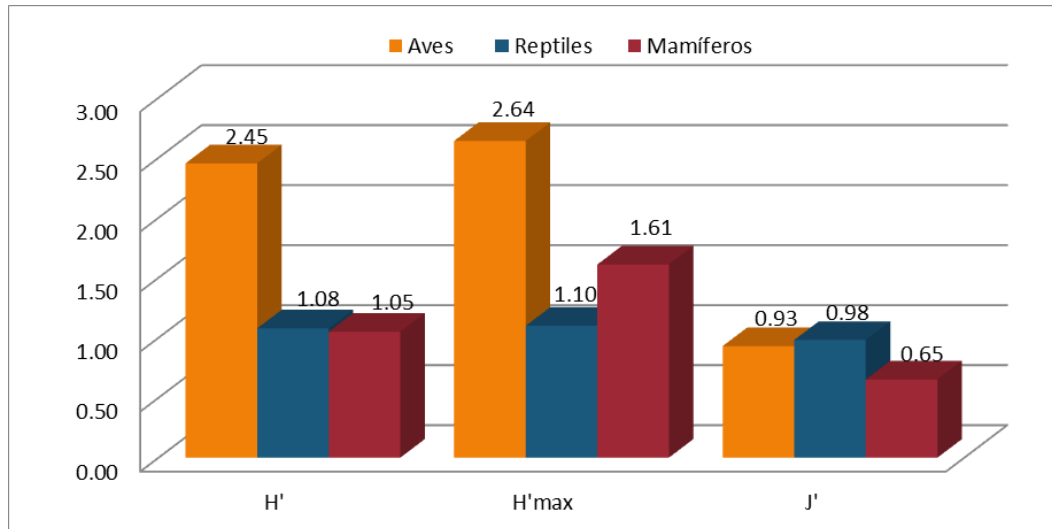




Figura 41. Comparación de la diversidad de Shannon (H'), diversidad máxima esperada ($H'max$) y equidad (J') de los grupos faunísticos en la Microcuena

IV.3 Bibliografía

- Aurichio, P., & Salomao, M. G. (2002). Técnicas de coleta e preparacao de vertebrados para fins científicos e didáticos. São Paulo: Instituto Pau Brasil de História Natural, 348 p.
- Berlanga, H., Gómez de Silva, H., Vagas-Canales, V. M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L. A., Ortega-Álvarez, R., y otros. (2015). Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO. México, D.F.
- Campos, M. A., Balmori, A., Canales, F., Onrubia, A., & Sáenz de Buruaga, M. (2003). Estudio Mastozoológico del Entorno de Salburua. Informe inédito de Consultora de Recursos Naturales, S.L. para el Centro de Estudios Ambientales del Ayuntamiento de Vitoria Gasteiz.
- Cantú Guzmán, J. C., & Sánchez Saldaña, M. E. (2018). Guía de identificación de psitácidos mexicanos. Defenders of Wildlife. Teyeliz.
- Carmona-Galindo, V. D., & Carmona, T. D. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*, Nº 14, Año 2. 20-28.
- Chávez-León, G. (2015). Las aves del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio. Libro Técnico Núm. 7. CENID/COMEF, INIFAP. Coyoacán, D.F. México. 192 pp.
- Dixon, J. R., & Lemos-Espinal, J. A. (2010). Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México. Texas A & M University. Universidad Nacional Autónoma de México. CONABIO. Primera edición. 429 pp.

- Ficetola, G. F., Cagnetta, M., Padoa-Schioppa, E., Quas, A., Razzetti, E., Sindaco, R., y otros. (2014). Sampling bias inverts ecogeographical relationships in island reptiles. *Global Ecology and Biogeography*, 23: 1303-1313.
- Guzmán-Soriano, D., Vargas-Contreras, J. A., Cú-Vizcarra, J. D., Escalona Segura, G., Retana Guisacón, O. G., González Christen, A., y otros. (2013). Registros notables de mamíferos para Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 29: 269-286.
- Howell, S., & Webb, S. (1995). A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Nueva York, E.U.A. 600 pp.
- Lee, L. L. (1997). Effectiveness of live traps and snap traps in trapping small mammals in Kinmen. *Acta Zoologica Taiwanica*, 8(2): 79-85.
- Lowe, W. H., & Bolger, D. T. (2002). Local and landscape-scale predictors of salamander abundance in New Hampshire headwater streams. *Conservation Biology*, 16: 183-193.
- Marín-Togo, M. C., Monterrubio-Rico, T. C., Renton, K., Rubio-Rocha, Y., Macías-Caballero, C., Ortega-Rodríguez, J. M., y otros. (2012). Reduced current distribution of Psittacidae on the Mexican Pacific coast: potential impacts of habitat loss and capture for trade. *Biodiversity and Conservation*, 21: 451-473.
- Masera, O. R., Ordoñez, M. J., & Dirzo, R. (1997). Carbon emissions from Mexican forests: Current situation and long-term scenarios. *Climatic Change*, 35, 265-295.
- Maya-Elizarrarás, E., Anguiano-Santana, J. M., González-Navarro, A. I., Gallo-Corona, S. F., López-Velázquez, R., & Cortés-Aguilar, J. (2008). Guía de avifauna de Arcediano. Comisión Estatal de Agua de Jalisco. 202 pp.
- Melo, O., & Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad Del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA. 183 pp.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M & T - Manuales y tesis SEA. Vol. 1: Zaragoza*, 84 pp.
- Morrison, M., Ralph, J., Verner, J., Jehl, J., Morton, E. S., Stutchbury, B. M., y otros. (1990). Cooperative breeding in the Tropical Mockingbird (*Mimus gilvus*) in the Panama Canal zone. *Ornitología Neotropical*, 15(3), 417-421.
- Navarro-Singüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Mertínez, A., Townsend-Peterson, A., Berlanga-García, H., & Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Universidad Nacional de México. Supl. 85: S476-S495.
- Onrubia, A., Canales, F., Sáenz de Buruaga, M., Campos, M., & Balmorí, A. (2003). Estudio faunístico de los vertebrados de los Montes de Vitoria (municipio de Vitoria Gasteiz). Consultora Recursos Naturales, S.L. 114 pp.
- Onrubia, A., Sáenz de Buruaga, M., Campos, M. A., & Balmori, A. (2001). Estudio Faunístico del Parque Natural de Izki (Álava). Informe inédito de Consultora de Recursos Naturales, S.L., para el Departamento de Agricultura y Medio Ambiente. Diputación Foral de Álava. Vitoria-Gasteiz.

- Onrubia, A., Sáenz de Buruaga, M., Campos, M. A., Lucio, A., Purroy, F., Balmori, A., y otros. (1996). Estudio Faunístico del Parque Natural de Valderejo (Álava). Consultora de Recursos Naturales, S.L. Informes Técnicos nº 71. Servicio de Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz. .
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, vol. 31, núm. 8. 583-590.
- Renton, K., & Íñigo-Elías, E. E. (2003). Evaluación del estado actual de las poblaciones del loro corona lila (*Amazona finschi*) en México (Informe final del proyecto AS001). México: Instituto de Biología, UNAM.
- Silveira, L. F., Beisiegel, B. M., Curcio, F. F., Valdujo, P. H., Dixo, M., Verdade, V. K., y otros. (2010). Para que servem os inventários de fauna? *Estud Av*, 24(68): 173-207.
- Spence-Bailey, L. M., Nimmo, D. G., Kelly, L. T., Bennett, A. F., & Clarke, M. F. (2010). Maximising trapping efficiency in reptile surveys: the role of seasonality, weather conditions and moon phase on capture success. *Wildlife Res*, 37: 104-115.
- Toledo-Bruno, A. G., Macas, D. G., Buenavista, D. P., Medina, M. P., & Forten, R. C. (2017). Amphibian and reptile diversity in Mt. Kalatungan Range Natural Park, Philippines. *Environmental and Experimental Biology*, 15: 127–135.
- Trejo, I., & Dirzo, R. (2000). Deforestation of seasonally dry tropical forest a national and analysis in Mexico. *Biological Conservation*, 94: 133-142.
- Verner, J. (1985). Assessment of counting techniques. In: R. F. Johnston. Current ornithology. Vol. 2 Plenum Press, New York. 247-302.
- Verner, J. (1988). Optimizing the duration of point counts for monitoring trends in bird populations. Res. Note PSW-395. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Dept. of Agric., Berkeley, CA.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córodba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., y otros. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. Segunda edición. 236 pp.
- Zuberogoitia, I., Campos, M. A., Campos, L. F., Onrubia, A., Torres, J. J., & Sáenz de Buruaga, M. (1999). Plan Técnico de Conservación de los Mamíferos Carnívoros incluidos en el Catálogo de Fauna Amenazada del Parque Natural de Urkiola. Informe inédito de Estudios Medioambientales Icarus, S.L. y Consultora de Recursos Naturales, S.L. para la Diputación Foral de Bizkaia.
- INEGI. Síntesis geográfica del estado de Coahuila.
- SIATL, Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.
- FAO-UNESCO. 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. 128 pp.
- <https://www.fao.org/soils-portal/es/>



Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del “Banco de Calizas Begasa”, ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

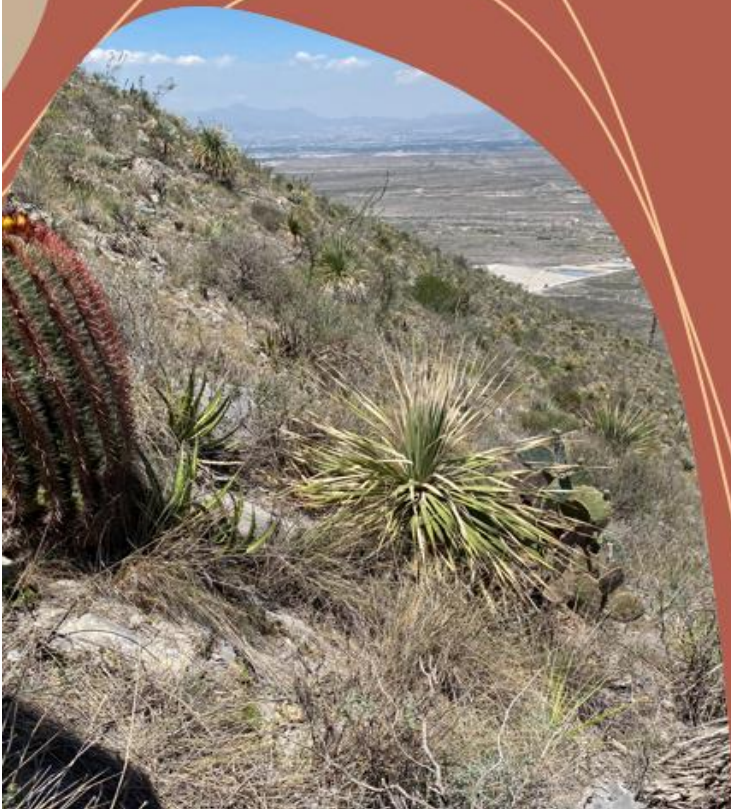
INEGI. 2014. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Guía para la interpretación de cartografía de erosión del suelo. Escala 1:250 000. Serie I. 25 pp.

INEGI. Tipos de erosión. Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I Continuo Nacional Entidad federativa: Estados Unidos Mexicanos. Edición: 2014.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-INEGI. 2007. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional). Edición: 1a.

Modalidad A - Particular

**Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)**
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.



CAPÍTULO V

DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, QUE INCLUYA CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y DE FAUNA

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, QUE INCLUYA CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y DE FAUNA..... | 3 |
| V.1 Medio físico | 3 |
| V.1.1 Fisiografía..... | 3 |
| V.1.2 Clima | 3 |
| V.1.3 Relieve | 4 |
| V.1.3.1 Rango altitudinal | 4 |
| V.1.3.2 Pendiente media | 5 |
| V.1.4 Suelo | 5 |
| V.1.4.1 Tipo de suelo | 5 |
| V.1.4.2 Erosión | 6 |
| V.1.5 Hidrografía | 15 |
| V.1.5.1 Red hídrica superficial..... | 15 |
| V.1.5.2 Balance hídrico | 16 |
| V.2 Medio biótico | 24 |
| V.2.1 Flora | 24 |
| V.2.1.1 Metodología..... | 25 |
| V.2.1.2 Trabajo de campo para el levantamiento de información | 26 |
| V.2.1.3 Trabajo de Gabinete para el análisis de datos | 28 |
| V.2.1.4 Especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010 | 31 |
| V.2.1.5 Análisis de los índices de diversidad en el AP | 32 |
| Curvas de acumulación de especies..... | 35 |
| V.2.2 Fauna | 37 |
| V.2.2.1 Metodologías de muestreo en campo en el CUSTF | 38 |
| V.2.2.2 Análisis estadístico en gabinete | 45 |
| V.2.2.3 Registros faunísticos observados en el CUSTF | 47 |
| V.2.2.4 Análisis estadístico de los grupos faunísticos en CUSTF | 51 |
| V.3 Bibliografía..... | 54 |

V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, QUE INCLUYA CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y DE FAUNA.

V.1 Medio físico

V.1.1 Fisiografía

El área denominada como “Área del proyecto” o “Área CUSTF” al encontrarse dentro de la Microcuenca Hidrológica Forestal (MHF), se localiza dentro de la Provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental que ocupa parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Querétaro, Tamaulipas, Hidalgo, Puebla y Veracruz, también pertenece a esta misma provincia y, por lo tanto, a la vez a la subprovincia fisiográfica denominada Gran sierra Plegada.

V.1.2 Clima

De las tres claves climáticas que caracterizan a la microcuenca hidrológica forestal, como ya se mencionó en el apartado correspondiente, el área CUSTF específicamente, se ubica dentro de la unidad BS0kx' descrita como seco templado, por lo tanto, los datos del clima para la zona correspondiente son iguales a los de la microcuenca ya que este se encuentra dentro del área y por lo tanto también fueron tomados de la estación 5140 Ramos Arizpe del Sistema Meteorológico Nacional para el periodo de 1951-2010.

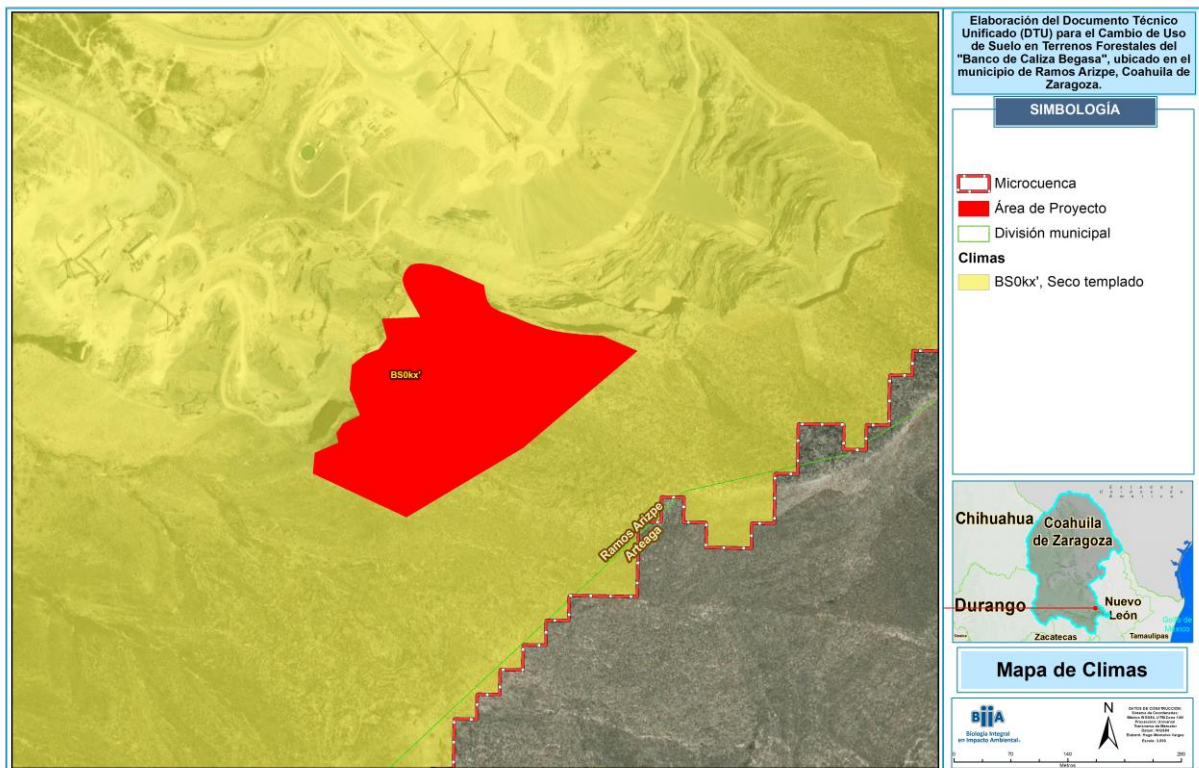


Figura 1. Mapa del clima presente en el CUSTF

De acuerdo con los datos climatológicos (precipitación y temperatura) obtenidos se sabe que la precipitación anual es de 314.7 milímetros y la temperatura media es de 18.5°C.

V.1.3 Relieve

V.1.3.1 Rango altitudinal

Para el área del proyecto, contemplado dentro de la MHF, como se puede observar en la cartografía correspondiente está ubicado en un rango altitudinal de 1,840 como máxima y como mínima de 1,690 msnm, lo que va de acuerdo a la naturaleza del terreno, que también su topografía se clasifica como “Sierra”.

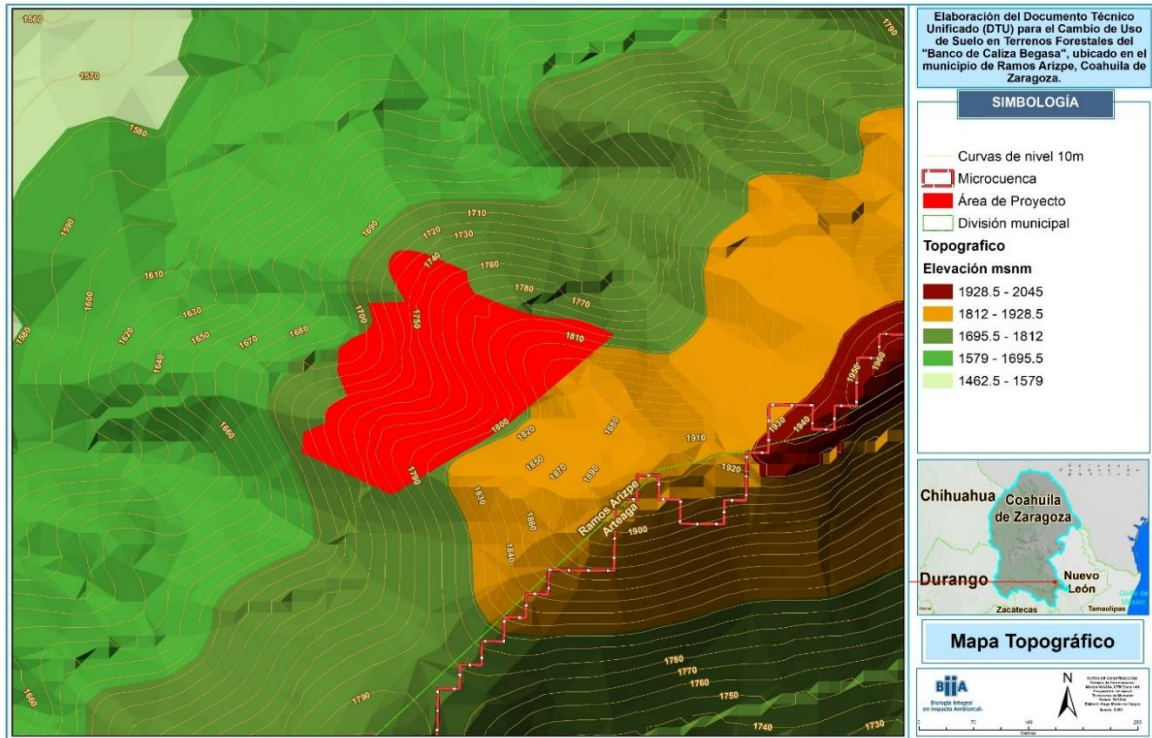


Figura 2. Mapa topográfico con énfasis en el área CUSTF, sus elevaciones máximas.

De la misma manera, de acuerdo al perfil altitudinal generado en Google Earth, de manera particular se estima que se tiene una diferencia altimétrica de 108 metros entre la máxima que son 1,833 y la mínima de 1,725 msnm.

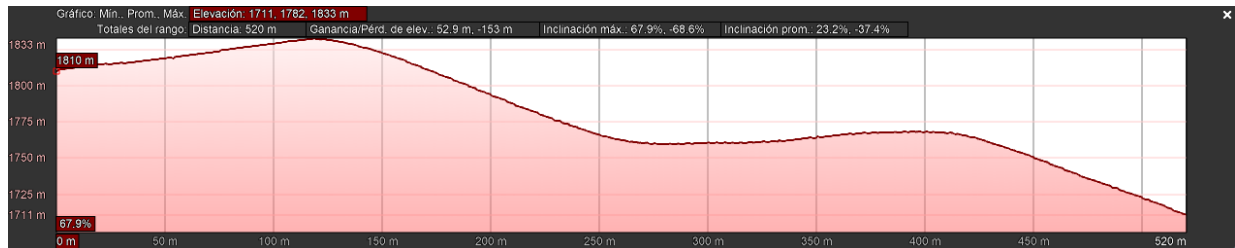


Figura 3. Perfil de elevación del CUSTF.

IV.1.3.2 Pendiente media

Respecto a las pendientes se puede observar que, aledaño al área del proyecto, se registran zonas con una pendiente ligeramente inclinada (50-100°) y pendiente medianamente inclinada (150-200) a diferencia del proyecto que se clasifica como un terreno con ligera a medianamente inclinada (100-150°).

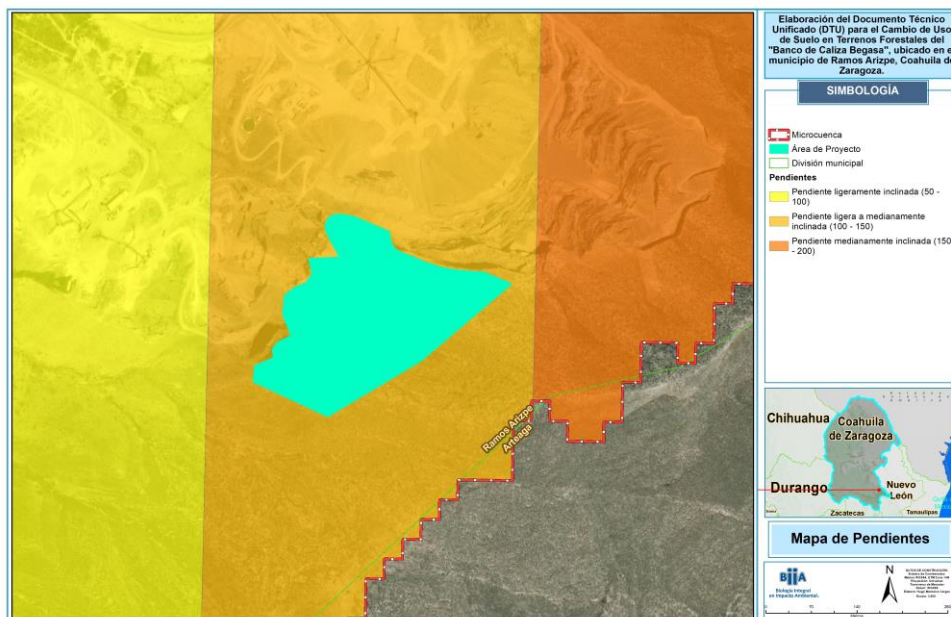


Figura 4. Mapa de pendientes del área donde se encuentra el proyecto.

V.1.4 Suelo

V.1.4.1 Tipo de suelo

El proyecto se localiza en el municipio de Mineral de Ramos Arizpe que de acuerdo con la carta edafológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2007), en la unidad de análisis (Microcuencia) se encuentran 5 tipos de suelos con diferentes asociaciones, aunque con respecto al área CUSTF solo mencionaremos el de incidencia, cuya unidad principal es leptosol.

Tabla 1. Descripción de la clave edafológica del área CUSTF

| Clave | Tipos de suelos | Características (FAO-UNESCO) |
|---|-----------------|---|
| <p>LPcarz+PHhulen+LPhurz/2</p> <p>LPcask+RGsklep/2r</p> | Leptosol | Los Leptosoles son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en o muy cerca de la superficie. Se encuentran en todos los tipos de climas (secos, templados, húmedos) y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. El calcio que contienen puede inmovilizar los minerales, lo cual, junto con su poca profundidad y alta pedregosidad, limita su uso agrícola si no se utilizan técnicas apropiadas, por lo que debe preferirse mantenerlos con su vegetación original. |

| Clave | Tipos de suelos | Características (FAO-UNESCO) |
|-------|-----------------|--|
| | | <p>Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.</p> <p>Son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. La erosión es la mayor amenaza en las áreas de Leptosol, en pendientes de colinas generalmente son más fértiles que sus contrapartes en tierras más llanas. Uno o unos pocos buenos cultivos podrían tal vez producirse en tales pendientes, pero al precio de una erosión severa.</p> <p>La agroforestación (una combinación o rotación de cultivos arables y árboles bajo control estricto) parece promisorio, pero está todavía en una etapa muy experimental. El drenaje interno excesivo y la poca profundidad de muchos Leptosoles puede causar sequía aún en ambientes húmedos.</p> |

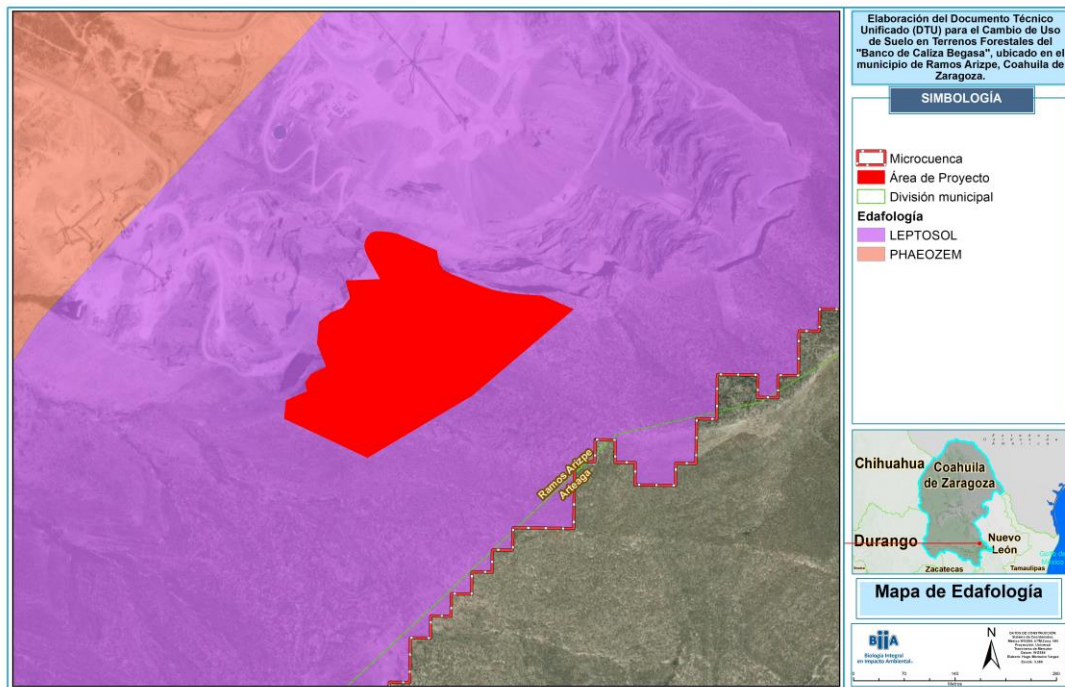


Figura 5. Mapa de edafología con énfasis hacia área CUSTF.

V.1.4.2 Erosión

Existen varios estudios que han comprobado los rasgos más importantes que influyen en la erosión hídrica del suelo los cuales son el clima, la topografía y las características de los suelos. Los tipos de erosión presentes en la unidad de estudio fueron revisados a través de la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), mediante el Conjunto de Datos Vectorial del Suelo, escala 1:250,000, Serie I (Continuo Nacional), es importante mencionar que aunque en la Microcuenca Hidrológico Forestal se tienen 3 tipos de erosión, erosión antrópica, hídrica de forma laminar y en surcos, sin embargo, en el área CUSTF se tiene una clasificación como unidad sin erosión evidente.

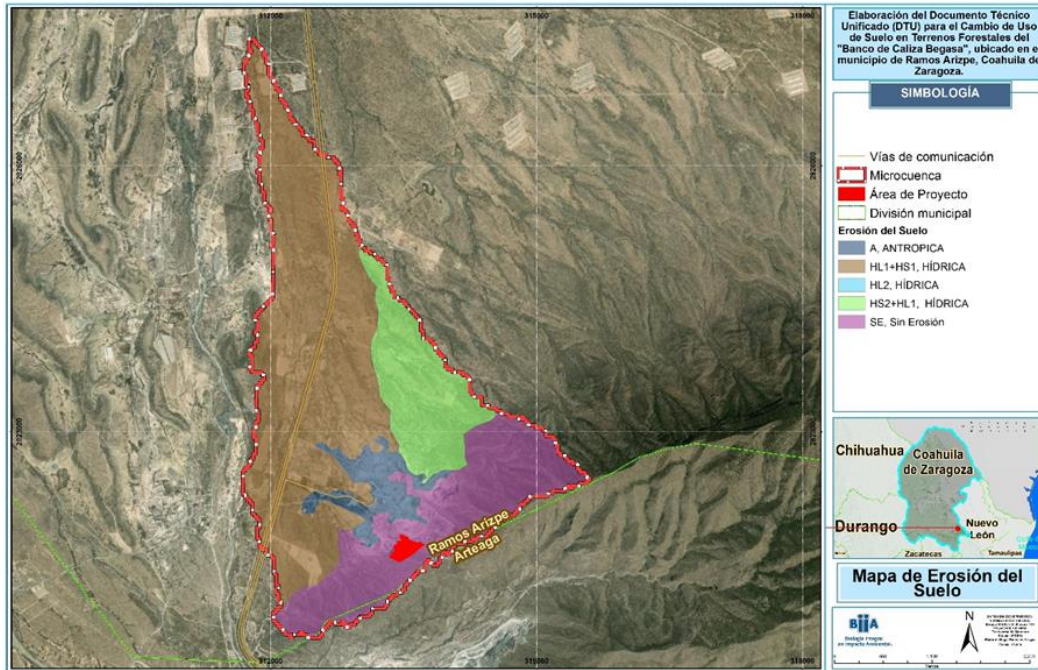


Figura 6. Mapa de erosión del suelo donde se puede observar que el CUSTF se encuentra en un área sin erosión

V.1.4.2.1 Erosión hídrica y eólica total del predio sujeto a CUSTF

Erosión hídrica

Para cuantificar la erosión del suelo en el CUSTF se empleó el modelo de predicción de erosión hídrica denominado Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, por sus siglas en inglés), el cual está diseñado para predecir la pérdida anual de suelo causada por la lluvia y el escurrimiento sobre una cuenca, con una cobertura vegetal de suelo. Este modelo se basa en el supuesto de que las mayores fuerzas hídricas que intervienen en el proceso son el impacto de las gotas de lluvia y el flujo a través de la superficie del suelo (Flores, 2016).

El modelo se representa como una ecuación de seis factores donde dos de ellos la erosividad debida a la lluvia (R) y erodabilidad del suelo (K) aportan el orden de magnitud y las unidades respectivas, mientras que los cuatro restantes, longitud de la pendiente (L), grado de la pendiente (S), manejo de cultivos (C) y prácticas de conservación (P), son factores adimensionales que permiten adaptar las estimaciones a condiciones distintas del terreno.

Factor R

El factor intensidad de la lluvia (R) se estimó a través de Cortés (1991), el cual a través del análisis de 53 estaciones meteorológicas estimó valores de erosividad para las diferentes regiones de la República Mexicana, reportando que varían de 500 a 29 mil Mega Joules mm/ha/h/año, por lo que, determinó un mapa de erosividad con el cual formó 14 regiones delimitadas por la erosividad de la lluvia y por lo tanto, propone catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual (Castro, 2013). Con base en el mapa que presenta, se identificó que la unidad de estudio se encuentra en la región cuyo modelo es el siguiente:

$$R = 2.8959p + 0.002983p^2$$

Tabla 2. Ecuación utilizada para obtener la erosividad de la lluvia.

| Ecuaciones | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| P=precipitación promedio anual (mm) | |
| Región | Ecuación |
| 1 | $R = 1.2078p + 0.002276p^2$ |
| 2 | $R = 3.4555p + 0.006470 p^2$ |
| 3 | $R = 3.6752p - 0.001720p^2$ |
| 4 | $R = 2.8959p + 0.002983p^2$ |
| 5 | $R = 3.4880p - 0.000188p^2$ |
| 6 | $R = 6.6847p + 0.001680p^2$ |
| 7 | $R = -0.0334p + 0.0061p^2$ |
| 8 | $R = 1.9967p + 0.003270p^2$ |
| 9 | $R = 7.0458p - 0.002096p^2$ |
| 10 | $R = 6.8938p + 0.000442p^2$ |
| 11 | $R = 3.7745p + 0.004540p^2$ |
| 12 | $R = 2.4619p + 0.006067p^2$ |
| 13 | $R = 10.7427p - 0.001008p^2$ |
| 14 | $R = 1.5005p + 0.002640p^2$ |

Fuente: Cortés, 1991.

Las precipitaciones utilizadas corresponden a las estaciones climáticas más cercanas, quedando de la siguiente manera:

| Estaciones meteorológicas | Precipitación promedio |
|---------------------------|------------------------|
| 00005140 Ramos Arizpe | 314.7 mm |

Factor K

La FAO (2006) propuso un método sencillo para estimar el Factor K, donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo FAO/UNESCO y la textura como parámetros para determinarlo; para realizar su estimación en base a las unidades edafológicas identificadas dentro de unidad de estudio (INEGI, 2007) se obtienen los valores estimados para el tipo de suelo y su textura conforme los datos generados por la FAO (Figueroa *et al.* 1991) y se muestran en la siguiente tabla (Loredo *et al.*, 2007 y Montes-León *et al.*, 2011), para que, con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de Erodabilidad (K).

Tabla 3. Valores de K por tipo de suelo

| Unidades de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO | | Textura | | |
|---|----------|---------|-------------|-------|
| Símbolo | Nombre | Gruesa | Media | Fina |
| CL | Calcisol | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| PH | Phaeozem | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| LP | Leptosol | 0.013 | 0.02 | 0.007 |

Longitud de pendiente (LS)

La longitud L se definió como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente al grado de que ocurre el depósito, o bien, hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un canal de salida bien definido. Se utilizó para el cálculo del factor LS la ecuación siguiente en función de las características de la unidad de estudio (Castro, 2013; Oñate-Valdivieso, 2004):

$$LS = (X/22.13)^m \times ((0.065 + 0.045) \times S) + ((0.0065) \times (S^2))$$

Dónde:

LS: Longitud y grado de la pendiente

X: es la longitud de la pendiente, en metros.

m: es una constante que está influenciada por la pendiente: (m=0.5 si S > 5%, m=0.4 si [3.5 < S < 4.5%], m=0.3 si [1 < S < 3%] y m=0.2 si S < 1%).

S: es la pendiente del terreno, en porcentaje.

Para estimar los valores es necesario determinar la pendiente del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del terreno, por lo que la fórmula resulta ser la siguiente (Becerra, 1999; Loredó *et al*, 2007):

$$S = ((H_f - H_i) / L) \times 100$$

Dónde:

S: Grado de pendiente (%).

H_f: Altura más elevada del terreno (m).

H_i: Altura más baja del terreno (m).

L: Longitud del terreno (m).

Tabla 4. Resultados obtenidos de Longitud y grado de pendiente (LS).

| No. de polígono | Clave tipo de vegetación | Tipo de suelo | K | Elevación | | Longitud | s% | LS |
|-----------------|---|---------------|------|-----------|--------|----------|-------|-------|
| | | | | Máxima | Mínima | | | |
| 1 | Vegetación de Matorral desértico rosetófilo | Leptosol | 0.02 | 1753 | 1714 | 117 | 33.33 | 20.20 |
| 2 | | | 0.02 | 1780 | 1746 | 77 | 43.98 | 27.32 |
| 3 | | | 0.02 | 1796 | 1738 | 148 | 39.19 | 30.54 |
| 4 | | | 0.02 | 1815 | 1758 | 139 | 41.01 | 32.18 |
| 5 | | | 0.02 | 1847 | 1800 | 136 | 34.56 | 23.26 |
| Promedio | | | | 1798 | 1751 | 123 | 38 | 27 |

Factor de protección de la vegetación (C)

El valor del factor de cobertura vegetal y manejo para los diferentes usos (C), se basa en la aplicación de la metodología USLE (Wischmeier y Smith, 1978) y se obtuvo a partir de los documentos de: Uribe Munguía Cecilia. “Estimación de la Erosión Hídrica y Recomendaciones para la conservación de suelos en la reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán”. Tesis profesional. Chapingo, México, 23 de agosto de 2012.

El factor C en la EUPS es considerado factor atenuante y toma valores de 0 a 1, correspondiendo el valor de *la unidad al suelo que este desnudo*, sin cobertura vegetal. El valor de C en la Ecuación es multiplicativo y a medida que aumenta la cobertura vegetal en densidad y frecuencia, el valor de C tiende a disminuir (Loredo *et al*, 2007).

Tabla 5. Valores del factor de protección

| Cubierta vegetal | Cubierta en contacto con el suelo | Tipo | Porcentaje de cubrimiento del suelo | | | | | |
|--|-----------------------------------|----------|-------------------------------------|-------------|------|-------|-------|-------|
| | | | 0.45 | 0.2 | 0.1 | 0.042 | 0.013 | 0.003 |
| Cubierta inapreciable | | G | 0.45 | 0.2 | 0.1 | 0.042 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.45 | 0.24 | 0.15 | 0.09 | 0.043 | 0.011 |
| Plantas herbáceas y matorjos (0.5 metros) | 25 | G | 0.36 | 0.17 | 0.09 | 0.038 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.36 | 0.2 | 0.13 | 0.082 | 0.041 | 0.011 |
| | 50 | G | 0.26 | 0.13 | 0.07 | 0.035 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.26 | 0.16 | 0.11 | 0.075 | 0.039 | 0.011 |
| | 75 | G | 0.17 | 0.1 | 0.06 | 0.031 | 0.011 | 0.003 |
| | | W | 0.17 | 0.12 | 0.09 | 0.067 | 0.038 | 0.011 |
| Matorral y Selva (2 metros) | 25 | G | 0.4 | 0.18 | 0.09 | 0.04 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.4 | 0.22 | 0.14 | 0.085 | 0.042 | 0.11 |
| | 50 | G | 0.34 | 0.16 | 0.08 | 0.038 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.34 | 0.19 | 0.08 | 0.036 | 0.012 | 0.003 |
| | 75 | G | 0.28 | 0.14 | 0.08 | 0.036 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.28 | 0.17 | 0.12 | 0.077 | 0.01 | 0.011 |
| Arbolado (4 metros) bosque | 25 | G | 0.42 | 0.19 | 0.1 | 0.041 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.42 | 0.23 | 0.14 | 0.087 | 0.042 | 0.011 |
| | 50 | G | 0.39 | 0.18 | 0.09 | 0.04 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.39 | 0.21 | 0.14 | 0.085 | 0.042 | 0.011 |
| | 75 | G | 0.36 | 0.17 | 0.09 | 0.039 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.36 | 0.2 | 0.13 | 0.083 | 0.041 | 0.011 |
| G: Cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5 centímetros de humus | | | | | | | | |
| W: Cubierta en contacto con el suelo formada por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer | | | | | | | | |

Por lo tanto, el valor para cada escenario será el siguiente:

Factor C

| Condición actual | Cobertura | Factor C |
|------------------------------|-------------------------------|----------|
| Condición actual en el CUSTF | Matorral Desértico Rosetófilo | 0.019 |
| Erosión después del CUSTF | | 1 |

A continuación, se resumen los dos supuestos, que se calcularon en la superficie solicitada para el CUSTF, la erosión a mitigar es de 492.16 toneladas de suelo al año, por lo que, durante los 5 años que durarán las actividades de eliminación de la vegetación, se estima que la erosión a mitigar total será de **3,252.25 toneladas**, tal como se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 6. Erosión a mitigar con CUSTF (anual)

| Erosión actual en la superficie solicitada para el CUSTF (toneladas al año) | Erosión a mitigar (Erosión después del CUSTF) toneladas (toneladas al año). |
|---|---|
| 762.87 | 492.16 |

Erosión eólica

Para conocer el grado erosivo causado por el viento en el área propuesta para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se realizó el cálculo de la erosión eólica a través del modelo de la Ecuación de Erosión Eólica (WEE, por sus siglas en inglés).

Este modelo tiene en cuenta la erodabilidad del suelo (I), la energía del viento expresada por un factor climático (C), la rugosidad superficial (K), la longitud del campo libre de barreras, o abierto a la corriente de aire (L), y la cobertura vegetal (V), tal como se expresa a continuación:

$$E = f(I', K', C', L', V')$$

Dónde:

E: Erosión potencial en toneladas/hectárea/año

f: estimación de la erosión en función de las variables entre paréntesis

I: Índice de erodabilidad

K: factor de rugosidad del suelo

C: factor climático local

L: longitud de la superficie en la dirección prevaleciente de los vientos

V: factor de cobertura de vegetación (kg/ha)

Para la estimación, se consideraron los valores de cada una de las variables señaladas en la ecuación anterior, de acuerdo con las condiciones del área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales bajo los siguientes escenarios:

- ❖ Condición actual (sin CUSTF)
- ❖ Condición después de CUSTF

Valoración de la erodabilidad (I)

El Índice I, que es la máxima erosión que puede sufrir un suelo con base en sus características, se mide en toneladas/hectárea*año (t/ha.año) y está determinado por la cantidad de agregados menores a 0.84 mm de diámetro de la capa superficial del suelo. La erodabilidad del suelo provocada por el viento, a menudo se calcula utilizando la siguiente ecuación:

Tabla 7. Ecuación para calcular la erodabilidad del suelo (I).

| I=662 – 148 ln (X) | |
|--------------------|--|
| I | Erodabilidad del suelo (mg*ha-1) |
| X | Es el porcentaje de la fracción del suelo seco > 0.84 mm |

La siguiente tabla clasifica el suelo dentro de un grupo de erosionabilidad (8 posibilidades) según las propiedades de la superficie del suelo y a partir del porcentaje de agregados del suelo seco mayores de 0.84 mm. Las propiedades más importantes del suelo, en relación a la erosión eólica son: 1) textura del suelo, 2) contenido en materia orgánica, 3) contenido en carbonato cálcico, 4) estado de humedad del suelo, y 5) estabilidad estructural.

Tabla 8. Grupos de erosionabilidad al viento (WEG) en relación con la clase textural del suelo y contenido de calcio.

| WEG | Suelo | Agregados en suelo seco > 0.84 mm (%) | Valoración de la erodabilidad (I) |
|-----|---|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | I=662 – 148 ln (X) |
| 1 | Arena muy fina, arena fina, arena o arena gruesa | 1 | |
| 2 | Arena-arcilloso muy fino, arena-arcilloso fino, arena-arcilloso, arena-arcilloso grueso; limo y limo franco arenoso muy fino con 5% o menos de arcilla y el 25% o menos de arena muy fina; y materiales del suelo orgánicos sápricos. | 10 | |
| 3 | Franco arenoso muy fino (pero no cumple con el criterio de WEG 2), franco arenoso fino, franco arenoso, franco arenoso ordinario, franco limoso no calcáreo que tiene mayor o igual a 20% y menos del 50% de arena muy fina, y mayor o igual a 5% y menos del 12% de arcilla. | 25 | |
| 4 | Arcilla, arcilla limosa, franco arcilloso no calcáreo que tiene más de 35% de arcilla y no calcáreo franco arcilloso limoso que tiene más de 35% de arcilla. Todos ellos no tienen alto contenido de óxido de hierro. | 25 | |
| 4L | Marga calcárea, calcáreos limo-limo, limos calcáreos, arcillo arenoso calcáreo, calcáreos francos arcillo arenoso, franco arcillo calcáreos y calcáreos franco arcilloso limoso. | 25 | 185.6 |
| 5 | Franco no calcárea que tiene menos de 20% de arcilla; franco limoso no calcárea con mayor que o igual a 5% a menos del 20% de arcilla (pero no cumple el criterio WEG 3); no calcárea, franco arcillo arenoso; arcilla arenosa no calcárea; y materiales hémicos. | 40 | |

| WEG | Suelo | Agregados en suelo seco > 0.84 mm (%) | Valoración de la erodabilidad (I) |
|-----|---|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | I=662 – 148 ln (X) |
| 6 | Marga no calcáreas y franco limoso que tienen mayor que o igual a 20% de arcilla; franco arcilloso no calcárea y no calcárea franco arcilloso limoso que tiene menor o igual a 35% de arcilla; franco limoso que tiene alto contenido de óxido de hierro. | 45 | |
| 7 | Limos no calcáreos; arcilla no calcárea limosa, franco arcillo limosa no calcárea y arcilla no calcárea que tienen alto contenido de óxido de hierro. Con un porcentaje de arcilla menor del 35%, y materiales orgánicos fibricos. | 50 | |
| 8 | Suelos no susceptibles a la erosión eólica debido a fragmentos de roca o a la presencia de elementos gruesos y/o superficie humedad. | ----- | |

Fuente: Lyles L. & Tatarko J. 1988

Aplicando la fórmula para valorar la erodabilidad quedaría de la siguiente manera:

$$I = 662 - 148 \ln(25) = 185.6$$

Factor de rugosidad (K)

La FAO propuso un método sencillo para estimar el Factor K (FAO, 1980), donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo FAO/UNESCO y la textura como parámetros para determinar K. Para su estimación con base en las unidades edafológicas identificadas dentro de la unidad de estudio se obtienen los valores estimados para el tipo de suelo y su textura conforme los datos generados por la FAO (Figueroa *et al.* 1991) y se muestran en la siguiente tabla (Loredo *et al.*, 2007), para que, con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de Erodabilidad (K). Para su estimación con base en las unidades edafológicas identificadas dentro de la unidad de estudio se obtuvieron nuevamente los valores estimados para el tipo de suelo y su textura conforme los datos generados por la FAO (Figueroa *et al.* 1991 y Loredo *et al.*, 2007).

Factor de rugosidad para la superficie de CUSTF previa a la afectación.

| Tipo de suelo | Textura | K |
|---------------|---------|------|
| Leptosol | Media | 0.02 |

Factor climático (C)

Factores climáticos como velocidad del viento y la condición de la humedad en la superficie, deben ser tomados en cuenta. Para este propósito, se utilizó la ecuación propuesta por (Chepil *et al.* 1962).

Chepil *et al.* (1962) propuso un factor climático para establecer la pérdida promedio anual de suelo para las condiciones de clima determinadas. Este factor es un índice de erosión eólica, influenciado por el contenido de humedad de la superficie del suelo y la velocidad media del viento. Este factor es expresado de la siguiente manera:

$$C=3.86U^3/(PE)^2$$

Donde U es la velocidad media anual del viento corregida a 9.1 metros y PE es el índice de efectividad de las precipitaciones de Thornthwaite (1931). Por lo tanto, la relación entre precipitación y evaporación con la temperatura, son los dos elementos climáticos más significativos, ya que la importancia relativa de cada uno depende de su efecto limitante. Aplicando esta fórmula para calcular el factor climático se tiene como resultado lo siguiente:

$$C=3.86(9.80^3) / (1.9)^2 =1042.05$$

Cobertura de la vegetación (V)

La vegetación es utilizada ampliamente para controlar la erosión eólica. Al ejercer una carga para el flujo del aire, la vegetación puede reducir la velocidad del viento debajo de lo requerido para iniciar la erosión y puede mejorar la deposición del suelo que se lleva el aire. Las variaciones fueron estimadas utilizando los valores que se reportan para México de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2003), (Eltaif y Gharaibeh, 2011).

Tabla 9. Valores elegibles para el factor V.

| Cubierta vegetal | Cubierta en contacto con el suelo | Tipo | Porcentaje de cubrimiento del suelo | | | | | |
|---|-----------------------------------|------|-------------------------------------|-------------|------|-------|-------|--------|
| | | | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 95-100 |
| Cubierta inapreciable | | G | 0.45 | 0.2 | 0.1 | 0.042 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.45 | 0.24 | 0.15 | 0.09 | 0.043 | 0.011 |
| Plantas herbáceas y matorros (0.5 metros) | 25 | G | 0.36 | 0.17 | 0.09 | 0.038 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.36 | 0.2 | 0.13 | 0.082 | 0.041 | 0.011 |
| | 50 | G | 0.26 | 0.13 | 0.07 | 0.035 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.26 | 0.16 | 0.11 | 0.075 | 0.039 | 0.011 |
| | 75 | G | 0.17 | 0.1 | 0.06 | 0.031 | 0.011 | 0.003 |
| | | W | 0.17 | 0.12 | 0.09 | 0.067 | 0.038 | 0.011 |
| Matorral y Selva (2 metros) | 25 | G | 0.4 | 0.18 | 0.09 | 0.04 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.4 | 0.22 | 0.14 | 0.085 | 0.042 | 0.11 |
| | 50 | G | 0.34 | 0.16 | 0.08 | 0.038 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.34 | 0.19 | 0.08 | 0.036 | 0.012 | 0.003 |
| | 75 | G | 0.28 | 0.14 | 0.08 | 0.036 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.28 | 0.17 | 0.12 | 0.077 | 0.01 | 0.011 |
| Arbolado (4 metros) bosque | 25 | G | 0.42 | 0.19 | 0.1 | 0.041 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.42 | 0.23 | 0.14 | 0.087 | 0.042 | 0.011 |
| | 50 | G | 0.39 | 0.18 | 0.09 | 0.04 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.39 | 0.21 | 0.14 | 0.085 | 0.042 | 0.011 |
| | 75 | G | 0.36 | 0.17 | 0.09 | 0.039 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.36 | 0.2 | 0.13 | 0.083 | 0.041 | 0.011 |
| G: Cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5 centímetros de humus | | | | | | | | |
| W: Cubierta en contacto con el suelo formada por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer | | | | | | | | |
| Fuente: Uribe, 2012. | | | | | | | | |

En la tabla siguiente se presentan los valores seleccionados de acuerdo con los escenarios de cambio de uso de suelo.

Tabla 10. Factor V en la superficie de CUSTF según los escenarios.

| Escenario | Vegetación | Porcentaje de recubrimiento del suelo | Tipo de cubierta | Factor V |
|--|---|---------------------------------------|-----------------------------|----------|
| Condición previa al CUSTF | Vegetación de matorral desértico rosetófilo | 20% | Matorral y Selva (2 metros) | 0.22 |
| Condición con ejecución del CUSTF | | | Cubierta inapreciable | 0.24 |

En la información siguiente se presentan los resultados de la estimación de erosión eólica para las condiciones con remoción de vegetación. En total se estimó que en este escenario la pérdida de suelo es de 270,768.76 toneladas de suelo por 5 años. A continuación, se muestra el incremento potencial por año para cada una de las áreas sometidas a cambio de uso de suelo.

Tabla 11. Incremento potencial por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

| Polígono | Erosión eólica actual en la superficie de CUSTF (ton/año) | Erosión eólica potencial con la ejecución del CUSTF (ton/año) | Incremento de la pérdida de suelo por erosión eólica (ton/año) |
|--------------|---|---|--|
| 1 | 50,231.34 | 64,630.20 | 67,629.11 |
| 2 | 35,615.82 | 48,686.00 | |
| 3 | 35,290.88 | 48,331.51 | |
| 4 | 40,550.35 | 54,069.11 | |
| 5 | 41,451.26 | 55,051.93 | |
| Total | 203,139.65 | 270,768.76 | |

V.1.5 Hidrografía

V.1.5.1 Red hídrica superficial

Para la descripción de la corriente intermitente que atraviesa el área del proyecto se puede observar que esta pasa justamente por la mitad de es como se puede ver en el siguiente mapa. Es importante mencionar que este escurrimiento no tiene nombre según el SIATL. Esta corriente al ser intermitente lleva agua solo en la temporada de lluvias que comprende principalmente los meses de junio, julio, agosto y septiembre pues son los meses con mayor precipitación que registra el SMN.

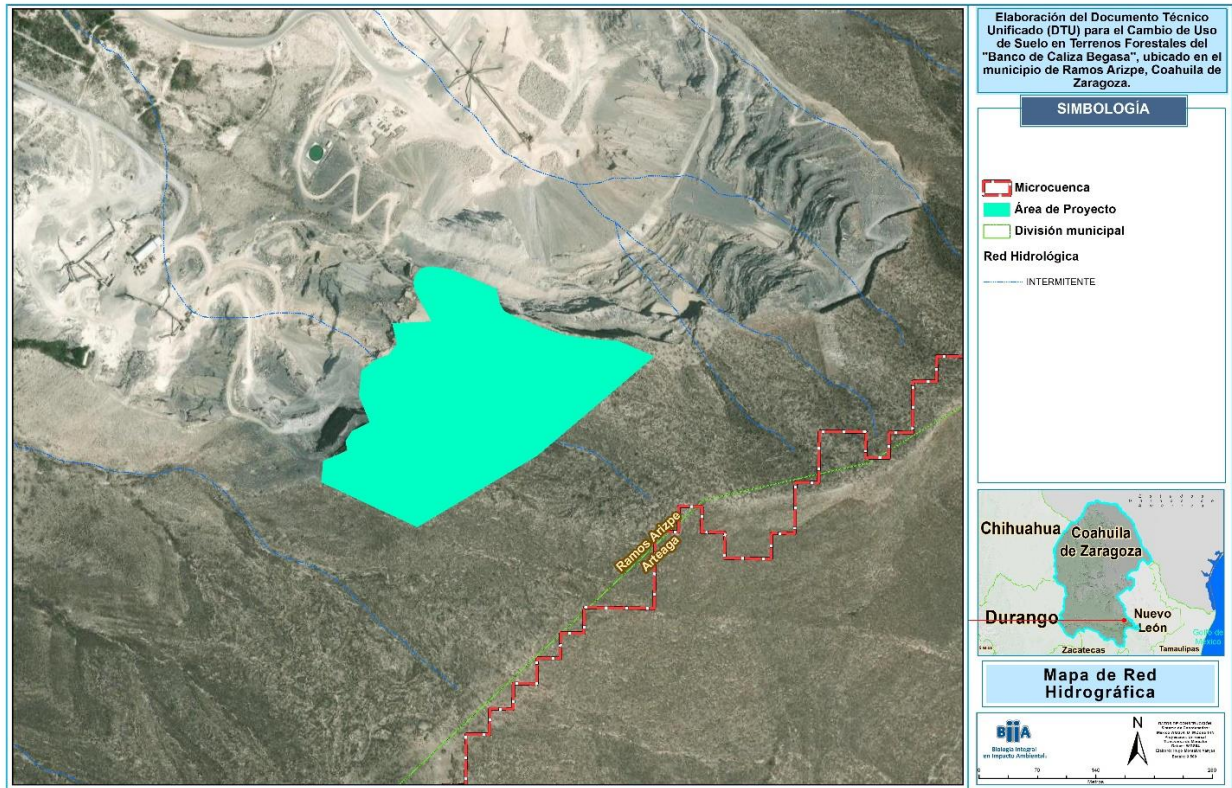


Figura 7. Mapa de la red hídrica presente en el CUSTF.

V.1.5.2 Balance hídrico

Con la finalidad de conocer el estado actual de la hidrología superficial, del área sujeta a cambio de uso de suelo para los fines que comprende el proyecto, se realiza la estimación volumétrica de cada uno de los componentes del balance hídrico que son precipitación o captación, evapotranspiración y escurrimiento.

V.1.5.2.1 Precipitación o captación

La expresión empleada para conocer el volumen precipitado requiere del conocimiento de la precipitación media anual, que de acuerdo la estación meteorológica de CONAGUA identificada como 51400 Ramos Arizpe es de **314.7 milímetros**, equivalente a 0.3147 metros además del área de la superficie estudiada (en este caso 6.23 hectáreas = 62,300 m²).

$$\text{Vol. precipitado (m}^3\text{)} = \text{Área (m}^2\text{)} * \text{Precipitación media anual (m)}$$

Con base en los datos conocidos, se tiene que el volumen de agua precipitada para cada uno de los polígonos es de 3,921.16 m³/año, *en ambos escenarios*, y teniendo en cuenta que el área CUSTF consta de cinco de estos, sumaría un total de 19,605.81 m³/6.23ha/5años, que equivale a 1,9605,810 litros de agua, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12. Resumen de precipitación del área CUSTF

| Polígono | Añualidades | Superficie CUSTF (ha) | Superficie CUSTF (m²) | Precipitación (m) | PRECIPITACIÓN | |
|---------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | | | | Actual | Posterior |
| Polígono 1 | 1 | 1.246 | 12,460.00 | 0.3147 | 3,921.16 | 3,921.16 |
| Polígono 2 | 2 | 1.246 | 12,460.00 | 0.3147 | 3,921.16 | 3,921.16 |
| Polígono 3 | 3 | 1.246 | 12,460.00 | 0.3147 | 3,921.16 | 3,921.16 |
| Polígono 4 | 4 | 1.246 | 12,460.00 | 0.3147 | 3,921.16 | 3,921.16 |
| Polígono 5 | 5 | 1.246 | 12,460.00 | 0.3147 | 3,921.16 | 3,921.16 |
| Total= | | 6.23 | 62,300 | - | 19,605.81 | 19,605.81 |

V.1.5.2.2 Evapotranspiración

Para determinar la evapotranspiración real (ETR) se utilizó el método de Thornthwaite que utiliza las fórmulas siguientes.

$$U_j = 1.6K_a \left(\frac{10 * T_j}{I} \right)^a$$

Donde: $U_j=U_j$ = uso consuntivo en el mes j ; T_j = temperatura media en el mes j , en °C; K = constante que depende la latitud y el mes del año; a = constante en función de la siguiente fórmula.

$$a=675*10^{-9}*I^3-771*10^{-7}*I^2+179*10^{-4}*I+0.492$$

Donde: I = Constante en función de la siguiente fórmula.

$$I = \sum_{j=1}^{12} i_j$$

Donde i_j se obtiene de la siguiente expresión

$$i_j = \left(\frac{T_j}{5} \right)^{1.514}$$

Donde j = valor correspondiente a cada mes.

Tabla 13. Valores de K a emplear en las expresiones correspondientes.

| Latitud, grados | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1.04 | 0.94 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.01 | 1.01 |
| 10 | 1.00 | 0.91 | 1.03 | 1.03 | 1.08 | 1.06 | 1.08 | 1.07 | 1.02 | 1.02 | 0.98 | 0.99 |
| 20 | 0.95 | 0.90 | 1.03 | 1.05 | 1.13 | 1.11 | 1.14 | 1.11 | 1.02 | 1.00 | 0.93 | 0.91 |
| 25 | 0.93 | 0.89 | 1.03 | 1.06 | 1.15 | 1.14 | 1.17 | 1.12 | 1.02 | 0.99 | 0.91 | 0.91 |
| 30 | 0.90 | 0.87 | 1.03 | 1.08 | 1.18 | 1.17 | 1.20 | 1.14 | 1.03 | 0.98 | 0.89 | 0.88 |
| 35 | 0.87 | 0.85 | 1.03 | 1.09 | 1.21 | 1.21 | 1.23 | 1.16 | 1.03 | 0.97 | 0.86 | 0.85 |
| 40 | 0.84 | 0.83 | 1.03 | 1.11 | 1.24 | 1.25 | 1.27 | 1.18 | 1.04 | 0.96 | 0.83 | 0.81 |
| 45 | 0.80 | 0.81 | 1.02 | 1.13 | 1.28 | 1.29 | 1.31 | 1.21 | 1.04 | 0.94 | 0.79 | 0.75 |
| 50 | 0.74 | 0.78 | 1.02 | 1.15 | 1.33 | 1.36 | 1.37 | 1.25 | 1.06 | 0.92 | 0.76 | 0.70 |

Sin embargo, para obtener mejores resultados de evapotranspiración es necesario emplear la siguiente expresión con valores de corrección.

$$ETP = ETP_{sin\ correjir} * \left[\left(\frac{n}{12} \right) * \left(\frac{d}{30} \right) \right]$$

Donde ETP= Evapotranspiración corregida; n=promedio de horas luz por mes y d=días por mes.

Tabla 14. Duración máxima de horas de fuerte insolación N expresadas en horas (Allen et al, 1998) correspondientes al hemisferio norte.

| Lat | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|-----|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 0 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 2 | 11.9 | 11.9 | 12 | 12 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12 | 12 | 11.9 | 11.9 |
| 4 | 11.8 | 11.9 | 12 | 12.1 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 11.9 | 11.9 | 11.8 | 11.8 |
| 6 | 11.7 | 11.8 | 12 | 12.1 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.2 | 11.9 | 11.9 | 11.7 | 11.7 |
| 8 | 11.6 | 11.7 | 11.9 | 12.2 | 12.4 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 11.8 | 11.8 | 11.6 | 11.5 |
| 10 | 11.5 | 11.7 | 11.9 | 12.2 | 12.5 | 12.6 | 12.5 | 12.3 | 11.8 | 11.8 | 11.5 | 11.4 |
| 12 | 11.4 | 11.6 | 11.9 | 12.3 | 12.6 | 12.7 | 12.6 | 12.4 | 11.7 | 11.7 | 11.4 | 11.3 |
| 14 | 11.3 | 11.6 | 11.9 | 12.3 | 12.6 | 12.5 | 12.8 | 12.5 | 11.7 | 11.7 | 11.3 | 11.2 |
| 16 | 11.1 | 11.5 | 11.9 | 12.4 | 12.7 | 12.9 | 12.9 | 12.5 | 11.6 | 11.6 | 11.2 | 11.1 |
| 18 | 11 | 11.4 | 11.9 | 12.4 | 12.8 | 13.1 | 13 | 12.6 | 11.6 | 11.6 | 11.1 | 10.9 |
| 20 | 10.9 | 11.3 | 11.9 | 12.5 | 12.9 | 13.2 | 13.1 | 12.7 | 11.5 | 11.5 | 11 | 10.8 |
| 22 | 10.8 | 11.3 | 11.9 | 12.5 | 13.1 | 13.3 | 13.2 | 12.8 | 11.5 | 11.5 | 10.9 | 10.7 |
| 24 | 10.7 | 11.2 | 11.8 | 12.6 | 13.2 | 13.5 | 13.3 | 12.8 | 11.4 | 11.4 | 10.8 | 10.5 |
| 25 | 10.6 | 11.15 | 11.8 | 12.6 | 13.25 | 13.55 | 13.4 | 12.85 | 11.4 | 11.4 | 10.75 | 10.45 |
| 26 | 10.5 | 11.1 | 11.8 | 12.6 | 13.3 | 13.6 | 13.5 | 12.9 | 11.4 | 11.4 | 10.7 | 10.4 |
| 28 | 10.4 | 11 | 11.8 | 12.7 | 13.4 | 13.8 | 13.6 | 13 | 11.3 | 11.3 | 10.6 | 10.2 |
| 30 | 10.3 | 11 | 11.8 | 12.7 | 13.5 | 13.9 | 13.8 | 13.1 | 11.3 | 11.3 | 10.5 | 10.1 |

Empleando cada uno de los valores adecuados para el área caracterizada en este capítulo, se sabe que el volumen de agua que se evapotranspira en la superficie CUSTF, es de 874.00 m³, cantidad que no cambia en ninguno de los escenarios analizados, como se puede observar en la tabla siguiente.

Tabla 15. Resumen de valores de evapotranspiración estimados para CUSTF

| Polígono | Anualidades | Superficie CUSTF (ha) | Superficie CUSTF (m ²) | EVAPOTRANSPIRACIÓN | |
|---------------|-------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------|---------------|
| | | | | ACTUAL | POSTERIOR |
| Polígono 1 | 1 | 1.246 | 12,460.00 | 174.80 | 174.80 |
| Polígono 2 | 2 | 1.246 | 12,460.00 | 174.80 | 174.80 |
| Polígono 3 | 3 | 1.246 | 12,460.00 | 174.80 | 174.80 |
| Polígono 4 | 4 | 1.246 | 12,460.00 | 174.80 | 174.80 |
| Polígono 5 | 5 | 1.246 | 12,460.00 | 174.80 | 174.80 |
| Total= | | 6.23 | 62,300 | 874.00 | 874.00 |

V.1.5.2.3 Esgurrimiento

Para determinar el coeficiente de escurrimiento superficial se empleará el método establecido en la NOM-011-CNA-2000, el cual se desarrollado a continuación.

Selección de coeficiente de escurrimiento

Según la cartografía del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) los suelos se clasifican en tres tipos: A (suelos permeables), B (suelos medianamente permeables) y C (suelos casi impermeables), por lo que los valores de K varían de acuerdo al tipo y uso de suelo.

Tabla 16. Clasificación de los suelos INEGI.

| Tipo de suelo | Características |
|---------------|--|
| A | Suelo con bajo potencial de escurrimiento. Incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla y suelo permeable con grava en el perfil. Infiltración básica 8-12 mm/hr. |
| B | Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplo: suelos migajosos, arenosos ligeros y migajosos limosos. Infiltración básica 4-8 mm/hr. |
| C | Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelo someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo; suelos migajosos arcillosos. Infiltración básica 1-4 mm/hr. |
| D | Suelos con alto potencial de escurrimiento. Ejemplo: suelos pesados, con alto contenido de arcillas expansibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor a 1 mm/hr. |

Tabla 17. Clase de cobertura vegetal

| Clases de cobertura vegetal |
|-----------------------------|
| Buena > de 75% |
| Regular entre 50y 75% |
| Mala < de 50% |

Tabla 18. Condición hidrológica del área

| Vegetación | Condición hidrológica |
|----------------------|--|
| Pastos naturales | En malas condiciones: dispersos, fuertemente pastoreados, con menos que la mitad del área total con cobertura vegetal. |
| | En condiciones regulares: moderadamente pastoreados, con la mitad o las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal. |
| | En buenas condiciones: ligeramente pastoreados y con más de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal. |
| Áreas boscosas | En condiciones malas: tienen árboles dispersos y fuertemente pastoreados. En condiciones regulares: moderadamente pastoreados y con algo de crecimiento. |
| | En buenas condiciones: densamente pobladas y sin pastorear. |
| Pastizales mejorados | En buenas condiciones: pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidado sistema de manejo de pastoreo. |

| Vegetación | Condición hidrológica |
|----------------------|---|
| Rotación de praderas | En malas condiciones: áreas con material disperso, sobre pastoreado. |
| | En buenas condiciones: praderas densas, moderadamente pastoreadas, bajo una adecuada planeación de rotación de cultivos. |
| Cultivos | En malas condiciones: cultivos manejados con base en monocultivos. |
| | En buenas condiciones: cultivos que forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos). |

Tabla 19. Valor de curvas numérica de acuerdo a la condición del terreno dada.

| Uso de suelo | Tratamiento o práctica | Condición hidrológica | Curvas numéricas | | | |
|---|--------------------------|-----------------------|------------------|----|----|----|
| | | | A | B | C | D |
| En barbecho | Suelo denudo | | 77 | 86 | 91 | 94 |
| | Residuos de cultivo (RC) | Mala | 76 | 85 | 90 | 93 |
| | | Buena | 74 | 83 | 88 | 90 |
| Suelo en descanso | Surcos rectos | | 77 | 86 | 91 | 94 |
| | Surcos rectos | Mala | 71 | 81 | 88 | 91 |
| | Surcos rectos | Buena | 67 | 78 | 85 | 89 |
| | Curva a nivel | Mala | 70 | 79 | 84 | 88 |
| | Curva a nivel | Buena | 95 | 75 | 82 | 86 |
| | Terraza y curva a nivel | Mala | 66 | 74 | 80 | 82 |
| | Terraza y curva a nivel | Buena | 62 | 71 | 78 | 81 |
| Cultivos tupidos | Surcos rectos | Mala | 65 | 76 | 84 | 88 |
| | Surcos rectos | Buena | 63 | 75 | 83 | 87 |
| | Curva a nivel | Mala | 63 | 74 | 82 | 85 |
| | Curva a nivel | Buena | 61 | 73 | 81 | 84 |
| | Terraza y curva a nivel | Mala | 61 | 72 | 79 | 82 |
| | Terraza y curva a nivel | Buena | 59 | 70 | 78 | 81 |
| Leguminosas en hilera o forraje en rotación | Surcos rectos | Mala | 66 | 77 | 85 | 85 |
| | Surcos rectos | Buena | 58 | 72 | 81 | 85 |
| | Curva a nivel | Mala | 64 | 75 | 83 | 85 |
| | Curva a nivel | Buena | 55 | 60 | 78 | 83 |
| | Terraza y curva a nivel | Mala | 63 | 73 | 80 | 83 |
| | Terraza y curva a nivel | Buena | 51 | 67 | 76 | 80 |
| Pastizales, sabana, campos de pastoreo | Sin tratamiento mecánico | Mala | 68 | 79 | 86 | 99 |
| | Sin tratamiento mecánico | Regular | 49 | 69 | 79 | 84 |
| | Sin tratamiento mecánico | Buena | 39 | 61 | 74 | 80 |
| | Curva a nivel | Mala | 47 | 67 | 81 | 88 |
| | Curva a nivel | Regular | 25 | 59 | 75 | 83 |
| | Curva a nivel | Buena | 20 | 35 | 70 | 79 |
| Pradera no pastoreada | | Buena | 30 | 58 | 71 | 78 |
| Bosque arbustivo | | Mala | 48 | 67 | 77 | 83 |
| | | Regular | 35 | 56 | 70 | 77 |
| | | Buena | 30 | 48 | 65 | 73 |
| Bosque ralo con pasto, huerta, árboles frutales | | Mala | 57 | 73 | 82 | 86 |
| | | Regular | 43 | 65 | 75 | 82 |
| | | Buena | 32 | 58 | 72 | 79 |

| Uso de suelo | Tratamiento o práctica | Condición hidrológica | Curvas numéricas | | | |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------|----|----|----|
| | | | A | B | C | D |
| Bosque | | Mala | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | | Regular | 36 | 60 | 73 | 79 |
| | | Buena | 25 | 55 | 70 | 77 |
| Vegetación herbácea árida o semiárida | | Mala | | 80 | 87 | 93 |
| | | Regular | | 71 | 81 | 89 |
| | | Buena | | 62 | 74 | 85 |
| Vegetación arbustiva de montaña | | Mala | | 66 | 74 | 79 |
| | | Regular | | 48 | 57 | 63 |
| | | Buena | | 30 | 41 | 48 |
| Coníferas y pastos de sotobosque | | Mala | | 75 | 85 | 89 |
| | | Regular | | 58 | 73 | 80 |
| | | Buena | | 41 | 61 | 71 |
| Matorrales del desierto | | Mala | 63 | 77 | 85 | 85 |
| | | Regular | 55 | 72 | 81 | 88 |
| | | Buena | 49 | 68 | 79 | 86 |
| Camino de tierra | | Buena | 72 | 82 | 87 | 84 |
| Caminos pavimentados | | Buena | 90 | 90 | 90 | 90 |

Enseguida, se presentan los valores tomados para la actualidad y posterior a la ejecución del proyecto desglosado para cada uno de los polígonos que componen a la totalidad del área solicitada, así como el volumen de escurrimiento estimados para cada uno de estos.

Tabla 20. Resumen de volumen escurrido para los polígonos del CUSTF, actualmente

| | Grupo de suelo | Polígono 1 | Polígono 2 | Polígono 3 | Polígono 4 | Polígono 5 | Unidad |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Condición actual (previo al CUSTF) | Vegetación | Matorral desértico rosetófilo | Matorral desértico rosetófilo | Matorral desértico rosetófilo | Matorral desértico rosetófilo | Matorral desértico rosetófilo | Adimensional |
| | Clases y cobertura vegetal | Buena | Buena | Buena | Buena | Buena | Adimensional |
| | Uso de suelo | Matorrales del desierto | Matorrales del desierto | Matorrales del desierto | Matorrales del desierto | Matorrales del desierto | Adimensional |
| | Condición hidrológica | Buena | Buena | Buena | Buena | Buena | Adimensional |
| | CN | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | Adimensional |
| | S | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | Adimensional |
| | Q | 220.95 | 220.95 | 220.95 | 220.95 | 220.95 | mm |
| | Escurrecimiento medio | 0.2209 | 0.2209 | 0.2209 | 0.2209 | 0.2209 | m |
| | Superficie CUSTF | 12,460.00 | 12,460.00 | 12,460.00 | 12,460.00 | 12,460.00 | m ² |
| | Q/ Polígono | 2,753.01 | 2,753.01 | 2,753.01 | 2,753.01 | 2,753.01 | m ³ |
| Total (CUSTF/5 años) = | 13,765.07 | | | | | | |

Tabla 21. Resumen de volumen escurrido en los polígonos, posterior a el CUSTF

| Durante el CUSTF (ejecución) | Grupo de suelo | Polígono 1 | Polígono 2 | Polígono 3 | Polígono 4 | Polígono 5 | Unidad |
|-------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| | Vegetación | - | - | - | - | - | Adimensional |
| | Clases y cobertura vegetal | - | - | - | - | - | Adimensional |
| | Uso de suelo | Suelo desnudo | Suelo desnudo | Suelo desnudo | Suelo desnudo | Suelo desnudo | Adimensional |
| | Condición hidrológica | Mala | Mala | Mala | Mala | Mala | Adimensional |
| | CN | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | Adimensional |
| | S | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | Adimensional |
| | Q | 270.00 | 270.00 | 270.00 | 270.00 | 270.00 | mm |
| | | 0.2700 | 0.2700 | 0.2700 | 0.2700 | 0.2700 | m |
| | Superficie CUSTF | 12,460.00 | 12,460.00 | 12,460.00 | 12,460.00 | 12,460.00 | m ² |
| Q/ polígono | 3,364.17 | 3,364.17 | 3,364.17 | 3,364.17 | 3,364.17 | m ³ | |
| Total (CUSTF/5 años) = | 16,820.85 | | | | | | |

V.1.5.2.4 Infiltración

Para calcular el volumen de agua captada en la superficie solicitada para el CUSTF se utilizó el método utilizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para determinar la disponibilidad de agua en los acuíferos de México. Para el balance de agua superficial se aplicó la siguiente expresión:

$$I = \text{precipitación} - \text{evapotranspiración} - \text{escurrimiento}$$

Dónde: I= infiltración en metros cúbicos por año; P= precipitación en metros cúbicos por año en la superficie sometida a CUSTF; ETR= evapotranspiración en metros cúbicos por año del CUSTF; Ve= volumen de escurrimiento en metros cúbicos al año.

Tabla 22. Infiltración actual del área CUSTF.

| Componente | Condición actual | Posterior a CUSTF |
|------------------|------------------|-------------------|
| Captación | 19,605.81 | 19,605.81 |
| ETR | 874.00 | 874.00 |
| Q | 13,765.07 | 16,820.85 |
| I | 4,966.74 | 1,910.96 |

V.1.5.2.5 Resultados del balance hidrológico

El balance hidrológico actual de la precipitación en la superficie solicitada para el CUSTF es como se presenta a continuación.

Tabla 23. Descripción del balance hídrico en sus diferentes situaciones.

| Rubros | Situación actual | | Situación con CUSTF | |
|---|------------------|----------------|---------------------|----------------|
| | Cantidad/5años | Porcentaje (%) | Cantidad/5 años | Porcentaje (%) |
| Precipitación anual (m ³) | 19,605.81 | 100.00 | 19,605.81 | 100.00 |
| Evapotranspiración (m ³) | 874.00 | 4.46 | 874.00 | 4.46 |
| Escurrimiento superficial (m ³) | 13,765.07 | 14.04 | 16,820.85 | 17.16 |
| Infiltración (m ³) | 4,966.74 | 25.33 | 1,910.96 | 9.75 |

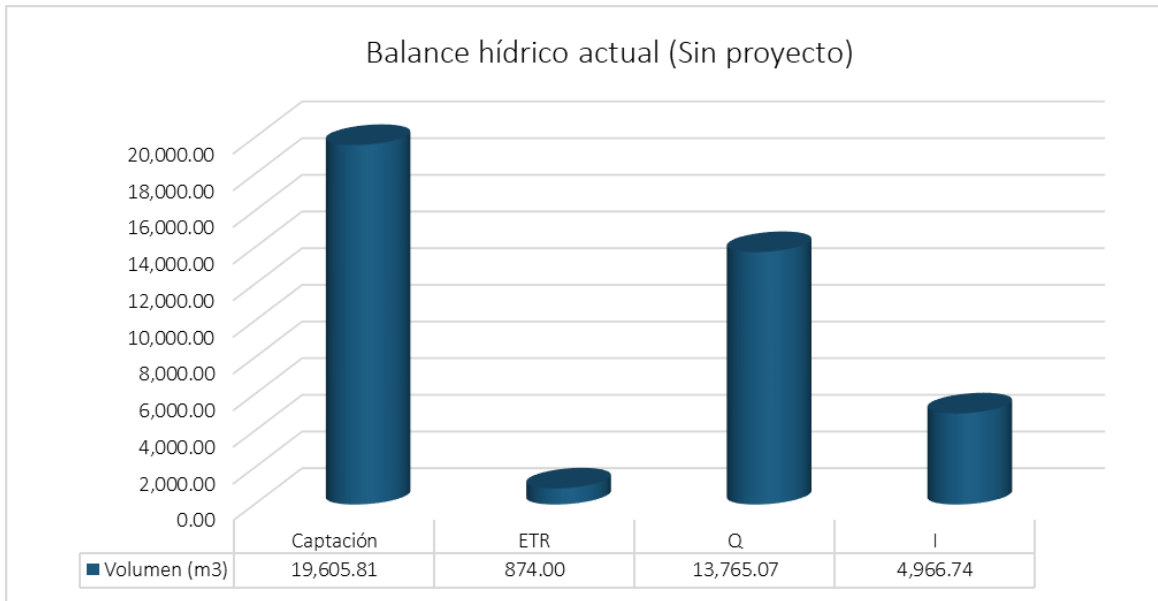


Figura 8. Distribución del balance hídrico, actualmente.

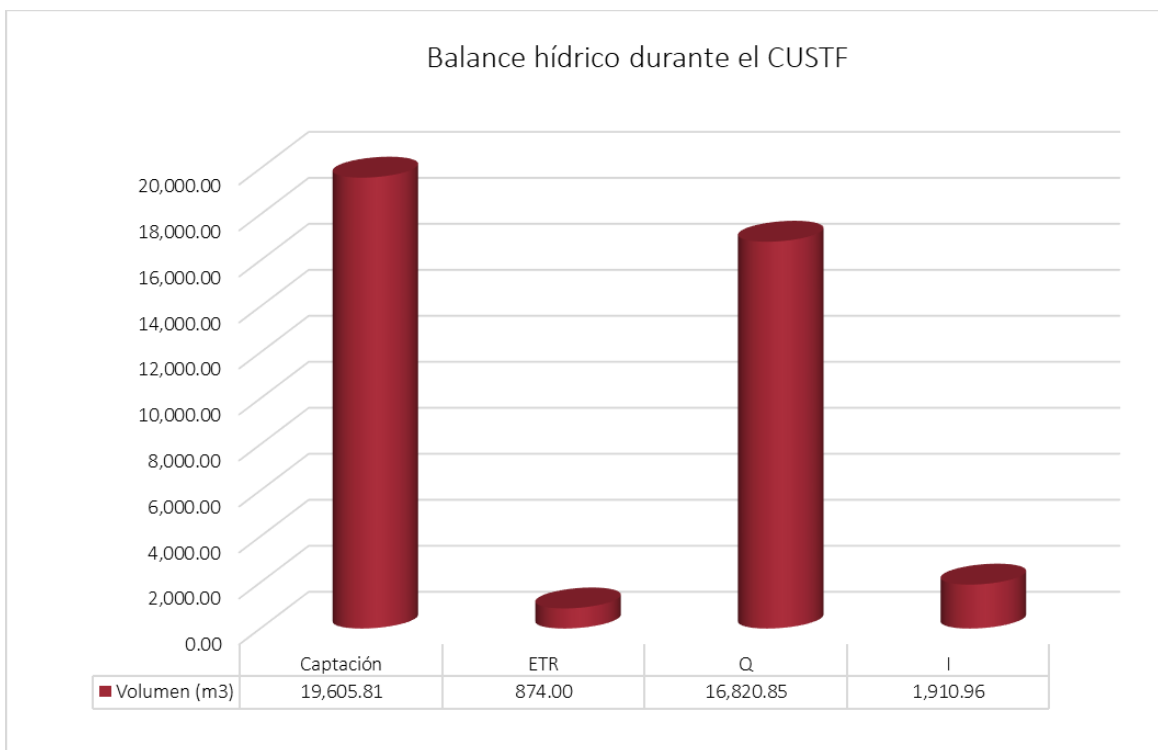


Figura 9. Balance hídrico con proyecto.

A manera de resumen se puede observar que, la precipitación y la evapotranspiración mantendrán su volumen, sin embargo, con la ausencia de la vegetación el escurrimiento tendría un aumento de **13,765.07 a 16,820.85 m³**, que representa **3,055.77 m³**, misma cantidad que se ve reflejada en la reducción de la capacidad de infiltración por lo que en el capítulo correspondiente se proponen las medidas correspondientes.

V.2 Medio biótico

V.2.1 Flora

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI serie VII el área del proyecto (AP) se caracteriza por la Vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) y de acuerdo al recorrido *in situ* se constató que efectivamente el AP se caracteriza por dicho tipo de vegetación de acuerdo a las especies registradas, los cuales se presentan en los siguientes apartados.

Así mismo, en la siguiente figura se presenta el tipo de vegetación que se circunscribe en el área del proyecto.

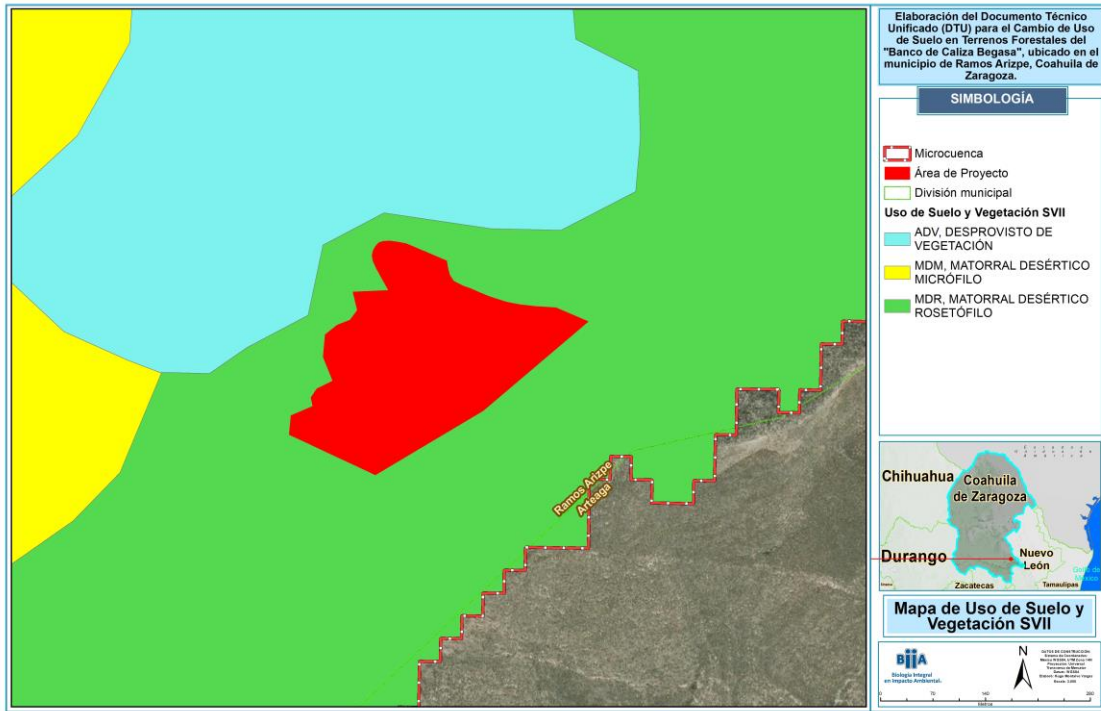


Figura 10. Uso de suelo y vegetación que se circunscribe en el AP

En la siguiente figura se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo levantados dentro del AP.

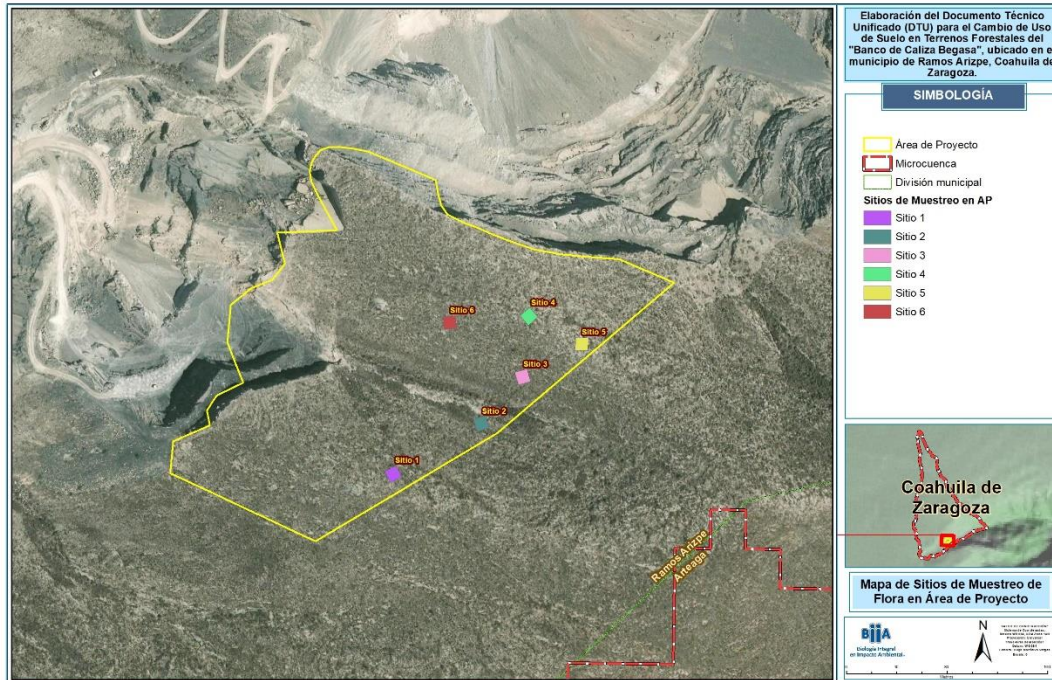


Figura 11. Sitios de muestreo levantados en el AP

En las siguientes figuras se observa la condición de la vegetación que se circunscribe en el AP, donde se observa la presencia de especies que caracterizan a la vegetación de matorral Desértico rosetófilo (MDR).



Figura 12. Vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) en el AP

V.2.1.1 Metodología

Para llevar a cabo el estudio de la flora de la zona del proyecto, se ejecutó en dos etapas. La primera consistió en una visita a la zona del proyecto, donde se registran los datos necesarios para posteriormente llevar a cabo los análisis correspondientes. La segunda etapa se realizó en gabinete, en donde se analizaron y procesaron los datos tomados en campo. A continuación, se describen cada una de las etapas.

V.2.1.2 Trabajo de campo para el levantamiento de información

Antes del trabajo de campo se recabó información cartográfica del sitio de estudio, en el tipo de vegetación existente puesto que de esto depende el diseño y cantidad de muestreos a realizar. Consecutivamente se aseguró contar con el equipo y material indispensable para toma de datos y colecta de ejemplares en campo, de tal manera que se pudiera obtener la mayor evidencia posible para la precisa identificación de especies vegetales. El material que se requirió fue una cámara fotográfica, cinta métrica, GPS, clinómetro, tijeras para poda, prensa botánica, etiquetas y bolsas de papel.

En el levantamiento de datos de la información ecológica se registraron datos como nombre común, nombre científico, altura, cobertura y forma biológica para analizar dicha información por estratos de las especies presentes. Cabe mencionar que, para las especies de cactáceas se les colocó una etiqueta para una mayor localización y contabilización de los individuos, ya que muchas de ellas no son visibles.



Figura 13. Toma altura de las especies registradas en el área de CUSTF



Figura 14. Etiquetado de las cactáceas

En el área del proyecto se realizaron seis sitios de muestreo de 10X10 m distribuidos al azar cubriendo una superficie de 100 m² en donde se contabilizaron a los estratos arbustivos, herbáceas y cactáceas, mientras que para el estrato herbáceo se delimitó en uno de los vértices un cuadrante de 1x1 m².

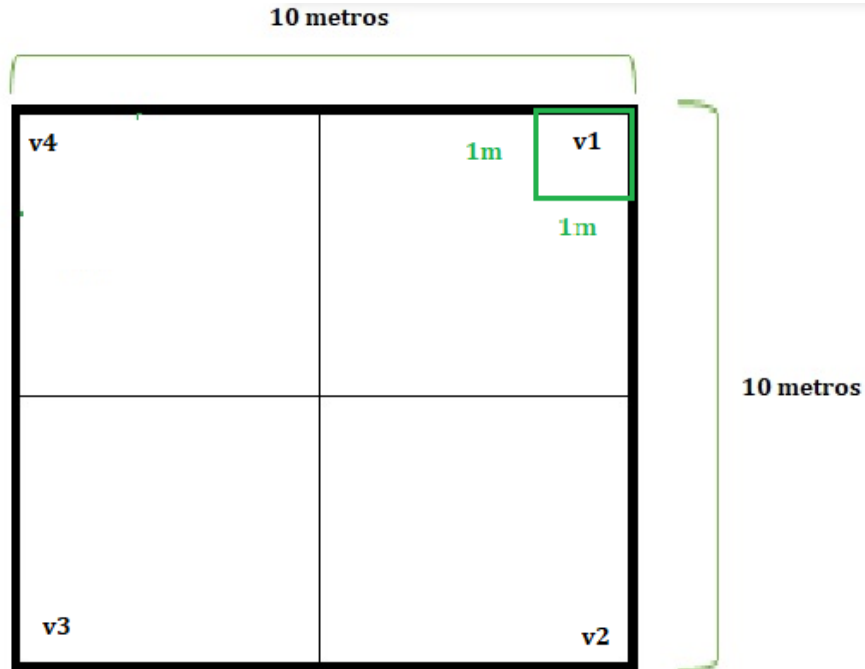


Figura 15. Diseño de sitio de muestreo



Figura 16. Estacado y delimitación de sitio de muestreo

Adicionalmente a los muestreos realizados, también se hizo un registro fotográfico de flora y colecta de algunas estructuras vegetales importantes para la identificación de las especies presentes en la zona del proyecto. Para determinar correctamente una especie vegetal, fue necesario recolectar algunas estructuras, que fueron prensadas o depositadas y etiquetadas en bolsas de papel.

Uno de los objetivos de la visita de campo es caracterizar la zona de estudio, por tal motivo también se tomó la mayor evidencia fotográfica posible de los usos de suelo presentes, de la misma manera esto ayuda a describir los estratos y estados de conservación de la vegetación en general, incluso a distinguir factores decisivos en la degradación de los ecosistemas actuales en la zona. A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo levantados en el AP.

Tabla 24. Coordenadas de los sitios de muestreo en el AP

| No. Sitio | Vértice | Coordenadas UTM WGS84 Zona 15 | |
|-----------|---------|----------------------------------|-------------|
| | | X | Y |
| 1 | 1 | 313510.228 | 2821584.034 |
| | 2 | 313519.034 | 2821588.772 |
| | 3 | 313523.772 | 2821579.966 |
| | 4 | 313514.966 | 2821575.228 |
| 2 | 1 | 313580.740 | 2821625.287 |
| | 2 | 313590.287 | 2821628.260 |
| | 3 | 313593.260 | 2821618.713 |
| | 4 | 313583.713 | 2821615.740 |
| 3 | 1 | 313616.585 | 2821652.808 |
| | 2 | 313613.808 | 2821662.415 |
| | 3 | 313623.415 | 2821665.192 |
| | 4 | 313626.192 | 2821655.585 |
| 4 | 1 | 313624.534 | 2821699.944 |
| | 2 | 313617.944 | 2821707.466 |
| | 3 | 313625.466 | 2821714.056 |
| | 4 | 313632.056 | 2821706.534 |
| 5 | 1 | 313661.890 | 2821680.112 |
| | 2 | 313662.112 | 2821690.110 |
| | 3 | 313672.110 | 2821689.888 |
| | 4 | 313671.888 | 2821679.890 |
| 6 | 1 | 313556.696 | 2821706.677 |
| | 2 | 313566.677 | 2821707.304 |
| | 3 | 313567.304 | 2821697.323 |
| | 4 | 313557.323 | 2821696.696 |

V.2.1.3 Trabajo de Gabinete para el análisis de datos

En gabinete se realizaron análisis estadísticos con las medidas tomadas (altura y coberturas de copa) de las especies vegetales, así mismo se revisó a detalle el material vegetal colectado y los registros fotográficos, de tal manera que esto permitiera determinar la diversidad y abundancia de especies en la zona del proyecto. Por otra parte, la información recabada fue fundamental para la determinación de estratos y la clasificación adecuada del tipo de vegetación presente en la zona.

Aunado a lo anterior, mediante material bibliográfico, se corroboró minuciosamente la identificación correcta de las especies vegetales encontradas en la zona de estudio, para posteriormente realizar los análisis correspondientes.

Para la cuantificación de biodiversidad en un hábitat se utilizan índices que consisten en la comparación del número de especies con el número de individuos en una muestra localizada en

una determinada región geográfica (latitud y longitud) (Acuña-Mesén, 2003). En este estudio se utilizó el Índice de Shannon abreviado como “H”. También conocido como índice de Shannon-Wiener o índice Shannon-Weaver. Este índice tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia, relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Campo & Duval, 2014).

Donde:

H’= Índice de diversidad de especies

S= Número de especies

pi= proporción total de la muestra que corresponde a la especie i

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i (\ln p_i)$$

La medición para la equidad de la abundancia de especies, se deriva de la Equidad de Pielou. El índice de Pielou (J’) se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

Donde:

J’= Índice de Pielou

H’= Índice de diversidad de especies

H’ max = ln (S)

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

El índice de equidad de Pielou posee valores que pueden variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Campo & Duval, 2014).

La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un sólo valor y permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo.

Por otra parte, los datos recabados en campo permitieron el análisis de la vegetación del lugar por medio de la obtención de variables como abundancia, frecuencia y dominancia, estas permiten estudiar la relación existente entre las especies de una población. Por otra parte, también se estimó el índice de valor de importancia de especies (IVI) para cada uno de los sitios.

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis, 1956). Este valor se obtiene mediante los siguientes parámetros:

Densidad: Número de individuos expresado por unidad de área o volumen.

La densidad relativa: Se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies. Dado que algunas veces se presentan problemas en la determinación de los individuos, sobre todo en el estrato herbáceo, en donde algunos individuos crecen en agrupaciones (clon) o se reproducen vegetativamente en forma de rizomas o estolones, y el concepto de individuo causa dudas, entonces, se procedió a contar los retoños (ápices) o los tallos individuales; si los vegetales crecen en forma de clones (caso particular de las gramíneas), se contó todo el clon (macollo) como una unidad y fue tratado como un individuo.

Frecuencia: Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.

Frecuencia relativa: Se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

Dominancia: Proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo (dominancia en estructura vertical), otra forma de expresarla, es también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (Cobertura, dominancia en estructura horizontal).

Dominancia relativa: Es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies.

Índice de Valor de Importancia: Parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es de 300%, para una mejor interpretación este valor se divide entre tres siendo el valor máximo del 100%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia (House P., *et al* 2006).

Para los cuales se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{No. de Individuos de la especie } i}{\text{Area muestreada}}$$

$$\text{Densidad Relativa (DR)} = \frac{\text{Densidad de la especie } i}{\sum \text{Densidades de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia (F)} = \frac{\text{No. de sitios en los que ocurre la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia Relativa (F)} = \frac{\text{No. de sitios en los que ocurre la especie } i}{\sum \text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia (Do)} = \frac{\sum \text{Area copa de todos los individuos de la especie } i}{\text{Area muestreada}} \times 100$$

$$\text{Dominancia Relativa (DR)} = \frac{\text{Dominancia de la especie } i}{\sum \text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

V.2.1.4 Especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010

En la siguiente tabla se presentan las especies registradas en el área del proyecto (AP) de las cuales dos especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría Protección especial (Pr); siendo las especies de *Ferocactus pilosus* y *Thelocactus macdowellii*.

Tabla 25. Especies registradas en el AP

| No. | División | Clase | Orden | Familia | Nombre científico | Origen | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|-----|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------------------------|--------|-----------------------|
| 1 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Malvales | Malvaceae | <i>Abutilon fruticosum</i> | Nativa | - |
| 2 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Fabales | Fabaceae | <i>Acacia berlandieri</i> | Nativa | - |
| 3 | Tracheophyta | Liliopsida | Asparagales | Agavaceae | <i>Agave falcata</i> | Nativa | - |
| 4 | Magnoliophyta | Liliopsida | Asparagales | Asparagaceae | <i>Agave lechugilla</i> | Nativa | - |
| 5 | Magnoliophyta | Liliopsida | Asparagales | Asparagáceas | <i>Agave scabra</i> | Nativa | - |
| 6 | Magnoliophyta | Liliopsida | Poales | Poaceae | <i>Aristida adscensionis</i> | Nativa | - |
| 7 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Boraginales | Ehretiaceae | <i>Coldenia canescens</i> | Nativa | - |
| 8 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Fabales | Fabaceae | <i>Dalea bicolor</i> | Nativa | - |
| 9 | Magnoliophyta | Liliopsida | Asparagales | Asparagaceae | <i>Dasyllirion cedrosanum</i> | Nativa | - |
| 10 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Malpighiales | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia antisiphilitica</i> | Nativa | - |
| 11 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Ferocactus pilosus</i> | Nativa | Pr |
| 12 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Asterales | Compositae | <i>Flourensia cernua</i> | Nativa | - |
| 13 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Ericales | Fouquieriaceae | <i>Fouquieria splendens</i> | Nativa | - |
| 14 | Tracheophyta | Liliopsida | Poales | Bromeliaceae | <i>Hechtia glomerata</i> | Nativa | - |
| 15 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Malpighiales | Euphorbiaceae | <i>Jatropha dioica</i> | Nativa | - |
| 16 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Lamiales | Verbenaceae | <i>Lippia graveolens</i> | Nativa | - |
| 17 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Rosales | Rosaceae | <i>Malacomeles denticulata</i> | Nativa | - |
| 18 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | Nativa | - |
| 19 | Magnoliophyta | Liliopsida | Asparagales | Asparagaceae | <i>Manfreda sp.</i> | Nativa | - |
| 20 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Fabales | Fabaceae | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | Nativa | - |
| 21 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Neolloydia conoidea</i> | Nativa | - |
| 22 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Opuntia microdasys</i> | Nativa | - |
| 23 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Opuntia stenopetala</i> | Nativa | - |
| 24 | Tracheophyta | Magnoliopsida | Asterales | Compositae | <i>Parthenium incanum</i> | Nativa | - |
| 25 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Rosales | Rosaceae | <i>Purshia plicata</i> | Nativa | - |
| 26 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Lamiales | Lamiaceae | <i>Salvia ballotiflora</i> | Nativa | - |
| 27 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Lamiales | Bignoniaceae | <i>Tecoma stans</i> | Nativa | - |
| 28 | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Thelocactus macdowellii</i> | Nativa | A |

V.2.1.5 Análisis de los índices de diversidad en el AP

A continuación, se presentan los resultados de los análisis de diversidad, Índice de valor de Importancia Ecológica, índices de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou de las especies en el Área del Proyecto.

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registró una riqueza específica de 19 especies la cual la especie de *Agave lechuguilla* fue la especie que presentó el mayor valor de importancia ecológica obteniendo un valor de 12.97 %, seguidas de las especies de *Fouquieria splendens* 16.99% y *Hechtia glomerata* con 13.57.

Tabla 26. Índice de valor de Importancia ecológica en el estrato arbustivo en el AP

| No. | Nombre científico | Den (0.06) | Den (Ind/Ha) | Densidad (6.23 Ha) | Den. Rel | Frec. | Frec. Rel | Dom. | Dom. Rel | IVIE (%) |
|--------------|----------------------------------|------------|--------------|--------------------|----------|-------|-----------|-------|----------|----------|
| 1 | <i>Acacia berlandieri</i> | 13 | 217 | 1300 | 0.93 | 5 | 7.58 | 3.11 | 22.52 | 10.34 |
| 2 | <i>Agave falcata</i> | 69 | 1150 | 6900 | 4.94 | 5 | 7.58 | 0.19 | 1.35 | 4.62 |
| 3 | <i>Agave lechuguilla</i> | 415 | 6917 | 41500 | 29.69 | 6 | 9.09 | 0.02 | 0.14 | 12.97 |
| 4 | <i>Agave scabra</i> | 42 | 700 | 4200 | 3.00 | 3 | 4.55 | 0.24 | 1.77 | 3.11 |
| 5 | <i>Dalea bicolor</i> | 20 | 333 | 2000 | 1.43 | 4 | 6.06 | 0.37 | 2.67 | 3.39 |
| 6 | <i>Dasylium cedrosanum</i> | 19 | 317 | 1900 | 1.36 | 5 | 7.58 | 0.67 | 4.85 | 4.59 |
| 7 | <i>Euphorbia antisiphilitica</i> | 16 | 267 | 1600 | 1.14 | 2 | 3.03 | 0.05 | 0.37 | 1.52 |
| 8 | <i>Flourensia cernua</i> | 25 | 417 | 2500 | 1.79 | 2 | 3.03 | 0.25 | 1.81 | 2.21 |
| 9 | <i>Fouquieria splendens</i> | 15 | 250 | 1500 | 1.07 | 4 | 6.06 | 6.05 | 43.85 | 16.99 |
| 10 | <i>Hechtia glomerata</i> | 439 | 7317 | 43900 | 31.40 | 6 | 9.09 | 0.03 | 0.21 | 13.57 |
| 11 | <i>Jatropha dioica</i> | 140 | 2333 | 14000 | 10.01 | 3 | 4.55 | 0.03 | 0.23 | 4.93 |
| 12 | <i>Lippia graveolens</i> | 26 | 433 | 2600 | 1.86 | 2 | 3.03 | 0.29 | 2.10 | 2.33 |
| 13 | <i>Malacomeles denticulata</i> | 20 | 333 | 2000 | 1.43 | 4 | 6.06 | 0.60 | 4.32 | 3.94 |
| 14 | <i>Manfreda sp.</i> | 79 | 1317 | 7900 | 5.65 | 4 | 6.06 | 0.07 | 0.53 | 4.08 |
| 15 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 1 | 17 | 100 | 0.07 | 1 | 1.52 | 0.07 | 0.51 | 0.70 |
| 16 | <i>Parthenium incanum</i> | 38 | 633 | 3800 | 2.72 | 5 | 7.58 | 0.41 | 2.94 | 4.41 |
| 17 | <i>Purshia plicata</i> | 10 | 167 | 1000 | 0.72 | 2 | 3.03 | 0.75 | 5.45 | 3.07 |
| 18 | <i>Salvia ballotiflora</i> | 10 | 167 | 1000 | 0.72 | 2 | 3.03 | 0.22 | 1.58 | 1.77 |
| 19 | <i>Tecoma stans</i> | 1 | 17 | 100 | 0.07 | 1 | 1.52 | 0.38 | 2.79 | 1.46 |
| Total | | 1,398 | 23,300 | 139,800 | 100.00 | 66 | 100.00 | 13.80 | 100.00 | 100.00 |

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el estrato arbustivo se obtuvo un valor de 2.019 lo que indica que el estrato es medianamente diverso, faltándole para alcanzar su máxima diversidad (0.93) y un valor de equitatividad de 0.69 lo que indica que existe ausencia de uniformidad de las especies.

Tabla 27. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el estrato arbustivo en el AP

| No. | Especie | Densidad | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|----------------------------------|----------|--------|----------|------------|
| 1 | <i>Acacia berlandieri</i> | 13 | 0.0093 | -4.678 | 0.043 |
| 2 | <i>Agave falcata</i> | 69 | 0.0494 | -3.009 | 0.148 |
| 3 | <i>Agave lechuguilla</i> | 415 | 0.2969 | -1.215 | 0.361 |
| 4 | <i>Agave scabra</i> | 42 | 0.0300 | -3.505 | 0.105 |
| 5 | <i>Dalea bicolor</i> | 20 | 0.0143 | -4.247 | 0.061 |
| 6 | <i>Dasyllirion cedrosanum</i> | 19 | 0.0136 | -4.298 | 0.058 |
| 7 | <i>Euphorbia antisiphilitica</i> | 16 | 0.0114 | -4.470 | 0.051 |
| 8 | <i>Flourensia cernua</i> | 25 | 0.0179 | -4.024 | 0.072 |
| 9 | <i>Fouquieria splendens</i> | 15 | 0.0107 | -4.535 | 0.049 |
| 10 | <i>Hechtia glomerata</i> | 439 | 0.3140 | -1.158 | 0.364 |
| 11 | <i>Jatropha dioica</i> | 140 | 0.1001 | -2.301 | 0.230 |
| 12 | <i>Lippia graveolens</i> | 26 | 0.0186 | -3.985 | 0.074 |
| 13 | <i>Malacomeles denticulata</i> | 20 | 0.0143 | -4.247 | 0.061 |
| 14 | <i>Manfreda sp.</i> | 79 | 0.0565 | -2.873 | 0.162 |
| 15 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 1 | 0.0007 | -7.243 | 0.005 |
| 16 | <i>Parthenium incanum</i> | 38 | 0.0272 | -3.605 | 0.098 |
| 17 | <i>Purshia plicata</i> | 10 | 0.0072 | -4.940 | 0.035 |
| 18 | <i>Salvia ballotiflora</i> | 10 | 0.0072 | -4.940 | 0.035 |
| 19 | <i>Tecoma stans</i> | 1 | 0.0007 | -7.243 | 0.005 |
| Total | | 1398 | 1 | | 2.019 |

En la siguiente tabla se presenta los resultados de diversidad de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou del estrato arbóreo.

Tabla 28. Valores según cada índice.

| Índice | Valor |
|------------------------------|-------|
| Riqueza específica (S) | 19 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.019 |
| Diversidad máxima (H max) | 2.94 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.69 |
| Diferencia diversidad | 0.93 |

Estrato herbáceo

El estrato arbustivo presentó una riqueza específica de tres especies de las cuales la especie *Aristida adscensionis* fue la mejor representada obteniendo un valor de 36.77 %, después de la especie *Abutilon fruticosum* con 33.78% y *Coldenia canescens* con 29.45%.

Tabla 29. Índice de valor de Importancia ecológica en el estrato arbustivo en el SA

| No. | Nombre científico | Den (0.06) | Den (Ind/Ha) | Densidad (6.23 Ha) | Den. Rel | Frec. | Frec. Rel | Dom. | Dom. Rel | IVIE (%) |
|--------------|------------------------------|------------|--------------|--------------------|----------|-------|-----------|-------|----------|----------|
| 1 | <i>Abutilon fruticosum</i> | 23 | 369 | 2215 | 50.000 | 3 | 37.5 | 0.008 | 13.839 | 33.78 |
| 2 | <i>Aristida adscensionis</i> | 15 | 241 | 1445 | 32.609 | 2 | 25 | 0.030 | 52.707 | 36.77 |
| 3 | <i>Coldenia canescens</i> | 8 | 128 | 770 | 17.391 | 3 | 37.5 | 0.019 | 33.455 | 29.45 |
| Total | | 46 | 738 | 4430 | 100 | 8 | 100 | 0.057 | 100 | 100 |

El resultado obtenido de la diversidad de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo fue de 1.016 lo que indica que se tiene una diversidad medianamente diversa, faltándole 0.08 para alcanzar su máxima diversidad de 1.10 y las especies tienden a la uniformidad de acuerdo al índice de valor de equitatividad de Pielou obtenido de 0.92.

Tabla 30. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el estrato arbustivo en el AP

| No. | Especie | Densidad | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|------------------------------|----------|------|----------|------------|
| 1 | <i>Abutilon fruticosum</i> | 23 | 0.5 | -0.69 | 0.347 |
| 2 | <i>Aristida adscensionis</i> | 15 | 0.33 | -1.12 | 0.365 |
| 3 | <i>Coldenia canescens</i> | 8 | 0.17 | -1.75 | 0.304 |
| Total | | 46 | 1 | | 1.016 |

En la siguiente tabla se presentan los índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo en el AP.

Tabla 31. Índices de diversidad en el estrato herbáceo en el AP

| Índice | Valor |
|------------------------------|-------|
| Riqueza específica (S) | 3 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.016 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.10 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.92 |
| Diferencia diversidad | 0.08 |

Cactáceas

En cuanto a las cactáceas se tiene una riqueza específica de seis especies de las cuales las especies mejor representadas fue la especie *Opuntia stenopetala* con un IVIE de 21.762, después de *Ferocactus pilosus* con 20.079 % y *Opuntia microdasys* con 18.294%.

Tabla 32. Índice de valor de Importancia ecológica de las cactáceas en el AP

| No. | Nombre científico | Den (0.06) | Den (Ind/Ha) | Densidad (6.23 Ha) | Den. Rel | Frec. | Frec. Rel | Dom. | Dom. Rel | IVIE (%) |
|--------------|----------------------------------|------------|--------------|--------------------|----------|-------|-----------|-------|----------|----------|
| 1 | <i>Ferocactus pilosus</i> | 6 | 96 | 578 | 5.455 | 2 | 13.33 | 0.546 | 41.45 | 20.079 |
| 2 | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | 20 | 321 | 1926 | 18.182 | 2 | 13.33 | 0.014 | 1.07 | 10.860 |
| 3 | <i>Neolloydia conoidea</i> | 31 | 498 | 2986 | 28.182 | 2 | 13.33 | 0.005 | 0.39 | 13.970 |
| 4 | <i>Opuntia microdasys</i> | 13 | 209 | 1252 | 11.818 | 3 | 20.00 | 0.304 | 23.06 | 18.294 |
| 5 | <i>Opuntia stenopetala</i> | 13 | 209 | 1252 | 11.818 | 3 | 20.00 | 0.441 | 33.47 | 21.762 |
| 6 | <i>Thelocactus macdowellii</i> | 27 | 433 | 2600 | 24.545 | 3 | 20.00 | 0.007 | 0.56 | 15.035 |
| Total | | 110 | 1766 | 10594 | 100 | 15 | 100 | 1.317 | 100 | 100 |

Así mismo, las cactáceas presentaron un índice de Shannon-Wiener de 1.675 lo que indica que el estrato es medianamente diverso, pudiendo alcanzar una máxima diversidad 1.79, faltándole 0.12 y las especies presentan ausencia de uniformidad (0.12).

Tabla 33. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en las cactáceas en el AP

| No. | Especie | Densidad | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|----------------------------------|----------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Ferocactus pilosus</i> | 6 | 0.055 | -2.909 | 0.159 |
| 2 | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | 20 | 0.182 | -1.705 | 0.310 |
| 3 | <i>Neolloydia conoidea</i> | 31 | 0.282 | -1.266 | 0.357 |
| 4 | <i>Opuntia microdasys</i> | 13 | 0.118 | -2.136 | 0.252 |
| 5 | <i>Opuntia stenopetala</i> | 13 | 0.118 | -2.136 | 0.252 |
| 6 | <i>Thelocactus macdowellii</i> | 27 | 0.245 | -1.405 | 0.345 |
| Total | | 110 | | | 1.675 |

En la siguiente tabla se presenta los resultados de diversidad de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou del estrato arbóreo.

Tabla 34. Índices de diversidad en el estrato arbóreo en el AP

| Índice | Valor |
|------------------------------|-------|
| Riqueza específica (S) | 6 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.675 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.79 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.93 |
| Diferencia diversidad | 0.12 |

De acuerdo a los análisis de las unidades de estudio en el área del proyecto la mayoría de las especies se encuentran representadas en la Cuenca Hidrológico Forestal, cabe mencionar que las especies que no fueron encontradas en la Cuenca de estudio serán reubicadas aunado a otras medidas las cuales se describen en el capítulo X del presente este estudio.

Curvas de acumulación de especies

La imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo es un grave problema metodológico en los estudios de la biodiversidad (Gotelli & Colwell, 2001), por tal motivo es importante determinar el número de muestreos que debieran realizarse para obtener una muestra representativa y útil al realizar estudios de biodiversidad. Para corroborar que la superficie muestreada en Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino en la zona de CUSTF es representativa se llevó a cabo un análisis estadístico mediante la implementación de curvas de acumulación.

Las curvas de acumulación permiten dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, además una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Llamas, Robbins, & Harvey, 1991); (Soberón & Llorente, 1993); (Colwell & Coddington, Estimating terrestrial

biodiversity through extrapolation., 1994). Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Escalante, 2003).

El análisis estadístico tanto de la curva de acumulación como de los intervalos de confianza se llevó a cabo en el software EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013), este programa proporciona las estimaciones esperadas en comparación con el registro encontrado en la muestra, es decir, utiliza los datos provenientes de un sistema de muestreo estandarizado, aleatoriza toda la información y realiza los cálculos del número de especies observado y esperado, utilizando estimadores conocidos (Chaos 1, Chaos 2, Jackknife, Bootstrap) considerando las desviaciones estándar, es decir el error estándar. Así pues, EstimateS arroja estimadores (especies esperadas) que se basan principalmente en la abundancia o en la presencia-ausencia de especies (Colwell, 2004).

Para el presente estudio se analizó la información de acuerdo con el estimador “Chao 1”, el cual se basa en abundancias, es decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera. Como sabemos, hay muchas especies que sólo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos, el estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras (Escalante, 2003).

Una vez obtenido el estimador, se comparó con la curva de acumulación que se generó para el ecosistema muestreado para este estudio; posteriormente se realizó un modelo estadístico no paramétrico en Excel que estimó los valores máximos de riqueza en relación con las muestras levantadas dentro de la superficie por afectar (Gallina, 2015). Los resultados obtenidos en el programa EstimateS indican que los muestreos son significativamente representativos ya que la curva generada de las especies encontradas en la zona de CUSTF para este estudio comparada con la curva de especies esperadas (Chao 1) no difiere cuantiosamente. Se observa que para 6 sitios de muestreo la diversidad esperada es de 29 especies, según los resultados de Chao 1, y en los muestreos realizados se obtuvo un total de 28 especies. Las curvas muestran que los valores comparados son muy cercanos e inciden dentro de los intervalos de confianza. Al graficar los intervalos de confianza, el límite inferior de Chao 1 se traslapa con los registros para este estudio, indicando que dentro del margen de error del estimador se encuentra el valor obtenido con los 6 sitios de este estudio. En conclusión, se muestra una estrecha relación entre ambas curvas, comprobando así la fiabilidad (95.5 % de nivel de confianza) de las muestras realizadas.

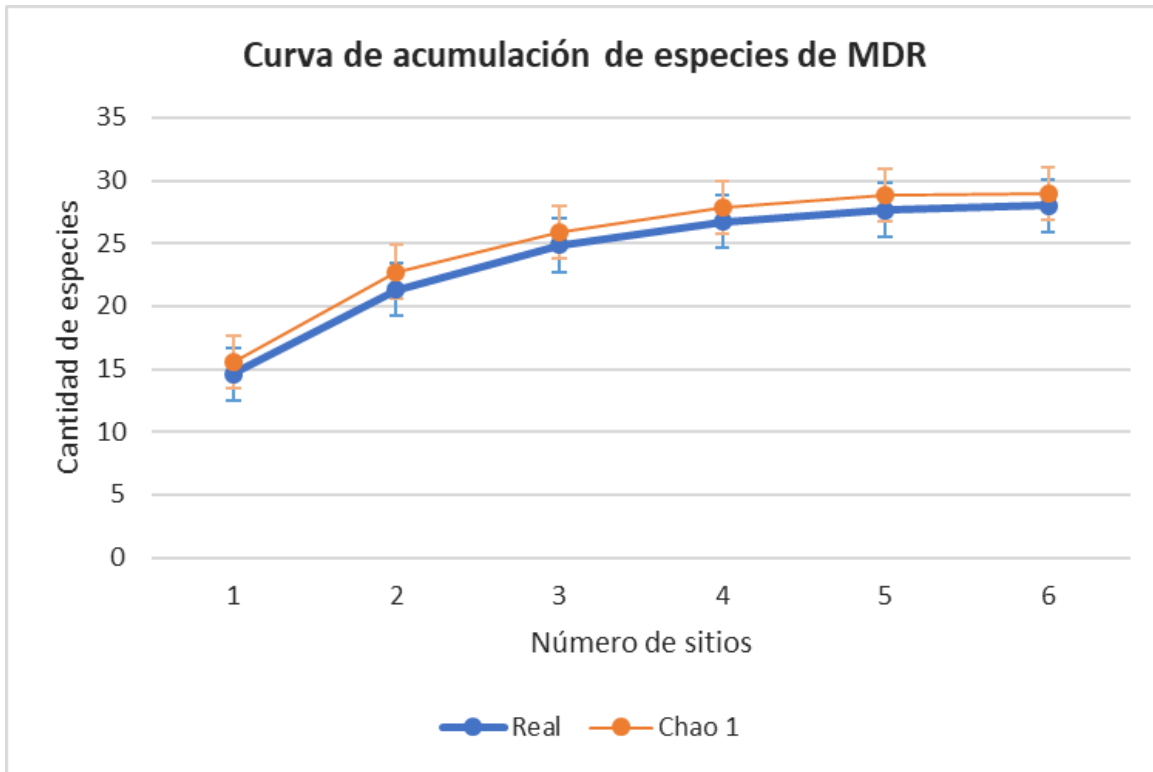


Figura 17. Curva de acumulación de especies del área CUSTF

V.2.2 Fauna

El municipio de Ramos Arizpe se localiza en el sureste en el estado de Coahuila y se encuentra ubicado a una distancia de 15 kilómetros de la capital del estado. Limita en la parte norte con el municipio de Castaños, al noreste con Cuatrociénegas, en la zona sur con Saltillo, al suroeste con el municipio de General Cepeda y al este con el estado de Nuevo León. Tiene coordenadas geográficas de 25° 32' 26" de latitud norte y 100° 57' 2" de longitud oeste, se encuentra a una altura de 1,380 metros sobre el nivel del mar y tiene una superficie de 5,306.6 kilómetros cuadrados.

Distintos factores antrópicos y también naturales impactan de forma negativa al establecimiento y supervivencia de las poblaciones de especies de fauna silvestre y, por lo tanto, su conservación. El principal factor es el antropogénico (Young *et al.*, 2001), del que se derivan los siguientes: pérdida del hábitat y fragmentación (que son una muestra de una planeación equivocada para manejar al medio ambiente), sobreexplotación de los recursos naturales, introducción de especies exóticas, contaminación del ambiente (acuático y terrestre), propagación de enfermedades, crecimiento demográfico (asentamientos humanos), planeación deficiente de las estrategias de conservación (por ejemplo, áreas de protección de flora y fauna inadecuadas), descontrol en la asignación de los permisos de colecta científica, manejo de especies en cautiverio, fallas en la educación ambiental, los mitos, la religión, entre otros. Cada uno de los distintos factores mencionados afectan negativamente en la dinámica de los diversos componentes de la biodiversidad y a distintas escalas, tanto temporales como espaciales.

El manejo con objetivos de conservación se efectúa con la finalidad de evitar el riesgo de extinción de alguna población de fauna silvestre y también para tratar de disminuir la pérdida de su hábitat,

y se considera como la forma de manejo más reportada en la literatura (Halffter & Moreno, 2005); no obstante, no se puede conservar sin saber que se conserva, para ello es necesario saber y tener un inventario de las especies del área a proteger, teniendo con esta información un mejor enfoque y decisiones respecto a cuales serían las medidas más óptimas para una adecuada conservación.

V.2.2.1 Metodologías de muestreo en campo en el CUSTF

La presencia humana puede tener efectos contrastantes sobre la biodiversidad conocida. Por un lado, el impacto humano a menudo tiene efectos negativos en muchas especies nativas, reduciendo la riqueza de las especies que evitan los hábitats humanos. Por otro lado, las áreas con alta presencia humana y accesibilidad tienen más probabilidades de recibir un muestreo preciso y, por lo tanto, pueden mostrar especies más conocidas, independientemente de la verdadera riqueza de especies (Ficetola *et al.*, 2014).

Para la obtención de datos (muestreos) en el área del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) se utilizó la misma metodología para todos los grupos faunísticos que se llevó a cabo en la Microcuenca (misma que se mostrará en los siguientes apartados), esto con el objetivo de poder realizar una comparativa de ambas áreas. En lo concerniente a los transectos y puntos de conteo, se utilizaron 4 transectos para mamíferos, reptiles y anfibios y 4 puntos de conteos para aves, todos distribuidos a lo largo del CUSTF, con longitudes variadas y se llevaron a cabo en horarios en que la fauna tiene más actividad, aumentando las oportunidades de registrarla. Igualmente, se abarcó el tipo de vegetación encontrado ahí, es decir, Matorral Desértico Rosetófilo.



Figura 18. Vegetación tipo Matorral Desértico Rosetófilo en el área del CUSTF

Los transectos fueron recorridos a una velocidad lenta y constante, poniendo toda la atención posible en los diferentes estratos de vegetación, observando y buscando atentamente en los hábitats y/o microhábitats que suele utilizar la fauna silvestre. La ubicación y trazado de estos fue con base en la topografía de la zona (que permitiera recorrerlos), también se consideraron las

zonas de superficie forestal donde se realizará el CUSTF y por donde los animales tuvieran más oportunidades de trasladarse, dando como resultado, 4 transectos con longitudes variadas y sin un ancho establecido, lo que permitió un mayor número de registro.

Los parámetros para la ubicación de los puntos de conteo fue el mismo que para los transectos, siempre tratando de caracterizar lo mejor posible a este grupo de vertebrados.

Tabla 35. Coordenadas UTM Coordenadas UTM, zona 14 R, datum 1984, de los transectos para fauna silvestre en el área del CUSTF

| Tipo | Transecto | | | | | | | |
|------------|-----------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Longitud | | | | | | | |
| | 350 metros | | 650 metros | | 650 metros | | 140 metros | |
| | Coordenadas UTM | | | | | | | |
| | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| Inicio | 313357 | 2821580 | 313460 | 2821607 | 313395 | 2821643 | 313498 | 2821777 |
| Vértice 1 | 313355 | 2821590 | 313467 | 2821606 | 313409 | 2821649 | 313506 | 2821778 |
| Vértice 2 | 313348 | 2821594 | 313468 | 2821606 | 313423 | 2821650 | 313507 | 2821774 |
| Vértice 3 | 313344 | 2821597 | 313471 | 2821601 | 313431 | 2821660 | 313514 | 2821770 |
| Vértice 4 | 313345 | 2821602 | 313482 | 2821600 | 313434 | 2821651 | 313525 | 2821775 |
| Vértice 5 | 313350 | 2821606 | 313486 | 2821597 | 313442 | 2821649 | 313529 | 2821769 |
| Vértice 6 | 313354 | 2821605 | 313478 | 2821594 | 313443 | 2821653 | 313528 | 2821768 |
| Vértice 7 | 313359 | 2821608 | 313480 | 2821593 | 313440 | 2821658 | 313531 | 2821762 |
| Vértice 8 | 313362 | 2821611 | 313489 | 2821593 | 313437 | 2821662 | 313534 | 2821763 |
| Vértice 9 | 313369 | 2821608 | 313494 | 2821597 | 313429 | 2821665 | 313541 | 2821767 |
| Vértice 10 | 313372 | 2821608 | 313495 | 2821597 | 313423 | 2821678 | 313545 | 2821765 |
| Vértice 11 | 313381 | 2821614 | 313502 | 2821605 | 313433 | 2821672 | 313548 | 2821753 |
| Vértice 12 | 313382 | 2821621 | 313503 | 2821595 | 313437 | 2821667 | 313547 | 2821748 |
| Vértice 13 | 313383 | 2821625 | 313513 | 2821596 | 313443 | 2821665 | 313554 | 2821747 |
| Vértice 14 | 313380 | 2821627 | 313514 | 2821596 | 313446 | 2821659 | 313560 | 2821747 |
| Vértice 15 | 313376 | 2821629 | 313519 | 2821593 | 313448 | 2821662 | 313569 | 2821745 |
| Vértice 16 | 313376 | 2821633 | 313524 | 2821592 | 313452 | 2821662 | 313572 | 2821737 |
| Vértice 17 | 313380 | 2821634 | 313523 | 2821600 | 313462 | 2821663 | 313577 | 2821735 |
| Vértice 18 | 313385 | 2821632 | 313529 | 2821595 | 313468 | 2821662 | 313578 | 2821735 |
| Vértice 19 | 313388 | 2821631 | 313529 | 2821601 | 313466 | 2821666 | 313587 | 2821735 |
| Vértice 20 | 313391 | 2821631 | 313537 | 2821602 | 313466 | 2821670 | 313594 | 2821733 |
| Vértice 21 | 313395 | 2821628 | 313545 | 2821605 | 313474 | 2821679 | 313600 | 2821734 |
| Vértice 22 | 313394 | 2821623 | 313551 | 2821608 | 313482 | 2821683 | | |
| Vértice 23 | 313403 | 2821619 | 313545 | 2821611 | 313486 | 2821680 | | |
| Vértice 24 | 313406 | 2821609 | 313545 | 2821615 | 313485 | 2821676 | | |
| Vértice 25 | 313413 | 2821616 | 313547 | 2821619 | 313491 | 2821680 | | |
| Vértice 26 | 313411 | 2821625 | 313559 | 2821619 | 313485 | 2821685 | | |
| Vértice 27 | 313418 | 2821623 | 313558 | 2821612 | 313497 | 2821680 | | |
| Vértice 28 | 313419 | 2821617 | 313550 | 2821602 | 313506 | 2821682 | | |
| Vértice 29 | 313431 | 2821619 | 313532 | 2821588 | 313509 | 2821685 | | |
| Vértice 30 | 313430 | 2821611 | 313517 | 2821580 | 313505 | 2821676 | | |
| Vértice 31 | 313438 | 2821603 | 313517 | 2821577 | 313512 | 2821677 | | |
| Vértice 32 | 313444 | 2821604 | 313526 | 2821578 | 313516 | 2821676 | | |
| Vértice 33 | 313446 | 2821596 | 313534 | 2821579 | 313521 | 2821678 | | |
| Vértice 34 | 313453 | 2821589 | 313537 | 2821585 | 313525 | 2821674 | | |

| Tipo | Transecto | | | | | | | |
|------------|-----------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|--|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Longitud | | | | | | | |
| | 350 metros | | 650 metros | | 650 metros | | 140 metros | |
| | Coordenadas UTM | | | | | | | |
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | |
| Vértice 35 | 313462 | 2821589 | 313545 | 2821586 | 313525 | 2821680 | | |
| Vértice 36 | 313469 | 2821587 | 313554 | 2821593 | 313527 | 2821684 | | |
| Vértice 37 | 313478 | 2821579 | 313559 | 2821592 | 313532 | 2821682 | | |
| Vértice 38 | 313491 | 2821574 | 313563 | 2821598 | 313529 | 2821690 | | |
| Vértice 39 | 313501 | 2821572 | 313570 | 2821604 | 313530 | 2821694 | | |
| Vértice 40 | 313498 | 2821566 | 313573 | 2821600 | 313536 | 2821690 | | |
| Vértice 41 | 313495 | 2821562 | 313582 | 2821613 | 313538 | 2821695 | | |
| Vértice 42 | 313485 | 2821556 | 313575 | 2821610 | 313547 | 2821690 | | |
| Vértice 43 | 313483 | 2821553 | 313578 | 2821618 | 313543 | 2821699 | | |
| Vértice 44 | 313473 | 2821552 | 313584 | 2821620 | 313551 | 2821700 | | |
| Vértice 45 | 313474 | 2821544 | 313585 | 2821619 | 313554 | 2821696 | | |
| Vértice 46 | 313467 | 2821545 | 313587 | 2821613 | 313560 | 2821692 | | |
| Vértice 47 | 313463 | 2821538 | 313596 | 2821618 | 313561 | 2821689 | | |
| Vértice 48 | 313456 | 2821540 | 313591 | 2821621 | 313556 | 2821688 | | |
| Vértice 49 | 313451 | 2821538 | 313584 | 2821624 | 313557 | 2821684 | | |
| Vértice 50 | | | 313592 | 2821631 | 313556 | 2821674 | | |
| Vértice 51 | | | 313593 | 2821630 | 313553 | 2821671 | | |
| Vértice 52 | | | 313597 | 2821622 | 313565 | 2821672 | | |
| Vértice 53 | | | 313601 | 2821622 | 313565 | 2821691 | | |
| Vértice 54 | | | 313600 | 2821629 | 313574 | 2821691 | | |
| Vértice 55 | | | 313610 | 2821634 | 313570 | 2821699 | | |
| Vértice 56 | | | 313602 | 2821635 | 313562 | 2821696 | | |
| Vértice 57 | | | 313596 | 2821636 | 313560 | 2821706 | | |
| Vértice 58 | | | 313606 | 2821638 | 313563 | 2821708 | | |
| Vértice 59 | | | 313603 | 2821642 | 313566 | 2821706 | | |
| Vértice 60 | | | 313602 | 2821645 | 313572 | 2821707 | | |
| Vértice 61 | | | 313599 | 2821647 | 313566 | 2821714 | | |
| Vértice 62 | | | 313601 | 2821652 | 313572 | 2821714 | | |
| Vértice 63 | | | 313595 | 2821649 | 313578 | 2821708 | | |
| Vértice 64 | | | 313590 | 2821656 | 313587 | 2821707 | | |
| Vértice 65 | | | 313597 | 2821658 | 313587 | 2821707 | | |
| Vértice 66 | | | 313603 | 2821659 | 313589 | 2821705 | | |
| Vértice 67 | | | 313613 | 2821658 | 313596 | 2821706 | | |
| Vértice 68 | | | 313611 | 2821650 | 313599 | 2821701 | | |
| Vértice 69 | | | 313619 | 2821649 | 313602 | 2821706 | | |
| Vértice 70 | | | 313622 | 2821650 | 313610 | 2821700 | | |
| Vértice 71 | | | 313617 | 2821655 | 313610 | 2821705 | | |
| Vértice 72 | | | 313624 | 2821653 | 313618 | 2821707 | | |
| Vértice 73 | | | 313616 | 2821660 | 313617 | 2821712 | | |
| Vértice 74 | | | 313619 | 2821662 | 313621 | 2821714 | | |
| Vértice 75 | | | 313627 | 2821655 | 313622 | 2821706 | | |
| Vértice 76 | | | 313616 | 2821674 | 313628 | 2821712 | | |
| Vértice 77 | | | 313621 | 2821681 | 313626 | 2821705 | | |
| Vértice 78 | | | 313627 | 2821695 | 313634 | 2821709 | | |
| Vértice 79 | | | 313629 | 2821671 | 313632 | 2821705 | | |

| Tipo | Transecto | | | | | | | |
|------------|-----------------|---|------------|---------|------------|---------|------------|--|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Longitud | | | | | | | |
| | 350 metros | | 650 metros | | 650 metros | | 140 metros | |
| | Coordenadas UTM | | | | | | | |
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | |
| Vértice 80 | | | 313630 | 2821661 | 313638 | 2821708 | | |
| Vértice 81 | | | 313631 | 2821650 | 313645 | 2821704 | | |
| Vértice 82 | | | 313632 | 2821650 | 313636 | 2821703 | | |
| Vértice 83 | | | 313638 | 2821649 | 313641 | 2821698 | | |
| Vértice 84 | | | | | 313646 | 2821699 | | |
| Vértice 85 | | | | | 313647 | 2821695 | | |
| Vértice 86 | | | | | 313651 | 2821695 | | |
| Vértice 87 | | | | | 313653 | 2821687 | | |
| Vértice 88 | | | | | 313664 | 2821684 | | |
| Vértice 89 | | | | | 313670 | 2821680 | | |

Tabla 36. Coordenadas UTM, zona 14 Q, datum 1984, de los puntos de conteo para aves dentro del área solicitada para el CUSTF

| Puntos de conteo | X | Y |
|------------------|--------|---------|
| 1 | 313376 | 2821620 |
| 2 | 313626 | 2821661 |
| 3 | 313512 | 2821676 |
| 4 | 313498 | 2821781 |

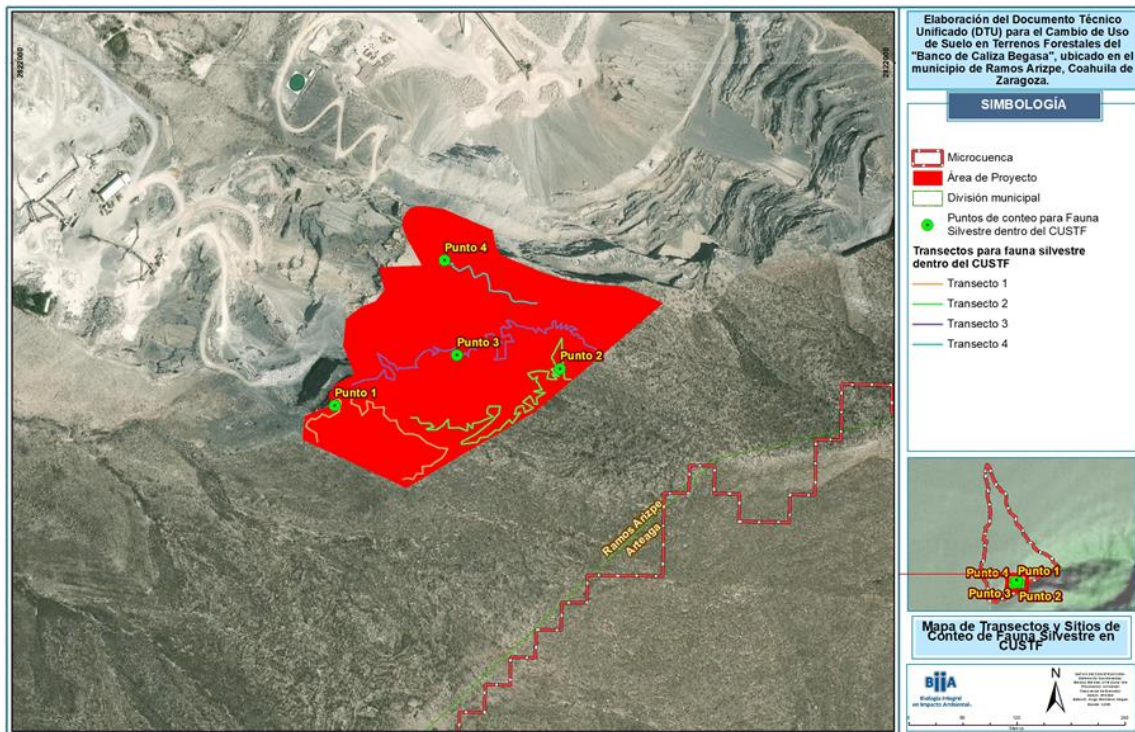


Figura 19. Ubicación de los muestreos para fauna silvestre dentro del área solicitada para el CUSTF

Es importante comentar que, aunque se capturaron algunos organismos, solo se realizó de ser necesario y teniendo sumo cuidado de no lastimarlos, con técnicas que permitieran su correcta manipulación y seguridad, tanto para el animal como para el especialista en fauna. De igual forma, después de obtener los datos necesarios, el organismo fue liberado en el mismo sitio donde se capturó.

Por otro lado, se anexo de forma digital (Listado y análisis de fauna silvestre) todo lo relacionado con la fauna silvestre, como son los cálculos y el listado de las especies encontradas en el área del CUSTF.

V.2.2.1.1 Aves

Las aves son vertebrados con un alto interés humano porque hacen parte importante de la cadena trófica como regulador y depredador; de tal forma que al estudiar un ave se puede observar su habilidad de poblar exitosamente un área, que es su grado de resiliencia, es decir, adaptarse a las condiciones cambiantes del ecosistema y mantener en equilibrio la abundancia de sus presas o recursos (Morrison *et al.*, 1990).

Para obtener mejores resultados a la hora de realizar los muestreos, se optó por combinar dos métodos y así registrar lo más posibles a este grupo. Uno es el registro en transectos y el otro los puntos de conteo.

Para el registro en transectos, se dio al mismo tiempo que el levantamiento de datos de los otros grupos faunísticos, es decir, fueron registros oportunistas, que al correr la distancia de cada transecto se fue observando y buscando ornitofauna para poder caracterizar el área.

Por su parte, el diseño de un sistema de monitoreo de conteo de puntos debe tener en cuenta las compensaciones entre la calidad de la cobertura del muestreo intensivo en puntos individuales y el poder estadístico del muestreo extenso en muchos puntos (Verner, 1985; Verner, 1988). Como la cantidad de tiempo requerido para moverse entre los puntos depende de la topografía, el acceso y el diseño geográfico de los puntos, el carácter físico del terreno influirá en el diseño de regímenes de muestreo óptimos. Pensando en ello, también se debió seguir la metodología siguiente para asegurar un correcto levantamiento de datos:

- ❖ Cada punto de conteo estará separado a una distancia mínima de 100 metros para evitar el recuento de individuos.
- ❖ Los puntos de conteo propuestos y realizados no tuvieron radio fijo, lo que permitió un registro más grande de especies.
- ❖ El tiempo de permanencia de cada punto para el conteo fue de 20 minutos.
- ❖ Antes de iniciar la búsqueda de ornitofauna en la zona de cada punto, se hizo una espera de 5 minutos para dejar que todo estuviera en calma y silencio, debido a la perturbación que se provocó a la llegada a cada sitio.
- ❖ Se usó como herramienta una cámara fotográfica con lente largo para poder observar mejor a los organismos y sacar fotografías, lo que ayudaría a la identificación.



Figura 20. Realización de un punto de conteo en campo

V.2.2.1.2 Anfibios y reptiles

Uno de los grupos de fauna más amenazados son los anfibios y los reptiles, denominados colectivamente herpetofauna. Como organismos exotérmicos, la herpetofauna es sensible a los cambios en las condiciones del microclima, lo que los convierte en indicadores de la calidad del medio ambiente (Toledo-Bruno *et al.*, 2017).

Conociendo las características biológicas de estos grupos, los métodos de levantamiento de toque ligero se utilizaron para realizar el muestreo. Estos representan una clase desarrollada más recientemente de técnicas de levantamiento de bajo esfuerzo (por unidad de área) que implica buscar visualmente en un área y voltear objetos de superficie móvil (por ejemplo, escombros leñosos gruesos y pequeñas rocas) para mejorar la detección de animales (Lowe & Bolger, 2002). Al ser una búsqueda más intensa, los transectos fueron recorridos lentamente, permitiendo visualizar bien el terreno y así registrar mejor si herpetofauna se encontraba ahí; asimismo, al localizar lugares que utilizan estos vertebrados, se procedía a mover o inspeccionar con cuidado con la ayuda de un gancho herpetológico. Los sitios que la herpetofauna sirven como refugio, para la termorregulación o en si es el microhábitat que utilizan, pudiendo tratarse de árboles, troncos caídos, paredes de rocas, madrigueras, cuerpos de agua, debajo de piedras, arbustos, hojarasca, sobre rocas, ramas, etc.



Figura 21. Realización del levantamiento de toque ligero en campo

Tanto para los anfibios como para los reptiles, en ocasiones la identificación se vuelve algo complicada, lo que hace necesaria la captura de los organismos para tomar los datos correspondientes y poder conocer la especie que se trata. Dicho esto, de capturarse algún individuo, se procedía a tomar las medidas y datos, para posteriormente ser liberados en el mismo lugar de captura, manipulando al organismo solo el tiempo justo.

V.2.2.1.3 Mamíferos

Para el inventario de la mastofauna se han diferenciado varios subgrupos de acuerdo a sus características ecológicas que han permitido aplicar técnicas de muestreo homogéneas. Así, se han considerado los micromamíferos (roedores e insectívoros de pequeño tamaño), los mesomamíferos (carnívoros, artiodáctilos, lagomorfos, etc.) (Onrubia *et al.*, 2003). Teniendo esto en mente, fue necesaria la combinación de técnicas para poder efectuar un levantamiento de datos óptimo en el área de interés, usándose tanto métodos directos como indirectos.

Primeramente, los métodos directos trataron sobre saber que el mamífero se encuentra en el área dado que se observa, valga la redundancia, directamente. De este modo, se hicieron recorridos en los transectos en búsqueda de avistamientos de mamíferos, así como se efectuó un trampeo, donde se utilizaron las trampas captura viva tipo Sherman, las cuales muestran una mayor eficiencia con respecto a las trampas de golpe (Lee, 1997), sumado al hecho que no dañan a los organismos y en ocasiones es la única manera de poder registrar micromamíferos, lo que es de suma importancia si se trata de conservar a las especies. La disposición fue la siguiente:

- ❖ Se tratará de camuflagear la trampa para que sea más atractiva para los micromamíferos.
- ❖ Colocadas poco tiempo antes de que anoheciera a una distancia de 5 metros una de otra.
- ❖ Cebadas con crema de cacahuete mezclada con avena y esencia de vainilla.
- ❖ Amarrado un flyer rojo para marcar el inicio del trampeo (primera trampa), así como el final (última trampa).
- ❖ Revisadas en la mañana siguiente a poco tiempo de amanecer para que los individuos no se encontraran mucho tiempo en la trampa.



Figura 22. Trampa tipo Sherman instalada en campo

El otro método mencionado y utilizado fueron los indirectos, siendo uno de los más eficaces para detectar mesomamíferos, estos se basaron en recorridos de búsqueda activa de rastros (Onrubia *et al.*, 1996; Zuberogoitia *et al.*, 1999; Onrubia *et al.*, 2001; Campos *et al.*, 2003). Las evidencias que se pudieron localizar fueron huesos, pelos, excretas, huellas y diferentes restos orgánicos. Al encontrar algún rastro se procedía a medir y se fotografiaba con una referencia de tamaño para realizar una correcta identificación.



Figura 23. Avistamiento de un rastro de mamífero en campo

V.2.2.2 Análisis estadístico en gabinete

Para evaluar la diversidad en sus diferentes componentes y niveles o escalas, se pueden utilizar índices que finalmente ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones (Villareal *et al.*, 2006). En el caso de este estudio, se propuso utilizar lo siguiente para poder caracterizar, analizar y evaluar el componente fauna:

Riqueza específica (S)

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto

es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio.

Abundancia relativa

Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Melo & Vargas, 2003), por lo que la proporción de individuos de una especie dada entre el número total de organismos observados en un área dada.

Tabla 37. Fórmula para obtener la abundancia relativa

| Abundancia relativa | |
|---|---|
| $Ab\% = (n_i/N) \times 100$ | |
| Donde: | $Ab\%_i$ = Abundancia relativa |
| | n_i = Número de individuos de la iésima especie |
| | N = Número de individuos totales en la muestra |

Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006).

Tabla 38. Fórmula para obtener el índice de Diversidad de Shannon-Wiener

| Índice de Shannon-Wiener | |
|---|---|
| $H' = - \sum_{i=1}^s p_i (\ln p_i)$ | |
| Donde: | H' = Índice de diversidad de especies |
| | S = Número de especies |
| | p_i = Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i (abundancia relativa) |
| | $\ln p_i$ = Logaritmo natural de p_i |

Índice de Pielou

Para conocer cómo se encuentra repartida la diversidad se obtuvo el índice de equidad, para ello se empleó el Índice de Pielou, ya que mide la uniformidad o equilibrio de un ecosistema, expresada como la diversidad observada respecto a la diversidad que se podría obtener en una comunidad con el mismo número de especies pero con una uniformidad máxima. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

Tabla 39. Fórmula para obtener el índice de equidad de Pielou

| Índice de Pielou | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| $J' = \frac{H'}{H'max}$ | |
| Donde: | H' = Índice de diversidad de especies |
| | H'max = ln(S) |

V.2.2.3 Registros faunísticos observados en el CUSTF

Con base en los resultados obtenidos en el levantamiento de datos para la fauna silvestre en el área solicitada para el CUSTF, la riqueza específica (S) fue de 15 especies en total de los diferentes grupos faunísticos, siendo el grupo de las aves las que registraron el mayor número de especies, 10, lo que significa que tuvieron un 67% del total registrado; seguidas de los mamíferos con 3 especies, lo que representó el 20%; y finalmente los reptiles con 2 especies, lo que los convirtió en el grupo con la menor representatividad en el CUSTF, contando con solo el 13%.

De todas estas especies, se registró un total de 38 individuos, cuyo grupo con mayor número de registros fue el de la ornitofauna, ya que se observaron 22 individuos; seguidas de los mamíferos con 11 individuos, y por último los reptiles con 5 individuos.

Tabla 40. Riqueza específica (S) y abundancia de las especies registradas de cada grupo faunístico en el área solicitada para el CUSTF

| Grupos | Riqueza específica (S) | Abundancia |
|--------------|------------------------|------------|
| Aves | 10 | 22 |
| Reptiles | 2 | 5 |
| Mamíferos | 3 | 11 |
| Total | 15 | 38 |

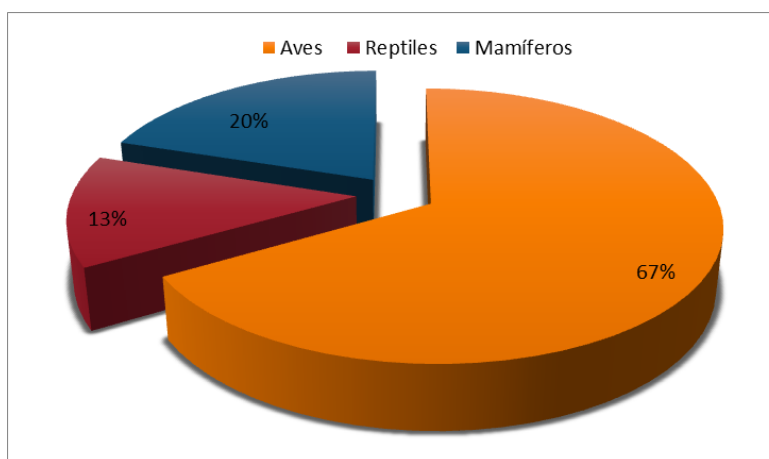


Figura 24. Porcentaje de cada grupo faunístico registrado en el área solicitada para el CUSTF

Es importante mencionar que no hubo ningún registro de anfibios en el área del CUSTF, debido a que hay cuerpos de agua en dicha área, así como es una zona muy árida, siendo difícil la presencia de estos vertebrados en esta superficie.

V.2.2.3.1 Aves

Este grupo está compuesto por 5 órdenes, 9 familias, 10 géneros y 10 especies. El orden que contó con más especies fue Passeriformes (6), mientras que la familia fue Troglodytidae, ya que contó con 2 especies.

De las 10 especies de aves registradas, ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, una especie es semiendémica. Esta especie es de la familia Trochilidae, el colibrí lucifer (*Calothorax lucifer*) también llamado colibrí horroroso o tijereta norteña es un ave nativa de México, mide hasta 10 cm de largo, el plumaje es de color verde con un largo pico curvado, alas pequeñas y raya blanca detrás del ojo, el macho tiene un plumaje iridiscente, cola bifurcada oscura, corona verde, la garganta magenta y partes inferiores blancas; la hembra es más grande que el macho con un plumaje más apagado, garganta blanca y beige por debajo. Su distribución va del sur de los Estados Unidos de América al norte, centro y occidente de México (CONABIO, 2023).

Tabla 41. Ornitofauna registrada en el área solicitada para el CUSTF. Endemismo, estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y residencia

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo | Residencia |
|-----------------|---------------|------------------------------|---------------------------|-----|--------------|------------|
| Accipitriformes | Accipitridae | <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja | Sc | - | R, MI |
| Apodiformes | Trochilidae | <i>Calothorax lucifer</i> | Colibrí Lucifer | Sc | Semiendémica | R, MV, MI |
| Cathartiformes | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | Sc | - | R |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma alas blancas | Sc | - | R, MI |
| Passeriformes | Corvidae | <i>Corvus corax</i> | Cuervo común | Sc | - | R |
| Passeriformes | Fringillidae | <i>Haemorhous mexicanus</i> | Pinzón mexicano | Sc | - | R |
| Passeriformes | Passerellidae | <i>Amphispiza bilineata</i> | Zacatonero garganta negra | Sc | - | R |
| Passeriformes | Troglodytidae | <i>Catherpes mexicanus</i> | Saltapared barranqueño | Sc | - | R |
| Passeriformes | Troglodytidae | <i>Salpinctes obsoletus</i> | Saltapared de rocas | Sc | - | R |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Myiarchus cinerascens</i> | Papamoscas cenizo | Sc | - | R, MV, MI |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría. R = Residente; MV = Migratoria de verano; MI = Migratoria de invierno.



Figura 25. Colibrí lucifer (*Calothorax lucifer*) especie de ave semiendémica

En lo que refiere a la residencia de las aves, el porcentaje más alto lo obtuvieron las especies residentes (R) con el 62%; estas aves son aquellas que se encuentran presentes durante todo el año en la zona y se reproducen también en ella (Chávez-León, 2015). Luego se encontraron las aves migratorias en Invierno (MI) con el 25%; las cuales son aquellas que se reproducen en latitudes más septentrionales y pasan el invierno en la zona (Howell & Webb, 1995). En seguida estuvieron las Migratorias en Verano (MV) con el 13%; siendo especies que están en México únicamente durante la temporada de reproducción en verano, por lo general entre marzo y septiembre (Berlanga *et al.*, 2015).

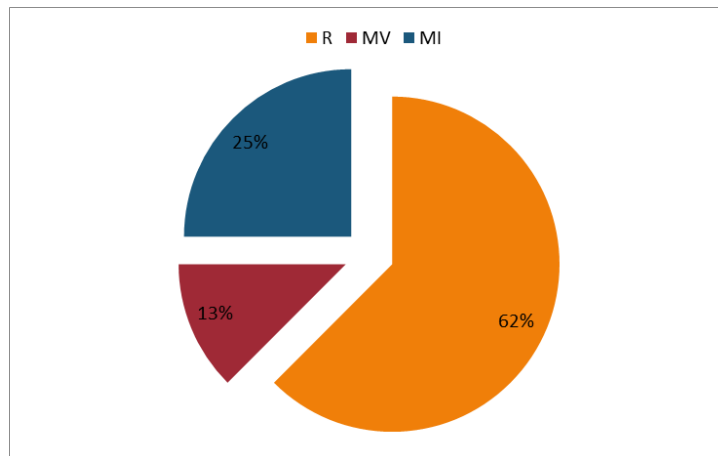


Figura 26. Porcentaje de las categorías de residencia de aves registradas en el área solicitada para el CUSTF

V.2.2.3.2 Reptiles

La pequeña composición de los reptiles se debe al bajo registro de estos vertebrados, lo que conllevó a un orden, 2 familias, 2 géneros y 2 especies. Solo se encontraron especies del orden Squamata, y al mismo tiempo, las dos familias fueron igualmente representativas, pues se registró una especie de ambas.

De los 2 registros de especies de reptiles obtenidos, ninguno se encuentra con alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del “Banco de Calizas Begasa”, ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

Por su lado, *Sceloporus parvus* o lagartija espinosa de panza azul, es una especie de reptil de la familia Phrynosomatidae (lagartijas espinosas, camaleones y parientes) endémica y nativa de México, encuentra entre los 450 y 2,500 msnm, en los estados de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí (Smith & Taylor, 1966; Hernández-Ibarra, 2005).

Tabla 42. Reptiles registrados en el área solicitada para el CUSTF. Endemismo y estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo |
|----------|-----------------|------------------------------|-----------------------------------|-----|-----------|
| Squamata | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus parvus</i> | Lagartija espinosa de panza azul | Sc | Endémica |
| Squamata | Teiidae | <i>Aspidoscelis scalaris</i> | Huico manchado de la altiplanicie | Sc | - |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría.



Figura 27. a) *Sceloporus parvus*, especie de reptil endémico.

V.2.2.3.3 Mamíferos

La composición que la mastofauna logró fue de 2 órdenes, 2 familias, 3 géneros y 3 especies. El orden con más representantes fue Lagomorpha teniendo 2 especies; por consiguiente, la familia Leporidae fue también la que tuvo más registros, contando con esas mismas 2 especies.

Se registró un total de 3 especies de mamíferos en el área del CUSTF, los cuales están Sin categoría (Sc) según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo altamente comunes y encontrándose muy distribuidas en México.

Y aunque la distribución es otro aspecto a contar, de los 3 mamíferos registrados ninguno tiene distribución restringida, se encuentran ampliamente en el territorio mexicano y fuera del mismo.

Tabla 43. Mastofauna registrada en el área solicitada para el CUSTF. Endemismo y estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo |
|------------|-----------|---------------------------------|---------------------|-----|-----------|
| Carnivora | Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | Sc | - |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Lepus californicus</i> | Liebre cola negra | Sc | - |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Sylvilagus audubonii</i> | Conejo del desierto | Sc | - |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría.

V.2.2.4 Análisis estadístico de los grupos faunísticos en CUSTF

V.2.2.4.1 Aves

Dado que se realizó el muestreo lo mejor posible, la metodología aplicada para las aves dio como resultado un total de 10 especies y 22 individuos, observándose que los puntos de conteo con mayor cantidad de registros fueron, primeramente el P3, seguido del P2, en donde se registraron 8 y 7 individuos respectivamente. Del total de registros, el ave mejor representada en el área del CUSTF fue *Cathartes aura* con una diversidad (H') de 0.31, una abundancia relativa observada de 18.18 y 4 registros; siguiéndole las especies *Calothorax lucifer*, *Zenaida asiática* y *Haemorhous mexicanus* con un valor de H' de 0.27, una abundancia relativa de 13.64 y 3 individuos avistados. Mientras que las especies con menor representación en el CUSTF fueron las que obtuvieron un solo registro, es decir, un individuo, y por ello la H' más baja de 0.14 así como la abundancia relativa (4.55), estas especies fueron *Buteo jamaicensis*, *Catherpes mexicanus* y *Salpinctes obsoletus*.

Tabla 44. Registro y análisis estadístico de aves en el CUSTF

| Especie | Nombre común | P1 | P2 | P3 | P4 | No. de individuos | Abundancia relativa | H' |
|------------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|-------------------|---------------------|-------------|
| <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 18.18 | 0.31 |
| <i>Calothorax lucifer</i> | Colibrí Lucifer | - | 1 | 2 | - | 3 | 13.64 | 0.27 |
| <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma alas blancas | 1 | - | 2 | - | 3 | 13.64 | 0.27 |
| <i>Haemorhous mexicanus</i> | Pinzón mexicano | 1 | 1 | 1 | - | 3 | 13.64 | 0.27 |
| <i>Corvus corax</i> | Cuervo común | - | 2 | - | - | 2 | 9.09 | 0.22 |
| <i>Amphispiza bilineata</i> | Zacatonero garganta negra | - | 1 | 1 | - | 2 | 9.09 | 0.22 |
| <i>Myiarchus cinerascens</i> | Papamoscas cenizo | 1 | 1 | - | - | 2 | 9.09 | 0.22 |
| <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja | - | - | - | 1 | 1 | 4.55 | 0.14 |
| <i>Catherpes mexicanus</i> | Saltapared barranqueño | - | - | 1 | - | 1 | 4.55 | 0.14 |
| <i>Salpinctes obsoletus</i> | Saltapared de rocas | 1 | - | - | - | 1 | 4.55 | 0.14 |
| Total: 10 especies | | 5 | 7 | 8 | 2 | 22 | 100.00 | 2.20 |



Figura 28. a) *Cathartes aura*, especie de ave con el mayor número de registros, abundancia relativa y diversidad en el CUSTF

V.2.2.4.2 Reptiles

Respecto a los reptiles y sus registros, se logró un listado de 2 especies y 5 individuos de estas, en donde el número de registros en los transectos T1 y T3 fue el mismo, registrándose las mismas especies en ambos. Por su lado, la especie mejor representada en el CUSTF fue *Aspidoscelis scalaris*, contando con una diversidad (H') de 0.31 y una abundancia relativa de 60, ya que se registraron 3 individuos de este reptil; seguido de *Sceloporus parvus* que obtuvo un valor de H' de 0.37 y un registro de 2 individuos con un valor de 40 respecto a la abundancia relativa.

Tabla 45. Registro y análisis estadístico de reptiles en el CUSTF

| Especie | Nombre común | T1 | T2 | T3 | T4 | No. de individuos | Abundancia relativa | H' |
|------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|-------------------|---------------------|-------------|
| <i>Aspidoscelis scalaris</i> | Huico manchado de la altiplanicie | 1 | 1 | 1 | - | 3 | 60 | 0.31 |
| <i>Sceloporus parvus</i> | Lagartija espinosa de panza azul | 1 | - | 1 | - | 2 | 40 | 0.37 |
| Total: 2 especies | | 2 | 1 | 2 | 0 | 5 | 100 | 0.67 |



Figura 29. A) *Sceloporus parvus*, especie de reptil con el mayor número de registros y abundancia relativa en el CUSTF

V.2.2.4.3 Mamíferos

Con referencia a la mastofauna y su caracterización en el CUSTF, se obtuvo un registro total de 3 especies y 11 individuos, donde el T1 fue el transecto con mayor número de registros (4). Para este grupo, la especie más diversa fueron *Urocyon cinereoargenteus* y *Lepus californicus*, ya que tuvieron un valor de 0.31, teniendo una abundancia relativa de 18.18 y 2 registros. Por su parte, el mamífero más representativo del CUSTF fueron en términos de mayor registros y abundancia relativa fue *Sylvilagus audubonii* ya que obtuvo 7 y 63.64 respectivamente, obteniendo una H' de 0.29.

Tabla 46. Registro y análisis estadístico de mamíferos en el CUSTF

| Especie | Nombre común | T1 | T2 | T3 | T4 | No. de individuos | Abundancia relativa | H' |
|---------------------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|-------------------|---------------------|-------------|
| <i>Sylvilagus audubonii</i> | Conejo del desierto | 2 | 3 | 1 | 1 | 7 | 63.64 | 0.29 |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | 1 | - | 1 | - | 2 | 18.18 | 0.31 |
| <i>Lepus californicus</i> | Liebre cola negra | 1 | - | 1 | - | 2 | 18.18 | 0.31 |
| Total: 3 especies | | 4 | 3 | 3 | 1 | 11 | 100 | 0.91 |



Figura 30. a) *Sylvilagus audubonii*, especie de mamífero registrado con el mayor número de registros, abundancia relativa y diversidad en el CUSTF

V.2.2.4.4 Diversidad Shannon-Wiener en el CUSTF

Con base en los resultados obtenidos para todos los grupos faunísticos, para el índice de diversidad Shannon-Wiener el grupo con la mayor diversidad (H') fue el de las aves, teniendo un valor de 2.20; seguidas por los mamíferos con un valor de H' de 0.91; finalmente, los reptiles con un valor de 0.67, obteniendo la diversidad más baja. Esta conclusión se puede explicar al hecho de que este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad (Pla, 2006), basándose en dos factores, el número de especies presentes y su abundancia relativa, y ya que la ornitofauna es superior en ambas variables es de esperarse su diversidad más elevada.

Tabla 47. Valores de diversidad de Shannon (H'), diversidad máxima esperada (H' max) y equidad (J') de los grupos faunísticos en el CUSTF

| Grupo | H' | H' max | J' |
|-----------|------|----------|------|
| Aves | 2.20 | 2.30 | 0.96 |
| Reptiles | 0.67 | 0.69 | 0.97 |
| Mamíferos | 0.91 | 1.10 | 0.83 |

En cuanto al índice de equidad de Pielou (J'), el grupo que tuvo la mayor homogeneidad en su composición fue el de reptiles, obteniendo un valor de 0.97, lo que indica un valor alto y cercano a 1, no obstante, las aves obtuvieron se acercaron mucho con un valor de J' también alto de 0.96; por su parte, los mamíferos obtuvieron una equidad más baja (0.83), lo que indica que hay especies mucho más abundantes que otras, mostrándose el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies (Moreno, 2001).

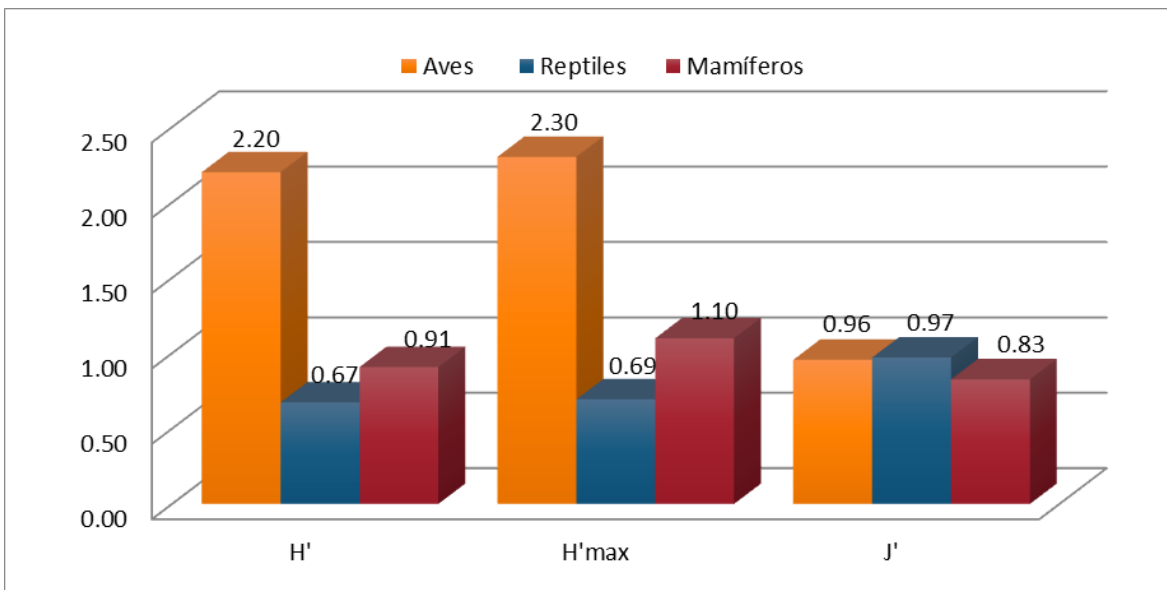


Figura 31. Comparación de la diversidad de Shannon (H'), diversidad máxima esperada (H' max) y equidad (J') de los grupos faunísticos en el CUSTF

V.3 Bibliografía

- Acuña-Mesén, R. (2003). *La biodiversidad*. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Berlanga, H., Gómez de Silva, H., Vagas-Canales, V. M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L. A., Ortega-Álvarez, R., & Calderón_Parra, R. (2015). *Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes*. CONABIO. México, D.F.
- Campo, A., & Duval, V. (2014). *Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel*. Argentina: Universidad Nacional del Sur.

- Campos, M. A., Balmori, A., Canales, F., Onrubia, A., & Sáenz de Buruaga, M. (2003). Estudio Mastozoológico del Entorno de Salburua. Informe inédito de Consultora de Recursos Naturales, S.L. para el Centro de Estudios Ambientales del Ayuntamiento de Vitoria Gasteiz.
- Chávez-León, G. (2015). Las aves del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio. Libro Técnico Núm. 7. CENID/COMEF, INIFAP. Coyoacán, D.F. México. 192 pp.
- CONABIO. (27 de 02 de 2023). *Enciclovida*. Obtenido de CONABIO, 2021. Colibrí lucifer (Calothorax lucifer): <https://enciclovida.mx/especies/35660-calothorax-lucifer>
- Cottam, G., & Curtis, J. (1956). *The use of distance measures in phytosociological sampling*.
- Domínguez, J. Á. (2005). PLANTAS VASCULARES ENDÉMICAS DE COAHUILA Y ALGUNAS ÁREAS ADYACENTES, MÉXICO. Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Narro, Buenavista 25315 Saltillo, Coahuila.
- Ficetola, G. F., Cagnetta, M., Padoa-Schioppa, E., Quas, A., Razzetti, E., Sindaco, R., & Bonardi, A. (2014). Sampling bias inverts ecogeographical relationships in island reptiles. *Global Ecology and Biogeography*, 23: 1303-1313.
- Halffter, G., & Moreno, E. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic. Sobre Diversidad Biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías Tercer Milenio. Sociedad Entomológica Aragonesa. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Diversitas. Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología. Zaragoza, España. vol. 4. 5-18.
- Hernández-Ibarra, X. G. (2005). Biodiversidad de la herpetofauna del municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí, México. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 271 pp.
- Howell, S., & Webb, S. (1995). A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Nueva York, E.U.A. 600 pp.
- Lee, L. L. (1997). Effectiveness of live traps and snap traps in trapping small mammals in Kinmen. *Acta Zoologica Taiwanica*, 8(2): 79-85.
- Lowe, W. H., & Bolger, D. T. (2002). Local and landscape-scale predictors of salamander abundance in New Hampshire headwater streams. *Conservation Biology*, 16: 183-193.
- Melo, O., & Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad Del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA. 183 pp.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M & T - Manuales y tesis SEA. Vol. 1: Zaragoza*, 84 pp.
- Morrison, M., Ralph, J., Verner, J., Jehl, J., Morton, E. S., Stutchbury, B. M., & Piper, W. H. (1990). Cooperative breeding in the Tropical Mockingbird (*Mimus gilvus*) in the Panama Canal zone. *Ornitología Neotropical*, 15(3), 417-421.
- Onrubia, A., Canales, F., Sáenz de Buruaga, M., Campos, M., & Balmorí, A. (2003). Estudio faunístico de los vertebrados de los Montes de Vitoria (municipio de Vitoria Gasteiz). Consultora Recursos Naturales, S.L. 114 pp.

- Onrubia, A., Sáenz de Buruaga, M., Campos, M. A., & Balmori, A. (2001). Estudio Faunístico del Parque Natural de Izki (Álava). Informe inédito de Consultora de Recursos Naturales, S.L., para el Departamento de Agricultura y Medio Ambiente. Diputación Foral de Álava. Vitoria-Gasteiz.
- Onrubia, A., Sáenz de Buruaga, M., Campos, M. A., Lucio, A., Purroy, F., Balmori, A., & Fernández, J. (1996). Estudio Faunístico del Parque Natural de Valderejo (Álava). Consultora de Recursos Naturales, S.L. Informes Técnicos nº 71. Servicio de Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz. .
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, vol. 31, núm. 8. 583-590.
- Smith, H. M., & Taylor, E. H. (1966). Herpetology of Mexico. Annotated checklists and keys to the amphibians and reptiles. A reprint of Bulletins 187, 194 and 199 of the United States National Museum with a list of subsequent taxonomic innovation. Eric Laundberg, Ashton Maryland, U.S.A. 610 pp.
- Toledo-Bruno, A. G., Macas, D. G., Buenavista, D. P., Medina, M. P., & Forten, R. C. (2017). Amphibian and reptile diversity in Mt. Kalatungan Range Natural Park, Philippines. *Environmental and Experimental Biology*, 15: 127–135.
- Verner, J. (1985). Assessment of counting techniques. In: R. F. Johnston. Current ornithology. Vol. 2 Plenum Press, New York. 247-302.
- Verner, J. (1988). Optimizing the duration of point counts for monitoring trends in bird populations. Res. Note PSW-395. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Dept. of Agric., Berkeley, CA.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córodba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. Segunda edición. 236 pp.
- Young, B. E., Lips, K. R., Reaser, J. K., Ibañez, R., Salas, A. W., Cedeño, J. R., . . . Romo , D. (2001). Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology*(15), 1213-1223.
- Zuberogoitia, I., Campos, M. A., Campos, L. F., Onrubia, A., Torres, J. J., & Sáenz de Buruaga, M. (1999). Plan Técnico de Conservación de los Mamíferos Carnívoros incluidos en el Catálogo de Fauna Amenazada del Parque Natural de Urkiola. Informe inédito de Estudios Medioambientales Icarus, S.L. y Consultora de Recursos Naturales, S.L. para la Diputación Foral de Bizkaia.
- Castro I. 2013. Estimación de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica en Microcuenca de presa Madín, México. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Vol. XXXIV, No. 2, May-Ago 2013, Pp. 3-16.
- Chepil, W. S.; Siddoway, F. H.; Armbrust, D. V. 1962. Climatic factor for estimating wind erodibility of farm fields. *J Soil Water Conserv.* 17: 162-165 pp.
- Cortés T. 1991. “Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados”. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, 168 pp.

Espinosa Ramírez M., Andrade Limas E, Rivera Ortiz P. y Romero Díaz A. 2011. Degradación de suelos por actividades entrópicas en el norte de Tamaulipas, México. Papeles de Geografía 53-54, 77 - 88. Editum. Universidad de Murcia. España.

FAO. 2006. World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. Rome.

Figuroa S. B., Amante A., Cortés H. G., Pimentel J., Osuna E.S., Rodríguez J. M., Morales J. F. 1991. “Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión”. Secretaría de Agricultura y de Recursos Hidráulicos. Colegio de Postgraduados (CREZAS). México.

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap3_suelos.pdf

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-INEGI. 2007. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional). Edición: 1a.

Loredo-Osti, C., S. Beltrán L., F. Moreno S. y M. Casiano, D. 2007. Predicción de Riesgo a la Erosión Hídrica a Nivel Microcuenca. Folleto técnico No.29. Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí. México. 66 pp.

Montes-León L.M.A., Uribe-Alcántara E.M., García-Celis E. 2011. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. II, núm. 1, enero - marzo, Pp. 5-17.

N. I. Eltaif & M. A. Gharaibeh. 2011. Aplicación de un modelo matemático para predecir y reducción de la erosión eólica en tierras áridas no protegidas. Octubre 26, 2016. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, Volumen XVII, Edición Especial: 195-206 Sitio web: [file:///C:/Users/ACER/Documents/M%C3%BAsica/Descargas/r.rchscfa.2010.08.061%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ACER/Documents/M%C3%BAsica/Descargas/r.rchscfa.2010.08.061%20(1).pdf)

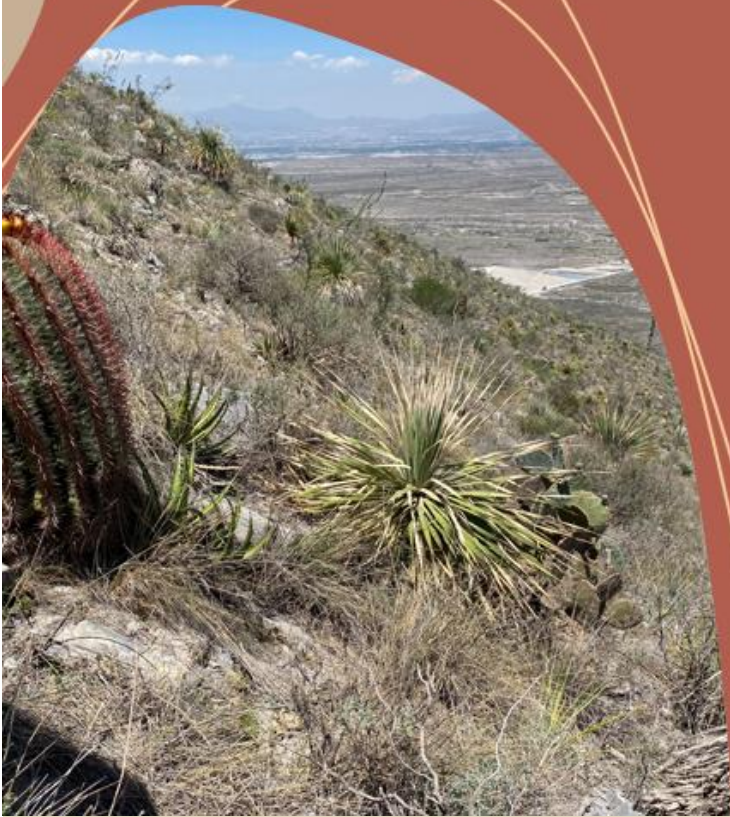
Oñate-Valdivieso. 2004. Metodología para la Evaluación del Riesgo de Erosión Hídrica en Zonas Áridas y su Aplicación en el Manejo y Protección de Proyectos Hidráulicos. Área de Hidrología-UCG-SIG Universidad Técnica Particular de Loja Campus San Cayetano, Loja – Ecuador. 27-32 pp.

Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. Agriculture Handbook No. 537. USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, Washington, DC. 58 pp.

Thorntwaite, C. W. 1931. Climates of North America according to a new classification. Geogr Rev. 21: 633-655 Pp.

Modalidad A - Particular

Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.



CAPÍTULO VI

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FAUNÍSTICA DEL
ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES CON
RELACIÓN A LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA CUENCA,
SUBCUENCA O MICROCUENCA HIDROGRÁFICA, QUE PERMITA DETERMINAR EL
GRADO DE AFECTACIÓN POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO



Contenido

| | |
|---|----|
| VI. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FAUNÍSTICA DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES CON RELACIÓN A LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA CUENCA, SUBCUENCA O MICROCUENCA HIDROGRÁFICA, QUE PERMITA DETERMINAR EL GRADO DE AFECTACIÓN POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO..... | 2 |
| VI.1 Flora silvestre | 2 |
| VI.1.1 Comparativa de la abundancia e IVI de las especies en la Microcuenca y en el CUSTF ... | 3 |
| VI.2 Fauna silvestre | 8 |
| VI.2.1 Estructura o riqueza específica de la fauna | 8 |
| VI.2.2 Abundancia de fauna | 9 |
| VI.2.3 Abundancia relativa para fauna | 10 |
| X.1.2.4 Diversidad de Shannon de los grupos faunísticos..... | 12 |
| VI.3 Conclusiones finales de la biodiversidad | 13 |

VI. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FAUNÍSTICA DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES CON RELACIÓN A LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA CUENCA, SUBCUENCA O MICROCUENCA HIDROGRÁFICA, QUE PERMITA DETERMINAR EL GRADO DE AFECTACIÓN POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO

VI.1 Flora silvestre

De acuerdo al análisis de diversidad de flora en las unidades de estudio de la Microcuenca Hidrológica Forestal (MHF) y área del proyecto (CUSTF) presentado en el capítulo IV y V del presente estudio, a continuación, se presenta un análisis comparativo de la composición florística y de diversidad de ambas unidades de estudio.

En la siguiente tabla se presenta las especies registradas en el área de la MHF y área de CUSTF en la vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), la cual se observa que en la MHF se registró un total de 52 especies y en el área de CUSTF se registró un total de 28 especies de las cuales todas se encuentran representadas en la MHF en el mismo tipo de vegetación de estudio.

Tabla 1. Representatividad de las especies en la MHF y AP

| Número | Nombre científico | Estrato | MHF | AP |
|--------|-----------------------------------|----------|-----|----|
| 1 | <i>Abutilon fruticosum</i> | Arbusto | x | x |
| 2 | <i>Acacia berlandieri</i> | Arbusto | x | x |
| 3 | <i>Agave falcata</i> | Arbusto | x | x |
| 4 | <i>Agave lechuguilla</i> | Arbusto | x | x |
| 5 | <i>Agave scabra</i> | Arbusto | x | x |
| 6 | <i>Ariocarpus retusus</i> | Cactácea | x | |
| 7 | <i>Aristida adscensionis</i> | Hierba | x | x |
| 8 | <i>Atriplex canescens</i> | Arbusto | x | |
| 9 | <i>Berberis trifoliolata</i> | Arbusto | x | |
| 10 | <i>Buddleja marrubifolia</i> | Arbusto | x | |
| 11 | <i>Coldenia canescens</i> | Arbusto | x | x |
| 12 | <i>Coryphantha palmeri</i> | Cactácea | x | |
| 13 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Cactácea | x | |
| 14 | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | Cactácea | x | |
| 15 | <i>Dalea bicolor</i> | Arbusto | x | x |
| 16 | <i>Dasyliirion cedrosanum</i> | Arbusto | x | x |
| 17 | <i>Echinocereus pectinatus</i> | Cactácea | x | |
| 18 | <i>Echinocereus stramineus</i> | Cactácea | x | |
| 19 | <i>Ephedra antisyphilitica</i> | Arbusto | x | |
| 20 | <i>Euphorbia antisyphilitica</i> | Arbusto | x | x |
| 21 | <i>Ferocactus hamatacanthus</i> | Cactácea | x | |
| 22 | <i>Ferocactus pilosus</i> | Cactácea | x | x |
| 23 | <i>Flourensia cernua</i> | Arbusto | x | x |
| 24 | <i>Forestiera angustifolia</i> | Arbusto | x | |

| Número | Nombre científico | Estrato | MHF | AP |
|--------|----------------------------------|----------|-----|----|
| 25 | <i>Fouquieria splendens</i> | Arbusto | x | x |
| 26 | <i>Gutierrezia sarothrae</i> | Arbusto | x | |
| 27 | <i>Hechtia glomerata</i> | Arbusto | x | x |
| 28 | <i>Hilaria mutica</i> | Hierba | x | |
| 29 | <i>Jatropha dioica</i> | Arbusto | x | x |
| 30 | <i>Jefea brevifolia</i> | Hierba | x | |
| 31 | <i>Larrea tridentata</i> | Arbusto | x | |
| 32 | <i>Lippia graveolens</i> | Arbusto | x | x |
| 33 | <i>Lophophora williamsii</i> | Cactácea | x | |
| 34 | <i>Lycurus phleoides</i> | Hierba | x | |
| 35 | <i>Malacomeles denticulata</i> | Arbusto | x | x |
| 36 | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | Cactácea | x | x |
| 37 | <i>Mammillaria pottsii</i> | Cactácea | x | |
| 38 | <i>Manfreda sp.</i> | Arbusto | x | x |
| 39 | <i>Microchloa kunthii</i> | Hierba | x | |
| 40 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | Arbusto | x | x |
| 41 | <i>Mimosa zygophylla</i> | Arbusto | x | |
| 42 | <i>Neolloydia conoidea</i> | Cactácea | x | x |
| 43 | <i>Opuntia microdasys</i> | Cactácea | x | x |
| 44 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Cactácea | x | x |
| 45 | <i>Parthenium argentatum</i> | Arbusto | x | |
| 46 | <i>Parthenium incanum</i> | Arbusto | x | x |
| 47 | <i>Purshia plicata</i> | Arbusto | x | x |
| 48 | <i>Salvia ballotiflora</i> | Arbusto | x | x |
| 49 | <i>Tecoma stans</i> | Arbusto | x | x |
| 50 | <i>Thelocactus macdowellii</i> | Cactácea | x | x |
| 51 | <i>Viguera brevifolia</i> | Arbusto | x | |
| 52 | <i>Ziziphus obtusifolia</i> | Arbusto | x | |

En los siguientes apartados se presenta el análisis comparativo de los análisis de diversidad de flora en la MHF y el área de CUSTF.

VI.1.1 Comparativa de la abundancia e IVI de las especies en la Microcuenca y en el CUSTF

En seguida se presenta el análisis comparativo del Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) de las especies registradas tanto en el CUSTF como en la Microcuenca, así como, el análisis del índice de Shannon-Wiener, divididos por estrato.

IV.1.1.1 Estrato arbustivo

El Índice de Valor de Importancia Ecológica en el estrato arbustivo en el área de CUSTF lo presentó la especie de *Fouquieria splendens* con un valor de 50.98, consecutivamente *Hechtia glomerata* con un IVIE de 40.70. En la zona de la Microcuenca los valores más altos fueron para *Agave lechuguilla* (43.75) y *Hechtia glomerata* (37.58).

En este estrato la densidad por hectárea más elevada fue en el CUSTF, con un total de 23,300 individuos por hectárea mientras que en zona de la Microcuenca se registraron 23,267 individuos por hectárea.

En el área de CUSTF las especies con mayor densidad fueron *Hechtia glomerata* con 7,317 individuos por hectárea y *Agave lechuguilla* con 6,917. Caso inverso en la Microcuenca, donde la especie con la densidad más alta fue *Agave lechuguilla* con 7,917 individuos por hectárea, seguido de *Hechtia glomerata* con 7,667

Tabla 2. Comparativa del IVI y la densidad del estrato arbustivo dentro del CUSTF y la Microcuenca

| Nombre científico | NOM | Densidad por hectárea CUSTF | Densidad por hectárea Microcuenca | Diferencia | IVIE CUSTF | IVIE Microcuenca |
|----------------------------------|-----|-----------------------------|-----------------------------------|------------|------------|------------------|
| <i>Abutilon fruticosum</i> | - | 0 | 33 | 33 | 0 | 1.70 |
| <i>Acacia berlandieri</i> | - | 217 | 17 | -200 | 31.03 | 25.88 |
| <i>Agave falcata</i> | - | 1,150 | 417 | -733 | 13.86 | 8.02 |
| <i>Agave lechuguilla</i> | - | 6,917 | 7,917 | 1000 | 38.92 | 43.75 |
| <i>Agave scabra</i> | - | 700 | 167 | -533 | 9.32 | 5.20 |
| <i>Atriplex canescens</i> | - | 0 | 133 | 133 | 0 | 5.85 |
| <i>Berberis trifoliolata</i> | - | 0 | 67 | 67 | 0 | 5.34 |
| <i>Buddleja marrubiiifolia</i> | - | 0 | 67 | 67 | 0 | 4.29 |
| <i>Coldenia canescens</i> | - | 0 | 50 | 50 | 0 | 1.84 |
| <i>Dalea bicolor</i> | - | 333 | 33 | -300 | 10.16 | 2.84 |
| <i>Dasyllirion cedrosanum</i> | - | 317 | 250 | -67 | 13.78 | 5.75 |
| <i>Ephedra antisiphilitica</i> | - | 0 | 50 | 50 | 0 | 4.46 |
| <i>Euphorbia antisiphilitica</i> | - | 267 | 50 | -217 | 4.55 | 1.86 |
| <i>Flourensia cernua</i> | - | 417 | 1,150 | 733 | 6.62 | 8.23 |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | - | 0 | 33 | 33 | 0 | 25.12 |
| <i>Fouquieria splendens</i> | - | 250 | 67 | -183 | 50.98 | 7.15 |
| <i>Gutierrezia sarothrae</i> | - | 0 | 33 | 33 | 0 | 3.56 |
| <i>Hechtia glomerata</i> | - | 7,317 | 7,667 | 350 | 40.70 | 37.58 |
| <i>Jatropha dioica</i> | - | 2,333 | 1,333 | -1000 | 14.79 | 9.03 |
| <i>Larrea tridentata</i> | - | 0 | 50 | 50 | 0 | 12.64 |
| <i>Lippia graveolens</i> | - | 433 | 50 | -383 | 6.99 | 3.83 |
| <i>Malacomeles denticulata</i> | - | 333 | 50 | -283 | 11.81 | 4.88 |
| <i>Manfreda sp.</i> | - | 1,317 | 317 | -1000 | 12.24 | 6.30 |
| <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | - | 17 | 1,150 | 1133 | 2.10 | 6.49 |
| <i>Mimosa zygophylla</i> | - | 0 | 550 | 550 | 0 | 6.51 |
| <i>Parthenium argentatum</i> | - | 0 | 233 | 233 | 0 | 9.56 |

| Nombre científico | NOM | Densidad por hectárea CUSTF | Densidad por hectárea Microcuena | Diferencia | IVIE CUSTF | IVIE Microcuena |
|-----------------------------|-----|-----------------------------|----------------------------------|------------|---------------|-----------------|
| <i>Parthenium incanum</i> | - | 633 | 367 | -266 | 13.23 | 6.61 |
| <i>Purshia plicata</i> | - | 167 | 33 | -134 | 9.20 | 4.19 |
| <i>Salvia ballotiflora</i> | - | 167 | 500 | 333 | 5.32 | 7.81 |
| <i>Tecoma stans</i> | - | 17 | 50 | 33 | 4.38 | 8.72 |
| <i>Viguiera brevifolia</i> | - | 0 | 317 | 317 | 0 | 10.68 |
| <i>Ziziphus obtusifolia</i> | - | 0 | 67 | 67 | 0 | 4.33 |
| Total | | 23,300 | 23,267 | | 300.00 | 300.00 |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010. IVIE = Índice de Valor de Importancia Ecológica

La riqueza del estrato arbustivo resultó mayor en la Microcuena, ya que en esta se identificaron 32 especies comparado con las 19 especies en la zona de CUSTF. El índice de Shannon-Wiener en el CUSTF fue de 2.019 y la diversidad máxima esperada fue de 2.94, faltándole 0.93 para alcanzar su máxima diversidad. En área de la Microcuena, el índice resultó en 2.009 y la diversidad máxima esperada fue de 3.47, lo cual le falta 1.46 para alcanzar su diversidad máxima. En tanto que, para el índice de equidad en ambas zonas fue bajo, para el CUSTF se tuvo una J' de 0.69 y para la Microcuena de 0.58 lo que indica que existe ausencia de uniformidad de las especies en ambas unidades de estudio.

Tabla 3. Comparativa de los valores del índice de diversidad Shannon-Wiener del estrato arbustivo dentro del CUSTF y la Microcuena

| Área | S | H' | H'max | J' | Diferencia (H'max – H') |
|------------|----|-------|-------|------|-------------------------|
| CUSTF | 19 | 2.019 | 2.94 | 0.69 | 0.93 |
| Microcuena | 32 | 2.009 | 3.47 | 0.58 | 1.46 |

IV.1.1.2 Estrato herbáceo

En cuanto al Índice de Valor de Importancia Ecológica para este estrato, las especies mejor representadas en la Microcuena fueron las especies de *Aristida adscensionis* con 110.315 y *Abutilon fruticosum* con 101.339. Mientras que en área de CUSTF las especies más representadas fueron las especies de *Microchloa kunthii* con 93.150 y *Lycurus phleoides* con 68.580.

La densidad general por hectárea para el estrato herbáceo fue de 530,000 individuos para la zona de la Microcuena y de 738 individuos para el CUSTF, lo que denotó la superioridad de densidad para la primera zona. En el área del CUSTF las especies más densas en una hectárea fueron primeramente *Abutilon fruticosum* con 369 individuos y luego *Aristida adscensionis* con 241 individuos. En la Microcuena las especies con la mayor densidad resultaron ser *Microchloa kunthii* con 200,000 individuos por hectárea y *Hilaria mutica* con 160,000 individuos.

Tabla 4. Comparativa del IVI y la densidad del estrato herbáceo dentro del CUSTF y la Microcuenca

| Nombre científico | NOM | Densidad por hectárea CUSTF | Densidad por hectárea Microcuenca | Diferencia | IVIE CUSTF | IVIE Microcuenca |
|------------------------------|-----|-----------------------------|-----------------------------------|------------|---------------|------------------|
| <i>Abutilon fruticosum</i> | - | 369 | 0.000 | -369 | 101.339 | 0.000 |
| <i>Aristida adscensionis</i> | - | 241 | 20,000 | 19759 | 110.315 | 33.594 |
| <i>Coldenia canescens</i> | - | 128 | 0.000 | -128 | 88.346 | 0.000 |
| <i>Hilaria mutica</i> | - | 0 | 160,000 | 160,000 | 0.000 | 49.334 |
| <i>Jefea brevifolia</i> | - | 0 | 30,000 | 30,000 | 0.000 | 55.341 |
| <i>Lycurus phleoides</i> | - | 0 | 120,000 | 120,000 | 0.000 | 68.580 |
| <i>Microchloa kunthii</i> | - | 0 | 200,000 | 200,000 | 0.000 | 93.150 |
| Total | | 738 | 530,000 | | 300.00 | 300.000 |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010. IVIE = Índice de Valor de Importancia Ecológica

En el área de CUSTF la riqueza específica fue de 3 especies, mientras que en la Microcuenca fue de 5 especies. En la Microcuenca, el índice de Shannon-Wiener resultó ser de 1.35 y su diversidad máxima esperada (H'_{max}) de 1.61, es decir que le faltan 0.26 para alcanzar su máxima diversidad. En tanto que, en área de CUSTF la diversidad (H') fue de 1.016 y la H'_{max} fue de 1.10, faltándole 0.08 para alcanzar su diversidad máxima. Por otro lado, el índice de equidad en el área del CUSTF fue más cercano a la unidad (0.92), lo que significa que las especies tienden a la uniformidad, comparado con la Microcuenca, donde se obtuvo una J' de 0.84, es decir, las especies no se encuentran igualmente distribuidas.

Tabla 5. Comparativa de los valores del índice de diversidad Shannon-Wiener del estrato herbáceo dentro del CUSTF y la Microcuenca

| Área | S | H' | H'_{max} | J' | Diferencia ($H'_{max} - H'$) |
|-------------|---|-------|------------|------|--------------------------------|
| CUSTF | 3 | 1.016 | 1.10 | 0.92 | 0.08 |
| Microcuenca | 5 | 1.35 | 1.61 | 0.84 | 0.26 |

IV.1.1.3 Cactáceas

Con relación a los resultados del Índice de Valor de Importancia Ecológica para las cactáceas, se tuvo que en el área de CUSTF, *Opuntia stenopetala* tuvo el valor más alto (65.285), seguida de *Ferocactus pilosus* (60.237); a diferencia de la Microcuenca de estudio, donde las especies con el IVIE más altos fueron *Cylindropuntia imbricata* (63.005) y *Ariocarpus retusus* (36.074).

En cuanto a la densidad de individuos por hectárea en el área de CUSTF y la Microcuenca se tiene que la densidad por hectárea de las cactáceas es mayor para la segunda área de estudio (Microcuenca), donde se registraron 3,233 individuos, mientras que en el área de CUSTF la densidad fue de 1,766. Las especies con más densidad del CUSTF fueron *Neolloydia conoidea* con 498 individuos y *Thelocactus macdowellii* con 433, mientras que en la Microcuenca, las especies

Thelocactus macdowellii tuvo la mayor densidad, 817 individuos por hectárea, seguida de *Ariocarpus retusus* con 750 individuos.

Tabla 6. Comparativa del IVI y la densidad de cactáceas dentro del CUSTF y la Microcuena

| Nombre científico | NOM | Densidad por hectárea CUSTF | Densidad por hectárea Microcuena | Diferencia | IVIE CUSTF | IVIE Microcuena |
|-----------------------------------|-----|-----------------------------|----------------------------------|------------|---------------|-----------------|
| <i>Ariocarpus retusus</i> | Pr | 0 | 750 | 750 | 0 | 36.074 |
| <i>Coryphantha palmeri</i> | - | 0 | 117 | 117 | 0 | 7.642 |
| <i>Cylindropuntia imbricata</i> | - | 0 | 17 | 17 | 0 | 63.005 |
| <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | - | 0 | 283 | 283 | 0 | 21.930 |
| <i>Echinocereus pectinatus</i> | - | 0 | 33 | 33 | 0 | 9.145 |
| <i>Echinocereus stramineus</i> | - | 0 | 17 | 17 | 0 | 4.971 |
| <i>Ferocactus hamatacanthus</i> | - | 0 | 117 | 117 | 0 | 14.592 |
| <i>Ferocactus pilosus</i> | Pr | 96 | 17 | -79 | 60.237 | 17.468 |
| <i>Lophophora williamsii</i> | Pr | 0 | 267 | 267 | 0 | 24.310 |
| <i>Mammillaria cionocephalla</i> | - | 321 | 50 | -271 | 32.581 | 5.681 |
| <i>Mammillaria pottsii</i> | - | 0 | 50 | 50 | 0 | 5.594 |
| <i>Neolloydia conoidea</i> | - | 498 | 650 | 152 | 41.909 | 28.372 |
| <i>Opuntia microdasys</i> | - | 209 | 17 | -192 | 54.882 | 20.909 |
| <i>Opuntia stenopetala</i> | - | 209 | 33 | -176 | 65.285 | 6.852 |
| <i>Thelocactus macdowellii</i> | A | 433 | 817 | 384 | 45.106 | 33.454 |
| Total | | 1,766 | 3,233 | | 300.00 | 300.00 |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010. IVIE = Índice de Valor de Importancia Ecológica

Referente a la riqueza de especies en las áreas de interés, en la Microcuena se registró a 15, mientras que en el CUSTF a 6, lo que demuestra una S mucho más alta en la Microcuena. La diversidad calculada (H') resultó con un valor de 1.675 en el CUSTF, con una diversidad máxima esperada de 1.79, es decir, existe una diferencia de 0.12. En cuanto a la Microcuena, la H' fue de 2.0, pudiendo llegar a una H' max de 2.71, lo que es igual a una diferencia de 0.71. El valor de equidad resultó ser de 0.93 en el CUSTF, lo que es un valor medio, a diferencia de los 0.74 de la Microcuena, en cuya área, según la J' , demuestra una equitatividad muy baja con especies más abundantes que otras.

Tabla 7. Comparativa de los valores del índice de diversidad Shannon-Wiener de las cactáceas dentro del CUSTF y la Microcuena

| Área | S | H' | H' max | J' | Diferencia (H' max – H') |
|------------|----|-------|----------|------|--------------------------------|
| CUSTF | 6 | 1.675 | 1.79 | 0.93 | 0.12 |
| Microcuena | 15 | 2.0 | 2.71 | 0.74 | 0.71 |

VI.2 Fauna silvestre

Parte de la biodiversidad son los animales, al igual que la vegetación natural, se presenta un comparativo de los resultados que se obtuvieron durante los muestreos de fauna silvestre.

- ❖ Los resultados de los muestreos de fauna, así como los análisis presentes en el sitio del Proyecto es similar en cuanto a su estructura y diversidad a la de la microcuenca, encontrándose inclusive un mayor número de especies dentro de esta última.
- ❖ A nivel MHF y CUSTF no se encontraron especies consideradas con algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, se tomarán las medidas pertinentes para su protección.

VI.2.1 Estructura o riqueza específica de la fauna

Se presentan 3 grupos faunísticas dentro del AP, ornitofauna, mastofauna y herpetofauna, estos mismos están ampliamente distribuidas a nivel estatal y regional.

De esta forma, en la siguiente tabla, se enlistan las especies de fauna presentes tanto en la microcuenca como el área sujeta a CUSTF y por grupo, mismas que fueron registradas en campo mediante los muestreos realizados. Un aspecto que sobresale a primera vista es el número de ejemplares avistados, la zona sujeta al CUSTF presenta un valor menor (15) en comparación con la zona de la zona de análisis (22), por lo que se puede decir que existe mayor riqueza específica en la Microcuenca.

Referente a la riqueza de especies registradas en el área sujeta a CUSTF como en el ecosistema de la Microcuenca presentan una composición faunística similar, se observa que el 100% de las 15 especies que se encuentran en el CUSTF se presentan en la Microcuenca, destacando que 7 especies solo se registraron en ESTA ÚLTIMA ÁREA, no encontrándose en el área que se solicita para el CUSTF, éstas fueron *Aimophila ruficeps*, *Calothorax lucifer*, *Peucaea botterii*, *Salpinctes obsoletus*, *Lepus californicus*, *Lynx rufus* y *Sylvilagus audubonii*.

Tabla 8. Grupos faunísticos y presencia

| Número | Nombre científico | Grupo | MHF | CUSTF |
|--------|------------------------------|-----------|-----|-------|
| 1 | <i>Aimophila ruficeps</i> | Aves | X | - |
| 2 | <i>Amphispiza bilineata</i> | Aves | X | X |
| 3 | <i>Buteo jamaicensis</i> | Aves | X | X |
| 4 | <i>Callipepla squamata</i> | Aves | X | X |
| 5 | <i>Calothorax lucifer</i> | Aves | X | - |
| 6 | <i>Cathartes aura</i> | Aves | X | X |
| 7 | <i>Catherpes mexicanus</i> | Aves | X | X |
| 8 | <i>Corvus corax</i> | Aves | X | X |
| 9 | <i>Haemorhous mexicanus</i> | Aves | X | X |
| 10 | <i>Mimus polyglottos</i> | Aves | X | X |
| 11 | <i>Myiarchus cinerascens</i> | Aves | X | X |
| 12 | <i>Peucaea botterii</i> | Aves | X | - |
| 13 | <i>Salpinctes obsoletus</i> | Aves | X | - |
| 14 | <i>Zenaida asiatica</i> | Aves | X | X |
| 15 | <i>Lepus californicus</i> | Mamíferos | X | - |
| 16 | <i>Lynx rufus</i> | Mamíferos | X | - |

| Número | Nombre científico | Grupo | MHF | CUSTF |
|--------|-----------------------------------|-----------|-----|-------|
| 17 | <i>Otospermophilus variegatus</i> | Mamíferos | X | X |
| 18 | <i>Sylvilagus audubonii</i> | Mamíferos | X | - |
| 19 | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Mamíferos | X | X |
| 20 | <i>Aspidoscelis scalaris</i> | Reptiles | X | X |
| 21 | <i>Sceloporus cowlesi</i> | Reptiles | X | X |
| 22 | <i>Sceloporus parvus</i> | Reptiles | X | X |

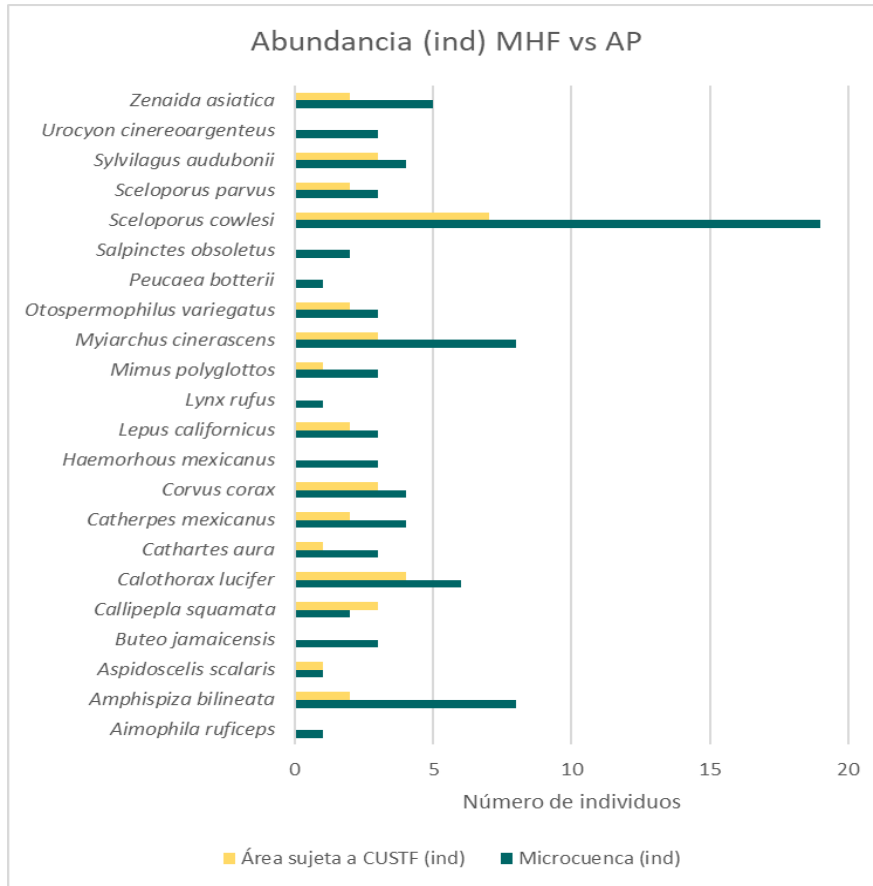


Gráfico 1. Abundancia de fauna en la zona de la microcuenca y en el área sujeta a CUSTF

VI.2.2 Abundancia de fauna

La abundancia de la Microcuenca total fue de 22 especies con 90 individuos, distribuidos mayormente en la ornitofauna con 50 individuos registrados; luego los mamíferos con 28 organismos y para finalizar con los reptiles se registraron 12 individuos. Respecto al CUSTF se registró 15 especies con un total de 38 individuos, cuyo grupo con mayor número de registros fue el de la ornitofauna, ya que se observaron 22 individuos; seguidas de los mamíferos con 11 individuos, y por último los reptiles con 5 individuos.

Todo esto significa una diferencia de 52 individuos entre el CUSTF y la Microcuenca, donde en la segunda hay más abundancia, siendo las diferencias más marcadas en dos especies, un ave y un reptil, primero en *Sceloporus cowlesi*, reptil que tuvo una abundancia de 19 individuos en la

Microcuenca a comparación de los 7 individuos en el CUSTF; y *Amphispiza bilineata*, ornitofauna que tuvo 8 registros en la Microcuenca y solo 2 en el CUSTF.

Tabla 9. Especies de fauna registradas a nivel de microcuenca y del área sujeta a CUSTF

| Número | Nombre científico | Distribución | NOM-059-SEMARNAT-2010 | Abundancia | |
|--------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------|-------------|-----------|
| | | | | Microcuenca | CUSTF |
| 1 | <i>Aimophila ruficeps</i> | - | Sc | 1 | - |
| 2 | <i>Amphispiza bilineata</i> | - | Sc | 8 | 2 |
| 3 | <i>Aspidoscelis scalaris</i> | - | Sc | 1 | 1 |
| 4 | <i>Buteo jamaicensis</i> | - | Sc | 3 | - |
| 5 | <i>Callipepla squamata</i> | - | Sc | 2 | 3 |
| 6 | <i>Calothorax lucifer</i> | Semiendémica | Sc | 6 | 4 |
| 7 | <i>Cathartes aura</i> | - | Sc | 3 | 1 |
| 8 | <i>Catherpes mexicanus</i> | - | Sc | 4 | 2 |
| 9 | <i>Corvus corax</i> | - | Sc | 4 | 3 |
| 10 | <i>Haemorrhous mexicanus</i> | - | Sc | 3 | - |
| 11 | <i>Lepus californicus</i> | - | Sc | 3 | 2 |
| 12 | <i>Lynx rufus</i> | - | Sc | 1 | - |
| 13 | <i>Mimus polyglottos</i> | - | Sc | 3 | 1 |
| 14 | <i>Myiarchus cinerascens</i> | - | Sc | 8 | 3 |
| 15 | <i>Otospermophilus variegatus</i> | - | Sc | 3 | 2 |
| 16 | <i>Peucaea botterii</i> | - | Sc | 1 | - |
| 17 | <i>Salpinctes obsoletus</i> | - | Sc | 2 | - |
| 18 | <i>Sceloporus cowlesi</i> | - | Sc | 19 | 7 |
| 19 | <i>Sceloporus parvus</i> | Endémica | Sc | 3 | 2 |
| 20 | <i>Sylvilagus audubonii</i> | - | Sc | 4 | 3 |
| 21 | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | - | Sc | 3 | - |
| 22 | <i>Zenaida asiatica</i> | - | Sc | 5 | 2 |
| Total | | | | 90 | 38 |

VI.2.3 Abundancia relativa para fauna

Para la comparación de la Microcuenca y el área sujeta a CUSTF, se puede observar una sobresaliente abundancia relativa del área de análisis en asimilación con el proyecto, destacando la especie *Sylvilagus audubonii* (67.86); por otra parte, teniendo una menor probabilidad de encontrarse, las especies *Aimophila ruficeps*, *Buteo jamaicensis* y *Peucaea botterii*, esto debido al tipo de vegetación presente en el proyecto y a los valores más bajos de abundancias relativas obtenidos (2.00 para todas las especies).

Tabla 10. Abundancia relativa de las especies de fauna silvestre.

| Número | Nombre científico | Abundancia relativa | |
|-------------|-----------------------------|---------------------|-------|
| | | MHF | CUSTF |
| Aves | | | |
| 1 | <i>Aimophila ruficeps</i> | 2.00 | - |
| 2 | <i>Amphispiza bilineata</i> | 16.00 | 9.09 |
| 3 | <i>Buteo jamaicensis</i> | 2.00 | 4.55 |

| Número | Nombre científico | Abundancia relativa | |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------|-------|
| | | MHF | CUSTF |
| 4 | <i>Callipepla squamata</i> | 6.00 | - |
| 5 | <i>Calothorax lucifer</i> | 4.00 | 13.64 |
| 6 | <i>Cathartes aura</i> | 12.00 | 18.18 |
| 7 | <i>Catherpes mexicanus</i> | 6.00 | 4.55 |
| 8 | <i>Corvus corax</i> | 8.00 | 9.09 |
| 9 | <i>Haemorrhous mexicanus</i> | 8.00 | 13.64 |
| 10 | <i>Mimus polyglottos</i> | 6.00 | - |
| 11 | <i>Myiarchus cinerascens</i> | 6.00 | 9.09 |
| 12 | <i>Peucaea botterii</i> | 2.00 | - |
| 13 | <i>Salpinctes obsoletus</i> | 6.00 | 4.55 |
| 14 | <i>Zenaida asiatica</i> | 16.00 | 13.64 |
| Mamíferos | | | |
| 15 | <i>Lepus californicus</i> | 10.71 | 18.18 |
| 16 | <i>Lynx rufus</i> | 3.57 | - |
| 17 | <i>Otospermophilus variegatus</i> | 7.14 | - |
| 18 | <i>Sylvilagus audubonii</i> | 67.86 | 63.64 |
| 19 | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 10.71 | 18.18 |
| Herpetofauna | | | |
| 20 | <i>Aspidoscelis scalaris</i> | 33.33 | 60.00 |
| 21 | <i>Sceloporus cowlesi</i> | 25.00 | - |
| 22 | <i>Sceloporus parvus</i> | 41.67 | 40.00 |

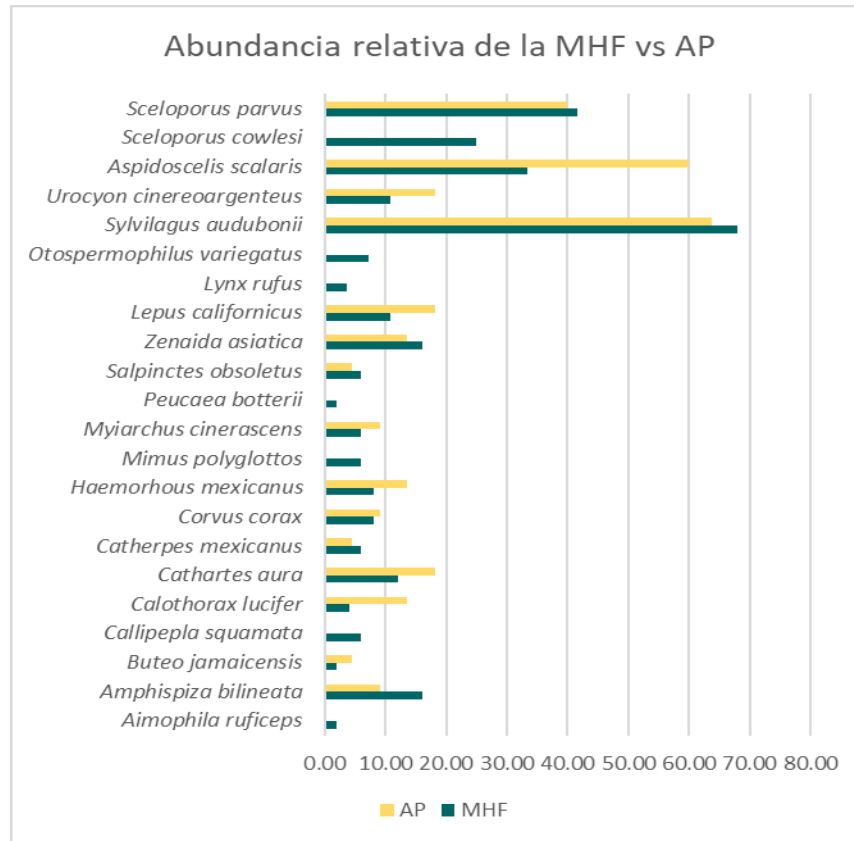


Gráfico 2. Frecuencia relativa de la fauna en la Microcuenca y en el área sujeta a CUSTF

X.1.2.4 Diversidad de Shannon de los grupos faunísticos

El análisis de la diversidad (H') de todos los grupos faunísticos registrados mostró que la Microcuenca tuvo los valores más altos en comparación al CUSTF. En las aves, la diversidad fue más alta en la Microcuenca pues tuvo un valor de H' de 2.45, mientras que en el CUSTF fue de 2.20, una diferencia de 0.25. Los reptiles también tuvieron una diversidad mayor en la Microcuenca, teniendo un valor en ella de 1.08, en comparación con el 0.67 del CUSTF, es decir, una diferencia de 0.41. Los mamíferos, como los otros grupos, tuvo una diversidad mayor en el área de la Microcuenca, ya que la H' fue de 1.05, contrario al valor de 0.91 del CUSTF, lo que significa que presentaron una diferencia de 0.14.

Estos resultados se pueden explicar al hecho de que tanto para la riqueza específica como para la abundancia de las especies, la Microcuenca siempre contó con mayores cantidades, y ya que el índice de Shannon-Wiener toma en cuenta estas dos variables, es normal que los valores sean más altos en la Microcuenca, la cual incluso es más grande con áreas mejor conservadas y con inmediaciones menos perturbadas.

Tabla 11. Comparativa de los valores de diversidad Shannon (H'), diversidad máxima esperada (H'_{max}) y equidad (J') de los grupos faunísticos en el CUSTF y la Microcuencia

| Grupos | H' | | H'_{max} | | J' | |
|-----------|-------|--------------|------------|--------------|-------|--------------|
| | CUSTF | Microcuencia | CUSTF | Microcuencia | CUSTF | Microcuencia |
| Aves | 2.20 | 2.45 | 2.30 | 2.64 | 0.96 | 0.93 |
| Reptiles | 0.67 | 1.08 | 0.69 | 1.10 | 0.97 | 0.98 |
| Mamíferos | 0.91 | 1.05 | 1.10 | 1.61 | 0.83 | 0.65 |

H' = Diversidad de Shannon-Wiener. H'_{max} = Diversidad máxima esperada. J' = Índice de Pielou

Comparando el índice de equidad de Pielou (J') y la composición de los grupos de vertebrados, se puede deducir que dos grupos tuvieron mejor equitatividad en la zona del CUSTF y uno en la Microcuencia. El grupo con la composición más homogénea en ambas zonas fueron los reptiles, cuyo valor de J' fue mejor en la Microcuencia, pues con un 0.98 superó el valor de 0.97 del CUSTF (muy cercano), es decir, la J' fue más próxima a la unidad, pues cuando el valor es 1, son situaciones en las que todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001), lo que demuestra la homogeneidad del grupo de los reptiles en ambas áreas. Ahora bien, en lo concerniente a las aves, un valor obtenido de equitatividad fue alto y otro medio, siendo en el área del CUSTF mayor (0.96) en comparación a la Microcuencia (0.93). Algo muy diferente sucede para los mamíferos, ya que las J' tuvieron valores bajos, especialmente en la Microcuencia, donde 0.65 significa una composición muy heterogénea, lo que a su vez quiere decir que hubo una gran diferencia en las abundancia de las especies, siendo menor este aspecto en el CUSTF, puesto que mostró una equidad de 0.83, lo que como se dijo, también es un valor bajo.

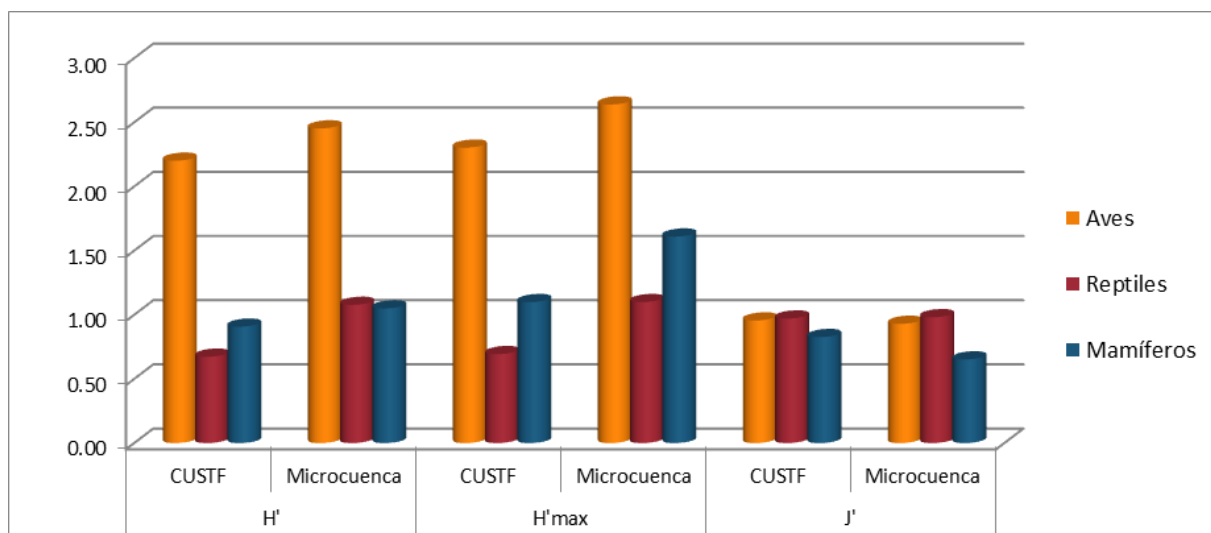


Gráfico 3. Comparación de diversidad Shannon (H'), diversidad máxima esperada (H'_{max}) y equidad (J') de los grupos faunísticos del CUSTF y la Microcuencia

VI.3 Conclusiones finales de la biodiversidad

La vegetación que será afectada durante la ejecución del CUSTF corresponde a vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo en una superficie total de 6.23 ha lo que representa el 0.62%, del total de la superficie forestal de la Microcuencia (1,104.33 ha). En este sentido la cobertura de la

vegetación presenta un espectro más amplio de distribución en el contexto estatal, por lo que el CUSTF propuesto no afectará la biodiversidad ni significa una amenaza para la permanencia de las especies de flora registradas (28) en el área sujeta a CUSTF a diferencia de la microcuenca donde se registraron 19 especies adicionales.

Aunado a esto, existe una mayor riqueza de especies a nivel de las microcuencas, de acuerdo al índice de Shannon, así como un mayor índice con respecto al IVI, todos estos parámetros nos hacen concluir que no se está poniendo en riesgo la biodiversidad de la flora, con la ejecución del CUSTF del sitio del Proyecto.

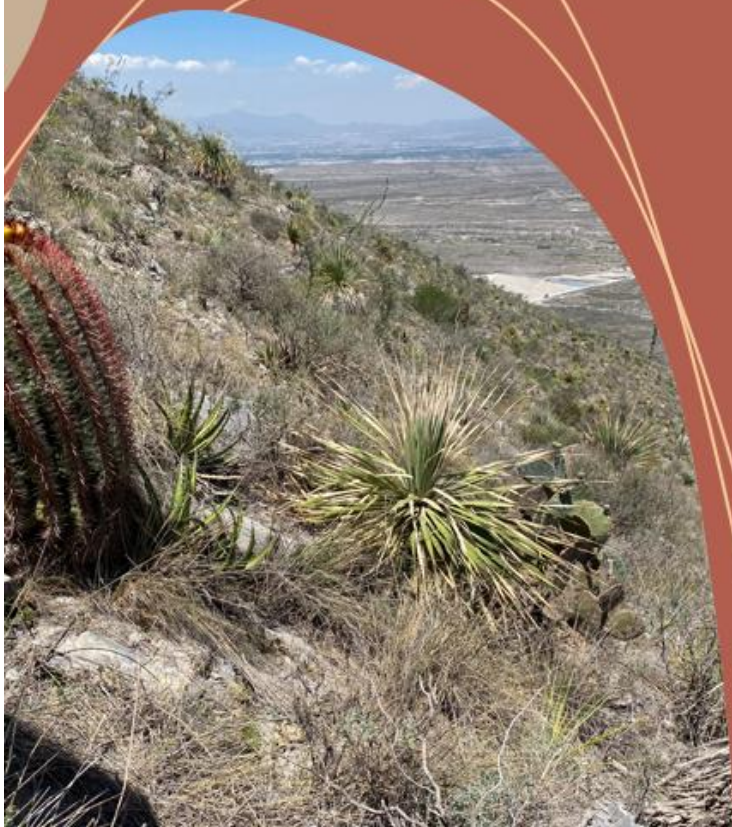
No obstante, se implementará un programa de rescate y reubicación de flora de la zona sujeta a CUSTF sobresaliendo las especies bajo alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como para aquellas especies de difícil regeneración que no fueron encontradas en los sitios de muestreo, y solo se pudieron observar algunos ejemplares aislados durante los recorridos de campo, y que tiene como objetivo asegurar la permanencia de las especies señaladas bajo condición restringida (ya sea por la abundancia de sus poblaciones y/o por sus patrones de distribución), poniendo de manifiesto con esta medida que con el cambio de uso de suelo propuesto no se pondrá en riesgo la diversidad vegetal del área sujeta a CUSTF, asegurando su sobrevivencia hasta su adaptación al nuevo hábitat.

En cuanto a fauna silvestre, se dice que se encontró una mayor riqueza específica dentro de la Microcuenca que en el CUSTF, siendo esto la obtención de 22 especies en comparación de 15 respectivamente. Asimismo, la abundancia relativa e índice de Shannon nos muestra que dentro de la Microcuenca hallamos mayor diversidad y número de individuos.

No se encontraron ejemplares de fauna con alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, al igual que en la vegetación se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre y las medidas necesarias para no afectar este factor tan importante.

Modalidad A - Particular

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU)
para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del “Banco de Calizas Begasa” ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.



CAPÍTULO VII

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA, EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL



Contenido

| | |
|---|----|
| VII. UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA, EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL | 2 |
| VII.1 Factor suelo – Erosión hídrica | 2 |
| VII.1.1 Erosión en el área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales | 2 |
| VII.2 Factor Suelo - Erosión eólica | 6 |
| VII.2.1 Incremento de la erosión eólica por el CUSTF | 8 |
| VII.3 Factor Agua | 9 |
| VI.3.1 Balance hídrico en la superficie de CUSTF | 10 |
| VI.4 Bibliografía | 14 |

VII. UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA, EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL

VII.1 Factor suelo – Erosión hídrica

El análisis comparativo de la erosión hídrica se hizo siguiendo el modelo de la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS). Se presentan a continuación los resultados obtenidos, considerando tres escenarios diferentes para el área del CUSTF con 6.23 ha, donde se muestra la erosión actual (con vegetación) donde se llevará a cabo el CUSTF y la erosión sin cobertura vegetal, además de aquel escenario con la aplicación de medidas de mitigación. Anexo a este estudio, se presentan de manera detallada la metodología y los cálculos de la erosividad, por lo que a continuación, se muestra el resultado obtenido de erosión hídrica en la superficie actual solicitada, y después del cambio de uso de suelo.

VII.1.1 Erosión en el área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales

VII.1.1.1 Erosión hídrica

Se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo ($E=R \times K \times LS \times C \times P$) para calcular la erosión hídrica que presenta la superficie solicitada para el CUSTF. En donde:

- ❖ E= Erosión del suelo en toneladas por hectárea por año (ton/ha/año)
- ❖ R= Erosividad de la lluvia
- ❖ K= Erosionabilidad del suelo
- ❖ LS= Longitud y grado de pendiente
- ❖ C= Factor de vegetación
- ❖ P= Factor de prácticas mecánicas

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) es una herramienta adecuada para estimar las pérdidas de suelo ocasionadas por la erosión de tipo laminar y en regueros; estima las pérdidas de suelo anuales, como valor promedio de un período representativo de años, que se producen en una parcela o superficie de terreno por la erosión superficial o laminar, ante determinadas condiciones de clima, suelo, relieve, vegetación y usos del suelo (Ibañez *et al.*, 2012).

Los cálculos presentados, fueron realizados a partir de tres supuestos:

- ❖ Erosión actual (previo al CUSTF).
- ❖ Erosión después del CUSTF.
- ❖ Erosión potencial con la aplicación de medidas de mitigación.

Erosión hídrica actual

La estimación de la erosión actual nos da una visión de cómo se comportan los diferentes factores que integran la EUPS, con el fin de comparar en el escenario subsecuente (Después a la ejecución del retiro de vegetación) el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Derivado del cálculo de cada factor que integra la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, resultó que para el tipo de vegetación (Vegetación de matorral desértico rosetófilo) y tipo de suelo (Leptosol), se pierde un total de 612.26 toneladas por hectárea, por lo que al extrapolarlo a la

superficie solicitada para el CUSTF (6.23 hectáreas) se estima que la erosión del suelo actual es de 762.87 toneladas al año, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 1. Erosión actual en la superficie de CUSTF.

| Erosión en condiciones actuales, o con cobertura vegetal (Toneladas al año) | Superficie (hectáreas) | Erosión actual en la superficie solicitada para el CUSTF (toneladas al año) |
|---|------------------------|---|
| 612.26 | 6.23 | 762.87 |

Nota: Los cálculos se encuentran anexos a este estudio (Anexo Erosión hídrica).

Erosión potencial después del CUSTF

Una vez realizado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se prevé que la erosión será de 492.16 toneladas por hectárea durante el primer año, donde al extrapolarlo por la superficie solicitada para el CUSTF (6.23 ha) durante los 5 años de ejecución, se estima una erosión de 3252.25 toneladas en los 5 años que se ejecutará el proyecto, tal como se muestra a continuación.

Tabla 2. Erosión después del cambio de uso de suelo.

| No. de polígono | Clave tipo de vegetación | Erosión de suelo sin cobertura vegetal (Ton/ha/año) | Superficie CUSTF (hectáreas) | Erosión en superficie CUSTF sin cubierta vegetal (Ton/sup.CUSTF/año) | Erosión a mitigar al año(Ton/sup. CUSTF) | Periodo de ejecución de CUSTF | Erosión a mitigar (Erosión después del CUSTF) toneladas |
|-----------------|---|---|------------------------------|--|--|-------------------------------|---|
| Pol 1 | Vegetación de matorral desértico rosetófilo | 487.65 | 1.246 | 607.61 | 492.16 | 1 año | 492.16 |
| Pol 2 | | 659.45 | 1.246 | 821.67 | 665.56 | 2do año | 665.56 |
| Pol 3 | | 737.20 | 1.246 | 918.55 | 744.03 | 3er año | 744.03 |
| Pol 4 | | 776.71 | 1.246 | 967.78 | 783.90 | 4to año | 783.90 |
| Pol 5 | | 561.41 | 1.246 | 699.52 | 566.61 | 5to año | 566.61 |
| Total= | | 3,222.41 | 6.23 | 4,015.13 | 3,252.25 | 5 años | 3,252.25 |

Erosión potencial con la aplicación de medidas de mitigación

Con base en los resultados obtenidos de la comparación de las cantidades de erosión hídrica que se presenta actualmente en la superficie propuesta para el proyecto y las que se presentarán durante la eliminación de la cobertura vegetal (por las actividades de CUSTF), se tiene que el promovente deberá mitigar el incremento de erosión hídrica de 492.16 t/año, es decir un total de 3,252.25 toneladas durante el periodo de 5 años que durará el CUSTF; así mismo, para el caso de la erosión eólica se mitigará el incremento de 67,629.11 t/año, que durante cinco años será 270,768.76 toneladas.

Como parte de la protección y recuperación de suelos, se proponen una serie de medidas de mitigación de los que destacan la reforestación en una superficie de 14.05 hectáreas con vegetación perteneciente a matorral desértico rosetófilo, en conjunto con la implementación de obras de conservación de suelos (terrazas individuales y presas de piedra acomodada) que aportará beneficios a los servicios ambientales.

Con el establecimiento de la reforestación, la siembra de árboles estabilizará los suelos, reduciendo la erosión hídrica y eólica, donde también ayudará a reducir el flujo rápido de las aguas de lluvias, reduciendo el arrastre de sedimento aguas abajo. De acuerdo a lo anterior, la medida de mitigación encaminada a la compensación del impacto de aumento de erosión hídrica y eólica consistirá en la implementación de la ejecución de las siguientes actividades que se describen para cada impacto: Erosión hídrica y erosión eólica.

Erosión hídrica

Los resultados de los cálculos anexos a este documento (Ehídrica-Ref) muestran que la erosión total en condiciones actuales en la superficie propuesta para la reforestación es de 356.21 toneladas por año., tal como se puede ver en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Resumen de erosión estimada.

| Polígono forestal | Tipo de vegetación | Erosión en condiciones en la superficie propuesta para reforestación (hectárea/toneladas/año) | Superficie propuesta para reforestación por tipo de vegetación | Erosión en la superficie a reforestar (toneladas/año) |
|-------------------|-------------------------------|---|--|---|
| 1 | Matorral desértico rosetófilo | 19.54 | 5.50 | 107.48 |
| 2 | Matorral desértico rosetófilo | 29.09 | 8.55 | 248.73 |
| Total | | 48.63 | 14.05 | 356.21 |

Erosión hídrica una vez realizada la reforestación

Una vez ejecutada la reforestación en las 14.05 hectáreas, la erosión tenderá a disminuir de 356.21 toneladas a 191.48 toneladas de suelo por año.

Tabla 4. Erosión una vez realizada la reforestación

| Polígono | Erosión en la superficie con reforestación (hectárea/toneladas/año) | Superficie propuesta para reforestación por tipo de vegetación | Erosión en la superficie a reforestar (toneladas/año) | Cantidad de suelo retenido 1 año (toneladas/año) |
|--------------|---|--|---|--|
| 1 | 11.93 | 5.50 | 65.60 | 41.88 |
| 2 | 14.72 | 8.55 | 125.88 | 122.85 |
| Total | 13.33 | 14.05 | 191.48 | 164.73 |

Obras de conservación de suelos

Como se plasmó en el capítulo de medidas de este estudio (XII), se realizará la construcción de un tipo de obra de conservación de suelos, acorde con las condiciones físicas que se presenta en cada sitio.

Se establecerán 1,100 terrazas individuales por hectárea para dar un total de 15,455 obras dentro de 14.05 hectáreas, cada una de estas tendrá una dimensión de 1 metro de diámetro por 0.1 metros de profundidad, acompañada de una especie vegetal.

Considerando el total de obras, la capacidad individual, la densidad aparente del suelo y una capacidad de retención de suelo mínima del 15%, se considera que en total estas obras serán capaces de retener 513.86 toneladas de suelo por año, tal como se describe en el siguiente cuadro.

Tabla 5. Retención con terrazas individuales

| Obras de conservación propuesta para bosque de encino: | Terrazas individuales |
|---|-----------------------|
| Dimensiones (Diámetro y profundidad) | 1 m x 0.1 m |
| Número de obras por hectárea | 1,100 |
| Volumen de cada terraza individual en metros cúbicos (m ³) | 0.0262 |
| Cantidad de suelo que capta cada terraza individual en toneladas (toneladas) | 0.033 |
| Superficie propuesta (hectáreas) | 14.05 |
| Cantidad de terrazas individuales en la superficie propuesta (14.05 hectáreas). | 15,455 |
| Cantidad de suelo que captan todas las obras propuestas en toneladas 1 año | 513.86 |
| Captación de suelo con una capacidad de las obras del 15% | 77.08 |

Presas de piedra acomodada

Las presas de piedra acomodada son estructuras de piedras ensambladas que se coloca transversalmente, en forma de barrera, y que son utilizadas principalmente ya sea para el control del crecimiento de las cárcavas o la contención de los suelos con pendientes moderadas. Este tipo de obra permite retener sedimentos, disminuye la velocidad del agua, estabiliza lechos de cárcavas y mejoran la calidad del agua escurrida, además de retener los suelos. Las presas de piedra acomodada que se proponen con las dimensiones de 1m x 1 m x 4 m, tiene como objetivo retener un volumen de sedimentos por cada obra de 6.93 m³, equivalente a 2.60 toneladas, de acuerdo con el tipo de suelo que se encuentra en esta área.

Se tendrá una captación de **10.39 ton/años por solo una obra** (Presa de piedra acomodada); por lo tanto, la erosión durante el CUSTF a generar estimada es de 492.16 toneladas/1.246 ha/año, en 5 años se perderá 3252.25 ton/5años en las 6.23ha por erosión hídrica, por lo que, con la construcción de 313 obras, se estaría compensando la cantidad de suelo perdido por la ejecución de este proyecto, el cual se captarían 3,252.07Ton/5años para la erosión hídrica.

A continuación, se resumen las cantidades de erosión a mitigar a través de las medidas de mitigación establecidas bajo este escenario nombrado como: *Erosión potencial con la aplicación de medidas de mitigación*, tal como se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 6. Resumen de las medidas de mitigación

| Medidas de Mitigación | Suelo retenido en toneladas/año |
|---|---------------------------------|
| Reforestación | 164.73 |
| Obras de conservación de suelos | 513.86 |
| Total | 678.59 |
| Concepto | Cantidad |
| Erosión a mitigar (1 año) toneladas/superficie CUSTF/año | 492.16 |
| Erosión a mitigar (5 años) toneladas/superficie CUSTF | 3,252.25 |
| Cantidad total de suelo retenido por las obras de conservación de suelo considerando una capacidad del 15% | 513.86 |
| Terrazas individuales | |
| Suelo retenido por la reforestación (14.05 hectáreas). | 164.73 |
| Suelo total retenido por las medidas de mitigación (reforestación + obras de conservación de terrazas individuales) | 678.59 |
| Reforestación+ terrazas individuales+ Presas de piedra acomodada | 3,930.66 |

VII.2 Factor Suelo - Erosión eólica

Para analizar el grado erosivo causado por el viento, se realizó el cálculo de la erosión eólica a través del modelo de la Ecuación de Erosión Eólica (WEE, por sus siglas en inglés) que se utiliza para cuantificar la erosión potencial del viento en un terreno dado.

Este modelo tiene en cuenta la erodabilidad del suelo (I), la energía del viento expresada por un factor climático (C), la rugosidad superficial (K), la longitud del campo libre de barreras, o abierto a la corriente de aire (L), y la cobertura vegetal (V), tal como se expresa a continuación:

$$E = f(I', K', C', L', V')$$

Dónde:

E: Erosión potencial en toneladas/hectárea/año

f: estimación de la erosión en función de las variables entre paréntesis

I: Índice de erodabilidad

K: factor de rugosidad del suelo

C: factor climático local

L: longitud de la superficie en la dirección prevaleciente de los vientos

V: factor de cobertura de vegetación (kg/ha)

Para realizar los cálculos de la erosión eólica se tomó en cuenta el tipo de suelo en donde se ubican todos los polígonos forestales. Estas combinaciones son necesarias para modelar y proyectar el resultado erosivo del lugar. Para la estimación, se consideraron los valores de cada una de las variables señaladas en la ecuación anterior, de acuerdo con las condiciones del área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales bajo los siguientes escenarios:

- ❖ Condición actual (sin CUSTF) y después (Con CUSTF)
- ❖ Con la aplicación de medidas de mitigación

Tanto las variables seleccionadas, como los cálculos y resultados se presentan en el anexo digital de Erosión eólica.

Se precisa que en la zona donde se realizará la obra se presenta un solo de tipo de suelo (Leptosol) y un tipo de vegetación forestal: Vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo.

De acuerdo con las estimaciones realizadas, actualmente se presenta una erosión eólica de 32,606.69 toneladas por hectárea por año, que tras llevarse la remoción de la vegetación se incrementará a una erosión anual de 43,462.08 de toneladas por hectárea.

En total, dentro de las 6.23 hectáreas se estima que actualmente se pierden 20,3139.65 toneladas de suelo por año; tras la ejecución se estima que esta pérdida se incrementaría hasta 270,768.76 toneladas por año, considerando la fuerza del viento y que el suelo permanecerá expuesto a los agentes erosivos.

Nota: Los cálculos se encuentran anexos a este estudio (Anexo Erosión eólica).

| Tipo de suelo | Erodabilidad (I) | Rugosidad (K) | Factor climático (C) | Factor de longitud (L) | | Cubierta vegetal (V) | | Erosión eólica (ton/ha/año) | | Superficie CUSTF (ha) | Erosión eólica (ton/año) | |
|-----------------|------------------|---------------|----------------------|------------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|------------------|
| | | | | Condición actual | Con CUSTF | Condición actual | Con CUSTF | Condición actual | Con CUSTF | | Condición actual | Con CUSTF |
| Leptosol | 185.6 | 0.02 | 1042.05 | 47.4 | 55.87 | 0.22 | 0.24 | 40,314.08 | 51870.1 | 1.246 | 50231.34 | 64630.20 |
| Leptosol | 185.6 | 0.02 | 1042.05 | 33.6 | 42.09 | 0.22 | 0.24 | 28,584.13 | 39073.8 | 1.246 | 35615.82 | 48686.00 |
| Leptosol | 185.6 | 0.02 | 1042.05 | 33.3 | 41.78 | 0.22 | 0.24 | 28,323.34 | 38789.3 | 1.246 | 35290.88 | 48331.51 |
| Leptosol | 185.6 | 0.02 | 1042.05 | 38.2 | 46.74 | 0.22 | 0.24 | 32,544.42 | 43394.2 | 1.246 | 40550.35 | 54069.11 |
| Leptosol | 185.6 | 0.02 | 1042.05 | 39.1 | 47.59 | 0.22 | 0.24 | 33,267.46 | 44182.9 | 1.246 | 41451.26 | 55051.93 |
| Total | | | | | | | | 32,606.69 | 43462.08 | 6.230 | 203139.65 | 270768.76 |

VII.2.1 Incremento de la erosión eólica por el CUSTF

VII.1.1.1 Erosión eólica

Erosión potencial Sin y con CUSFT

Al comparar la tasa de erosión eólica potencial a ocasionarse por el CUSTF (270,768.76 toneladas), contra la tasa de erosión actual (203,139.65 toneladas), resulta una diferencia de 67,629.11 toneladas, que corresponde al incremento que se podría ocasionar por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Tabla 7. Tasa de erosión del suelo por erosión eólica que aumentara por el CUSTF

| Concepto | Condición actual | Con CUSTF | Incremento de la erosión eólica |
|--------------------------|------------------|------------|---------------------------------|
| Erosión eólica (Ton/año) | 203,139.65 | 270,768.76 | 67,629.11 |

De acuerdo con la clasificación de grados de erosión eólica establecida por SEMARNAT y la Universidad Autónoma de Chapingo (SEMARNAT & UACH, Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1:1,000,000. Memoria 2001 - 2002., 2003), actualmente la erosión en la superficie de CUSTF es alta.

Tabla 8. Clasificación de los grados de degradación potencial del suelo por erosión eólica

| Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Grado de erosión eólica |
|-------------------------------|-------------------------|
| Menor de 5 | Nula |
| 5 - 10 | Ligera |
| 10 - 50 | Moderada |
| 50 - 200 | Alta |
| Mayor de 200 | Muy Alta |

Erosión potencial con la aplicación de medidas de mitigación

Una vez ejecutada la reforestación dentro de la superficie propuesta, en la cual se establecerán especies nativas, se tendrá una tasa de erosión eólica a 1,178,546.40 toneladas por año.

Tabla 9. Tasa de erosión eólica con reforestación

| Polígono restauración | Tipo de suelo | Condición actual | Con reforestación (t/ha/año) | Superficie (ha) | Con reforestación (t/año) |
|-----------------------|---------------|------------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | Calsisol | 520,489.73 | 73331.12 | 5.50 | 403,321.16 |
| 2 | Pheozem | 989,135.71 | 90669.62 | 8.55 | 775,225.24 |
| Total | | | | 1,509,625.45 | 1,178,546.40 |

De acuerdo con los escenarios antes presentados, se tendrá una disminución de la erosión de 331,079.04 toneladas de suelo por año, que extrapoladas a 5 años corresponde a 1,655,395.22 toneladas.

Tabla 10. Erosión eólica que se disminuirá con la reforestación

| Concepto | Condición actual | Con reforestación | Disminución de la erosión eólica | Disminución de la erosión eólica en 2 años |
|--------------------------|------------------|-------------------|----------------------------------|--|
| Erosión eólica (Ton/año) | 1,509,625.45 | 1,178,546.40 | 331,079.04 | 1,655,395.22 |

Tal como se observa en el cuadro siguiente, se compensará el total de la erosión provocada por el CUSTF con la reforestación propuesta en una superficie de 14.05 hectáreas.

Tabla 11. Comparativas de erosión eólica

| Mitigación | Toneladas |
|--|--------------|
| Incremento de la erosión eólica anual | 67,629.11 |
| Incremento de la erosión eólica ocasionado por el CUSTF (5 años) | 270,768.76 |
| Diminución de la erosión anual con reforestación | 331,079.04 |
| Diminución de la erosión con reforestación (5 años) | 1,655,395.22 |

Así pues, con lo anteriormente descrito, se concluye que tanto la erosión hídrica como la erosión eólica ocasionadas por el cambio de uso de suelo, se mitigarán con las medidas de compensación propuestas (reforestación y obras de conservación de suelos), dando así cumplimiento a lo establecido en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

VII.3 Factor Agua

Para conocer los datos de captación y afectación de la superficie de área de CUSTF, a continuación, se presenta un análisis del desarrollo del balance hidrológico en la superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, es decir, de la totalidad del recurso asociado agua que cae en forma de precipitación sobre la superficie, cuánto del recurso asociado habrá de escurrir sobre la superficie, que cantidad habrá de infiltrarse y lo que regresará a la atmósfera por evapotranspiración.

El análisis se desarrolló con base en las condiciones actuales que presenta la superficie, así como también y con el retiro de la vegetación; de esta manera se realizó la determinación de la disminución de la disponibilidad que habrá de provocarse al recurso asociado agua, a partir de ello, se determinan las medidas compensatorias, preventivas y de mitigación. Tomando en cuenta lo ya descrito, se realizó el balance hidrológico que demuestra, que las medidas propuestas tendrán un efecto benéfico y de esta manera no se habrá de comprometer la disponibilidad del recurso asociado agua, ni en calidad y cantidad.

VI.3.1 Balance hídrico en la superficie de CUSTF

Para la estimación del balance hidrológico dentro de la superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se empleó la ecuación del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2003) que se expresa de la manera siguiente:

$$P = I + ETR + Q$$

Dónde:

P = Precipitación; I = Infiltración; ETR = Evapotranspiración; Q = Escurrimiento superficial

Para el cálculo de la evaluación se utilizó el método Thornthwaite (Aparicio, 1992), para el cálculo del escurrimiento, se implementó el método de la NOM-011-CNA-2000 y para la estimación de la infiltración se consideró el despeje de la fórmula de balance hidrológico de CONAGUA.

Las técnicas se describen a detalle en la metodología contenida en el Anexo V. Balance hídrico, así como los procedimientos correspondientes. Los resultados de cada escenario de cambio de uso de suelo en terrenos forestales se detallan en los apartados siguientes.

VII.3.1 Balance hidrológico en las condiciones actuales de la superficie sujeta a CUSTF

Retomando los resultados del apartado V.1.5.2 Balance hídrico del Capítulo V, en el que se realizó el cálculo de los componentes (Captación, evapotranspiración, escurrimiento e infiltración) para los cinco polígonos de aprovechamiento (1.246 ha cada uno) en los que fue dividió el área CUSTF (6.23 ha) y que serán aprovechados en 5 años (un polígono anualmente), y con base a las características actuales del terreno, se sabe que el área sujeta a cambio de uso de suelo presenta una captación total 19,605.81 metros cúbicos en cinco años en las 6.23 ha., de estos se evapotranspiran 874.00 metros cúbicos (174.80 m³ anualmente en 1.246 ha), se escurren sobre la superficie 13,765.07 metros cúbicos (2,753.01 m³/año/1.246 ha) y se infiltran 4,966.74 metros cúbicos (993.35 m³/año/1.246 ha), tal como se muestra en la siguiente tabla y gráfico.

Tabla 12. Balance hidrológico con las condiciones actuales en el CUSTF/5 años

| ID Anualidad y frente de trabajo | Superficie (ha) | Captación | Evapotranspiración | Escurrimiento | Infiltración |
|----------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| 1 | 1.246 | 3,921.16 | 174.80 | 2,753.01 | 993.35 |
| 2 | 1.246 | 3,921.16 | 174.80 | 2,753.01 | 993.35 |
| 3 | 1.246 | 3,921.16 | 174.80 | 2,753.01 | 993.35 |
| 4 | 1.246 | 3,921.16 | 174.80 | 2,753.01 | 993.35 |
| 5 | 1.246 | 3,921.16 | 174.80 | 2,753.01 | 993.35 |
| Total= | 6.230 | 19,605.81 | 874.00 | 13,765.07 | 4,966.74 |

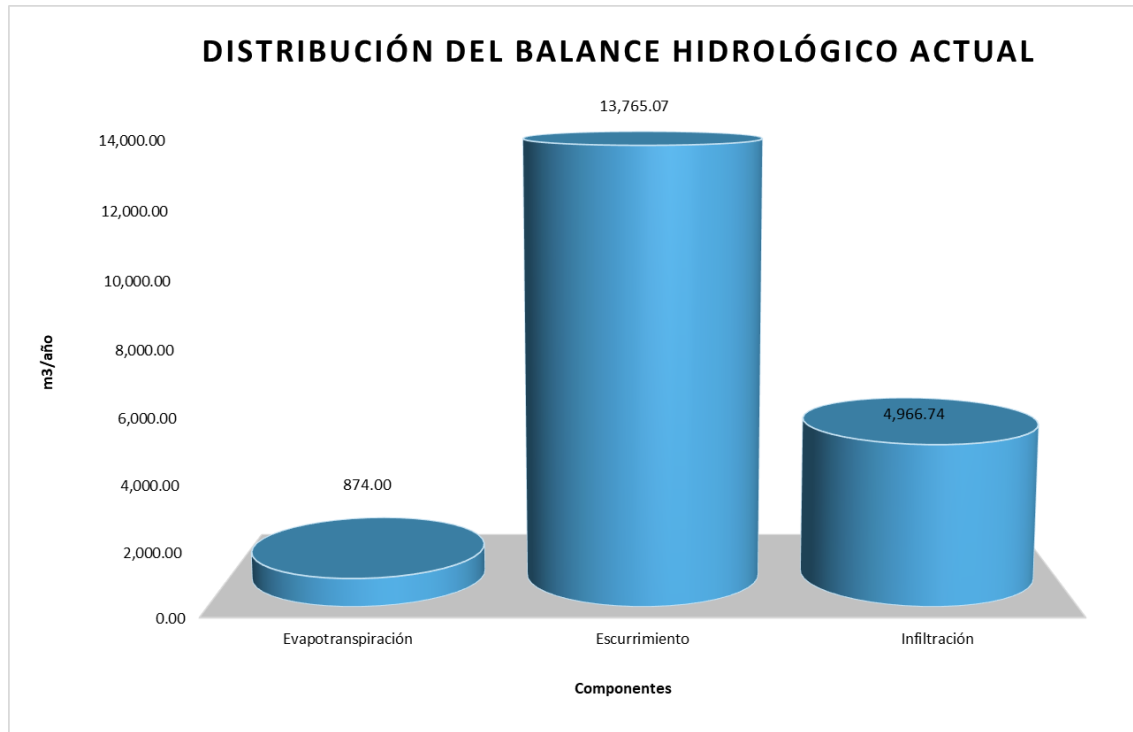


Figura 1. Distribución volumétrica del balance hídrico actual en CUSTF

VII.3.2 Balance hidrológico posterior a la ejecución del CUSTF

Al ejecutar las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en un lapso de 60 meses (cinco años), se proporcionará un cambio en el comportamiento del balance hidrológico, esto por la exposición de la superficie al efecto de la precipitación (retiro de cubierta vegetal), la evapotranspiración y la captación mantienen los mismos volúmenes; en cambio, como resultado del retiro de la vegetación y despalme, el esguerrimiento se incrementa alcanzando los 16,820.85 metros cúbicos, así mismo, se propicia que la infiltración se vea disminuida a los 1,910.96 metros cúbicos por lo que se presentará un déficit a 3,055.77 m³, tal como se observa en la siguiente tabla y gráfico.

Tabla 13. Balance hídrico posterior a la ejecución del CUSTF

| ID Anualidad y frente de trabajo | Superficie (ha) | Captación | Evapotranspiración | Esguerrimiento | Infiltración |
|----------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| 1 | 1.246 | 3,921.16 | 174.80 | 3,364.17 | 382.19 |
| 2 | 1.246 | 3,921.16 | 174.80 | 3,364.17 | 382.19 |
| 3 | 1.246 | 3,921.16 | 174.80 | 3,364.17 | 382.19 |
| 4 | 1.246 | 3,921.16 | 174.80 | 3,364.17 | 382.19 |
| 5 | 1.246 | 3,921.16 | 174.80 | 3,364.17 | 382.19 |
| Total= | 6.230 | 19,605.81 | 874.00 | 16,820.85 | 1,910.96 |

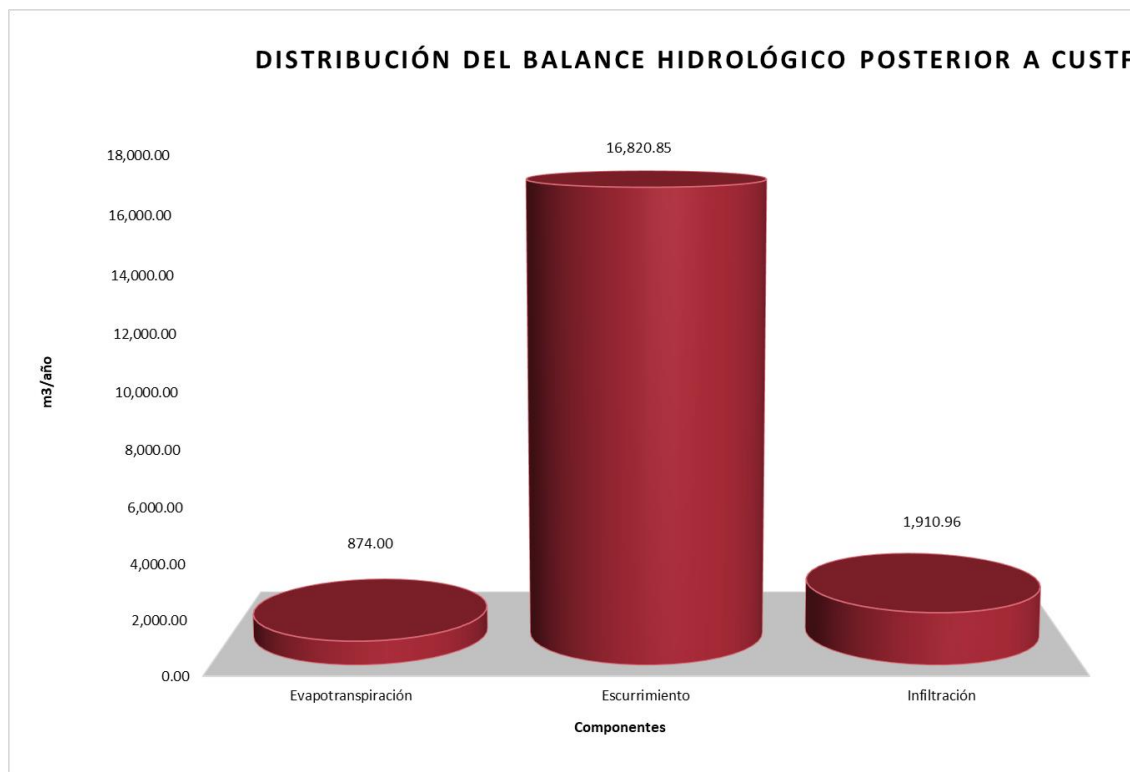


Figura 2. Distribución de los componentes hídricos del balance hídrico posterior a CUSTF

Con base en las estimaciones realizadas en el Anexo V. Balance hídrico y a manera comparativa, se determinó que por la ejecución de las actividades para cambio de uso de suelo en terrenos forestales (6.23 hectáreas de CUSTF, en un tipo de Vegetación Matorral Desértico Rosetófilo), no hay cambios en la cantidad de agua precipitada y evapotranspirada, sin embargo, si existe un cambio volumétrico en dos componentes del balance hídrico, el primero es el aumento de escurrimiento superficial que se explica por la remoción de la cubierta vegetal, y la segunda, es consecuente de la primera, una disminución volumétrica de infiltración, estimada en 3,055.77 m³. Los resultados están contenidos en la tabla y gráficos correspondientes.

Tabla 14. Resumen de balance hidrológico en la superficie de CUSTF

| Escenario | Rubro | Uso actual | | Posterior a CUSTF | |
|---------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
| | | Volumen (m ³ /5 años) | Porcentaje | Volumen (m ³ /5 año) | Porcentaje |
| Previo al CUSTF (actual) | Evapotranspiración | 874.00 | 4.46 | 874.00 | 4.46 |
| | Ecurrimiento | 13,765.07 | 14.04 | 16,820.85 | 17.16 |
| | Infiltración | 4,966.74 | 25.33 | 1,910.96 | 9.75 |
| | Captación | 19,605.81 | 100.00 | 19,605.81 | 100.00 |

VII.3.5 Volumen de balance hidrológico a mitigar

Al realizar una diferencia de los valores que conforman el balance hidrológico en la superficie durante la ejecución del CUSTF (escenario 2) contra la condición actual (escenario 1), se obtiene como resultado el impacto que se ocasionará con motivo del cambio de uso de suelo, el cual consistirá en el incremento de 3,055.77 metros cúbicos sobre el volumen de escurrimiento, así como

la reducción a 1,910.96 metros cúbicos de infiltración(reducción de 3,055.77 m³/5años/6.23ha); Tomando en consideración que, los valores son equivalentes a la suma por cada uno de los años en los que se realizará el aprovechamiento, es decir, durante los cinco años planteados para la duración de aprovechamiento y la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, el impacto al componente infiltración es de 3,055.77 m³. Al final, con el nuevo uso de suelo, se observa la distribución volumétrica de los componentes del balance hidrológico en ambos escenarios.

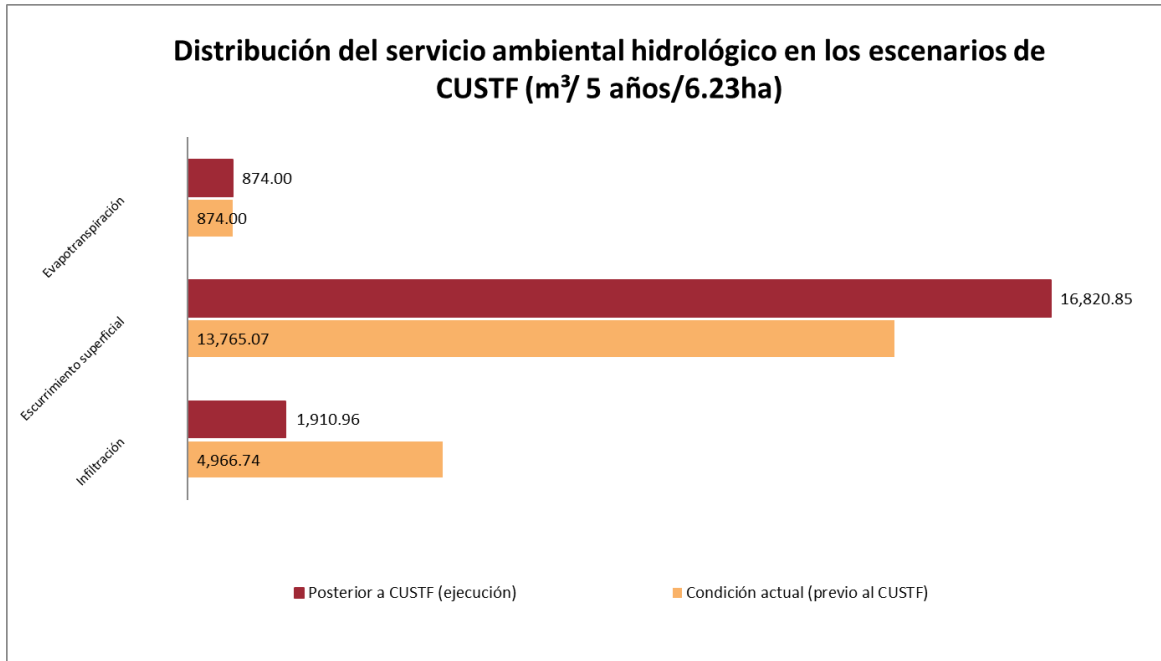


Figura 3. Resumen del balance hidrológico en el área de CUSTF.

VII.3.5.1 Balance hidrológico con la implementación de medidas de mitigación

Dado el nuevo uso al que hace referencia al presente estudio, en el que se incluyen todas las actividades a realizar, se sabe que el volumen a mitigar es de 3,055.77 m³/5 años/6.23ha., para el cual se propone la construcción de terrazas individuales y zanjas trincheras, en el área propuesta, que en conjunto tienen la capacidad de retener anualmente 3,057.15 m³, de tal manera que durante su vida útil (cinco años) retienen un total de 15,285.77 m³, permitiendo mitigar la totalidad del impacto generado en la infiltración por la ejecución del cambio de uso de suelo.

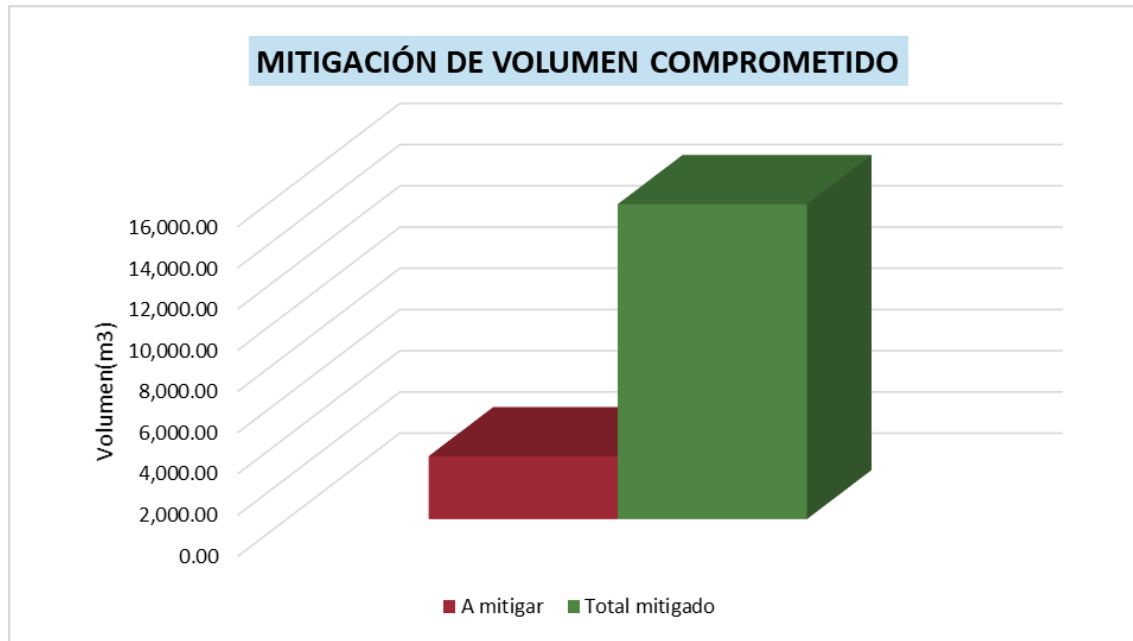


Figura 4. Volumen mitigado con la implementación de las medidas correspondientes

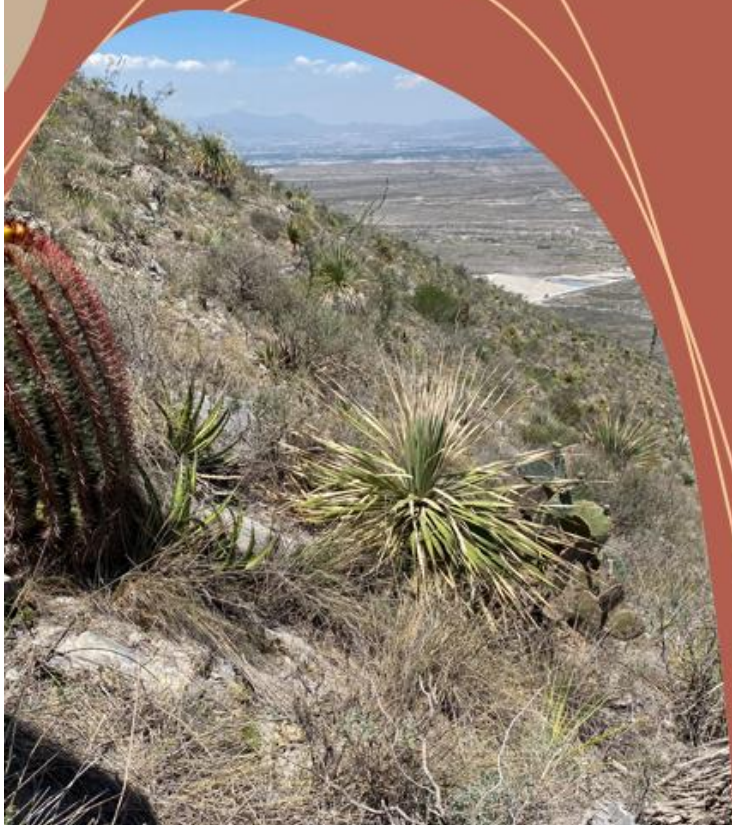
En el capítulo XII del presente estudio se enlistan las medidas que compensarán los volúmenes antes descritos.

VI.4 Bibliografía

- Ibañez Asensio, S.; Moreno Ramón, H.; Gisbert Blanquer, JM. 2012. La Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE). Departamento Producción vegetal. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Valencia. 10 pp.
- INEGI. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Serie II, escala 1:250 000 (Continuo Nacional). México. 2007.
- FAO-UNESCO. 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. 128 pp.
- SEMARNAT-UCh. Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1: 1 000 000. Memoria 2001-2002. México. 2003.

Modalidad A - Particular

**Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)**
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.



CAPÍTULO VIII

**ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS
MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO
DEL SUELO**



Contenido

| | |
|---|---|
| VIII. ESTIMACION DEL VOLUMEN POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO..... | 2 |
| VIII.1 Muestreo..... | 2 |
| VIII.1.1 Diseño e intensidad de muestreo | 2 |
| VIII.2 Número de individuos por especie que se espera remover | 2 |
| VIII.3 Estimación de existencias volumétrica | 3 |
| VIII.3.1 Volúmenes existentes por especie | 4 |
| VIII.4 Bibliografía | 6 |

VIII. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

VIII.1 Muestreo

La metodología empleada para fines de este documento se divide en dos fases, el trabajo de campo y el de gabinete. En este capítulo se describe la metodología utilizada en campo para el muestreo de las áreas dentro de la superficie para el CUSTF; la recopilación de los datos en campo, la determinación de especies y todo lo necesario para el trabajo en gabinete se describe con mayor detalle en el Capítulo V de este estudio.

Para conocer las existencias volumétricas dentro de la superficie de CUSTF, se llevó a cabo un muestreo forestal, el cual consiste en tomar muestras que se consideren representativas de la población, en otras palabras, tomar un grupo de unidades de la población (Romahn, C. & Ramírez, M., 2010).

A continuación, se presentan las consideraciones tomadas para la realización del muestreo en la superficie de CUSTF. Es importante mencionar que, en la superficie en cuestión, la vegetación se encuentra sometida a presiones antrópicas que afectan los ecosistemas aledaños.

VIII.1.1 Diseño e intensidad de muestreo

Para el presente estudio se utilizó un muestreo al azar, en donde se pueden hacer estimaciones puntuales dado que las unidades seleccionadas gozan de representatividad; la intensidad o fracción de muestreo es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, generalmente en los inventarios forestales se utilizan intensidades de muestreo del orden del 1%, 0.5% y 0.1% dependiendo de la superficie por inventariar, factores económicos, entre otros (Romahn, C. & Ramírez, M., 2010). Para este estudio se tuvo una intensidad de muestreo de 1 % con el levantamiento de 6 unidades de muestreo, que, al basarse en experiencias obtenidas en trabajos, que se han llevado a cabo en diferentes condiciones de vegetación, se han utilizado intensidades de muestreo de 1 a 10 % siendo más frecuente 1-5 %.

Tabla 1. Intensidad de muestreo en la superficie CUSTF

| Tipo de Vegetación | Superficie de CUSTF (ha) | Sitios de muestreo | Superficie muestreada (ha) | Intensidad de muestreo (%) |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|
| Matorral desértico rosetófilo | 6.23 | 6 | 0.60 | 1 |

VIII.2 Número de individuos por especie que se espera remover

De acuerdo con el estudio de vegetación que se realizó en las áreas de Cambio de Uso de Suelo se determinó la cantidad de **individuos forestales** por sitio de muestreo para posteriormente extrapolarlo a una hectárea tipo, para cada especie forestal maderable registrada en el estudio, posteriormente se realizó una estimación para el área total del CUSTF (6.23 hectáreas); lo cual está contenido en la tabla 1, misma en la que se puede observar que para el área del proyecto la cantidad de especies a remover es de 17,900 individuos de 11 especies, de las que se estima que la mayor cantidad de individuos a remover son de *Parthenium incanum* y *Lippia graveolens* con 3,944 y 2,698 cada una, en contraste está la especie *Mimosa aculeaticarpa* y *Tecoma stans* que alcanza apenas los 106 individuos.

Tabla 2. Cantidad de individuos a remover en la superficie solicitada.

| ID | Nombre científico | Número de individuos/ superficie muestreada | Número de individuos/hectárea | Número de individuos a remover en CUSTF |
|----|--------------------------------|--|----------------------------------|--|
| 1 | <i>Acacia berlandieri</i> | 13 | 217 | 1,300 |
| 2 | <i>Dalea bicolor</i> | 20 | 333 | 2,000 |
| 3 | <i>Flourensia cernua</i> | 25 | 417 | 2,500 |
| 4 | <i>Fouquieria splendens</i> | 15 | 250 | 1,500 |
| 5 | <i>Lippia graveolens</i> | 26 | 433 | 2,600 |
| 6 | <i>Malacomeles denticulata</i> | 20 | 333 | 2,000 |
| 7 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 1 | 17 | 100 |
| 8 | <i>Parthenium incanum</i> | 38 | 633 | 3,800 |
| 9 | <i>Purshia plicata</i> | 10 | 167 | 1,000 |
| 10 | <i>Salvia ballotiflora</i> | 10 | 167 | 1,000 |
| 11 | <i>Tecoma stans</i> | 1 | 17 | 100 |
| | Total= | 179 | 2,983 | 17,900 |

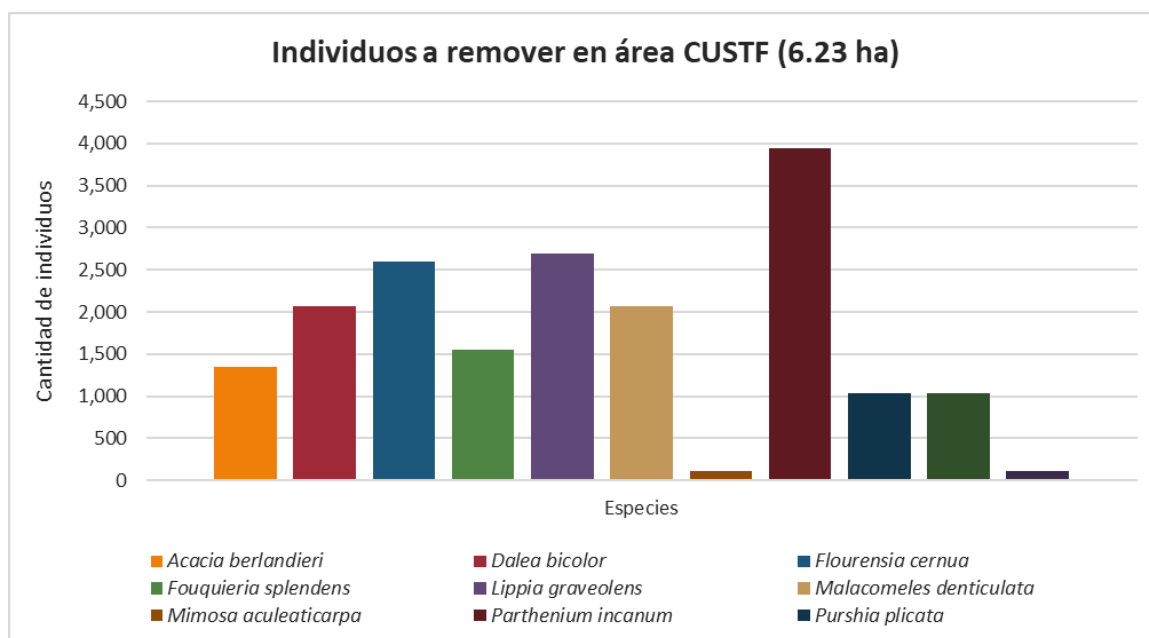


Figura 1. Número de individuos a remover en CUSFT (6.23ha)

VIII.3 Estimación de existencias volumétrica

Lo que respecta al cálculo para la estimación del volumen forestal de las especies, se pudo calcular tomando en cuenta los trabajos realizados en campo, específicamente el valor de la información dasométrica, densidad de especies, cantidad de sitios levantados, etc., mismos que son descritos con mayor detalle en cada uno de los capítulos correspondientes. En los apartados siguientes se presentan los resultados obtenidos para el análisis de la composición florística del área donde se pretende establecer el proyecto.

Para la estimación de existencias volumétricas se utilizaron las ecuaciones correspondientes, una vez que la información de los sitios de muestreo fue capturada, se procedió con su manejo para la estimación del volumen de materias primas forestales por sitio. Para ello, sólo se usaron especies leñosas. La metodología corresponde al propuesto por Hernández-Sandoval (2004), para arbustos y herbáceas, el cual considera el radio y la altura total como variables siendo éste, el mejor modelo de ajuste para los cálculos, ya que se pueden obtener estimaciones confiables, así pues, se tiene la ecuación siguiente:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \frac{1}{3} * 3.1416 * R^2 * h$$

Dónde: V= Volumen por árbol (VTA) (m³); R=radio de cobertura (m); h= Altura total (m)

VIII.3.1 Volúmenes existentes por especie

De acuerdo con la información de variables dasométricas obtenidas por sitio y especie, se realizó el cálculo de volúmenes, en primer lugar, a nivel individuo, posteriormente por hectárea y finalmente al área solicitada para CUSTF (6.23ha), de lo primero resultado lo siguiente.

Tabla 3. Hectárea tipo para el área CUSTF.

| ID | Nombre científico | Individuos/área muestreada | Volumen por área muestreada (m ³) | Vol. (m ³ /especie) | Individuos por hectárea | Volumen por hectárea (m ³) |
|---------------|--------------------------------|----------------------------|---|--------------------------------|-------------------------|--|
| 1 | <i>Acacia berlandieri</i> | 13 | 24.11 | 1.85 | 217 | 402.53 |
| 2 | <i>Dalea bicolor</i> | 20 | 1.45 | 0.07 | 333 | 24.18 |
| 3 | <i>Flourensia cernua</i> | 25 | 1.43 | 0.06 | 417 | 23.77 |
| 4 | <i>Fouquieria splendens</i> | 15 | 66.11 | 4.41 | 250 | 1,101.87 |
| 5 | <i>Lippia graveolens</i> | 26 | 1.54 | 0.06 | 433 | 25.59 |
| 6 | <i>Malacomeles denticulata</i> | 20 | 4.50 | 0.22 | 333 | 74.89 |
| 7 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 1 | 0.00 | 0.00 | 17 | 0.06 |
| 8 | <i>Parthenium incanum</i> | 38 | 3.21 | 0.08 | 633 | 53.42 |
| 9 | <i>Purshia plicata</i> | 10 | 2.19 | 0.22 | 167 | 36.54 |
| 10 | <i>Salvia ballotiflora</i> | 10 | 0.35 | 0.03 | 167 | 5.79 |
| 11 | <i>Tecoma stans</i> | 1 | 0.06 | 0.06 | 17 | 1.09 |
| Total= | | 179 | 104.95 | 7.08 | 2,984 | 1,749.73 |

Posteriormente, dichos los resultados fueron extrapolados para la superficie de las 6.23 hectáreas solicitadas para el CUSTF de matorral rosetófilo, así se tuvo que, para estas especies, se pretende realizar la remoción de 18,592 individuos que alcanzan un volumen maderable total de **10.903.29** metros cúbicos, tal como se presenta en el siguiente cuadro y gráfico. Además, se observa que la especie que presenta un mayor volumen es *Fouquieria splendens* y *Acacia berlandieri* con 6,866.86 m³ y 2,507.94 m³, respectivamente, por el contrario, *Mimosa aculeaticarpa* (0.37 m³) y *Tecoma stans* (6.80m³) registran los valores más bajos de volumen forestal.

Tabla 4. Cantidad de individuos y volumen forestal a remover de área CUTSF.

| ID | Nombre científico | Individuos a remover en el CUSTF | Volumen a remover en CUSTF (m ³) |
|----|---------------------------|----------------------------------|--|
| 1 | <i>Acacia berlandieri</i> | 1,352 | 2,507.94 |
| 2 | <i>Dalea bicolor</i> | 2,075 | 150.68 |
| 3 | <i>Flourensia cernua</i> | 2,598 | 148.11 |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en terrenos Forestales del “Banco de Calizas Begasa”, ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

| ID | Nombre científico | Individuos a remover en el CUSTF | Volumen a remover en CUSTF (m ³) |
|---------------|--------------------------------|----------------------------------|--|
| 4 | <i>Fouquieria splendens</i> | 1,558 | 6,866.86 |
| 5 | <i>Lippia graveolens</i> | 2,698 | 159.43 |
| 6 | <i>Malacomeles denticulata</i> | 2,075 | 466.64 |
| 7 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 106 | 0.37 |
| 8 | <i>Parthenium incanum</i> | 3,944 | 332.87 |
| 9 | <i>Purshia plicata</i> | 1,040 | 227.54 |
| 10 | <i>Salvia ballotiflora</i> | 1,040 | 36.06 |
| 11 | <i>Tecoma stans</i> | 106 | 6.80 |
| Total= | | 18,592 | 10,903.29 |

Nota: Los cálculos correspondientes se anexan en un archivo Excel “Volúmenes forestales”.

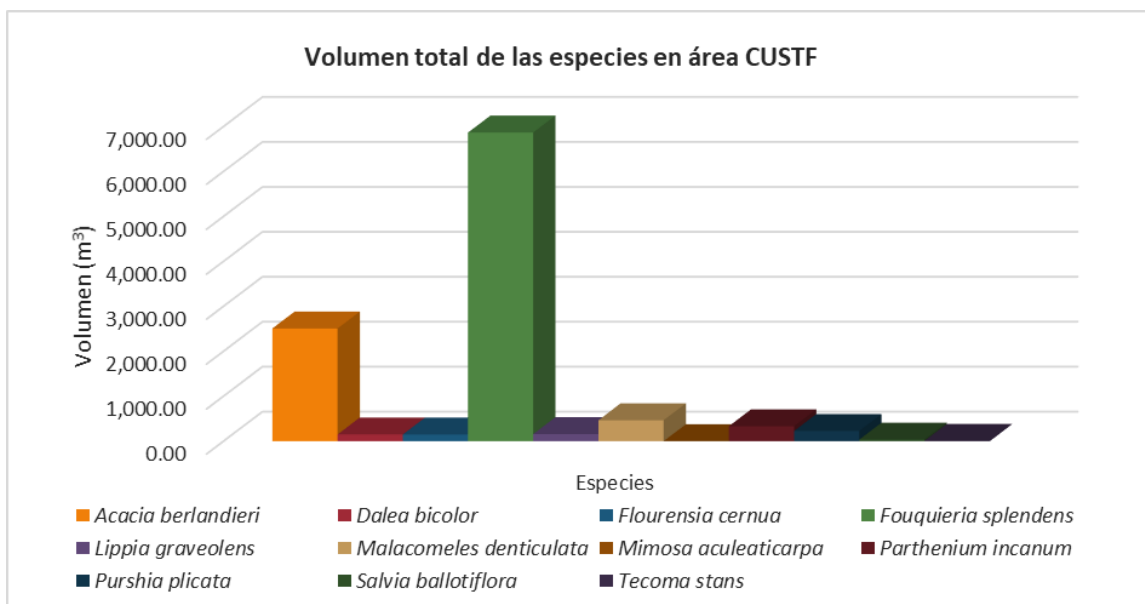


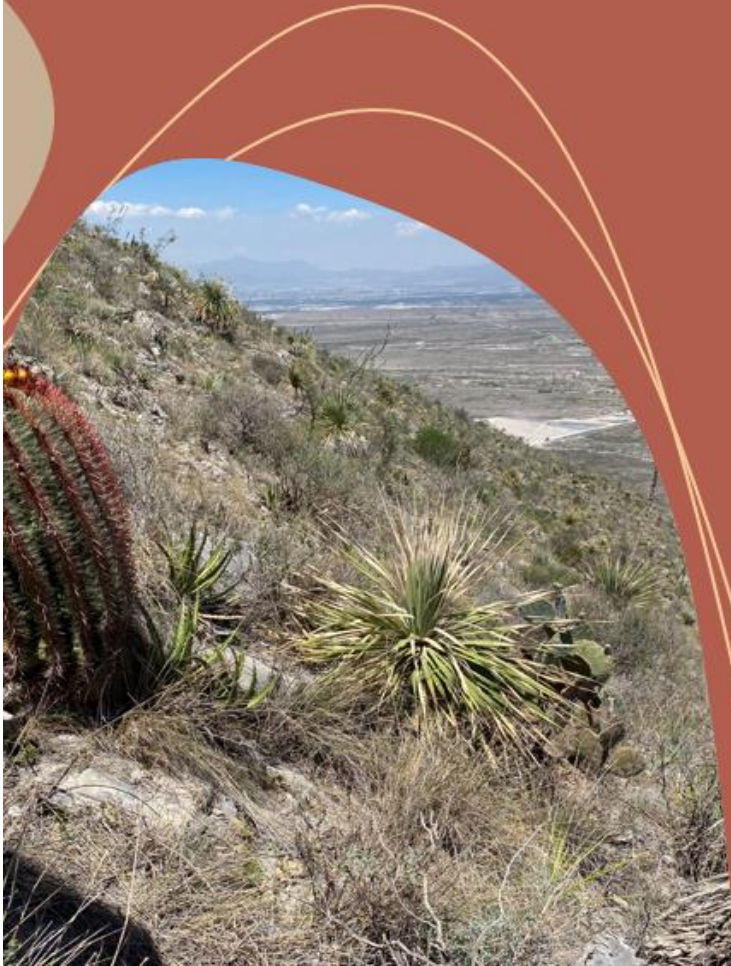
Figura 2. Volumen total por cada especie a remover en CUSTF

Finalmente, es importante mencionar que el volumen por propietario es el mismo valor pues el área solicitada a cambio de uso de suelo le pertenece a la persona solicitante.

VIII.4 Bibliografía

- CONAFOR. (2015). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos*. Obtenido de Comisión Nacional Forestal: <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/infys/temas/documentos-metodologicos>
- Condés, S., Fernández, A., & Rodríguez, F. (2013). *Influencia del inventario de campo en el error de muestreo obtenido en un inventario con tecnología Lidar*.
- Romahn, C. & Ramírez, M. (2010). *Dendrometría*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Silva G., J. E., Aguirre C., O. A., Alanis R., E., & Gonzalez T., M. A. (2018). Ecuaciones de volumen para *Prosopis articulata* S. Watson y *Lysiloma divaricata* (Jacq.) L.F. Macbr. en el noroeste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50), 415-438.
- Silva, J. (2017). *Elaboración de un sistema volumétrico en la UMAFOR 303 Sierra a la Laguna, para mezquite (Prosopis articulata) y mauto (Lysiloma divaricata)*. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales.

Modalidad A - Particular



**Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)**
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO IX

**PLAZO Y PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA
EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO**



Contenido

IX. PLAZO Y PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.3

| | |
|---|---|
| IX.1 Preparación del sitio (cambio de uso de suelo) | 3 |
| IX.1.1 Actividades previo al cambio de uso de suelo. | 3 |
| IX.1.2 Actividades de cambio de uso de suelo | 5 |
| IX.1.3 Actividades posteriores al CUSTF (medidas de mitigación) | 7 |
| IX.2 Programa de trabajo. | 9 |

IX. PLAZO Y PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

Para la etapa de preparación del sitio se realizarán actividades que harán que el terreno sea el adecuado para la ejecución del proyecto, involucrando actividades que se describen brevemente a continuación, teniendo en cuenta que la vida útil del proyecto es de 5 años, realizando la explotación paulatina de la superficie contemplando el cambio de uso de suelo en una superficie de 1.246 ha por cada año, hasta cubrir las 6.23 ha en los 5 años.

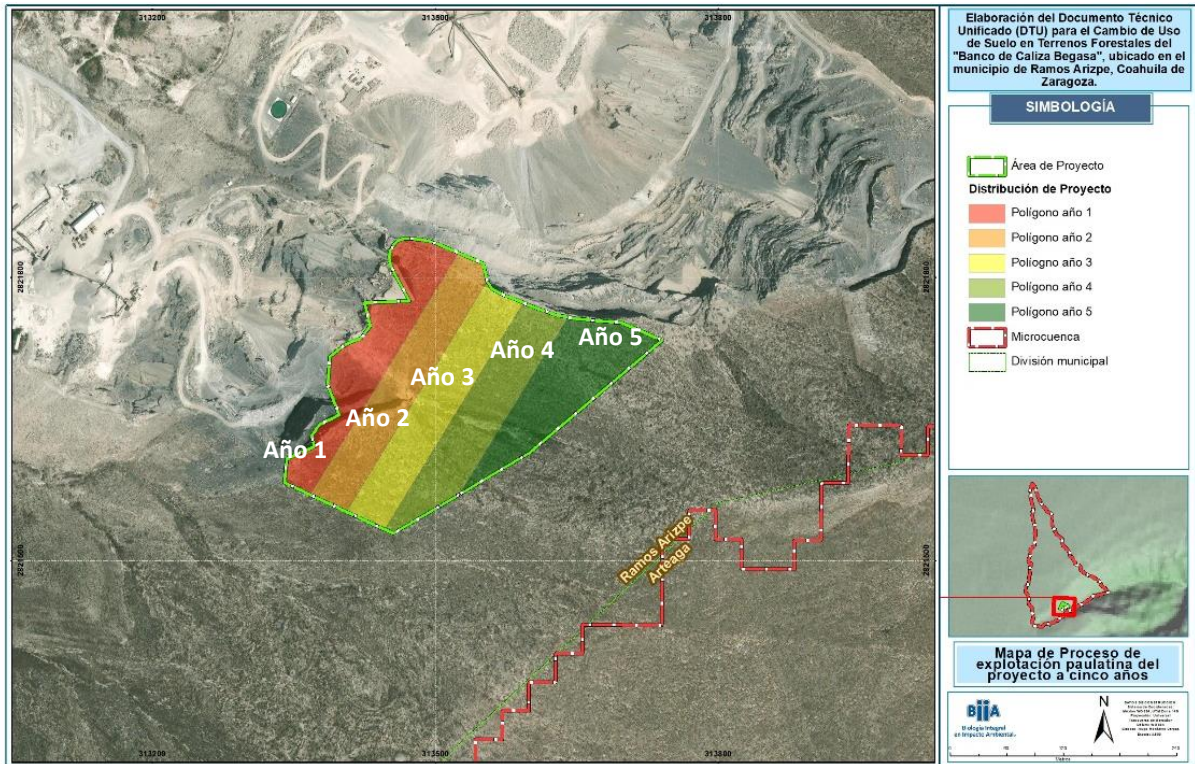


Figura 1. Proceso de desmonte (explotación) paulatino del proyecto en 5 años.

IX.1 Preparación del sitio (cambio de uso de suelo).

La actividad principal de la preparación del sitio corresponde a la extracción de la vegetación forestal presente en la superficie en la que se llevará a cabo dicha actividad. En este apartado se menciona a detalle el procedimiento para realizar la extracción de la vegetación, por lo que algunas actividades pueden considerarse como previas al cambio de uso del suelo y no propiamente como parte operativa de este. La forma de ejecución y las actividades propias de esta etapa son las siguientes:

IX.1.1 Actividades previo al cambio de uso de suelo.

- ❖ Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre.

El ahuyentamiento de fauna se concentra básicamente en generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento de los animales que se encuentren en una zona que será intervenida para el proyecto. Podrán usarse cornetas de aire

comprimido para ocasionar un estrés auditivo temporal. Este método, debe combinarse con el rescate y la reubicación de los individuos que se encuentren en el sitio.



Figura 2. Ejemplo de las cornetas de aire comprimido que podrán usarse.

❖ Rescate y reubicación de fauna.

El rescate y reubicación de fauna silvestre consiste en una técnica auxiliar para el desplazamiento de especies, desde un sitio a intervenir (hábitat de origen, área de paso o percha) hacia un hábitat alternativo, que cuente con las características biológicas del hábitat de origen, y que permita a las especies continuar con su dinámica poblacional y ciclo biológico.



Figura 3. Algunos ejemplos del equipo necesario para las acciones de rescate y monitoreo de mastofauna.

❖ Rescate y reubicación de flora.

Se indica que previo a la ejecución del cambio se realizarán recorridos por las áreas del proyecto, con la finalidad de identificar la vegetación que se verá afectada y que pudiera ser rescatada, para ser posteriormente reubicarla en sitios de características ambientales similares a las de su origen. Especialmente se le dará importancia a la flora con estatus o endémica mencionada en los capítulos posteriores de este documento.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del “Banco de Calizas Begasa”, ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

Para realizar los trabajos de rescate y reubicación, se eligieron las especies que presentan condiciones para ser rescatadas/reubicadas con éxito, es decir, que sus dimensiones en cuanto a tamaño y sistema radicular permitan su manipulación causando los menores daños posibles.



Figura 4. Ejemplificación de la extracción de plántulas

IX.1.2 Actividades de cambio de uso de suelo

❖ Señalización (delimitación).

Se establecerá una brigada con equipo de medición (GPS) para delimitar el área autorizada y así posteriormente iniciar con las demás actividades correspondientes al cambio de uso de suelo, reduciendo impactos fuera de estas áreas o fuera del predio.



Figura 5. Imagen representativa del señalamiento y delimitación del proyecto.

❖ **Desmante.**

Este proceso se llevará a cabo de manera paulatina, según la programación de superficies de la ejecución del proyecto. El inicio de estas actividades está en función de la autorización. El objetivo principal de esta actividad es el corte, derribo y extracción arbustos. La **extracción de materias primas** consiste en el arrime de la vegetación forestal resultante del derribo a zonas donde el material no perjudique los procesos del proyecto ni zonas no autorizadas.

❖ **Despalme.**

La finalidad de esta actividad es extraer la vegetación herbácea existente sobre el área del proyecto, lo anterior con la finalidad de dejar el suelo desprovisto de obstáculos para la etapa de remoción del suelo y subsuelo. Para esta actividad se usarán equipos pesados que permitan realizar el movimiento de suelos, los que típicamente podrían ser: bulldozer, CAT D6, D7 o similar, motoniveladora, excavadora tipo CAT 320 y/o 330 o similar, camión volcador de 12 m³ y/o cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar.



Figura 6. Imagen representativa de un bulldozer para el despalme.

IX.1.3 Actividades posteriores al CUSTF (medidas de mitigación)

❖ Transporte de material orgánico.

Los residuos producto del despalme (material fértil e inerte), se cargarán y transportarán al área de depósito lo más pronto posible. Se realizará simultáneamente a la etapa despalme, el cual, se colocará con una Cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar y transportará en camiones volteo con capacidad de 6 a 13 m³.

❖ Almacenamiento de material orgánico.

El material fértil e inerte serán dispuestos en la superficie de almacenamiento ubicada para tal fin, la cual deberá estar desprovista de vegetación, con pendiente ligera y ser un área que no interfiera con las corrientes superficiales de agua o zonas de recarga de acuíferos.

El período de explotación del AP es de forma paulatina durante 5 años consecutivos, por lo que se contempla el cambio de uso de suelo en una superficie de 1.246 ha por cada año.

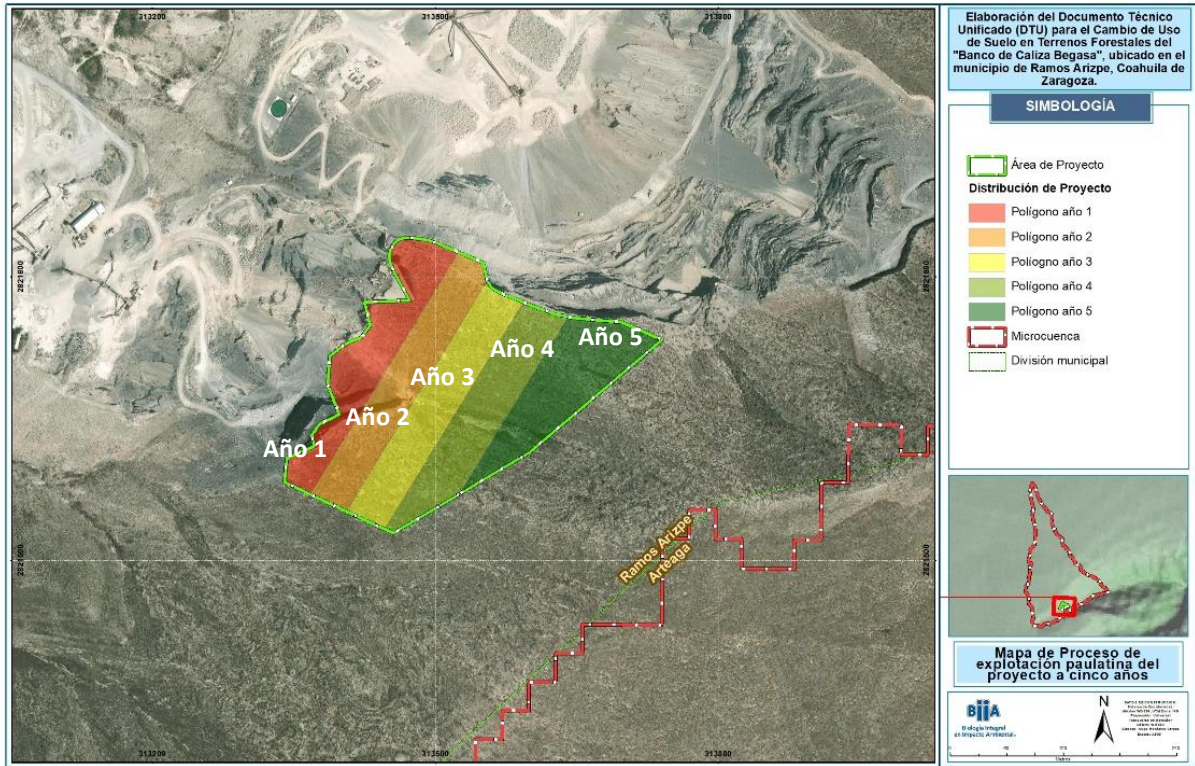


Figura 7. Proceso de desmonte (explotación) paulatino del proyecto en 5 años.

Para las actividades relacionadas con las medidas de prevención y mitigación, estas medidas propuestas, deberán ser autorizadas y validadas por la SEMARNAT, previo a la implementación antes de cualquier actividad y durante las distintas etapas que conforman el proyecto.

Así mismo, el responsable de la supervisión ambiental estará presente durante el desarrollo de cada actividad para verificar que se realicen con forme a lo dispuesto por lo establecido por las autoridades correspondientes.

Además, el Supervisor Ambiental, deberá realizar actividades como:

- ❖ Impartir charlas de educación y concientización ambiental para todo el personal que desempeñe alguna labor en el proyecto.
- ❖ Que cuente con experiencia en el desarrollo e implementación de medidas mitigatorias para el caso de afectaciones de vegetación.
- ❖ Estará presente vigilando y dando instrucciones de los procedimientos a aplicar durante las etapas del proyecto, con mayor presencia en la etapa de preparación del sitio y la remoción de la vegetación.
- ❖ Encargado de la elaboración de reportes de avance en la aplicación de las distintas medidas de mitigación propuestas en el Estudios Técnico Justificativo (ETJ).

IX.2 Programa de trabajo.

El proyecto tendrá una vida útil de 5 años (60 meses) que corresponden a las actividades propias de cambio de uso de suelo (señalización, desmonte, extracción de materias primas. Despalme, transporte del material orgánico y aprovechamiento).

El proyecto incluye medidas de mitigación, compensación y/o prevención, previas al cambio de uso de suelo como lo es el rescate de flora silvestre, ahuyentamiento de especies de fauna silvestre y el rescate de la misma.

Se contemplan también medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo como lo es la reubicación de flora silvestre y su mantenimiento, elaboración y mantenimiento de las obras de conservación de suelos y la realización de la restauración paulatina. Derivado de lo mencionado anteriormente, se contempla 1 año adicional al CUS para el mantenimiento y restauración completa de la superficie aprovechada.

A continuación, se presenta la calendarización del desarrollo de la etapa de preparación del sitio en el área del proyecto

Tabla 1. Actividades de cambio de uso de suelo (preparación del sitio)

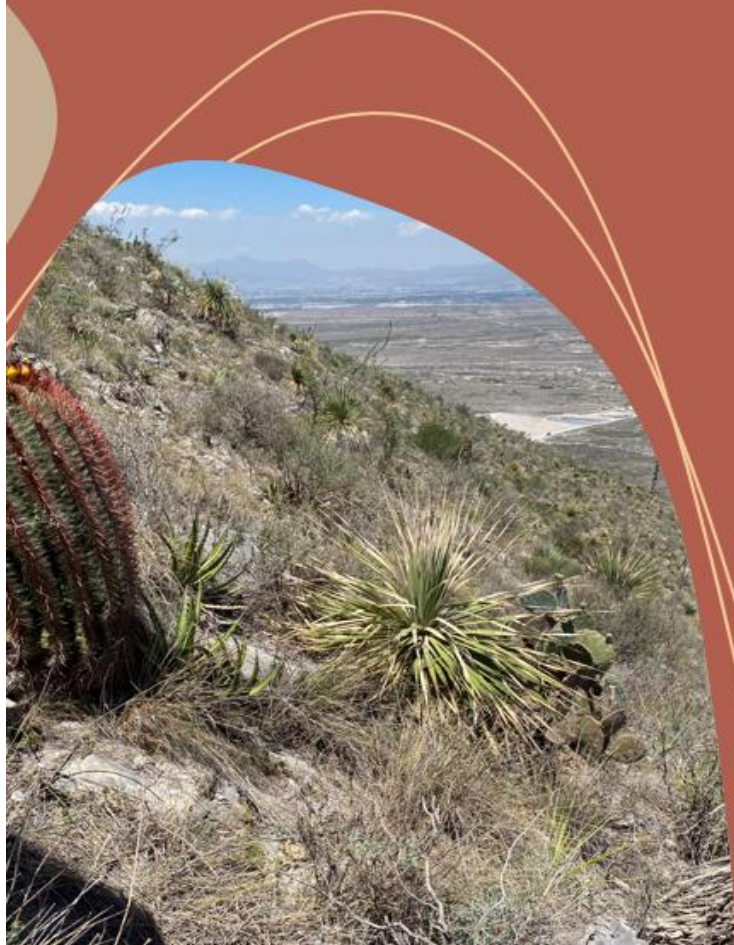
| Actividad | Año de intervención (1, 2, 3, 4, 5) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | Semestre 1 | | | | | | Semestre 2 | | | | | |
| | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 |
| Preparación del sitio | | | | | | | | | | | | |
| Señalización | | | | | | | | | | | | |
| Desmonte | | | | | | | | | | | | |
| Extracción de materias primas | | | | | | | | | | | | |
| Despalme | | | | | | | | | | | | |

En la etapa de preparación del sitio, en donde se desarrollan las actividades propias del cambio de uso de suelo (señalización (delimitación), desmonte, extracción de materias primas y despalme), se desarrollará de manera paulatina a partir de la autorización emitida por la secretaria, este plazo estará solamente distribuido en 5 años de intervención.

Tabla 2. Cronograma de actividades

| Actividad | Vida útil del proyecto en años | | | | | | | | | | | | | | | | | | Posterior al proyecto | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|-----------------------|----|---|---|---|---|----|----|---|---|
| | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | | | | |
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 3 | 6 | 9 | 12 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | | |
| Medidas de mitigación, compensación y/o prevenciones previas al cambio de uso de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rescate de flora silvestre | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | | |
| Ahuyentamiento y rescate de especies de fauna silvestre | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | | |
| Actividades del cambio de uso de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmante | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | |
| Extracción de materias primas provenientes del desmante | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | |
| Despalme | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | |
| Transporte y almacenamiento de material orgánico | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | |
| Actividades del aprovechamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extracción de la piedra caliza | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | | | | | | | |
| Transporte de la piedra caliza | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | | | | | | | |
| Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reubicación de flora silvestre | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | |
| Preparación del suelo (restauración) | | | | | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | x | x | x | |
| Restauración del suelo (reforestación) | | | | | | | | | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | x | x | x | |
| Obras de conservación de suelos | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento de la flora, obras de conservación y reforestación | | | x | x | | | x | x | | | x | x | | | x | x | | | x | x | | | x | | | x | x | x |

Modalidad A - Particular



Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO X

PROPUESTA DE PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES
DE FLORA Y FAUNA QUE PUDIERAN RESULTAR AFECTADAS Y SU
ADAPTACIÓN AL NUEVO HÁBITAT, EN CASO DE AUTORIZARSE EL
CAMBIO DE USO DE SUELO



Contenido

| | |
|--|----|
| X. PROPUESTA DE PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA QUE PUDIERAN RESULTAR AFECTADAS Y SU ADAPTACIÓN AL NUEVO HÁBITAT, EN CASO DE AUTORIZARSE EL CAMBIO DE USO DE SUELO..... | 4 |
| X.1 Programa de rescate y reubicación de flora | 4 |
| X.1.1 objetivos..... | 4 |
| X.1.2 Personal y equipo..... | 5 |
| X.1.3 Construcción, operación y mantenimiento de un vivero temporal para la producción de plantas y resguardo de germoplasma..... | 6 |
| X.1.4 Elementos de un área de confinamiento temporal | 6 |
| X.1.5 Ubicación del vivero temporal | 9 |
| X.1.6 Ubicación de las áreas de reubicación | 11 |
| X.1.7 Identificación y censo..... | 13 |
| X.1.8 Descripción de las acciones de protección y conservación de flora silvestre | 16 |
| X.1.9 Medidas obligatorias a considerar previas al rescate y reubicación de individuos | 17 |
| X.1.10 Técnicas de reubicación | 19 |
| X.1.11 Técnicas de rescate por grupo biológico..... | 20 |
| X.1.12 Rescate de germoplasma (estacas, plántulas, esquejes, hijuelos, semillas y brotes).... | 23 |
| X.1.13 Cursos de educación y sensibilización ambiental | 29 |
| X.1.14 Mantenimiento post-reubicación | 29 |
| X.1.15 Monitoreo | 29 |
| X.1.16 Indicadores de seguimiento | 30 |
| X.1.17 Muestreo evaluativo | 31 |
| X.1.18 Acciones emergentes | 32 |
| X.1.19 Calendarización | 33 |
| X.2 Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre | 34 |
| X.2.1 Objetivos | 34 |
| X.2.2 Información y requerimientos para las acciones del programa | 34 |
| X.2.3 Acciones para la protección y conservación de la herpetofauna | 39 |
| X.2.4 Metodología a emplear para la mastofauna..... | 45 |
| X.2.5 Acciones para la protección y conservación de la ornitofauna..... | 51 |
| X.2.6 Reubicación de fauna silvestre..... | 54 |
| X.2.7 Indicadores del rescate, reubicación y ahuyentamiento | 57 |
| X.2.8 Calendarización de actividades a realizar | 58 |

X.3 Bibliografía 59

X. PROPUESTA DE PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA QUE PUDIERAN RESULTAR AFECTADAS Y SU ADAPTACIÓN AL NUEVO HÁBITAT, EN CASO DE AUTORIZARSE EL CAMBIO DE USO DE SUELO

X.1 Programa de rescate y reubicación de flora

La República Mexicana existe una gran variedad de ecosistemas, esto debido a su ubicación geográfica y fisiografía, los cuales sustentan una enorme riqueza manifestada en su biodiversidad y belleza escénica, por tal razón México es considerado un país megadiverso.

El estado de Coahuila tiene 24 Áreas Naturales Protegidas (ANP), ocho de carácter federal, 10 estatales y cinco particulares, las cuales protegen 2 482 365.24 ha (16.4% del territorio). En la categoría de ANP estatales, siete áreas corresponden a la categoría de Reserva Natural Voluntaria (RNV), que en conjunto constituyen 66.87% de la superficie de todas las ANP del estado.

El estado de Coahuila se caracteriza por la presencia de seis tipos de vegetación lo cuales son; matorral desértico chihuahuense (rosetófilo, micrófilo, izotal, halófilo y gipsófilo) en 61% del territorio, matorral submontano en 8%, matorral tamaulipeco en 10%, bosques de montaña (encino, pino, oyamel, vegetación alpina y subalpina) en 2.1%, zacatal (mediano abierto, amacollado, halófilo y gipsófilo) en 8.3% y vegetación ribereña, acuática y subacuática en 0.2%. Es importante recalcar que, aunque la vegetación acuática y subacuática tiene una distribución restringida, alberga hasta 34% de especies endémicas. El 90% de la vegetación se encuentra en condición primaria (CONABIO, 2017).

El número de especies reportado para el estado de Coahuila considerando los principales grupos biológicos, hongos, plantas, invertebrados y vertebrados, es de 3 222. De estas, 237 especies se encuentran reportadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010, lo que corresponde a 7.3% del total en el estado. Las angiospermas y las aves son los grupos con más especies enlistadas en alguna categoría de conservación.

El proyecto Estudio Técnico Unificado del Cambio de Uso de Suelo para el Proyecto: Extracción y Beneficio de Material Pétreo, en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila propone el presente programa de rescate y reubicación de Flora como parte de las medidas de compensación, principalmente aquellas especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies de importancia ecológica que pudiesen verse afectadas con la ejecución de la obra.

X.1.1 objetivos

X.1.1.1 Objetivo general

Rescatar y reubicar las especies de flora que se verán afectadas por las actividades derivadas del proyecto: Estudio Técnico Unificado del Cambio de Uso de Suelo para el Proyecto: Extracción y Beneficio de Material Pétreo, en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, con una superficie de 6.23 ha., ubicado en el estado de Coahuila.

X.1.1.2 Objetivos particulares

- ❖ Brindar estrategias técnicas más adecuadas para favorecer el rescate de especies de importancia, en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y representativas del ecosistema que se afectará con la ejecución del proyecto.

- ❖ Promover la preservación, conservación y mantenimiento de germoplasma nativo, mediante la reubicación de las especies a sitios que serán rehabilitados para dicha actividad.
- ❖ Establecer los criterios que se deben contemplar para capacitar a los trabajadores encargados de realizar las acciones de rescate y cuidados en el área de confinamiento temporal, con el fin de lograr la máxima supervivencia de los individuos rescatados.
- ❖ Reubicar individuos rescatados en sitios con condiciones similares al lugar que habitaban, asegurando así su establecimiento efectivo.
- ❖ Establecer indicadores de éxito que permitan medir la eficiencia de las acciones ejecutadas, así como la implementación de monitoreo para asegurar la sobrevivencia de las especies reubicadas.

X.1.2 Personal y equipo

Para la ejecución de las medidas que se describen en el presente programa se requiere de un equipo conformado por:

- ❖ Un Biólogo botánico o afín con experiencia en el manejo e identificación de flora silvestre, quien será el responsable de reconocer las especies susceptibles a ser rescatadas, ubicar los sitios propuestos para su reubicación. Así como, llevar a cabo la supervisión de las técnicas de manejo, recuperación y reubicación de los ejemplares.
- ❖ Dos auxiliares técnicos que llevarán a cabo el mantenimiento del área de confinamiento temporal y serán los encargados de supervisar las actividades de manejo de las plantas (preparación de sustratos, riego, fertilización y en caso de ser necesario germinación de ejemplares). Así mismo, serán los encargados del monitoreo y vigilancia de los ejemplares rescatados.
- ❖ Una cuadrilla de jornaleros suficientes, para realizar el manejo de las plantas en las acciones de rescate y reubicación; se contratará a personal de las localidades aledañas al proyecto, que tengan experiencia en campo y conozcan el área de influencia del proyecto.

Para el rescate y mantenimiento de las plantas en el vivero temporal se requerirá las siguientes herramientas:

- ❖ Palas anchas, de punta o rectas.
- ❖ Palas de mano para plantar.
- ❖ Picos
- ❖ Rastrillo de dientes (tipo surcador).
- ❖ Carretillas.
- ❖ Regaderas.
- ❖ Tijera común.
- ❖ Tijera para podar.
- ❖ Bolsas de polietileno.

Para el riego de las plantas se necesitará algunos sistemas de provisión, almacenamiento y distribución de agua, por ejemplo:

- ❖ Aspersores.
- ❖ Mangueras.
- ❖ Una Bomba.
- ❖ Y tinacos.

X.1.3 Construcción, operación y mantenimiento de un vivero temporal para la producción de plantas y resguardo de germoplasma

El vivero temporal será donde se realizarán las acciones de propagación y mantenimiento de los individuos rescatados, cabe destacar que en dicho sitio también podrá servir para la reproducción de ejemplares necesarios para el programa de Reforestación con especies nativas, quedando a criterio de los encargados de ambos programas la sincronía de estos.

La producción de material vegetativo local constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles, otorgando a las plantas la fortaleza necesaria para que tengan mejores posibilidades de establecimiento en el campo, tanto en tamaño de las partes vegetativas, raíces e incluso la conformación de sus primeras ramas.

El vivero temporal proporciona una serie de ventajas que hacen factible el desarrollo eficiente del programa, dentro de estas se encuentran las siguientes:

- ❖ Permite mejorar el estado fitosanitario de las mismas si fueron dañadas durante la extracción o antes de esta acción.
- ❖ Las plantas podrán incrementar su vigor antes de ser introducidas, dándoles mayores probabilidades de supervivencia.
- ❖ Se llevan a cabo las acciones para obtener plántulas a partir de las semillas rescatadas.

X.1.4 Elementos de un área de confinamiento temporal

Al interior del área de confinamiento deberán considerarse las siguientes áreas:

- ❖ **Almacén.** Es el área en el cual se almacenen los insumos y herramientas para el mantenimiento del área de confinamiento, estará implementado con plancha de cemento.
- ❖ **Patio de trabajo.** Sitio en el que se realizará el llenado de bolsas para realizar el trasplante.
- ❖ **Área de preparación de sustratos.** Superficie en la que se realizará la mezcla de tierra, grava y de algún otro componente de los sustratos.



Figura 1. Ejemplificación de la disposición de las áreas de trabajo de un vivero temporal

- ❖ **Zona de cuarentena.** En ella se colocarán las plantas enfermas, donde se mantendrán bajo vigilancia y se les provea tratamiento fitosanitario hasta que se hallen libres de parásitos y

puedan reintroducirse. En caso de que las plantas enfermen, se usarán insecticidas y/o fungicidas biológicos. En el extremo caso de que estén infestadas gravemente, las plantas deberán ser desechadas.

- ❖ **Áreas de crecimiento.** También conocidas como planta-bandas son las zonas a las que serán trasladadas las plantas ya embolsadas en donde las medidas aproximadas son de 3 metros de ancho por 12 metros de largo. Es importante mantener el área de crecimiento de los individuos rescatados fresca y sombreada, para lograr estas condiciones es necesaria la implementación de una estructura superior con soportes a base de polines para poder fijar en ellos una malla sombra. Se colocará una malla sombra al 50%-60% la cual permite una transmisión de luz adecuada a las necesidades tanto de los individuos bien desarrollados como de las plántulas que fueron rescatadas.



Figura 2. Ejemplificación de planta-bandas



Figura 3. Sombreado de vivero temporal con malla-sombra

- ❖ **Área de Residuos Orgánicos:** En dado caso de que las plantas rescatadas sufran demasiado estrés o por cualquier otra situación relacionada al traslado, confinamiento, manejo, o experimenten algún proceso severo de pudrición y ya no sean viables para plantarse, se separan y, por ningún motivo estos individuos deben quemarse. Para esto se puede realizar una fosa en las inmediaciones del área de confinamiento con medidas variables; por ejemplo, 3 metros de ancho por 3 metros de largo y 1 metro de profundidad, las plantas se trozan y se

entierran. Aproximadamente 3 meses después estas plantas servirán como abono o como material para realizar composta y sembrar otras plantas producto de las acciones de rescate.

- ❖ **Residuos Inorgánicos:** Estos tipos de residuos como: bolsas de polietileno que se hayan roto, latas, botes de plástico o cualquier tipo de desecho que no pueda ser reutilizado, será dispuesto en los correspondientes contenedores para basura que se deben colocar dentro del terreno del área de confinamiento.
- ❖ **Áreas de propagación de semillas:** Una de las principales acciones que se llevarán a cabo en el área de confinamiento, es la propagación de las especies. La reproducción sexual presenta diversos problemas que pueden retrasar los tiempos del proyecto, desde la germinación de las plántulas por latencia de semillas, inmadurez de las mismas o incluso la falta de viabilidad de las semillas al ya haber concluido su periodo de vida. Sin embargo, las ventajas de la obtención de plantas vía semillas son muy gratificantes ya que se promueve la variabilidad genética, lo cual garantiza que las especies puedan en un futuro entrecruzarse y generar descendencia viable, acelerando la rehabilitación del hábitat.



Figura 4. Camas semilleras

El área de confinamiento temporal deberá contar con los implementos y materiales necesarios para mantener en buen estado las plantas (sistema de riego y fertilización: mangueras, motobomba, tinaco, láminas de estireno, plumones indelebles, alambre galvanizado delgado, pinzas para cortar alambre, cinta métrica, etc. sustrato, herramientas de trabajo: palas rectas, guantes de carnaza, pico, costales, bolsas negras varios tamaños, palas de jardinero, carretilla, cubetas, machetes para el rescate, flexómetro, tijeras de podar, tablas para escribir, libretas, lentes de protección, guantes de carnaza, garrocha, equipo de escalada, cuerdas, arnés, etc.).

Para el caso de las bolsas negras se recomienda utilizar de 15 x 33 cm, de calibre 300 y con fuelle en la base para un primer trasplante. En caso de que se quiera obtener plantas más grandes se pueden utilizar bolsas de 25 x 38 centímetros y calibre 400, también con fuelle. El fuelle permite un mejor acomodamiento de las plantas en las hileras y evita que se acuesten, lo que originaría el crecimiento torcido de las plantas producidas.



Figura 5. Bolsas para plantas de vivero

X.1.4.1 Mantenimiento del vivero temporal

El manejo en el vivero temporal debe estar enfocado a proporcionar las mejores condiciones para el estado fisiológico y morfológico óptimo de las plántulas y plantas a propagar. Por lo tanto, es necesario un buen control sanitario para evitar plagas o enfermedades.

El área de confinamiento deberá contar con las condiciones necesarias para el mantenimiento de los ejemplares, por lo tanto:

- ❖ Se realizará una inspección cada semana por parte de personal especializado con el fin de verificar que los ejemplares se encuentren en buenas condiciones.
- ❖ La disposición de nutrientes (fertilizantes y abono) se realizará según sea necesario, esta medida será tomada por el residente ambiental.
- ❖ Al igual que el punto anterior el saneamiento de los organismos se realizará según las condiciones que se presenten, ya que si el organismo se encuentra en buenas condiciones no será necesario realizar ninguna actividad de saneamiento.
- ❖ El periodo y cantidad de riego del ejemplar será también decidido por el residente ambiental o técnico según las condiciones ambientales que se presenten y el lugar en donde se encuentren estos ejemplares.
- ❖ Se deberá llevar el registro de todas las plantas que se encuentren en el área de confinamiento, con la información que se obtuvo del sitio donde originalmente se encontraba cada ejemplar.

El manejo en el área de confinamiento debe estar enfocado a proporcionar las mejores condiciones para el estado fisiológico y morfológico óptimo de las plántulas y plantas a propagar. Por lo tanto, es necesario un buen control sanitario para evitar plagas o enfermedades.

X.1.5 Ubicación del vivero temporal

La ubicación del área de confinamiento temporal se deberá construir en el municipio donde se desarrolle el proyecto, así como en las inmediaciones del proyecto en cuestión, es decir del área donde se realizarán las acciones de rescate.

Para las dimensiones del área de confinamiento se deberá tener en cuenta la cantidad de flora silvestre a rescatar, de ser muy alta la cantidad de plantas, se puede considerar aumentar la superficie o instalar otra área de confinamiento en alguna zona aledaña a los sitios propuestos.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Caliza Begasa", Ubicado en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

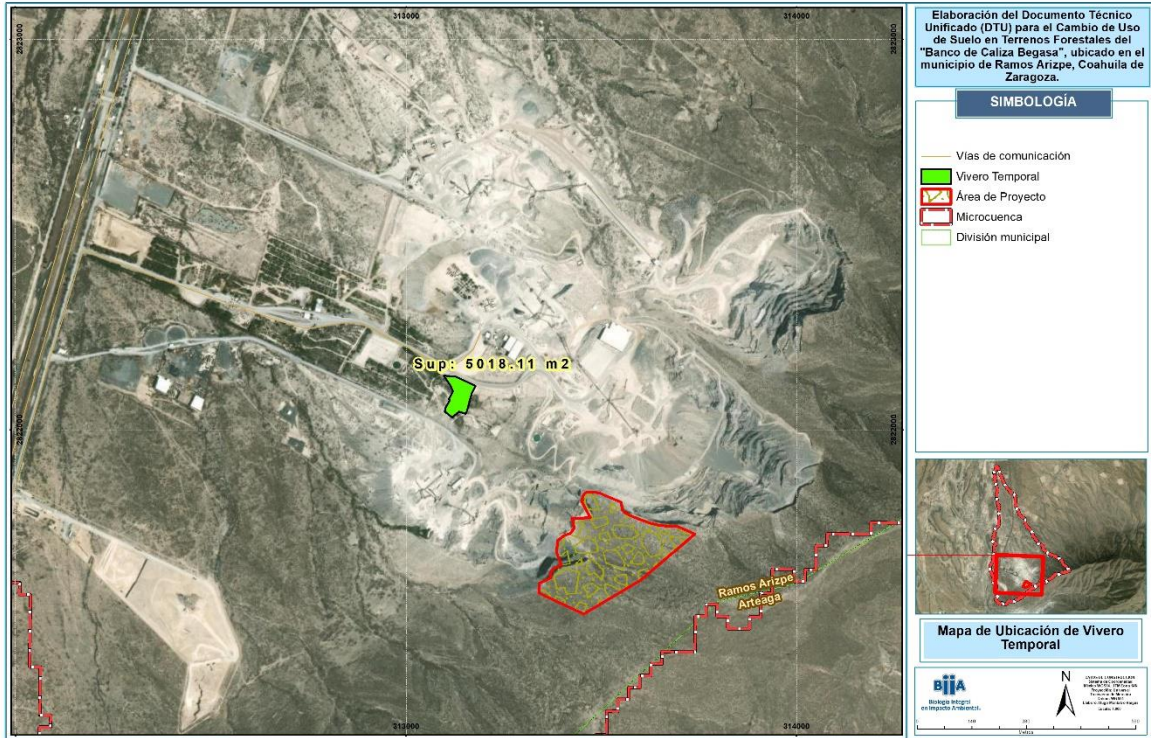


Figura 6. Polígono para la ubicación del vivero temporal

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas del polígono propuesto para la ubicación del vivero temporal.

Tabla 1. Coordenadas del polígono para la ubicación del vivero temporal

| ID | Coordenadas UTM WGS84 14 Q | |
|----|----------------------------|-------------|
| | X | Y |
| 1 | 313126.8936 | 2822136.394 |
| 2 | 313177.9579 | 2822112.201 |
| 3 | 313168.7196 | 2822095.043 |
| 4 | 313164.7105 | 2822080.735 |
| 5 | 313158.0134 | 2822055.776 |
| 6 | 313153.1002 | 2822041.13 |
| 7 | 313136.0988 | 2822046.988 |
| 8 | 313118.2157 | 2822032.327 |
| 9 | 313098.8852 | 2822047.165 |
| 10 | 313102.0227 | 2822057.594 |
| 11 | 313109.3401 | 2822070.702 |
| 12 | 313110.9008 | 2822074.106 |
| 13 | 313111.9178 | 2822077.572 |
| 14 | 313109.8282 | 2822079.174 |
| 15 | 313120.3878 | 2822099.065 |

| ID | Coordenadas UTM WGS84 14 Q | |
|----|----------------------------|-------------|
| | X | Y |
| 16 | 313114.2402 | 2822113.604 |
| 17 | 313108.8111 | 2822120.079 |
| 18 | 313096.6254 | 2822138.991 |

X.1.6 Ubicación de las áreas de reubicación

El lugar para realizar la reubicación de la flora silvestre en campo será elegido tomando en cuenta los siguientes criterios:

- ❖ Presentar condiciones ecológicas iguales o parecidas a los sitios de extracción de cada especie.
- ❖ Dichas superficies deben estar cercanas al sitio de extracción.
- ❖ De fácil acceso.

Los polígonos propuestos para la reubicación de las especies que se rescatarán en el área del proyecto son de 6.50 ha.

A continuación, se presentan los polígonos propuestos para la reubicación de las especies rescatadas.

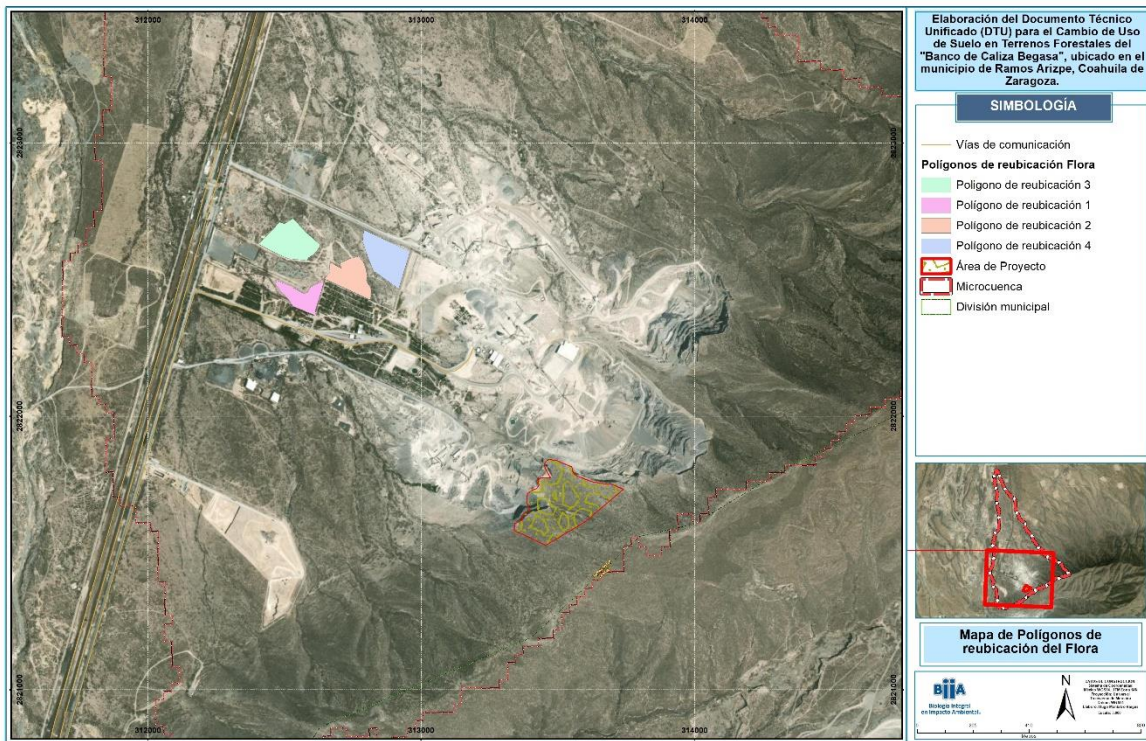


Figura 7. Ubicación de los polígonos de reubicación de flora

De igual forma en la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los polígonos propuestos para la reubicación de flora.

Tabla 2. Polígonos de reubicación de flora

| No. Polígono | vértices | X | Y |
|--------------|----------|--------|---------|
| 1 | 1 | 312609 | 2822371 |
| | 2 | 312534 | 2822401 |
| | 3 | 312528 | 2822406 |
| | 4 | 312520 | 2822419 |
| | 5 | 312513 | 2822430 |
| | 6 | 312503 | 2822439 |
| | 7 | 312496 | 2822448 |
| | 8 | 312488 | 2822453 |
| | 9 | 312482 | 2822462 |
| | 10 | 312478 | 2822469 |
| | 11 | 312472 | 2822476 |
| | 12 | 312466 | 2822483 |
| | 13 | 312469 | 2822491 |
| | 14 | 312473 | 2822499 |
| | 15 | 312478 | 2822495 |
| | 16 | 312486 | 2822491 |
| | 17 | 312502 | 2822484 |
| | 18 | 312521 | 2822476 |
| | 19 | 312542 | 2822465 |
| | 20 | 312563 | 2822453 |
| | 21 | 312570 | 2822447 |
| | 22 | 312582 | 2822453 |
| | 23 | 312589 | 2822465 |
| | 24 | 312595 | 2822473 |
| | 25 | 312635 | 2822493 |
| | 26 | 312643 | 2822488 |
| | 27 | 312625 | 2822430 |
| | 28 | 312611 | 2822385 |
| | 29 | 312615 | 2822379 |
| 2 | 1 | 312716 | 2822471 |
| | 2 | 312646 | 2822503 |
| | 3 | 312664 | 2822526 |
| | 4 | 312666 | 2822528 |
| | 5 | 312664 | 2822555 |
| | 6 | 312669 | 2822563 |
| | 7 | 312700 | 2822544 |
| | 8 | 312707 | 2822543 |
| | 9 | 312703 | 2822558 |
| | 10 | 312708 | 2822562 |
| | 11 | 312739 | 2822578 |
| | 12 | 312758 | 2822582 |
| | 13 | 312772 | 2822585 |
| | 14 | 312790 | 2822560 |
| | 15 | 312796 | 2822541 |
| | 16 | 312799 | 2822528 |
| | 17 | 312802 | 2822513 |
| | 18 | 312799 | 2822495 |

| No. Polígono | vértices | X | Y |
|--------------|----------|--------|---------|
| | 19 | 312808 | 2822479 |
| | 20 | 312815 | 2822467 |
| | 21 | 312815 | 2822437 |
| | 22 | 312813 | 2822427 |
| 3 | 1 | 312404 | 2822629 |
| | 2 | 312483 | 2822711 |
| | 3 | 312500 | 2822704 |
| | 4 | 312531 | 2822724 |
| | 5 | 312535 | 2822718 |
| | 6 | 312564 | 2822689 |
| | 7 | 312580 | 2822672 |
| | 8 | 312631 | 2822627 |
| | 9 | 312622 | 2822611 |
| | 10 | 312607 | 2822593 |
| | 11 | 312587 | 2822580 |
| | 12 | 312580 | 2822569 |
| | 13 | 312555 | 2822573 |
| | 14 | 312514 | 2822577 |
| | 15 | 312486 | 2822588 |
| 4 | 1 | 312917 | 2822467 |
| | 2 | 312826 | 2822532 |
| | 3 | 312811 | 2822567 |
| | 4 | 312785 | 2822639 |
| | 5 | 312790 | 2822681 |
| | 6 | 312959 | 2822603 |

X.1.7 Identificación y censo

El cumplimiento de las acciones de protección y conservación de flora están enfocadas a grupos y especies particulares que se consideran prioritarias para la conservación de la biodiversidad. Por lo que, este objetivo dependerá de la correcta identificación y tener conocimiento del número de las plantas a ser rescatadas.

Como apoyo para la identificación de los ejemplares durante la ejecución del programa se recomienda utilizar un catálogo de flora.

Para el censado de las plantas sujetas a las acciones de este programa se elaborarán formatos para ser llenados en campo. La información colectada dependerá de las características de la especie. A continuación, se presenta un ejemplo del formato para el registro del censo de las especies rescatadas (arbóreas, arbustivas, suculentas y herbáceas).

El censo de las plantas a rescatar puede llevarse a cabo en el momento en que se rescatan, o con anticipación, dependiendo del avance de las obras de ingeniería y la coordinación que se tenga con la dirección de obra. Para el marcado puede ocuparse cinta plástica de colores rojo, amarillo o naranja; o bien, pintura sobre la corteza de los árboles (siempre que se trate de individuos que serán removidos).

El censo de las plantas a rescatar puede llevarse a cabo en el momento en que se rescatan, o bien, con anticipación, dependiendo del avance de las obras de ingeniería y la coordinación que se tenga con la dirección de obra.

Es posible que el rescate lo lleve a cabo personal distinto al que realizó el censo, por lo que los documentos de registro como el marcado serán muy útiles para llevar a cabo las acciones correctas. Para hacer eficiente y minimizar errores, es importante que el equipo encargado del censado de las plantas, lleve a cabo ensayos previos de este protocolo de manera que pueda ajustar, tanto los procedimientos como sus formatos. Dicho entrenamiento repercutirá tanto en la calidad de la información que se obtenga, como en la optimización de la logística (el uso del personal, equipo y tiempo).

X.1.7.1 Especies de flora seleccionadas para su rescate

Para la selección de las especies a rescatar se consideran varios criterios como lo son; el índice de valor de importancia ecológica (IVIE) de acuerdo al tipo de vegetación, registro en la NOM-059-SEMARNAT-2010 además del tamaño del individuo y periodo de crecimiento.

Para el presente proyecto se consideran las siguientes especies a rescatar mediante individuos completos esquejes u hijuelos y semillas, cabe mencionar que, en caso de encontrarse alguna otra especie de importancia ecológica u de cactácea que no se encuentra en esta lista deberá reubicarse.

Tabla 4. Lista de especies propuestas para su rescate

| No. | Nombre científico | NOM-059-SEMARNAT-2010 | Densidad por ha/a rescatar | Forma de rescate |
|-----|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|
| 1 | <i>Ferocactus pilosus</i> | Pr | 96 | Individuo |
| 2 | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | - | 321 | Individuo |
| 3 | <i>Neolloydia conoidea</i> | - | 498 | Individuo |
| 4 | <i>Opuntia microdasys</i> | - | 209 | Esqueje/Hijuelos |
| 5 | <i>Opuntia stenopetala</i> | - | 209 | Esqueje/Hijuelos |
| 6 | <i>Thelocactus macdowellii</i> | A | 433 | Individuo |
| 7 | <i>Agave falcata</i> | - | 1,150 | Individuos/Hijuelos |
| 8 | <i>Agave lechuguilla</i> | - | 6,917 | Individuos/Hijuelos |
| 9 | <i>Agave scabra</i> | - | 1,150 | Individuos/Hijuelos |
| 10 | <i>Dasyllirion cedrosanum</i> | - | 317 | Individuos |
| 11 | <i>Hechtia glomerata</i> | - | 7,317 | Individuos/Hijuelos |
| 12 | <i>Acacia berlandieri</i> | - | 217 | Semillas |
| 13 | <i>Salvia ballotiflora</i> | - | 167 | Semilla |
| 14 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | - | 1,150 | Semilla |
| 15 | <i>Fouquieria splendens</i> | - | 67 | Individuo |
| 16 | <i>Jatrofa dioca</i> | - | 1333 | Individuo/Esqueje |

Para las cactáceas que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin excepción, deberán rescatarse, mientras que para las de demás especies el número de individuos a rescatar puede ser modificada de acuerdo a la accesibilidad del terreno, condición de la planta en la que se encuentre los individuos o de acuerdo a los criterios que tome el ejecutor del programa de acuerdo a la necesidad del proyecto.

Cabe mencionar que, las especies que se rescatarán por esquejes/Hijuelos pueden reproducirse en el vivero temporal.

X.1.8 Descripción de las acciones de protección y conservación de flora silvestre

A continuación, se propone la forma adecuada de llevar a cabo las técnicas para el rescate y transporte; además, se señalan las características del área de confinamiento temporal que habrá de establecerse para el manejo de las plantas rescatadas; se indican algunas técnicas para la reintroducción; y finalmente se estipulan las acciones posteriores para evaluar el éxito de estas medidas ambientales y para efectuar las acciones emergentes en caso de ser necesario.

X.1.9 Medidas obligatorias a considerar previas al rescate y reubicación de individuos

Antes de cualquier actividad de rescate y reubicación de flora deberán de llevarse a cabo con estricto apego las siguientes medidas:

- ❖ La extracción de individuos se deberá hacerse con extrema precaución, cuidando en todo momento la integridad de las estructuras vegetales, principalmente las raíces.



Figura 8. Extracción adecuada de individuos

- ❖ Es importante que una vez extraídas plántulas de especies arbóreas o arbustivas se trasplanten inmediatamente en bolsas para vivero evitando así daño radicular durante el transporte, y obligatoriamente deberán ser etiquetadas al mismo tiempo.



Figura 9. Individuos trasplantados y etiquetados

- ❖ Durante el rescate de plantas es estrictamente necesario agrupar los individuos por especie, especialmente cuando se realicen colectas de esquejes y estacas, pudiendo tener así control de la cantidad de individuos que se van a propagar por especie.



Figura 10. Clasificación de estacas y esquejes

- ❖ El traslado de las plantas rescatadas al área de confinamiento temporal es crucial para su sobrevivencia en dicho sitio, puesto que si no se tiene un manejo y acomodo adecuado estas pueden someterse a estrés, lo cual conllevaría a una alta mortandad. Se debe procurar no encimar plántulas, así mismo no pisar ningún tipo de material rescatado durante su acomodo en el vehículo de transporte.



Figura 11. Transporte adecuado de plantas

- ❖ Queda estrictamente prohibido establecer el vivero en zonas con cubierta forestal, los espacios destinados para dicha área deberán ser sitios desprovistos de vegetación o cuya capa vegetal únicamente albergue especies herbáceas de tipo ruderal que deberán removerse.
- ❖ Un error muy común es regar las plantas cuando el sol se encuentra en su punto máximo de radiación y no se toma en cuenta que también el agua aumenta su temperatura al ser transportada, provocando así estrés en las plantas. El riego deberá realizarse en las primeras horas de la mañana, evitando así la radiación del sol que en consecuencia provoca que las plantas se quemen.



Figura 12. Riego de plantas

- ❖ El material rescatado (esquejes, estacas y frutos) no deberán permanecer aglutinados durante mucho tiempo antes de su trasplante en el área de confinamiento, puesto que su almacenaje en montículos provoca un ambiente de humedad en los individuos que se localizan en las partes menos superficiales, propiciando el crecimiento de hongos.



Figura 13. Aglutinación de individuos rescatados

X.1.10 Técnicas de reubicación

Para los individuos producto del rescate ya sean arbóreos, arbustivos o cactáceas, la reubicación deberá llevarse a cabo durante la temporada de lluvias, o en dado caso programar riego a la planta reubicada para favorecer el éxito de la supervivencia de las plantas. Un método de reintroducción muy común es la forma de trasplante que se describe a continuación:

1. Excavar el hoyo o cepa de tamaño adecuado, en proporción al tamaño de la planta.
2. Colocar la planta en posición natural, es decir, verticalmente y bien centrada.
3. Rellenar el hoyo, de preferencia en el fondo se echará un poco de la tierra más fértil.
4. Apisonar el hoyo alrededor de la planta, para asegurar que la humedad se mantenga.
5. Formar un cajete, para facilitar la captación de agua, alrededor de la planta.
6. Etiquetar y registrar el ejemplar.
7. En el caso de las especies de la familia Cactácea es muy importante mantener la orientación original de la cara norte de los individuos, con base a la marca en la etapa de extracción, con el fin de evitar quemaduras solares que puedan menguar su capacidad de sobrevivencia.

El traslado de los individuos rescatados del área de confinamiento a los sitios de reubicación se realizará en un vehículo automotor, en el que se acomodarán adecuadamente los ejemplares para evitar que se dañen durante el traslado. Para el traslado deberán tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- ❖ Las distancias del área de confinamiento a la plantación deberán ser cortas, evitando distancias mayores a 100 kilómetros, esto con el fin de evitar el estrés por deshidratación y movimientos bruscos de la planta.
- ❖ Deberá elegirse una velocidad adecuada (60-80 km/h) para evitar que las plantas sean expuestas al sol y factores climáticos que afecten su bienestar.
- ❖ Transportar la cantidad óptima de planta por viaje, de acuerdo con las características del vehículo de transporte, sin sobrecargarlo para evitar daños a las plantas.
- ❖ No encimar, cajas, charolas, rejillas o contenedor utilizado para su transporte, así como cualquier otro tipo de objeto.
- ❖ Los traslados se realizarán en las primeras horas del día para evitar que las plantas sean expuestas a altas temperaturas o radiación.
- ❖ Tener cuidado al momento de la carga o descarga para evitar pérdidas de tierra de los cepellones

El transporte de las plantas se recomienda efectuar empleando un vehículo de carga con gran capacidad, pudiendo efectuar el transporte en pocos viajes. Las plantas se deben colocar en estibas de madera, evitando encimar las bolsas, dejando el espacio suficiente para evitar que se quiebre la planta y se deberán regar antes de efectuar el viaje. El almacenamiento de las plantas se deberá efectuar cerca de los campamentos y debajo de árboles que le proporcionen media sombra, y por la mañana o por tarde se deberán de regar abundantemente.



Figura 14. Ejemplificación del transporte de las plantas

En el caso de las epífitas, se seleccionarán lugares similares en los que se encontraban los individuos al momento del rescate, por tanto, serán colocados en árboles de un sitio previamente seleccionado, para el caso de las especies herbáceas, estas serán esparcidas en la superficie de restauración mediante suelo orgánico rescatado.

X.1.11 Técnicas de rescate por grupo biológico

Las plantas sujetas a rescate se encuentran clasificadas de acuerdo a características particulares, es por ello que las técnicas a implementar serán variadas de acuerdo al grupo al que pertenezcan (arbóreas, arbustivas, herbáceas, cactáceas o epífitas). Se deberá contar con bitácoras de registro

de las especies rescatadas, que contengan nombres científicos, dimensiones, ubicación de extracción y sitio a reubicar.

X.1.11.1 Arbóreas y arbustivas

El rescate de árboles adultos frecuentemente es imposible (mayores a 2 metros), no obstante, como forma de reducir impactos causados por la pérdida de diversidad genética de la región, será necesario el rescate de plántulas, y en caso de considerarse viable por el biólogo responsable del programa se rescatarán semillas, estacas y esquejes con el objetivo de conservar parte del germoplasma local.

Para los individuos grandes de árboles, si se observa que tiene un buen estado de salud, es posible reubicarlos de manera inmediata en los sitios delimitados para dichas acciones.

En cuanto a las especies arbustivas se contempla el rescate de los individuos menores a 1.5 metros, mientras que de los individuos mayores a esa altura se deberá rescatar de germoplasma (frutos y semillas) o bien, de ser necesario adquirir las plantas en viveros autorizados.

Para las especies arbóreas y arbustivas en las que no sea viable el rescate de individuos completos (mayores a 2 metros) se realizará el rescate de las plántulas de las especies o de individuos de tallas menores a 2 metros.

X.1.11.2 Herbáceas

Para las especies de plantas herbáceas se contempla el rescate de suelo producto del despalme. Ese suelo rescatado será distribuido uniformemente sobre la superficie de reubicación/reforestación, este suelo contendrá sin lugar a dudas, germoplasma (frutos y semillas) de especies herbáceas.

X.1.11.3 Cactáceas

El rescate de las cactáceas se realizará de forma manual, en caso de haber algún individuo de tamaño considerable se puede utilizar maquinaria para su reubicación y se realizará de la siguiente manera:

- ❖ **Rescate manual:** El rescate manual también es opción viable para cactáceas pequeñas, para este procedimiento se utiliza una pala para remover la tierra a una distancia razonable de la planta aproximadamente de 5 a 10, o hasta 20 centímetros dependiendo del tamaño de la misma, procurando causarle el menor daño a sus órganos y tejidos, eliminando plantas herbáceas acompañantes, pero con parte del sustrato en el que se desarrolla (cepellón). La profundidad de la excavación debe estar en función de la especie que se desea extraer, del tamaño del ejemplar y de la distancia entre la excavación y la planta. Las plantas rescatadas serán llevadas al área de confinamiento, para su posterior introducción.
- ❖ **Rescate con maquinaria pesada:** El rescate de cactáceas se puede realizar usando maquinaria pesada, en algunos casos, cuando los organismos presentan una talla y tamaño considerable el uso de la retroexcavadora (mano de chango) puede fungir como una excelente opción, el manipuleo de estos organismos con dicha maquinaria debe realizarse de manera cuidadosa para no dañar principalmente al ejemplar y la misma sufra de alguna infección externa.

Es preciso mantener la orientación original de la planta (principalmente en las cactáceas), por lo cual se marcará una espina con orientación norte y/o sur antes de llevar a cabo la extracción del ejemplar, imitando las condiciones previas a la extracción, a fin de evitar quemaduras solares que puedan menguar su capacidad de supervivencia. La técnica

utilizada para mantener la orientación, consiste en pintar una o varias espinas donde inciden los rayos solares, esto asegura que al momento de la reubicación y la plantación este orientada en la dirección original.

Para la extracción se deberá considerar que las actividades sean realizadas por la mañana, al momento de la extracción de los individuos, se debe evitar el daño radicular, así mismo, si al momento de la extracción se producen daños al tejido vegetativo de las plantas, o ya se encuentran dañadas por efecto del pastoreo, se deberán curar las heridas ya que pueden ser foco de infección en la planta, previniendo enfermedades producidas por hongos y se evita el ataque de otros fitopatógenos (virus, bacterias, protozoarios).



Figura 15. Rescate de cactáceas

X.1.11.4 Epífitas

En el caso de las plantas con esta forma de vida, una vez que se identifiquen y marquen las que son susceptibles de rescate, deberán removerse manualmente del árbol o tronco en el que estén mediante el siguiente procedimiento:

- ❖ Remover las plantas de forma manual y con mucho cuidado, para evitar causar daños a los pseudobulbos en el caso de las orquídeas, o raíces en el caso del resto de las epífitas. La remoción consistirá en hacer una incisión circundante en la corteza para poder remover el organismo, el cual se sujeta de la base para mantener su integridad al momento de separarlo. Si la planta epífita está sujeta a ramas muy delgadas o ya secas, podrán desprenderse junto con estas, lo cual disminuye el estrés y los daños a la planta. Para la remoción y descenso de epífitas muy altas será necesario el uso de garrochas, escaleras o cortar las ramas completas.
- ❖ Una vez removida del árbol, la planta rescatada deberá ser limpiada y liberada de los remanentes de la corteza del árbol hospedero, así como de materia orgánica y restos secos de las plantas (hojas, varas florales), ya que pueden favorecer la aparición de enfermedades.
- ❖ Las plantas se envolverán en hojas (periódico u hojas verdes), se amarrarán en manojos no muy apretados, a los cuales se les atará una etiqueta rotulada con el número, fecha, y se transportarán en huacales o cajas de cartón al área de confinamiento. Con la remoción, las plantas sufren indudablemente daños en su sistema radicular, por lo que es necesario no humedecer las plantas ni las raíces en las primeras 12 horas después de la colecta, ni exponerlas a los rayos del sol.
- ❖ Existirán plantas epífitas que en el momento del rescate cuenten con frutos y semillas, estos deberán ser colectados para su cultivo y de este modo reponer las plantas adultas que pudieran morir. Para esto será necesario que el encargado de la supervisión ambiental las identifique antes de su colecta. Los frutos o semillas recolectadas se guardarán en sobres de

papel donde se anota la fecha, especie y fecha de cultivo, y se transportan al área de confinamiento temporal.

- ❖ La reubicación de las plantas podrá ser inmediata en ciertos casos, mientras que habrá otras que deberán ser trasladadas al área de confinamiento antes de su reubicación. Esta decisión deberá ser tomada en función de la especie que se trate, del tiempo que se tenga y de la logística del rescate, además de quedar a juicio del biólogo encargado.



Figura 16. Ejemplificación del rescate y reubicación de las plantas epífitas

X.1.12 Rescate de germoplasma (estacas, plántulas, esquejes, hijuelos, semillas y brotes)

Plántulas

Para las especies arbóreas y arbustivas en las que no sea viable el rescate de individuos completos (mayores a 2 metros) se realizará el rescate de las plántulas de las especies o de individuos de tallas menores a 2 metros; éstas se puedan hallar tanto en las zonas conservadas como en aquellas que han sufrido algún tipo de perturbación donde esté ocurriendo sucesión secundaria pero que presentan condiciones propias para el desarrollo de las mismas.

El procedimiento consistirá en:

- ❖ Remoción completa del organismo con el sustrato hallado alrededor del que se encuentra, utilizando herramientas manuales para extraer las raíces (cepellón), asegurándose que el sistema radicular sea removido en su totalidad.
- ❖ Se colocará cada una de las plántulas en una bolsa de polietileno apropiada, con buen drenaje y de tamaño adecuado. Llenar la bolsa con el sustrato libre de piedras y ramas.
- ❖ Se etiquetarán los individuos, utilizando etiquetas de cartulina o cartón, o bien se pueden utilizar persianas cortadas al tamaño que se requiera, se perforan y se amarran con hilo. La escritura sobre estas se hará con plumón fino permanente.
- ❖ Los individuos embolsados se colocarán en posición vertical para ser transportados al área de confinamiento temporal antes de su utilización en las actividades de reubicación y/o restauración.



Figura 17. Ejemplificación de extracción de plántulas

Esquejes

❖ Esquejes de especies arbóreas y arbustivas

Como primer paso para la reproducción mediante esquejes, es la identificación de especies aptas para tal actividad. Posterior a su identificación se seleccionará aquellas que presenten buen estado de salud y se determinará si se lleva a cabo su reproducción por esqueje o estaca. La longitud de cada estaca o esqueje deberá ser de aproximadamente 15 a 20 centímetros, aunque pueden ser de 25 a 30 centímetros de largo y un grosor de uno a tres centímetros, que sean fuertes y contengan suficiente material de reserva, es decir, que contenga dos yemas axilares y que al menos exista una yema en cada extremo de la estaca o esqueje. En el vivero temporal se colocarán en bolsas individuales con el tipo de sustrato dependiendo la especie que necesite, adicionando giberelinas (hormonas) al 10% para asegurar su enraíce o algún otro tipo de enraizador.

Se registrarán los siguientes datos: fecha de trasplante, nombre común y/o científico. La época de corte de preferencia se debe hacer al principio de la temporada de secas, para dar suficiente tiempo al enraizamiento de las estacas y evitar que éstas se lleguen a pudrir por el exceso de humedad. Es recomendable que el material obtenido (estacas o esquejes) no permanezcan mucho tiempo sin sembrar después del corte.



Figura 18. Ejemplificación del rescate de esquejes de individuos

❖ **Rescate de esquejes de suculentas**

El rescate de esquejes, es el método asexual más exitoso para la propagación de estas plantas, esta técnica aplica para individuos grandes (mayores a 1.5 metros); por ejemplo, del género *Opuntia* aprovechando que cada cladodio (penca) tiene altas probabilidades de formar un nuevo individuo. La técnica es la siguiente:

- ❖ Para la selección del material a propagar; los esquejes se deben cortar de individuos que sean visiblemente sanos y vigorosos.
- ❖ La época de corte debe ser el principio de las secas, para dar suficiente tiempo al enraizamiento y evitar que se lleguen a pudrir por el exceso de humedad, sin embargo, no debe ser estrictamente la temporada de secas cuando se tengan que hacer los cortes de esquejes, se debe procurar plantar (en el área de confinamiento) lo más pronto que se pueda ya que permanecer mucho tiempo sin plantar puede ocasionar pérdida de individuos por pudrición
- ❖ Los individuos se fragmentan en trozos (en los entrenudos de los cladodios) que se deben dejar cicatrizar en un lugar seco y ventilado. De preferencia se debe introducir la navaja, machete o tijeras de podar en alcohol y flamearlas antes de cada corte.
- ❖ A cada individuo rescatado, se le colocará una etiqueta de identificación con numeración consecutiva irrepetible. Dicha etiqueta se sujetará con un cordón colocándola exactamente en la base de una espina, para evitar daños a la planta.
- ❖ Se deberá tomar con mucho cuidado la planta para extraerla; se aconseja el uso de guantes de carnaza o en su defecto de jardinería, para evitar lastimarse las manos con las espinas.
- ❖ Una vez obtenidas las pencas (cladodios), éstas deberán dejarse secar por un período de 3 a 4 días, a fin de permitir la cicatrización de los tejidos. Durante este tiempo, los esquejes no requerirán ningún tipo de riego.



Figura 19. Obtención de un esqueje de cactácea

- ❖ Ya cicatrizadas las plantas se trasplantarán en bolsas de plástico para vivero con dimensiones adecuadas para cada penca o individuo, y en un sustrato adecuado con el mantenimiento y cuidados necesarios en el área de confinamiento, previos a su reintroducción.

Colecta de frutos

Previo a la colecta de frutos y semillas, se requerirá la búsqueda de bibliografía pertinente para conocimiento de la fenología de las especies y así determinar las etapas de fructificación y producción de semillas, de tal manera que se pueda corroborar que estas etapas coincidan con las actividades del programa de rescate de flora o de otra forma se programe realizar la colecta de éstos con meses de anticipación.



Figura 20. Ejemplificación de obtención de semillas

Método de colecta de frutos

- ❖ **Método de las espuelas:** este método será de gran utilidad debido a que los árboles de talla grande en el área de estudio son abundantes. Esta técnica consiste en utilizar espolones de hierro forjado, sujetos con correas de cuero a los pies. El espolón termina en una punta firme (5-10 cm de longitud). Adicionalmente se lleva una cuerda y cinturón de seguridad sujeto a la cintura que rodea al árbol para evitar caídas.
- ❖ **Método de la escalera:** de igual forma este método es útil para las áreas de rescate del presente programa, ya que hay zonas donde hay árboles no muy altos y cercanos a las vías de comunicación, con esto se puede evitar cargar la escalera mucho tiempo.

Adicionalmente se pueden aprovechar los frutos que se encuentran en el suelo siempre y cuando se encuentren en buenas condiciones; sacudir los árboles/arbustos es una forma de ayudar al desprendimiento de los frutos. Y si algún árbol se aprovechará como madera para fines de construcción o cualquier otro tipo de fin, se pueden aprovechar los frutos.

Rescate de semillas

La semilla es la forma más práctica y eficiente para recolectar, transportar, estudiar y almacenar la diversidad vegetal, por corresponder a un estado compacto, resistente e independiente dentro del ciclo de vida de una planta. Cada una de ellas es, potencialmente, un nuevo individuo que contiene parte de la variabilidad genética presente en toda una población. Esta técnica es útil para todas las especies propuestas para rescate.

Una buena planificación contribuye en gran parte al éxito de las expediciones de recolección de semillas, lo cual influirá directamente en la utilidad de las colecciones. Incluye tanto la planificación técnica como la preparación logística para la expedición.

Técnicas de recolección

- ❖ Especies con frutos dehiscentes (tales como silicuas, vainas de leguminosas o cápsulas). Se deben recolectar las semillas directamente dentro de bolsas de tela o de papel. También puede ser práctico utilizar un recipiente o bandeja, donde se realice una prelimpieza, eliminando los restos de la planta más voluminosos antes de introducir las semillas en la bolsa.
- ❖ Algunas cápsulas pueden vaciarse fácilmente en un recipiente de prelimpieza o bolsa de recolección; este método es útil para diversas infrutescencias, por ejemplo, para las cabezuelas de las Asteráceas.
- ❖ Este último método se puede adaptar para plantas más pequeñas con frutos dehiscentes extendiendo un trozo grande de papel (tamaño carta) bajo la planta. Tras lo cual se golpea cuidadosamente para que las semillas caigan sobre el papel. Desde aquí se recogen directamente en las bolsas.
- ❖ En cuanto a los frutos que permanecen en el suelo, en este caso se deben tomar precauciones porque las semillas pueden ser viejas y estar seriamente deterioradas. Además, las semillas o frutos que se encuentren debajo de un individuo pueden realmente proceder de otro, lo cual tiene implicaciones en el muestreo; o las semillas pueden proceder de especies similares que no son objetivo de la recolección. Si finalmente la única opción es recolectar los frutos del suelo, esto debe quedar especificado en la ficha de recolección para advertir al personal del banco de semillas de la escasa germinación potencial de la muestra.
- ❖ Particularmente para la obtención de semillas de cactáceas de los frutos que generalmente son carnosos, un día después de la colecta se procede a la separación de la pulpa. Se desprende de la cáscara y se aplasta la pulpa ligeramente con la mano, la pulpa se coloca en un cernidor cuya abertura sea menor al tamaño de la semilla, las cuales generalmente son negras o de colores oscuros. Se lavan con un chorro de agua de preferencia hervida, si es agua potable que sea muy limpia y que pueda usarse directamente. En dado caso de que la pulpa no ceda, se procede a embarrar suavemente las semillas con la mano sobre una hoja de papel o sobre papel estraza sobre una mesa. La pulpa comenzará a separarse de las semillas. Con ayuda de una aguja o palillos se van aislando las semillas hacia otra zona. Se debe procurar que el sitio se encuentre muy limpio y retirar lo más que pueda de pulpa dejando las semillas sobre un papel absorbente o simplemente sobre un papel periódico.

Extracción, limpieza y almacenamiento de semillas

La extracción es el proceso o conjunto de actividades tendientes a separar la semilla de los frutos. Los periodos de tiempo y la velocidad de apertura de los frutos son condiciones que varían de acuerdo con los factores ambientales y con la especie (Olivia, 2014). Algunos frutos abren sólo cuando se secan en el árbol, como hay que colectarlos antes que se abran, se debe proceder a un secado artificial. Los frutos que no se abren solos se debe romper de manera mecánica teniendo cuidado de no dañar la semilla y separar de manera individual cada una de estas.



Figura 21. Extracción y limpieza de semillas

El almacenamiento busca proteger la semilla del deterioro y daños, minimizar la pérdida de germinación y del vigor, así como mantener la identidad de la semilla, su condición física y su pureza, así mismo es fundamental para las especies, cuyas semillas pierden rápidamente su calidad fisiológica, principalmente cuando no pueden ser sembradas luego de la colecta (Olivia, 2014). Contar con un buen número de semillas es importante para poder reponer las especies afectadas. Para su almacenamiento se podrán utilizar bolsas de papel previamente etiquetadas con el nombre de la especie, fecha de almacenamiento y número de semillas. Se deben almacenar en un lugar seco, libre de cualquier factor de humedad, de igual manera no se recomienda el uso de fungicidas para semillas en almacenamiento, ya que la mayoría de ellos deben ser disueltos en agua, lo que aumenta el contenido de humedad de las semillas (Olivia, 2014).

Viabilidad de semillas para la siembra

Una de las técnicas más usadas para la selección de semilla es la de Flotación. Este método tiene buen resultado en semillas grandes y con altos contenidos de humedad. El método se fundamenta en el hecho de que flotan solo aquellas vacías, vanas y/o muy pequeñas que tienen un peso inferior al de las semillas viables.



Figura 22. Técnica de flotación de semillas para determinación de viabilidad

Dependiendo de las especies, se pueden usar los siguientes tratamientos pre - germinativos:

- ❖ **Estratificación.** Se colocan las semillas en capas o estratos húmedos, esto método es empleado frecuentemente cuando la semilla germina sólo si sufre del frío invernal que requiere para romper la latencia de su embrión. Para esto se mantiene la semilla en estado de imbibición, es decir, hinchada por el agua, lo que se consigue manteniendo la semilla por 2 a 3 días sumergida en agua corriente con un sustrato, este puede ser arena (Varela & Aparicio, 2011).

- ❖ Escarificación. Este método consiste en romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases.
- ❖ Inmersión en agua caliente. Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua a temperatura ambiente o caliente entre los 77 y 100° Celsius, de inmediato se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando.
- ❖ Lixiviación. En este proceso se remueven los inhibidores remojando las semillas en agua corriente o cambiándoles el agua con frecuencia. El tiempo de lixiviación es de 12 a 24 horas.

X.1.13 Cursos de educación y sensibilización ambiental

Se deberán realizar pláticas con los trabajadores que se involucren en la ejecución del programa de rescate, con el fin de que conozcan las actividades a desarrollar, la importancia del rescate, las especies susceptibles de rescate, el manejo que se le debe dar a las mismas y las prohibiciones que se estipulan en las medidas ambientales; como, por ejemplo: no extraer flora y fauna que no esté contemplada dentro de los programas ambientales, no realizar fogatas, entre otras.

A su vez, en estas pláticas o cursos se determinarán las restricciones en cuanto al manejo de flora se refiere, así como las normas ambientales que se tienen que acatar, evitando así realizar afectaciones adicionales al ambiente.



Figura 23. Ejemplificación de educación y sensibilización ambiental

X.1.14 Mantenimiento post-reubicación

Con la finalidad de asegurar la supervivencia a corto y mediano plazo del mayor número posible de ejemplares se llevarán a cabo actividades de mantenimiento posteriores a su reubicación. Las actividades primordiales consistirán en riegos (cada 8 días por 3 meses), deshierbe (mensual), eliminación de pudriciones (bimestral) y fertilización (semestral). En casos extremos, como con la detección de pudriciones avanzadas, la planta puede ser extraída y tratada en el área de confinamiento en la zona específica para ello hasta su recuperación.

X.1.15 Monitoreo

El monitoreo se hará de forma general para las especies reubicadas, tiene como finalidad evaluar a corto y mediano plazo el éxito de la reubicación y la eficacia de las técnicas empleadas en este programa. Esto se realizará con un muestreo de las zonas y especies reubicadas, con el fin de conocer el éxito de la reubicación final. Con base al resultado de estas evaluaciones, se determinará la necesidad de reponer plantas para lograr un 80% de sobrevivencia. Esta actividad

se ejecutará de manera quincenal durante el primer año (a partir del segundo mes de reintroducción de las especies); de forma mensual en el segundo año, y semestralmente durante toda la ejecución de este programa. El personal capacitado para esta actividad determinará si se requiere ajustar la duración del monitoreo.

X.1.16 Indicadores de seguimiento

Los indicadores son herramientas útiles para la planeación y la gestión en general del programa, además permiten generar información útil para mejorar el proceso de toma de decisiones relacionado con la eficacia de las acciones implementadas.

Para la ejecución de actividades de rescate y reubicación, los indicadores que se pueden utilizar son los siguientes:

- ❖ Superficie de reubicación en hectáreas (ha).
- ❖ Ejemplares plantados en la reintroducción (plantas muertas y vivas).
- ❖ Porcentaje de Supervivencia (%). Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, en base al porcentaje de árboles que subsistieron al trasplante. Se realiza el censo de acuerdo al monitoreo antes descrito, verificando de manera directa el estado que guarda la reubicación. Entre los datos levantados en campo, destacan los siguientes: calidad de la planta (vigor), adaptación (el grado en que la especie plantada es adecuada al sitio), número de plantas vivas y muertas, así como las principales causas de muerte de las plantas en campo. Es importante recabar el dato de número de plantas vivas en el predio o área de reintroducción.

A continuación, se presenta un cuadro tipo para el registro de indicadores del éxito del trasplante de ejemplares, este método también es aplicable para la reforestación:

Tabla 5. Indicadores del éxito de la reubicación

| No. progresivo | Nombre científico | Nombre común | Condición | Daño | Daño (%) | Altura total (metros) | Vigor |
|----------------|-------------------|--------------|-----------|------|----------|-----------------------|-------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Condición: (V) árbol vivo, (M) árbol muerto en pie, (T) tocón; Daño: (0) ausencia de daño, (1) daño humano, (2) incendios, (3) insectos, (4) viento, (5) enfermedades, (6) roedores, (7) pastoreo, (8) otros; Vigor: (A) óptimo, (B) bueno, (C) pobre, (D) muy pobre o mínimo.

La condición de acuerdo a la clasificación siguiente:

Tabla 6. Condición

| Clave | Descripción |
|-------|-------------------------|
| 1 | Individuo vivo |
| 2 | Individuo muerto en pie |
| 3 | Tocón |

El vigor puede considerarse como una manifestación de adaptación del sujeto al medio en que se desarrolla. La codificación a utilizar es la siguiente:

Tabla 7. Vigor

| Clave | Vigor |
|-------|--------------------|
| A | óptimo |
| B | bueno |
| C | pobre |
| D | Muy pobre o mínimo |

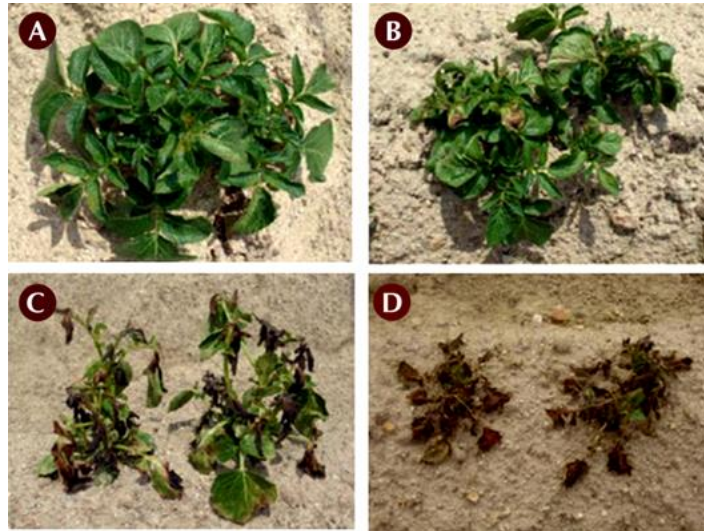


Figura 24. Escala de evaluación de vigor

X.1.17 Muestreo evaluativo

Si por razones de operatividad no es posible realizar un censo en toda el área de reubicación, se recomienda llevar a cabo un muestreo. El cuadro 15 podría utilizarse para obtener datos en campo, mediante un muestreo evaluativo, por medio de cuadrantes, esta metodología se puede complementar con los indicadores de éxito o seguimiento antes mencionados.

Tabla 8. Muestreo evaluativo de supervivencia del programa de rescate y reubicación

| Id | Perímetro | Hectáreas | N° de Individuos plantados | N° de Individuos vivos | N° de Individuos muertos | % de Supervivencia | % de Mortandad |
|------------------------------|-----------|-----------|----------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|----------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Superficie Muestreada | | | | | | | |
| Media aritmética | | | | | | | |

La metodología propuesta para realizar el muestreo evaluativo es la siguiente:

1. Ubicación del polígono o área de reubicación.
2. Geoposicionamiento del polígono o área de reubicación.

3. Realizar cartografía de base del polígono de reubicación, señalando puntos de mayor interés. Tales como: caminos completos, caminos que atraviesan el paraje, cruce entre caminos, arbolado.
4. Determinar sitios y número de cuadrantes, basados en algún método estadístico (dirigido, sistemático o aleatorio). Tomando en cuenta la pendiente del terreno, exposición.
5. Los cuadrantes serán marcados en las cuatro esquinas con una varilla o estaca y encerrado con un cordón o rafia.
6. Las mediciones pueden hacerse dos veces al año, uno antes de la época de lluvias y otro después de la época de lluvias.
7. Obtener de las plantas restauradas, si así lo permite, el diámetro basal, la cobertura vegetal y la altura de la planta.

Lo anterior es con la finalidad de conocer el comportamiento de la plantación y verificar el porcentaje de sobrevivencia de los árboles plantados.

X.1.18 Acciones emergentes

Las acciones emergentes se enfocan primordialmente en el restablecimiento óptimo de las especies reintroducidas, en caso de que se observen resultados que sean desfavorables por lo que se deberán tomar las medidas pertinentes para lograr el éxito del rescate y de la reubicación.

Cuando esto ocurra se deberá determinar el factor que incide en la disminución de la sobrevivencia, entre los cuales existen:

- ❖ **Ataques de invertebrados o enfermedades por hongos u otros agentes bióticos:** se determinará el organismo que estuviera efectuando el ataque, se realizará el control de la plaga con productos orgánicos a base de ajo, canela, nicotina y chile, los cuales tendrán un efecto insecticida, antibiótico y repelente.
- ❖ **Muerte esporádica:** De no observarse una causa de la muerte de las plantas se deberá realizar una reubicación de los individuos, de ser necesario se devolverán al área de confinamiento. Se repondrán aquellos ejemplares o población de la plantación que no se adaptó o murió por algún daño. Estas replantaciones serán del excedente de producción del área de confinamiento. Por eso es importante el rescate de la mayor cantidad de individuos, así como obtener gran cantidad de individuos a través de la propagación.
- ❖ **Robo:** Es posible que la disminución de los valores de sobrevivencia se deba al robo de las plantas, para ello se deberá reforzar la vigilancia de las plantas.
- ❖ **Control de maleza:** Se hará por control físico, es decir, se contratarán jornaleros para remover la maleza.
- ❖ **Déficit hídrico:** De ser necesario, en temporada de estiaje o bien por sequía, se regarán las áreas con pipas de agua, para compensar la escasez de agua.
- ❖ **Ramoneo:** Esto se realizará cuando el diagnóstico fitosanitario o el censo arroje daños causados por el ramoneo de la ganadería extensiva mayor y de especies menores.

El éxito en la sobrevivencia de los ejemplares trasplantados depende en gran medida del manejo que se tenga durante la extracción, es por ello que se han presentado a lo largo de este documento técnicas de manejo para los ejemplares rescatados.

No obstante, en caso de que los organismos reubicados o las plántulas no sobrevivan deberá procederse a su sustitución con los individuos que resulten de la propagación por las semillas

colectadas en las etapas anteriores o la propagación por otros medios, también se utilizará la reproducción vegetativa de las plantas rescatadas y así incrementar el número de plantas disponibles para la reubicación o en su caso acudir a viveros autorizados y adquirir las plantas necesarias de algunas de las especies seleccionadas para el rescate.

Todos los nuevos ejemplares que sean obtenidos, se les dará el mismo tratamiento que los ejemplares rescatados, es decir, que para su mantenimiento y reubicación se aplicará la metodología ya descrita.

El registro de estos nuevos ejemplares será el mismo que el de los ejemplares rescatados, solo especificando en el registro correspondiente que el ejemplar es un nuevo obtenido en el centro de acopio, de la propagación o reproducción vegetativa, mediante las técnicas descritas con anterioridad.

Con lo anterior, se garantizará que al final de la ejecución del presente programa se tenga una población de flora igual o mayor a la rescatada, con la meta de que el porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares se mantenga o incluso aumente, logrando una mayor abundancia al momento de su reubicación.

X.1.19 Calendarización

Todas las actividades mencionadas en el programa deberán ser planificadas de manera oportuna, por tal motivo es indispensable que se presente un cronograma, detallando la duración total del proyecto y las actividades a realizar mensualmente. A continuación, se presenta la ejemplificación de un cronograma de actividades que será incluido dentro del programa.

Tabla 9. Ejemplificación de cronograma de actividades

| Actividades | Año 1 | | |
|--|-------|-------|-------|
| | MES 1 | MES 2 | MES 3 |
| Identificación y censo de las plantas susceptibles de rescate | | | |
| Localización del sitio y colocación del área de confinamiento temporal | | | |
| Rescate de flora silvestre | | | |
| Monitoreo y mantenimiento en el área de confinamiento temporal | | | |
| Propagación de especies | | | |
| Control de plagas y enfermedades | | | |
| Reubicación de flora nativa | | | |
| Monitoreo y medidas emergentes | | | |

X.2 Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre

Dentro de las medidas para evitar impactos por infraestructuras carreteras, surgen las reubicaciones de fauna como una herramienta para resolver conflictos entre animales y humanos (Craven *et al.*, 1998; Fisher & Linder Mayer, 2000; Shine & Koenig, 2001). La reubicación de organismos desde un lugar geográfico a otro es cada vez más utilizada como parte de las estrategias destinadas a resolver los conflictos que se producen entre los proyectos para el desarrollo humano y la sobrevivencia de las poblaciones de animales silvestres. Sus beneficios incluyen, movimientos deliberados de animales para establecer una nueva población, restablecer una población extirpada y aumentar la población acriticamente pequeña (Griffith *et al.*, 1989; Wolf *et al.*, 1996; Wolf *et al.*, 1998).

X.2.1 Objetivos

X.2.1.1 Objetivo general

Establecer las acciones y medidas que se implementarán para el rescate, reubicación, ahuyentamiento en el área solicitada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

X.2.1.2 Objetivos particulares

- ❖ Proteger y conservar la fauna silvestre que habita en la superficie solicitada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).
- ❖ Identificar las especies rescatadas, así como saber si se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ❖ Mencionar las áreas de trabajo del programa, así como el material y personal necesario.
- ❖ Describir las acciones necesarias para ahuyentar, rescatar y reubicar a la fauna silvestre.
- ❖ Ubicar áreas destinadas y acciones para la reubicación de los organismos rescatados.
- ❖ Monitorear a la fauna silvestre dentro del área del CUSTF.
- ❖ Proteger nidos activos que se encuentren dentro del área de afectación directa del proyecto.
- ❖ Evaluar el éxito de las medidas por medio de indicadores.
- ❖ Calendarizar las actividades del programa.

X.2.2 Información y requerimientos para las acciones del programa

X.2.2.1 Personal, equipo y material para la realización de actividades

Cada sujeción tiene un efecto sobre el comportamiento, la vida o las actividades de un animal, una incorrecta o inapropiada sujeción puede producirle lesiones, alteración del comportamiento o incluso la muerte a este (Brieva *et al.*, 2000; HSI, 2010). Debido a ello y a que habrá manipulación de organismos, donde es primordial el manejo correcto de estos, el rescate de fauna silvestre y demás actividades concernientes a la conservación y protección de la misma se realizará por biólogos expertos y con experiencia en la manipulación de todos los grupos faunísticos objetivos del rescate. Esto toma relevancia, ya que también es necesario que las personas encargadas del rescate tengan conocimiento pleno de las especies encontradas para posteriormente ser reubicadas en los mejores lugares posibles para asegurar su supervivencia.

De igual forma, es indispensable que el equipo y material utilizado sea el correcto y se cuente con él, pues para una eficiente manipulación de fauna silvestre sin daños tanto para el animal como para los técnicos, las herramientas deben estar presentes y deben ser suficientes para cada caso, contando también con los equipos de seguridad, que durante las labores de rescate y reubicación

es frecuente encontrar animales que son venenosos o que tienden a ser agresivos, y para evitar accidentes o cualquier contratiempo, siempre se deberá de tener un botiquín de primeros auxilios a la mano, en el cual, obligatoriamente tendrá que contener venoclisis, antiviperino y antielapídico, teniendo que saber administrarlos todos los técnicos que se encarguen de implementar las acciones vertidas en este programa. Sumado a lo anterior y como medida de seguridad básica, todos los trabajadores que tengan interacción con fauna silvestre, tendrán que usar el equipo básico de seguridad, el cual constará de polainas, chaleco reflejante, casco y botas de campo.

Tabla 10. Personal, equipo y material requerido para las acciones del rescate, reubicación y ahuyentamiento

| Puesto | Perfil | Actividad |
|---|--|---|
| Coordinador | Biólogo, Ingeniero Ambiental o Ingeniero Forestal especialista en fauna. | Supervisar las acciones que conciernen al “Programa de rescate y pasos de fauna silvestre”. |
| Herpetofauna | | |
| 2 Técnicos | Biólogos (herpetólogos). | Acciones de rescate y reubicación de anfibios y reptiles. |
| Material: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Bitácora. ❖ Cámara fotográfica. ❖ GPS. ❖ Bolsas plásticas transparentes. ❖ Botas de plástico. ❖ Guantes de nitrilo. ❖ Hipoclorito de sodio al 4%, etanol al 70%, formol al 37% o lejía al 0.4%. ❖ Jabón. ❖ Guantes de carnaza. ❖ Ganchos y pinzas herpetológicas. ❖ Ligas anchas. ❖ Lazo. ❖ Redes de acuario (diferentes tamaños). ❖ Cubetas adecuadas para la contención de determinados reptiles o anfibios. ❖ Recipientes de plástico. ❖ Frascos. ❖ Sacos de manta. ❖ Hieleras. ❖ Bolsas de hielo en gel (solo si son necesarias). ❖ Lona. | | |
| Mastofauna | | |
| 1 Técnico | Biólogo (Mastozólogo). | Acciones de búsqueda de madrigueras, rescate y reubicación de mamíferos, así como apoyo para el ahuyentamiento. |
| Materiales: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Bitácora. ❖ GPS. ❖ Cámara fotográfica. ❖ Guantes de carnaza. ❖ Lámpara. | | |

| Puesto | Perfil | Actividad |
|---|----------------------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ahumador portátil. ❖ Pértiga para manejo de fauna (se puede elaborar). ❖ Red de golpe para animales. ❖ Flexómetro. ❖ Vernier. ❖ Bolsas de plástico. ❖ Trampas tipo Sherman. ❖ Trampas tipo Tomahawk. ❖ Transportadora de animales (solo de ser necesario). ❖ Cebo atrayente (avena, esencia de vainilla y crema de cacahuete para trampas Sherman y frutos (mango, plátano y guayaba), pescado (sardinas o atún), huevos o carnes con cierto grado de descomposición para trampas Tomahawk). ❖ Tela o lona. ❖ Cintas delimitadora roja. ❖ Metros de alambre. ❖ Estacas (pudiéndose hacer con ramas). | | |
| Ornitofauna | | |
| 1 Técnico | Biólogo (especialista en fauna). | Acciones de búsqueda de nidos activos y ahuyentamiento, así como apoyo a otras actividades del programa. |
| Materiales: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Bitácora. ❖ GPS. ❖ Cámara fotográfica. ❖ Binoculares. ❖ Megáfono o corneta de aire. ❖ Cronómetro o reloj. | | |

X.2.2.2 Área donde se efectuarán las acciones de protección y conservación de fauna (rescate, ahuyentamiento, monitoreo y protección de nidos)

De acuerdo con Drew (2003) el rescate de fauna silvestre se refiere a la atención de las necesidades de los animales silvestres que por circunstancias de origen humano han visto comprometidas sus opciones de libertad y supervivencia en su hábitat de origen. Por lo que las acciones de protección y conservación de fauna silvestre estarán dirigidas a toda especie observada y/o encontrada en el área solicitada del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) del proyecto, es decir, donde se realizará el desmonte y despalme de acuerdo a lo programado en los 5 años del proyecto y a los polígonos del proceso de explotación.

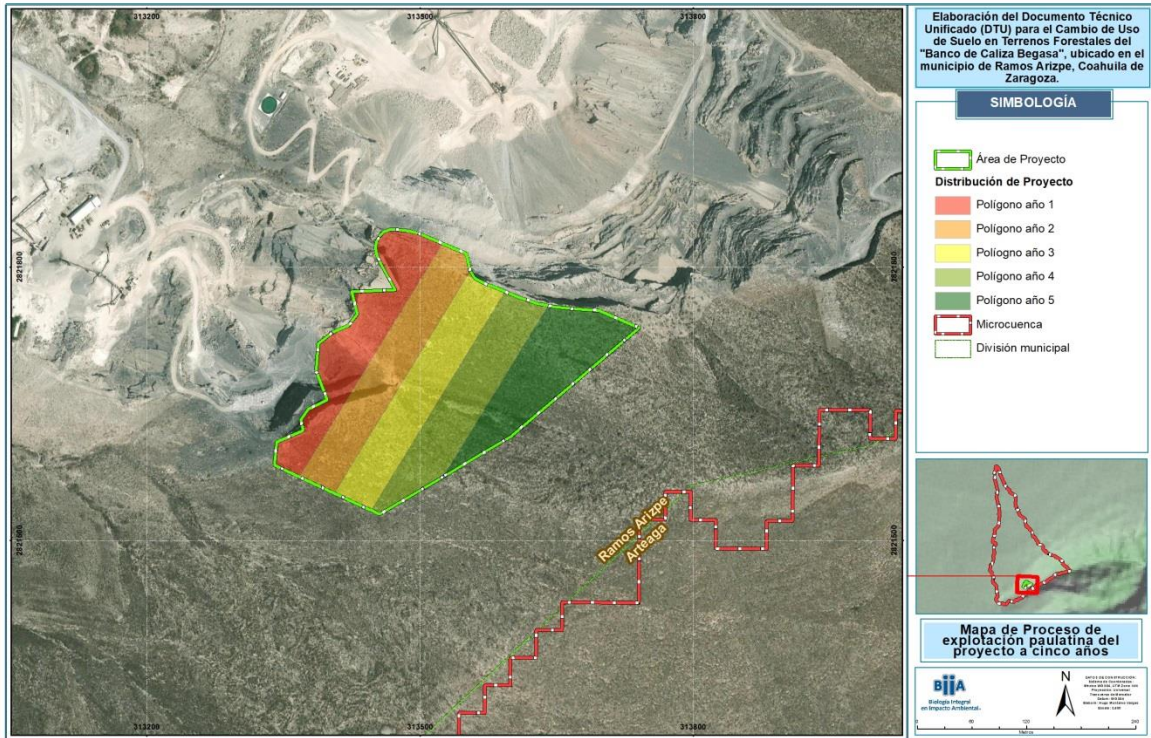


Figura 25. Área solicitada para el CUSTF y proceso de explotación a 5 años

X.2.2.2 .1 Horario de trabajo

Es preciso mencionar que, para no afectar más las conductas de las diferentes especies de la zona, las acciones de protección y conservación de fauna silvestre se realizarán exclusivamente durante el día, así como las acciones del proyecto, es decir, solamente en horarios diurnos que permitan no interferir en los hábitos nocturnos de innumerables especies de mamíferos, herpetofauna e incluso aves.

X.2.2.3 Especies susceptibles a ser rescatadas

Las especies foco que serán rescatadas son las que tienen ámbitos hogareños reducidos, distribución pequeña y una movilidad escasa, es decir, mayormente mamíferos pequeños, anfibios y reptiles, que por motivo de estos factores y su biología particular no huyen del sitio donde se realizarán las obras, pudiendo ser víctimas de, ya sea de los vehículos o las máquinas pesadas como de las personas que trabajan en el proyecto, así como de otros impactos.

Por otro lado, también hay especies que al contrario que las anteriores, tienen una distribución grande, pues su desplazamiento lo amerita (mamíferos medianos y grandes, murciélagos y aves), dando como resultado, que durante las diferentes etapas de la obra constructiva se alejen de la zona para asegurar su supervivencia, yéndose a otros lugares mejor conservados y sin perturbación aparente, ya que a veces su tipo de locomoción lo permite, como es el caso de las aves (vuelo). Para este tipo de vertebrados, se harán acciones de ahuyentamiento, pues no son aptos para un rescate en forma, aunado a que se trata de evitar cualquier manipulación innecesaria.

Es importante mencionar que los criterios para saber las especies que serán afectadas y que serán rescatadas o ahuyentadas se basarán en el levantamiento de datos (muestreos) realizados para la caracterización del CUSTF, pues todas estas especies de los diferentes grupos faunísticos se encontraron en esta área que será intervenida, además de que se tomarán también en cuenta las especies encontradas en la Microcuenca, habiendo una posibilidad de también encontrarlas en el área que será afectada con el desmonte y despalme (CUSTF) por su desplazamiento y para no descartar ninguna.

Tabla 11. Aves registradas en campo dentro del CUSTF y la Microcuenca

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo | Residencia |
|-----------------|----------------|------------------------------|---------------------------|-----|--------------|------------|
| Accipitriformes | Accipitridae | <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja | Sc | - | R, MI |
| Apodiformes | Trochilidae | <i>Calothorax lucifer</i> | Colibrí Lucifer | Sc | Semiendémica | R, MV, MI |
| Cathartiformes | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | Sc | - | R |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma alas blancas | Sc | - | R, MI |
| Galliformes | Odontophoridae | <i>Callipepla squamata</i> | Codorniz escamosa | Sc | - | R |
| Passeriformes | Corvidae | <i>Corvus corax</i> | Cuervo común | Sc | - | R |
| Passeriformes | Fringillidae | <i>Haemorhous mexicanus</i> | Pinzón mexicano | Sc | - | R |
| Passeriformes | Mimidae | <i>Mimus polyglottos</i> | Centzontle norteño | Sc | - | R, MI |
| Passeriformes | Passerellidae | <i>Aimophila ruficeps</i> | Zacatonero corona canela | Sc | - | R |
| Passeriformes | Passerellidae | <i>Amphispiza bilineata</i> | Zacatonero garganta negra | Sc | - | R |
| Passeriformes | Passerellidae | <i>Peucaea botterii</i> | Zacatonero de Botteri | Sc | - | R |
| Passeriformes | Troglodytidae | <i>Catherpes mexicanus</i> | Saltapared barranqueño | Sc | - | R |
| Passeriformes | Troglodytidae | <i>Salpinctes obsoletus</i> | Saltapared de rocas | Sc | - | R |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Myiarchus cinerascens</i> | Papamoscas cenizo | Sc | - | R, MV, MI |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría. R = Residente; MV = Migratoria de verano; MI = Migratoria de invierno.

Tabla 12. Reptiles registrados en campo dentro del CUSTF y la Microcuenca

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo |
|----------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----|-----------|
| Squamata | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus cowlesi</i> | Lagartija espinosa de las cercas | Sc | - |
| Squamata | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus parvus</i> | Lagartija espinosa de panza azul | Sc | Endémica |
| Squamata | Teiidae | <i>Aspidozelis scalaris</i> | Huico manchado de la altiplanicie | Sc | - |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría.

Tabla 13. Mamíferos registrados en campo dentro del CUSTF y la Microcuenca

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM | Endemismo |
|------------|-----------|-----------------------------------|---------------------|-----|-----------|
| Carnivora | Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | Sc | - |
| Carnivora | Felidae | <i>Lynx rufus</i> | Lince | Sc | - |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Lepus californicus</i> | Liebre cola negra | Sc | - |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Sylvilagus audubonii</i> | Conejo del desierto | Sc | - |
| Rodentia | Sciuridae | <i>Otospermophilus variegatus</i> | Ardillón de rocas | Sc | - |

NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría.

X.2.2.3.1 Especies catalogadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

La actual preocupación por la conservación de las especies se basa en la comprensión de la singularidad de cada una, la imposibilidad de reemplazarlas, las funciones ecológicas que desempeñan, los usos potenciales de algunas conocidas y los que pudieran tener otras por descubrir (Alanís *et al.*, 2004). Por este motivo, para las especies con problemas de conservación de sus poblaciones, las cuales se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-

SEMARNAT-2010, se convertirán en una prioridad al momento de realizar las acciones de protección y conservación de la fauna silvestre, siempre asegurando su bienestar y establecimiento en el sitio de reubicación más apropiado.

X.2.2.4 Control de las especies rescatadas

Es necesario llevar un control estricto en las acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre y con ello saber si estas actividades son un éxito. Todo organismo rescatado será anotado en una bitácora junto con ciertas características importantes (especie, hábitat donde se encontraba, coordenadas geográficas, etc.), sirviendo esto tanto para su reubicación como para generar reportes solicitados por las instancias correspondientes.

Tabla 14. Ejemplo de una bitácora para el registro de las especies rescatadas, reubicadas y ahuyentadas

| Bitácora de actividades | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|--------------------------------|---------|--------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------------|---|---|---------------------|-----------------------|----------------------------|---|-----------|
| Fecha: | | Hora de inicio de actividades: | | | Hora de finalización de actividades: | | | Responsable de bitácora y actividades de protección y conservación: | | | | | | |
| No. | Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM-059-SEMARNAT-2010 | Hora de captura | Vegetación y sustrato | Coordenadas de rescate | | Hora de reubicación | Vegetación y sustrato | Coordenadas de reubicación | | Actividad |
| | | | | | | | | X | Y | | | X | Y | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones generales: | | | | | | | | | | | | | | |

X.2.2.4.1 Identificación de especies (determinación taxonómica)

La taxonomía proporciona al hombre un marco organizativo que permite reconocer e interpretar la diversidad de los seres vivos; se trata, por tanto, de la piedra angular de cualquier iniciativa de conservación de la biodiversidad (Bysby *et al.*, 1995). Su importancia se ve más reflejada al momento de la identificación (a nivel especie) de cada organismo, pues con ello se podrá saber la preferencia de hábitat, su peligrosidad, su biología particular, su etología, su ecología y su endemismo, lo que es indispensable al momento de la captura y reubicación de cada ejemplar, dando un panorama mejor de los sitios adecuados donde serán reubicados.

X.2.2.5 Listado de probable ocurrencia

Es importante tener un conocimiento previo acerca de la fauna silvestre existente en el área donde se realizará el CUSTF. Por ello, se deberá hacer una revisión bibliográfica en general de la fauna silvestre de la zona, ya sea de artículos científicos y/o inventarios realizados anteriormente en el área y en la región, así como bases de datos digitales; esto con el fin de tener un panorama general de las especies que probablemente se encuentren en el área de trabajado, de tal modo que la identificación sea más fácil y oportuna en campo y la orientación de la acciones de conservación sea más óptima.

X.2.3 Acciones para la protección y conservación de la herpetofauna

X.2.3.1 Bioseguridad

En los últimos 20 años varios agentes patógenos se han relacionado con eventos de mortalidad generalizada de herpetofauna y en algunos casos, contribuyeron a la disminución de la población y la extinción de especies (Wake & Vredenburg, 2008; Price *et al.*, 2014; Allender *et al.*, 2015). Las

razones para la aparición de patógenos son diversas, pero a menudo son consecuencia de actividades humanas, por ello se debe evitar la transmisión antropogénica no intencional de patógenos, y de esta manera no hacer a una población susceptible a estos riesgos (Lorch et al., 2016). Una de las enfermedades infecciosas más importantes y emergentes es la Chytridiomycosis, causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, ya que se ha extendido a todos los continentes donde se encuentran los anfibios (Fisher et al., 2009) y está asociada con la mayoría de las extinciones recientes y las estimaciones sugieren que esta enfermedad ya ha afectado a más de 350 especies y ha provocado la disminución o extinción de aproximadamente 200 de ellas (Skerratt et al., 2007; Fisher et al., 2009).

Desgraciadamente, aunque los individuos en cautividad infectados con quitridios pueden ser eficazmente tratados con fungicidas (Parker et al., 2002) o simplemente con temperaturas relativamente altas (Woodhams et al., 2003), actualmente no se conocen métodos viables para tratar poblaciones naturales infectadas. Por lo tanto, y como en la mayoría de las enfermedades infecciosas, la mejor forma de actuación para evitar el problema es evitar su dispersión, por lo que para el rescate de este grupo y el de los reptiles (pues también pueden ser vectores y tener infecciones), se seguirán las medidas de bioseguridad pertinentes (Angulo et al., 2006; Froglife, 2016; Poole et al., 2009; Akmentins et al., 2014; Sallaberry-Pincheira & Vera, 2018):

- ❖ Se evitará el posible contagio entre individuos usando guantes de nitrilo o bolsas de plástico en anfibios y guantes de carnaza en especies que posiblemente portan salmonela (como tortugas). En el caso de los anfibios, no se reutilizarán los guantes o las bolsas.
- ❖ Será obligatorio el lavado permanente de las manos y la desinfección de los instrumentos de medición o cualquier objeto utilizado tras el procesamiento de cada individuo.
- ❖ Se utilizarán recipientes individuales y previamente esterilizados para almacenar temporalmente los individuos capturados si el trabajo lo requiere.
- ❖ Se hará una desinfección de todo el material utilizado en la manipulación de anfibios, antes de trasladarse a un nuevo sitio, en especial las suelas de los calzados, redes u otro objeto que haya tenido contacto con los organismos o con el agua, para así evitar la dispersión de patógenos. Esto se debe realizar en el mismo lugar de trabajo para que no haya dispersión, pero nunca tan cerca de una charca o quebrada como para que el desinfectante drene hacia esta. También se retirará el material vegetal y muestras de suelo de superficies que tuvieron contacto con ellos.
- ❖ La limpieza debe realizarse con una solución de lavandina diluida en agua, con hipoclorito de sodio al 4%, etanol al 70% o formol al 37%, incluso con solución de lejía al 10% o de Virkon al 2%, durante al menos 15 minutos (se debe evitar el contacto de la piel y los ojos con la solución de lejía, ya que puede ser muy irritante). Esta concentración debe matar al Bd y ranavirus.
- ❖ Después de remojar y completar los lavados, todo el equipo debe enjuagarse con agua dulce para eliminar el cloro o las soluciones y para minimizar el riesgo de irritación de piel y ojos.
- ❖ Se secará todo el equipo, ya que algunos patógenos pueden sobrevivir durante varios días o incluso semanas en condiciones húmedas.

X.2.3.2. Rescate de anfibios

Los anfibios son buenos indicadores ambientales de la salud de los ecosistemas, ya que su piel permeable les hace sensibles a la contaminación o a la presencia de enfermedades. De esta manera, un sitio con altos niveles de contaminación presentará poblaciones disminuidas de estas especies (Henríquez, 2011).

Anfibio significa que posee dos vidas, la primera se da cuando los renacuajos se desarrollan en el agua hasta completar su metamorfosis y salir a la superficie, sitio donde se lleva a cabo el resto de su vida adulta (Suárez & Alzate Basto, 2014), por lo que este grupo tan delicado tiene una fuerte dependencia al agua; por tal motivo, su búsqueda se centrará mayormente en los cuerpos de agua y/o en las cercanías de los mismos, poniendo también atención a cierta distancia de estos (siempre y cuando haya cierta humedad en el ambiente), ya que alguna especie pueden alejarse de los cuerpos de agua o incluso no prescindir de ellos.

La captura de los anfibios se podrá realizar con redes de acuario de diferentes tamaños dependiendo de la ocasión, e incluso se podrá realizar manualmente, pero al considerar la sensibilidad de la piel desnuda y permeable de los anfibios se deberá tener mayores cuidados, como es el tener las manos limpias y no sujetar más del tiempo necesario; además, varias especies de sapos son capaces de producir un irritante en su piel, y las secreciones propias de cada especie pueden hacerle daño a otras, siendo importante lavarse las manos antes y después de manipular a cada organismo y entre sitios de captura (bde & CGA, 2016). Al mismo tiempo, se debe tener cuidado de no manipular a los anfibios si se tienen cortes o lastimaduras abiertas en las manos y tampoco llevarse las manos a las mucosas (ojos, boca, etc.) después de tocar un ejemplar, ya que como se mencionó, ciertas especies secretan sustancias defensivas irritantes que pueden causar ardor y/o inflamación al entrar en contacto con las mucosas o heridas abiertas en la piel (Akmentins *et al.*, 2014). Por las razones antes mencionadas, la recomendación será siempre utilizar guantes de nitrilo para la captura de anfibios, en dado caso de no contar con alguno, se podrá utilizar una bolsa de plástico, la cual se ocupará como barrera entre el organismo y la mano, esto evitará el contacto directo y la propagación de algún hongo, bacteria o virus, ya que solo se utilizará un par de guantes o una bolsa por anfibio.



Figura 26. Protección con guantes para la manipulación de anfibios

En seguida de la captura exitosa de algún anfibio se procederá a aislarlo en una bolsa gruesa para cada individuo, o en un recipiente sólido con tapa para mantenerlos en contención. Los anfibios terrestres deben colocarse en bolsas de plástico o botellas con agujeros en las tapas, agregando

una pequeña cantidad de sustrato húmedo (pero no mojado) a cada recipiente, tal como vegetación acuática, hojas o musgo del lugar, no debiendo usarse esponjas ya que muchas son tóxicas para los anfibios acuáticos y terrestres. Los recipientes de plástico o bolsas deberán etiquetarse, de preferencia con una pluma de tinta indeleble (Lips *et al.*, 2001).



Figura 27. Aislamiento de un anfibio

Inmediatamente después de la contención deberán ser ubicadas en un lugar con sombra permanente a lo largo del día hasta su próxima reubicación, y ya que los anfibios deben permanecer en ambientes con temperatura adecuada (entre 18-24°C) (Arévalo-Santiago *et al.*, 2015), se colocarán dentro de una hielera, y de ser necesario se meterán bolsas de hielo en gel para mantener fresco el ambiente, sin embargo, los organismos no deberán tener contacto directo con estas, siendo de ayuda una barrera como es una toalla.

Al momento de estar en el sitio de liberación, los anfibios tendrán que ser liberados sin ser manipulados, de manera rápida y sin herirlos, únicamente abriendo la bolsa o el contenedor y dejándolos salir; de ser necesario, se tendrá que provocar su salida o manipularlos directamente siempre teniendo en cuenta las medidas de bioseguridad.

X.2.3.3 Rescate de reptiles

Los reptiles se cuentan entre las especies más incomprendidas por la humanidad, principalmente las serpientes, las cuales por su aspecto o por la creencia de que todas son venenosas son matadas por los pobladores, por lo que la presencia humana dentro de los ecosistemas perjudica en gran manera a este grupo (Henríquez, 2011). Desde el punto de vista ecológico este grupo es muy importante, ya que forma parte de los diferentes niveles en la cadena alimenticia, siendo depredadores y presas.

Las capturas se efectuarán durante el día, aprovechando el sol, ya que estos animales junto a los peces y anfibios son ectotermos, es decir, poseen una mala capacidad termorreguladora propia del cuerpo, dependiendo de fuentes externas de energía para realizar sus actividades, por lo que son altamente sensibles a las condiciones ambientales, efectuando su regulación térmica mediante mecanismos conductuales como asolearse o protegerse en zonas sombreadas; por ello, su búsqueda será en los microhábitats que este grupo utiliza para tales acciones, como son rocas, troncos, arbustos, entre otros (Uribe-Peña *et al.*, 1999).

La manera de capturar a la mayoría de los reptiles es por medio de las manos, sin necesidad de otros aditamentos o equipos, no obstante, algunas especies son capaces de causar un daño

significativo a la persona que intenta capturarlo (como iguanas), siendo necesaria la utilización de guantes de carnaza para estos organismos y ganchos o pinzas herpetológicas para otros (ofidios).



Figura 28. Captura de un reptil con la mano

De igual forma, para algunos reptiles se requieren métodos especiales de restricción y manejo, los cuales serán elegidos según la especie y el propósito del proyecto. Con base en lo dicho, a continuación se mencionarán algunas técnicas necesarias para la captura y rescate de reptiles:

- ❖ **Técnica de la liga de hule gruesa:** Se pueden usar bandas elásticas grandes para quitar los lagartos de las perchas elevadas a distancias de hasta 6 metros, e incluso se puede utilizar esta técnica con lagartijas a nivel del suelo. El procedimiento es sencillo y necesita práctica, consistiendo en estirar la liga agarrándola con una mano mientras con el dedo la sostienes, se orienta hacia el individuo para después soltarla, el impacto a menudo aturde al animal, lo que facilita su agarre después de que se cae, sin embargo, los lagartos pueden lesionarse o incluso morir (Vargas *et al.*, 2000), por lo que la técnica se utilizará únicamente de ser necesario y con mucho cuidado.
- ❖ **Técnica de laceo:** Uno de los métodos empleados para atrapar pequeños lagartos es el laceo (Vanhooydonck & Van Damme, 2003; Li *et al.*, 2009; Marsili *et al.*, 2009), sin embargo, también es muy útil con reptiles más grandes, permitiendo no acercarse demasiado al reptil y de este modo no ahuyentarlo, lo que es ideal al momento de realizar una conservación por medio del rescate de organismos. Esta técnica consiste en un nudo corredizo ubicado al extremo de una vara de tamaño variable según las necesidades (Manzanilla & Aponte, 1999), atrapándolo del cuello y permitiendo acercarse para poder manipularlo manualmente.

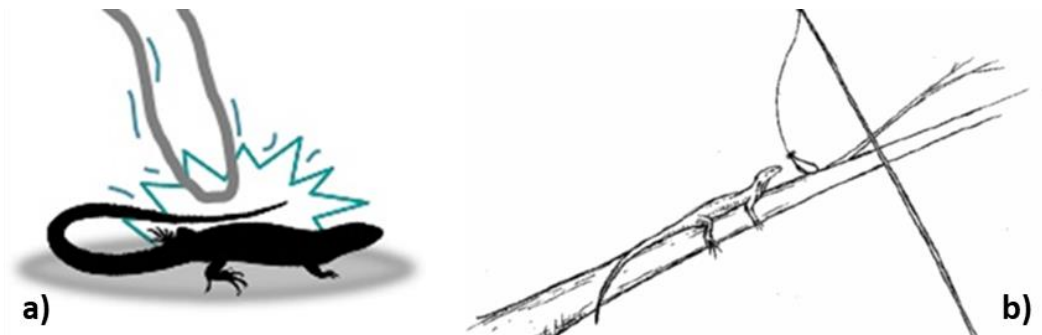


Figura 29. a) Técnica de la liga gruesa y b) técnica de laceo

Debido a que los reptiles, especialmente las especies venenosas o tóxicas pueden ser capaces de infligir lesiones graves a quienes los manejan, a menudo es prudente algún tipo de restricción. El bienestar del animal en rescate es de suma importancia, y la restricción inadecuada (especialmente de los animales asustados) puede llevar a alteraciones físicas o fisiológicas importantes que pueden dar lugar a consecuencias perjudiciales o incluso fatales (Beaupre *et al.*, 2004). Por ende, es necesaria la correcta manipulación y captura de los ofidios, ya sean venenosos o no.

En primera instancia, una vez que se ha ubicado a la serpiente, será indispensable realizar un análisis previo de todos aquellos obstáculos (objetos, animales, personas, entre otros) que podrían entorpecer la sujeción, provocando un accidente o un posible escape, quedando a criterio del encargado del rescate qué considera necesario remover del lugar (Campos & Campos, 2009; Orjuela, 2009). Acto seguido, se tratará de contener al ofidio:

- ❖ **Manipulación indirecta:** Esta forma será mediante solo la utilización de gachos o pinzas herpetológicas para minimizar el riesgo de accidente, es decir, sin manipular directamente con las manos.
- ❖ **Manipulación directa:** De no poder darse la acción anterior, se capturará a la serpiente con las manos, siempre utilizando guantes de carnaza (a comodidad del técnico, pues los guantes pueden entorpecer la manipulación). Se procede a comprimir suavemente la región posterior de la cabeza del animal contra el piso, con el tacto suficiente para no lastimarlo ni dejar que escape (se realiza con el gancho herpetológico), luego se sujeta por la base de la cabeza con los dedos pulgar y corazón detrás de las comisuras, y el dedo índice se ubica sobre la cabeza misma, los dedos anular y meñique deben cerrarse suavemente sobre el cuello, con el propósito de dar mayor estabilidad; el cuerpo del animal debe ser controlado con la otra mano por la parte media (Orjuela, 2009). Este método se podrá realizar con especies venenosas, pudiéndose realizar también con las no venenosas (grandes) si el técnico lo considera pertinente, ya que con estas últimas en ocasiones no es necesario inmovilizar la cabeza comprimiendo contra el suelo. Asimismo, con las especies pequeñas que no son venenosas las cuales no son peligrosas, se podrán manipular con las manos desnudas sin problema.

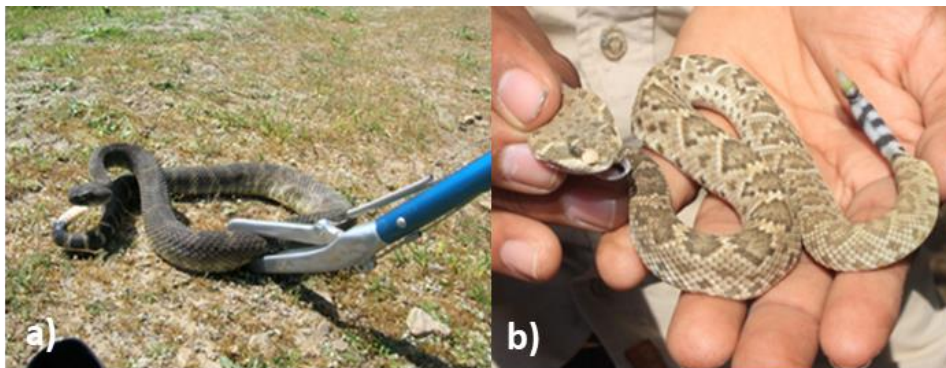


Figura 30. a) Manipulación indirecta y b) manipulación directa de ofidios

Después de capturado el organismo, su contención para la subsecuente reubicación es necesaria. Los reptiles serán colocados en bolsas de manta de un tamaño proporcional a la especie (se recomienda que mínimamente sea el doble del tamaño), también se podrán utilizar recipientes plásticos o cubetas adecuadas para este propósito. La contención de la mayoría de especies de

reptiles es sencilla, ya que solo requiere ingresar al organismo al “recipiente” y cerrarlo o anudarlo según sea el caso, sin embargo, para los ofidios es una tarea más meticulosa, especialmente si se tratan de especies venenosas.

Como se explicó anteriormente, primero se tratará de contener a las serpientes únicamente con la ayuda de ganchos y pinzas herpetológicas (menos riesgoso) pero, de no poder efectuarse esto, se procederá a introducir primero el cuerpo del ofidio, seguido de la cabeza, y con un movimiento rápido se soltará adentro del contenedor para evitar mordidas, cerrando inmediatamente este; si se trata de bolsas de manta, el cuello se torcerá, se pondrá en el suelo y con la ayuda de un gancho herpetológico se restringirá el paso del organismo, para que se pueda anudar la bolsa. La misma bolsa se llevará siempre alejada del cuerpo y durante el transporte de los animales se asegurará de que no estén expuestos al sol directamente. Mientras que si es un contenedor de plástico o cubeta, el procedimiento será igual, solo que se tendrán que cerrar bien con sus tapas.



Figura 31. Contención de un ofidio venenoso

Una vez en el sitio de reubicación, todo organismo será liberado cuidadosamente, permitiendo que salgan por cuenta propia del contenedor o volteando este para que el organismo salga, sirviendo la ayuda de un gancho herpetológico para la liberación de ofidios venenosos. Se manipulará lo menos posible a la herpetofauna, pero si es necesario, esta será rápida y sin causarle daño a los organismos.

X.2.4 Metodología a emplear para la mastofauna

Los mamíferos son responsables en gran parte de la distribución de semillas y plantas polinizadoras, son importantes depredadores y presas, asimismo pueden contribuir y causar cambios significativos en la estructura y composición del paisaje y la vegetación circundante (MIMAM, 2010).

Dada la amplia variedad de tamaños y las diferentes conductas que presentan los mamíferos, solo la aplicación de un rescate no es suficiente para protegerlos, e incluso, se tendrán que usar otras técnicas para asegurar una correcta conservación de este grupo de vertebrados. A continuación se mencionarán las tres acciones a realizar para la mastofauna:

- ❖ **Ahuyentamiento:** Esta técnica será dirigida especialmente a las especies de mamíferos medianos y grandes, los cuales tienen una gran movilidad, ámbitos hogareños amplios y comportamientos evasivos, lo que les permita huir de manera natural ante cualquier

perturbación a su medio. Esta medida se explica de manera más detallada en el apartado correspondiente.

- ❖ **Monitoreo:** Acción que ayudará a dirigir los esfuerzos tanto del ahuyentamiento como del rescate de mastofauna, haciendo que los esfuerzos de ambos sean más centralizados y eficientes.
- ❖ **Rescate:** Estará enfocado mayormente a los mamíferos pequeños, sin embargo, y debido a que hay la posibilidad de que algunos mamíferos medianos permanezcan en el área de CUSTF incluso después de aplicar el ahuyentamiento, también serán tomados en cuenta.

X.2.4.1 Monitoreo de mamíferos

El inventario o el monitoreo de la biodiversidad se está volviendo cada vez más importante y más ampliamente utilizado para objetivos científicos y de gestión (Yoccoz *et al.*, 2001). Esta acción permite la cuantificación de los impactos asociados con el cambio ambiental antropogénico, informando las prioridades de conservación y manejo (Flowerdew *et al.*, 2004; Wright *et al.*, 2014). Por este motivo se utilizará la búsqueda de rastros y la colocación de fototampas para realizar el monitoreo, cuyo objetivo es el de orientar mejor el rescate de la mastofauna, así como el ahuyentamiento de los organismos medianos y grandes, permitiendo también localizar y revisar las madrigueras ubicadas dentro del área que será sujeta al CUSTF.

IX.2.4.1.1 Búsqueda de rastros

Las técnicas de monitoreo por métodos indirectos poseen un importante valor para el seguimiento de las poblaciones y entregan información relevante sobre la ecología de las poblaciones de fauna, por lo general no implica un gran esfuerzo, ni una gran inversión económica y los resultados son muy similares a los obtenidos con otras técnicas más complejas (Balderrama *et al.*, 2005). Pero también es importante capacitarse en la búsqueda de estas señales en el campo (De La Maza & Banicic, 2013).

De este modo, la búsqueda de rastros será realizada por medio de recorridos dentro del área del CUSTF, observando atentamente cualquier señal que indique que un mamífero se movilizó por la zona. Los rastros a buscar serán huellas, excretas, rascaderos, pelos, huesos, algún resto orgánico (como un cadáver) y madrigueras, y la identificación se realizará *in situ*, tomando medidas del rastro, así como una fotografía junto a una referencia de tamaño.

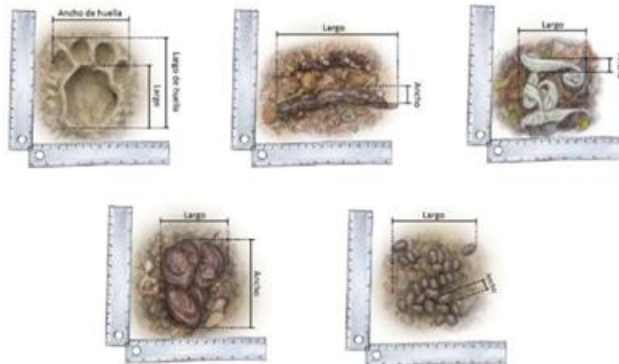


Figura 32. Diferentes tipos de rastros que se pueden encontrar

X.2.4.1.2 Revisión de madrigueras

Al mismo tiempo de que se buscan rastros de los mamíferos, también se realizará la búsqueda de toda madriguera existente en el área del CUSFT, revisando cada una para discernir si están activas

o no; de sospecharse o confirmarse que alguna está siendo utilizada, se tendrá que sacar al mamífero que está en ella para poder rescatar a este. El desalojo del organismo se hará con la ayuda de un ahumador portátil, y con el apoyo de una red de golpe o pértiga se podrá capturar al mamífero. Mientras que si no está activa, se clausurará la madriguera tapando todas las entradas y salidas con tierra y rocas.



Figura 33. Uso de ahumador portátil en una madriguera

X.2.4.1.3 Fototrampeo

Además de la búsqueda de rastros como método indirecto, también se hará la instalación de fototruampas. Este equipo se ha vuelto una herramienta muy útil para el muestreo y monitoreo de poblaciones de especies de carácter críptico o raras, debido a que permiten ampliar las observaciones de las especies en el tiempo y espacio sin interferir con su conducta (Karanth *et al.*, 2004; O'Brien & Kinnaird, 2011), con lo cual aportan información valiosa sobre la biología y ecología de estas especies, que de otra manera sería más difícil obtener.

Antes de la instalación de cada fototruampa en su sitio de monitoreo, es necesaria una revisión y programación de las mismas, para que estas funcionen y den los datos correctamente al momento de ser revisadas. Con esto en mente, los aspectos necesarios que deberán ser checados son los siguientes (De La Maza & Banicic, 2013; Noss *et al.*, 2003):

- ❖ **Lista de materiales:** Asegurar que se cuenta con todos los implementos necesarios antes de ir al terreno (pilas cargadas, tarjetas de memoria con espacio suficiente), ya que el despliegue de esfuerzos para alcanzar lugares remotos y llegar a estos sin lo indispensable para instalar las cámaras, significa desaprovechar recursos limitados para la actividad.
- ❖ **Ajuste de la hora y fecha:** Configurar la cámara con la hora y fecha correctas constituye uno de los ajustes más importantes. Esto evitará muchos problemas al momento de ingresar los datos. Las fotografías son inútiles sin la fecha y hora precisa de la captura.
- ❖ **Número de fotos por evento:** La capacidad de la tarjeta de memoria dictará cuántas fotos potenciales podrá acumular; si es una tarjeta de memoria con baja capacidad (2 Gb) o se cuenta con una tarjeta con alta capacidad (8 Gb) pero no se podrá revisar las cámaras con mucha frecuencia (una vez por mes), se deberá seleccionar pocas fotos por evento (2 a 3). Finalmente, será necesario evaluar las condiciones de sitio; por ejemplo, si un sitio cuenta con la presencia de ganado vacuno, un individuo puede gatillar cientos de fotos en un lapso de una hora, llenando la tarjeta de memoria de fotos innecesarias, por lo que el criterio debería estar apuntado a reducir el número de fotos por evento (1 a 2). En general, tres fotos por evento es un número adecuado para diversos objetivos.

- ❖ **Ajuste de sensibilidad:** El ajuste de la sensibilidad de la cámara dependerá de la especie objetivo de estudio; por ejemplo, si queremos evitar fotos de roedores y aves, debemos ajustar el equipo a modos menos sensibles (medio a baja). Para esto, resulta recomendable realizar pruebas de instalación previa.



Figura 34. Partes y botones para ajustes de la fototrampa

Una vez se está seguro de los parámetros antes mencionados, la fototrampa se podrá instalar de la siguiente forma (De la Maza & Banicic, 2013; Noss *et al.*, 2013; Wearn & Glover-Kapfer, 2017):

- ❖ **Lugar:** Se debe buscar un sitio donde haya uno o dos árboles o postes a ambos lados del camino o de la ruta donde se espera cruce el animal. Los árboles tienen que ser más o menos rectos y lo suficientemente delgados como para poder amarrar cómodamente la cámara, pero no muy delgados de manera que la cámara quede floja o el viento la mueva. Se usarán palos frescos y ramas para ajustar/asegurar la fototrampa al árbol, ya que la leña vieja puede quebrarse o ser atacada por termitas. En caso que quede floja o mal orientada se podrá utilizar una o varias estacas.
- ❖ **Distancia:** Hay que considerar que si la cámara trampa está enfocando un camino y se coloca demasiado cerca, un animal puede entrar y dejar el campo de visión estrecho de la cámara antes de que el equipo pueda reaccionar y activar la fotografía. Lo mejor es poner la fototrampa a una distancia perpendicular de 3 a 5 m entre ella y el área objetivo (el área donde se estima que pasará el animal). Cabe destacar que los rayos infrarrojos tienen gran alcance y en algunos modelos logran captar movimientos hasta a 10 m de distancia. En condiciones de bosque esto no ayuda, ya que un animal puede estar escondido entre la vegetación fuera del área objetivo, y por ende, la foto no dejará ver la especie que gatilló el equipo, quedando como un registro sin identificar. Para ello, se recomienda apuntar la cámara hacia abajo, permitiendo así restringir el área de detección y asegurar que lo que gatilla el sensor se encuentre disponible para el campo visual de la cámara.
- ❖ **Altura:** La altura de instalación dependerá de la especie objetivo, sin embargo, un rango entre 30 y 60 cm es generalmente adecuado para obtener un campo de detección aceptable.
- ❖ **Prueba:** Una vez se haya configurado e instalado la fototrampa se deberá probar. Casi todas las cámaras con un sensor infrarrojo pasivo tienen un modo de prueba específicamente para esto. Cuando la cámara esté en este modo, le dará una respuesta cuando el sensor infrarrojo pasivo haya registrado una detección, generalmente con una luz intermitente en la parte frontal de la unidad, sin grabar ninguna imagen o video. Una forma rápida de probarlo es imitar a un mamífero de tamaño mediano a grande y gatear frente a la cámara, probándolo desde diferentes direcciones y diferentes distancias.

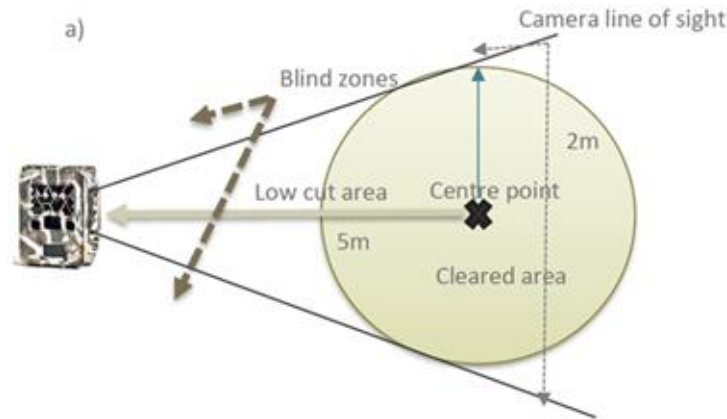


Figura 35. Esquema de la colocación de una fototrampa

Finalmente, es importante recalcar que toda la Información referente a esta actividad también deberá ser anotada, como es:

- ❖ Fecha y hora de la activación y desinstalación de la fototrampa.
- ❖ Número de estación.
- ❖ Número de cámara trampa.
- ❖ Coordenadas de la ubicación de la fototrampa.
- ❖ Tipo de vegetación.
- ❖ Tiempo que permaneció en funcionamiento.
- ❖ Número de fotos tomadas por cada equipo.

X.2.4.2 Rescate de mamíferos

La protección de nuestra fauna endémica y autóctona de mamíferos con algunas especies en peligro crítico de extinción y entre las más amenazadas del mundo es de gran importancia como parte de la conservación de nuestro medio ambiente y como patrimonio natural para las futuras generaciones (Borroto-Páez & Mancina, 2011), de ahí radica el valor del rescate de este grupo faunístico.

Los investigadores que realizan investigaciones que requieren la captura en vivo de mamíferos asumen la responsabilidad de usar métodos humanitarios que respeten las especies objetivo y no objetivo. Los métodos para la captura en vivo incluyen aquellos diseñados para mamíferos pequeños y mamíferos de tamaño mediano a grande (Baker & Williams, 1972; Hart, 1973). Como su nombre lo indica, los métodos de captura en vivo no deberán dañar o causar estrés excesivo al animal y se deberán tomar las medidas adecuadas para garantizar que los animales capturados estén protegidos contra la depredación y las temperaturas extremas.

X.2.4.2.1 Mamíferos pequeños

Los mamíferos pequeños además de vivir en los suelos pueden habitar sobre los árboles y bajar de ellos sólo en escasas ocasiones. Este tipo de animales puede contribuir al equilibrio del bosque como consumidores de semillas, como alimento para los depredadores y como dispersores de esporas y parásitos de los árboles como el muérdago (Aubry *et al.*, 2003).

Por ello, el rescate para este grupo tan importante y difícil de muestrear se hará con trampas tipo Sherman las cuales no dañan a los organismos. Estas se colocarán a lo largo de transectos, cuya

longitud decidirá el encargado del rescate, pues dependerá del hábitat, la superficie donde se realizará el trampeo y el avance de la obra. Las trampas deberán estar separadas 10 m una de otra y se marcará con cinta delimitadora donde se ponga la primera y la última de las trampas en el transecto; al mismo tiempo, se tratará de camuflar cada trampa Sherman para que sea más probable que entre un mamífero en ellas, por lo que se usará también un combinado de avena, crema de cacahuete y esencia de vainilla como cebo, pues se ha comprobado en diversos estudios su amplia eficacia. Para que los organismos no pasen demasiado tiempo en las trampas, se instalarán en las últimas horas del atardecer y se revisarán a la mañana siguiente lo más temprano posible.



Figura 36. Colocación de trampa tipo Sherman

X.2.4.2.2 Mamíferos medianos

Los mamíferos medianos juegan un papel sumamente importante en el ecosistema ya que incluyen especies herbívoras y granívoras que regulan la presencia de plantas y dispersan semillas, lo que influye de manera importante en la dinámica de las comunidades vegetales (Martínez & Mandujano, 1995; Mandujano *et al.*, 2004).

Debido a que el rescate de este grupo no es tan intensivo por su comportamiento particular (el cual es huir ante cualquier perturbación a su medio), el trampeo se realizará en las zonas donde se confirmó la presencia de estos mamíferos, que tampoco se alejaron por el ahuyentamiento realizado. La metodología del trampeo se realizará con trampas tipo Tomahawk que permitirán una captura sin dañar al organismo. Serán colocadas en transectos y separadas 30 metros una de otra; la longitud del transecto será decidida por el encargo del rescate, dependiendo del hábitat y la superficie donde se realizará el trampeo. Después de instalar la primera trampa, que se tratará de camuflar para mejores resultados, se colocará una cinta delimitadora para saber dónde se encuentra e inicia el transecto, haciéndose lo mismo para la última trampa colocada. El cebo a utilizar podrá ser de acuerdo a la especie objetivo, sardina y pollo en descomposición para carnívoros, y frutos para las demás especies. La idea es que los mamíferos pasen lo menos posible en las trampas, por lo que estas serán instaladas en las últimas horas del atardecer y revisadas a la mañana siguiente lo más temprano posible.



Figura 37. Colocación de trampa tipo Tomahawk

Para la contención temporal y transporte de los mamíferos, el diseño de las mismas trampas donde fueron capturados permite que se utilicen como jaulas temporales para un transporte fácil y seguro. No obstante, debido a que la mayoría de las trampas vivas para mamíferos pequeños están construidas de metal y conducen el calor fácilmente, podría ser necesario aislar las trampas para minimizar la hipertermia en los animales (Sikes & IACUCs, 2016); por esto, serán colocadas en lugares con sombra y de ser necesario, se les colocará una lona encima para que no estén expuestas al sol directamente. De ser inevitable la manipulación del individuo, los mamíferos capturados de tamaño pequeño y mediano deben ser manejados con guantes de carnaza y con métodos que controlen los movimientos del cuerpo sin restringir la respiración, siendo de ayuda cubrir los ojos del animal, pues esto puede reducir la lucha para escapar (Sikes & IACUCs, 2016).

Finalmente, la liberación de todos los organismos se realizará rápidamente y de manera segura (con guantes de carnaza), tanto para el animal como para la persona que realizará la reubicación, abriendo la jaula para que el animal salga solo. En ocasiones es necesario sacudir la trampa para que huya el mamífero, ya que con el estrés o nerviosismo en ocasiones no quieren salir.



Figura 38. Liberación de un mamífero

X.2.5 Acciones para la protección y conservación de la ornitofauna

X.2.5.1 Metodología a emplear para la ornitofauna

Las aves son sensibles a cambios ambientales y pueden ser utilizadas como indicadores de impactos ecológicos en una comunidad boscosa; cumplen además un papel importante en el mantenimiento de funciones ecológicas claves dentro de ecosistemas forestales, tales como la

diseminación de las semillas y la polinización. Alrededor de un 40-50 % de las especies de árboles en los bosques húmedos tropicales tienen semillas dispersadas esencialmente por las aves (Finegan *et al.*, 2004).

De este modo, por ser un grupo importante, la protección y conservación de la ornitofauna se llevará a cabo por medio de las acciones de protección de nidos activos y ahuyentamiento.

X.2.5.1.1 Técnica de ahuyentamiento

Un ahuyentamiento de fauna busca generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental en las comunidades de aves impulsando su migración hacia otros lugares. Su utilización va en motivo de que las medidas de mitigación o afectación dirigidas a la fauna silvestre de mayor movilidad deben adoptarse considerando las particularidades que presenta cada caso en evaluación, es decir, considerando tanto el impacto generado como las características propias de las especies involucradas en el área de afectación directa del proyecto (CUSTF). Por ello, es de suma importancia su aplicación, ya que la ornitofauna presenta cambios fisiológicos importantes ante la captura, y si esta es prolongada, el cambio fisiológico en el individuo puede generar la muerte (Jiménez-Marín, s.f.), lo que se busca evitar; sin embargo, esta técnica no será solo dirigida a las aves, sino también a los mamíferos medianos y grandes, que al igual que la ornitofauna tienen un comportamiento y características biológicas que les permiten alejarse del área del proyecto por su propia cuenta, sin necesidad de un rescate en forma.

Una manera de engañar a los sentidos de las aves y provocar incomodidad o la huida de una determinada zona, es la reproducción de sonidos que anuncien un peligro (Sánchez Hernández, 2011). De este modo, para esta técnica se utilizará el sonido como método para ahuyentar a la fauna silvestre, y con la ayuda de un megáfono o una corneta de aire se realizarán recorridos dentro del área donde se efectuará el CUSTF (previo y durante a su ejecución). La manera de proceder será que durante el recorrido y cada 200 m habrá un alto para activar la perturbación sonora, cuya duración debe ser de 1 minuto; una vez finalizado este tiempo, se procederá a revisar con unos binoculares si hay más aves o mamíferos por el área.



Figura 39. Ahuyentamiento en proceso

Esta acción de protección de aves se efectuará en los horarios picos de actividad de la ornitofauna y de los mamíferos mediano y grandes (6:00 a 10:00 horas y de 16:00 a 18:00 horas). Además, es recomendable no realizar esta acción de forma demasiado continua, ya que se puede volver algo cotidiano para los animales y el ahuyentamiento dejaría de causar el resultado esperado.

X.2.5.1.2 Protección de nidos activos

Los nidos en sí no son un comportamiento, pero sí son el fruto de un comportamiento (Collias & Collias, 1984; Hansell, 2000). La forma de los nidos ha sido influida por la ecología de las especies y sus requerimientos, interviniendo también la selección sexual (Soler *et al.*, 1998).

La protección de los nidos es un componente clave y por ello importante para las aves, este se realizará por medio de la técnica de puntos de conteo, la cual será adecuada para la búsqueda de nidos activos. El uso de conteos de puntos es uno de los métodos generalizados para estudiar las comunidades de aves reproductoras (Blondel *et al.*, 1981; Verner, 1985; Bibby *et al.*, 1992), son esencialmente transectos de franja de longitud cero en los que el observador realiza el conteo en un arco de 360° alrededor de una estación de levantamiento fija.

La búsqueda de nidos activos se realizará cumpliendo las siguientes características:

- ❖ Se considerará la ubicación de las estaciones de puntos de conteo de tal manera que se pueda abarcar la totalidad del área de CUSTF, por lo que la distancia mínima entre estaciones se establecerá en 150 m, donde se deberá tener cuidado al usar senderos con interrupciones, ya que la distancia de la pendiente relativa a la distancia del sendero puede ser engañosa (Huff *et al.*, 2000). Si la vegetación es demasiado densa, la separación de los puntos podrá disminuir, todo dependiendo del terreno.
- ❖ El punto de conteo no tendrá un radio fijo, es decir, se podrá buscar hasta donde la vista pueda ver con la ayuda de unos binoculares, abarcando más superficie.
- ❖ En cada estación se hará una búsqueda de 10 minutos de todo nido que se encuentre en el área.
- ❖ El horario de aplicación de esta técnica será de las primeras horas de la mañana hasta las 11:00 horas.
- ❖ Una vez se ubique un nido o varios, se procederá a asegurarse si este está activo o no. Si el nido no está activo será removido y destruido para que no pueda ser utilizado; mientras que si el nido está activo se procederá acordonar el área alrededor de este nido (con un radio de 5 m), para evitar la perturbación del mismo y permitir el crecimiento y abandono natural de parte de los polluelos.

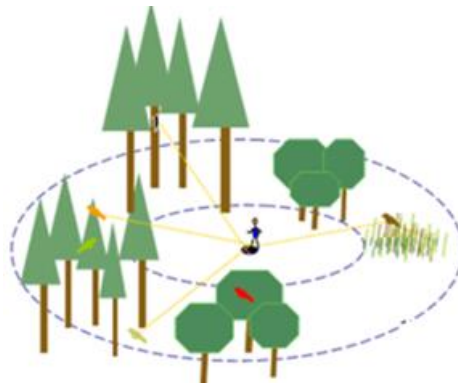


Figura 40. Esquema de un punto de conteo

X.2.6 Reubicación de fauna silvestre

X.2.6.1 Pre-reubicación

Es primordial darle las mejores posibilidades de sobrevivencia a los organismos que serán reubicados, por tal motivo, al momento de ser rescatados, se les hará una inspección de salud por el encargado del rescate, observando que no tengan heridas, malformaciones o problemas de salud. De darse el caso de alguna anomalía detectada se tendrá que llevar al animal con un especialista en fauna silvestre como es un Médico Veterinario Zootecnista. Este profesional tendrá que revisar y dar un diagnóstico profesional del animal, haciéndose todo lo posible para que se recupere y pueda ser reubicado.

Asimismo, de tratarse de una especie invasora o feral, no se reubicarán de ninguna manera para no afectar el medio receptor, siguiendo las siguientes indicaciones:

Especies invasivas y ferales

Después de la destrucción del hábitat, la introducción deliberada o accidental de especies en zonas distintas a su distribución natural es la segunda causa de la disminución de la biodiversidad global (IUCN, 2000; Mooney & Hobbs, 2000). Estas especies al no estar en su distribución y medio natural se vuelven invasivas, muchos de estos organismos tienen gran capacidad de adaptación a las nuevas condiciones, por lo que se ocasionan problemas a las especies nativas del área.

Debido a que en muchos lugares ya están introducidas estas especies tan problemáticas, es probable encontrarlas una vez empiecen las obras del proyecto y las acciones de este programa. De darse esta situación, será necesario actuar en consecuencia, por lo tanto, la existencia de métodos comprobados de control de especies invasivas no debe en ningún caso ser una justificación para no aplicar todas las medidas preventivas disponibles y profundizar en el conocimiento de otras nuevas que permitan controlar efectivamente la introducción de especies invasivas o incluso ferales tanto involuntarias como intencionales (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2006). Igualmente, se tendrá que aplicar únicamente la eutanasia a especies invasivas encontradas en trampas colocadas para el rescate de fauna silvestre.

El personal que lleve a cabo los procedimientos de eutanasia debe de estar familiarizado con la especie, tener capacidad de interpretar el comportamiento relacionado con la respuesta al estrés, y utilizar su conocimiento y experiencia para elegir las opciones de sujeción y eutanasia que minimicen los factores de estrés y den como resultado una muerte rápida. Para la mayoría de las especies de fauna silvestre se debe realizar una aproximación de varias etapas, que comienza con la administración de un sedante o tranquilizante, seguido de un anestésico. Generalmente se requiere de contención física y/o química antes de que se proceda a la eutanasia (la aplicación de inyecciones intravenosas se complica en animales que no estén tranquilizados o sedados). Posterior al procedimiento de eutanasia se debe de verificar la muerte clínica del animal (DOF, 2015).

El personal encargado del manejo y del proceso de muerte, debe estar debidamente capacitado y se recomienda que lo realice un Médico Veterinario Zootecnista o un Biólogo con experiencia en las tareas, en cualquier caso, la persona deberá conocer los procedimientos y deberán ser supervisados.

El método de aturdimiento, matanza y eutanasia para los animales de fauna silvestre corresponderá a lo indicado por la Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014. Asimismo, el desecho de cadáveres se hará conforme a la normatividad aplicable vigente (DOF, 2015).

Nesbitt (1975), define a los animales ferales como aquellos animales domésticos que viven sin ningún contacto directo o dependencia humana. Estos animales frecuentemente al ser abandonados, se pueden dirigir a un medio natural y vivir en él, cazando o siendo oportunistas; no obstante, estas acciones afectan en gran medida a la fauna nativa, pues compiten con ella y tienen ventaja al aumentar fácil y rápidamente sus poblaciones al no tener control los humanos de la misma.

Para evitar esta circunstancia, al encontrar o atrapar en trampas dichos animales, serán ahuyentados o capturados con la ayuda de pértigas o redes de golpe para que no estén en un medio natural. En algunas ocasiones podrían tratarse de animales domésticos, por lo que se buscará su dueño en poblaciones cercanas, pero, de no ser el caso, o si no hay señales de que sea doméstico, serán llevados a asociaciones protectoras de animales, perreras, recintos de animales o alguna asociación que pueda cuidarlo hasta encontrarles un nuevo hogar o suceda lo que el sitio dictamine.

X.2.6.2 Elección de sitios de reubicación

Las reubicaciones de fauna pueden impactar el área de liberación y las poblaciones locales o residentes (Craven *et al.*, 1998), afectando las abundancias y distribuciones locales, modificando las proporciones de sexos y edades de las poblaciones receptoras y generando un riesgo de transmisión de enfermedades (Cunningham, 1996; Madsen *et al.*, 1999). De este modo, hay ciertos factores que se deben de cuidar al momento de la reubicación de cada organismo para evitar estos impactos. A continuación se mencionan los aspectos que se tendrá que seguir para no afectar las poblaciones residentes y a la misma especie a reubicar:

- ❖ Liberar pocos individuos en cada lugar para no superar la capacidad de carga del sitio (logra un espaciamiento adecuado de los organismos y evita las agresiones entre individuos de la misma especie).
- ❖ Liberar individuos adultos separados de infantiles y juveniles.
- ❖ Liberar una proporción de machos y hembras acorde con la estructura de la especie (territorial, polígama, etc.).
- ❖ Evaluar la condición sanitaria de los individuos. No se realizará la reubicación si el animal presenta problemas evidentes de salud o presenta malformaciones extremas.
- ❖ La reubicación debe llevarse a cabo dentro de las primeras 24 horas como máximo posteriores a la captura.

El concepto de hábitat desde un punto de vista geográfico y territorial, son áreas en las que una especie vegetal o animal desarrolla naturalmente alguna etapa de su ciclo vital, encuentra todos sus recursos necesarios para la supervivencia y reproducción, y por tanto, es específico de cada especie (Whittaker *et al.*, 1973). Por lo que la elección adecuada del área de reubicación (hábitat receptor) es fundamental para el éxito de la medida de rescate y reubicación, ya que las características del sitio específico de liberación determinarán la capacidad de los individuos de asentarse.

A continuación, se mencionan las características que tendrá que tomar en cuenta los profesionales encargados del rescate reubicación de la fauna silvestre para la correcta elección de los sitios de reubicación:

- ❖ Características (como altura y exposición geográfica) y superficies similares a las que presenta la zona de rescate.
- ❖ La cobertura, estructura y fisionomía de la vegetación debe ser equivalente y/o con una calidad similar a la del lugar de rescate.
- ❖ Tipo de sustrato igual o equivalente al sitio donde fue capturado el organismo.
- ❖ Distancia a cursos de agua y humedad del ambiente similar al área de rescate.
- ❖ La humedad del ambiente debe ser similar en el caso de los anfibios.
- ❖ Se tiene que considerar que los recursos disponibles sean similares a los de la zona de rescate.
- ❖ El hábitat de liberación debe ser lo más cercano posible al sitio de captura (dentro de la Microcuenca).
- ❖ Los sitios no deben tener peligros evidentes (construcciones, proyectos o actividades antrópicas) para los ejemplares.

Tabla 15. Coordenadas UTM, zona 14 Q, datum WGS 1984, de los polígonos de reubicación de fauna silvestre

| Polígonos propuestos | Vértices | Coordenadas | |
|----------------------|----------|-------------|---------|
| | | X | Y |
| Polígono 1 | 1 | 312636 | 2821375 |
| | 2 | 312703 | 2821414 |
| | 3 | 312708 | 2821389 |
| | 4 | 312644 | 2821353 |
| Polígono 2 | 1 | 314467 | 2823133 |
| | 2 | 314483 | 2823151 |
| | 3 | 314530 | 2823100 |
| | 4 | 314520 | 2823074 |
| Polígono 3 | 1 | 314116 | 2822761 |
| | 2 | 314057 | 2822803 |
| | 3 | 314071 | 2822828 |
| | 4 | 314130 | 2822780 |

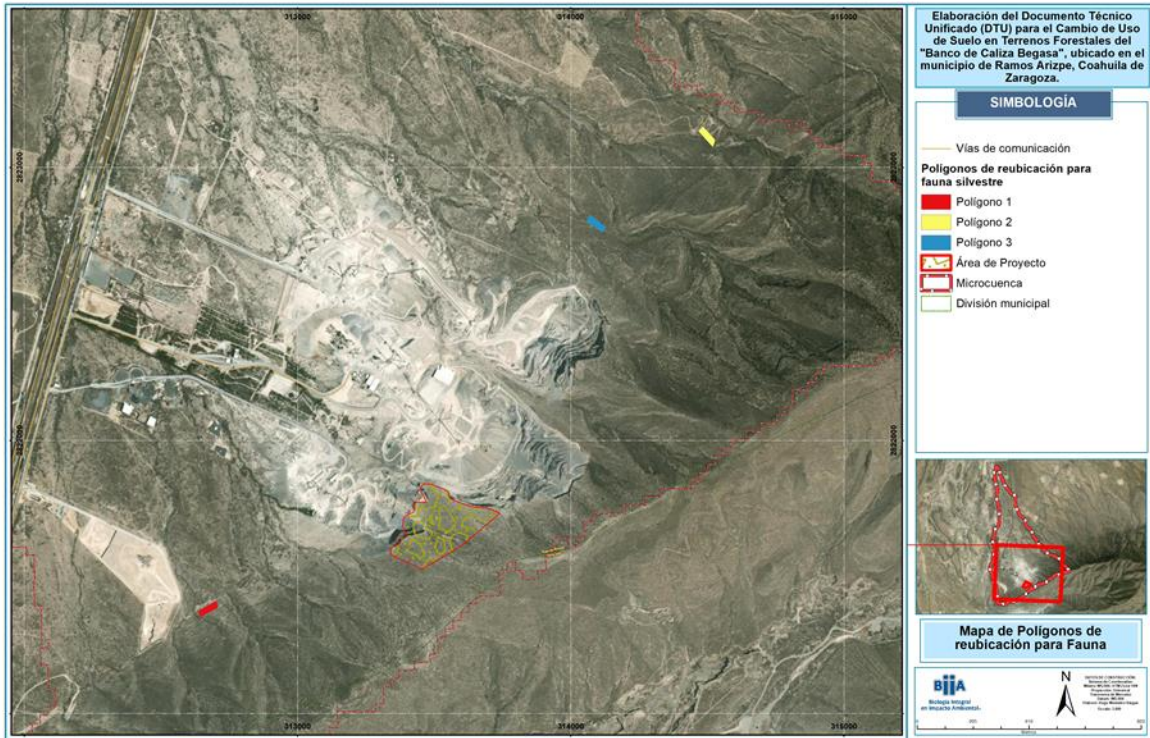


Figura 41. Ubicación de los polígonos de reubicación de fauna silvestre

X.2.7 Indicadores del rescate, reubicación y ahuyentamiento

Debido a que es necesario evaluar el éxito de la medida de rescate y reubicación de la fauna silvestre, a continuación se mencionarán los indicadores, el valor del umbral y las acciones a seguir en caso de no conseguir los valores requeridos.

Indicador 1: Adecuada elección de la distancia del área de reubicación respecto al proyecto.

Todos los individuos capturados serán marcados en el abdomen o en alguna extremidad con violeta de genciana o algún otro tinte que sea inocuo. Este marcaje servirá como referencia para poder advertir casos de retorno de los individuos.

- ❖ Valor umbral: Ninguna especie deberá regresar al área del CUSTF.
- ❖ Acciones requeridas para compensar: Se deberán trasladar los puntos de reubicación a mayores distancias.

Indicador 2: Disminución de abundancias relativas encontradas en las poblaciones faunísticas entre el inicio y el final de las acciones de ahuyentamiento y rescate.

- ❖ Valor umbral: Mínimo una disminución de 80 por ciento de las abundancias relativas registradas al principio de las actividades de ahuyentamiento y rescate contra las registradas al faltar una semana para que inicien las acciones de preparación del sitio o construcción del mismo (en los cadenamamientos correspondientes).
- ❖ Acciones requeridas para compensar: Si no se logra el mínimo requerido, se aumentará el número de personas dedicadas al ahuyentamiento y rescate (dependiendo del caso), se

aumentará las horas dedicadas a dichas actividades y se reanudarán trampeos dirigidos a las regiones con mayores abundancias duplicándose el número de trampas.

Indicador 3: Reubicación de individuos porcentual y mortalidad máxima esperada.

- ❖ Valor umbral: Se liberarán más del 95 por ciento de los individuos rescatados (pues algunos podrían presentar malformaciones, riesgos de infección por enfermedades o simplemente no es viable su reubicación) y deberá haber menos del 4 por ciento de mortandad de individuos capturados y reubicados.
- ❖ Acciones para compensar: Si no se alcanza el mínimo requerido de individuos reubicados, se compensará en económico a Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) que promuevan la conservación de especies de fauna silvestre en la región. Si existe una mortalidad mayor al 4 por ciento, todos los individuos se pondrán en contenedores desde las primeras horas de la captura y por ningún motivo se mantendrán más de 24 horas. Además se contratará a un veterinario especialista en fauna silvestre para la supervisión de la salud de los organismos.

X.2.8 Calendarización de actividades a realizar

Toda actividad vertida en este programa será realizada durante las etapas de desmonte y despalme, siendo importante señalar que el rescate y reubicación de fauna silvestre al tratarse de una mina que explotará una superficie en etapas, las acciones del programa se llevarán a cabo en los 5 años que suponen el aprovechamiento de los 5 polígonos. Asimismo, el ahuyentamiento deberá efectuarse en el mismo tiempo que las actividades antes mencionadas al igual que el monitoreo, cambiando un poco con la protección de nidos, ya que esta actividad solo se efectuará cuando haya aun vegetación, y al removerse esta ya no será necesaria.

Tabla 16. Calendarización de actividades

| Actividad | Años | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | |
| | Meses | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 |
| Rescate de herpetofauna | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Monitoreo de mastofauna | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Rescate de mamíferos | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Reubicación de organismos | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Ahuyentamiento de fauna silvestre | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Protección de nidos activos | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

X.3 Bibliografía

- Akmentins, M., Pereyra, L., Bonduri, Y., García, C., Contreras, P., Lépez, M., & Vaira, M. (2014). Guía de campo anfibios de las Selvas de Yungas de Argentina. Conservación Leadership Programme.
- Alanís, G. J., Velázco, C. G., Foroughbakhch, R., Valdez, V., & Alvarado, M. A. (2004). Diversidad florística en Nuevo León: Especies en categoría de riesgo. *Ciencia UANL*, Vol. VII, No. 2. Abril-Junio. 209-218.
- Allender, M. C., Raudabaugh, D. B., Gleason, F. H., & Miller, A. N. (2015). The natural history, ecology, and epidemiology of *Ophidiomyces ophiodiicola* and its potential impact on free-ranging snake populations. *Fungal Ecol*, 17: 187-196.
- Angulo, A., Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha, J. V., & La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región Tropical Andina. *Conservación Internacional-Colombia, Series Manuales de Campo No. 2 Panamericana Formas e Impresiones S.A.*, Bogotá D.C. 298 pp.
- Arévalo-Santiago, V., Flechoso del Cueto, M. F., Álvarez-Collado, F., Gosá-Oteiza, A., Morales-Martín, J., & Lizana-Avia, M. (2015). Manual para el muestreo y seguimiento de anfibios. Life, Rios y Humedales. Natura 2000. Salamanca. 15 pp.
- Aubry, K. B., Hayes, J. P., Biswell, B. L., & Marcot, B. G. (2003). The ecological role of three dwelling mammals in western coniferous forest. En C. Zabel, G. (ed.) Management and conservation in the forest of western North America. Oregon State University, USA. 415-443.
- Baker, R. J., & Williams, S. L. (1972). A live trap for pocket gophers. *Journal of Wildlife Management*, 36: 1320-1322.
- Balderrama, J. A., Aguirre, L. F., Aguayo, R., Alfaro, F., Rejas, D., & Zuñiga, L. (2005). Técnica de colecta y censo de la fauna. *Síntesis*, 39 pp.
- bde, & CGA. (2016). Anfibios urbanos de cuenca. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Cuenca. Comisión de Gestión Ambiental. 108 pp.
- Beaupre, S. J., Jacobson, E. R., Lillywhite, H. B., & Zamudio, K. (2004). Guidelines for use of live amphibians and reptiles in field and laboratory research. Herpetological Animal Care and Use Committee. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Second edition.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., & Hill, D. A. (1992). Bird census techniques. Academic Press, London.
- Blondel, J., Ferry, C., & Frochot, B. (1981). Point counts with unlimited distance. *Stud. Avian Biol*, 6: 414-420.
- Borroto-Páez, R., & Mancina, C. A. (2011). Mamíferos en Cuba. Sociedad Cubana de Zoología. Spartacus-säätiö – Spartacus Foundation.
- Brieva, C., Moreno, W., Sánchez, A., & Varela, N. (2000). Fundamentos sobre rehabilitación en fauna silvestre. Primer Congreso Internacional de Zoología. Bogotá: Instituto de Ciencias

Naturales-Universidad Nacional de Colombia: Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres (URRAS).

Bysby, F. A., Coddington, J., Thorpe, J. P., Smartt, J., Hengeveld, R., Edwards, P. J., & Duffield, S. J. (1995). Characterization of biodiversity. En: Heywood, V. H. (Ed.). Global biodiversity assessment . UNEO. Cambridge University Press. Cambridge. 21-116.

Campos, P., & Campos, P. (2009). Protocolo para rescate de anfibios y reptiles en Costa Rica. San José, Costa Rica: Colegio de Biólogos de Costa Rica.

Capdevila-Argüelles, L., Iglesias-García, Á., Orueta, J. F., & Zilleti, B. (2006). Especies Exóticas Invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Ministerio del Medio Ambiente, Dirección General para la Biodiversidad. 287 pp.

Collias, N. E., & Collias, E. C. (1984). Nest building and bird behaviour. Princeton University Press.

CONABIO. (2017). La biodiversidad de Coahuila. Estudio de estado. México: CONABIO/Gobierno de Aparicio estado de Coahuila de Zaragoza.

CONABIO. (s.f.). Biodiversidad mexicana. Recuperado el 10 de 06 de 2019, de ¿Por qué se pierde la biodiversidad?: <https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/porque.html>

Craven, S., Barnes, T., & Kania, G. (1998). Toward a professional position on the translocation of problem wildlife. *Wildlife Society Bulletin*, 26: 171-177.

Cronk, J., & Fennessy, M. (2001). Wetland Plants Biology and Ecology. Nueva York.: CRC Press LLC Lewis Publishers.

Cunningham, A. A. (1996). Disease risks of wildlife translocations. *Conservation Biology*, 10: 349-353.

De La Maza, M., & Banicic, C. (2013). Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Serie fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. 202 pp.

DOF. (2015). Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015.

Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: Su producción, conservación y almacenamiento. La Habana, Cuba.: cultrop v.31 n.1.

Drew, C. (2003). Conceptos y panorama del rescate de fauna en el Neotrópico. En Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Selección de Trabajos del V Congreso Internacional, ed. R. Polanco-Ochoa. CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia. 351-356 .

Finegan, B., Hayes , J., Delgado, D., & Gretzinger, S. (2004). Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico: Una guía para operadores y certificadores con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación.

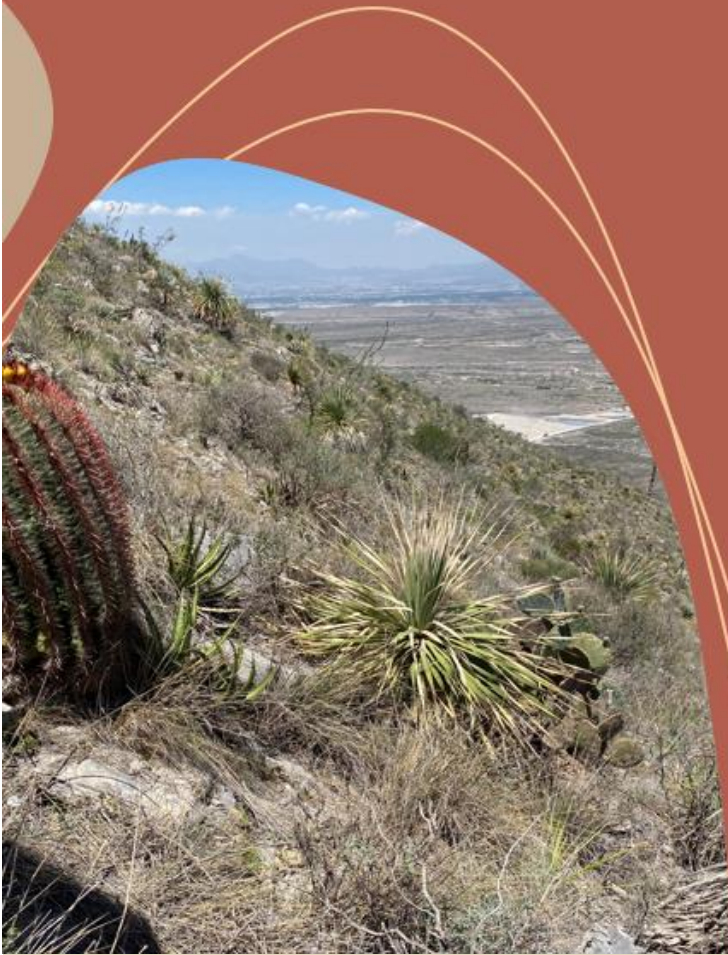
- Fisher, J., & Linder Mayer, D. B. (2000). An assessment of the published results of animal relocations. *Biological Conservation*, 96: 1-11.
- Fisher, M. C., Garner, T. J., & Walker, S. F. (2009). Global emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis* and amphibian chytridiomycosis in space, time, and host. *Annual Review of Microbiology*, 63: 291-310.
- Flowerdew, J. R., Shore, R. F., Poulton, S. C., & Sparks, T. H. (2004). Live trapping to monitor small mammals in Britain. *Mamm. Rev.*, 34: 31-50.
- Font Quer, P. (2001). Diccionario de botánica Pío Font Quer. 2a ed. Barcelona: Ediciones Península.
- Froglife. (2016). Surveying for amphibians. Tips, techniques and skills to help your survey for amphibians. 26 pp.
- Gámez, R. (2010). Conservación de germoplasma. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Veracruzana.
- Griffith, B., Michael-Scott, J., Carpenter, J. W., & Reed, C. (1989). Translocation as a species conservation tool: status and strategy. *Science*, 245: 477-480.
- Hansell, M. (2000). Bird nests and construction behaviour. *Cambridge University Press*, Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido. 295 pp.
- Hart, E. B. (1973). A simple and effective live trap for pocket gophers. *American Midland Naturalist*, 89: 200-202.
- Henríquez, V. (2011). Inventario de anfibios y reptiles. Área Natural Protegida El Espino – Bosque Los Pericos - Parque del Bicentenario. Parque del Bicentenario. SalvaNATURA. 16 pp.
- Hoag, J., Wyman, S., Bentrup, G., Holzworth, L., Ogle, D., Carleton, J., . . . Leinard, B. (2001). Users guide to description, propagation and establishment of wetland plant species and grasses for riparian areas in the intermountain west. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service, Plant Materials Plant Materials Technical.
- HSI. (2010). Currículo y guía para el manejo de animales silvestres decomisados. Humane Society International. 209 pp.
- IUCN. (2000). IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species.
- Jiménez-Marín, A. (s.f.). Instructivo ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre. Introducción. 23 pp.
- Jiménez, C., & Matias, L. (2010). "La sexualidad en las plantas". Revista Digital Universitaria. Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM.
- Karanth, K. U., Nichols, J. D., & Kumar, N. S. (2004). Photographic sampling of elusive mammals in tropical forest. en: Thomson W. L. (ed.). *Sampling rare or elusive species*. Island Press. Washington.

- Li, H., Qu, Y., Hu, R., & Ji, X. (2009). Evolution of viviparity in cold-climate lizards: testing the maternal manipulation hypothesis. *Evol. Ecol*, 23: 777-790.
- Lips, K. R., Reaser, J. K., Young, B. E., & Ibáñez, R. (2001). Monitoreo de anfibios en América Latina: Manual de protocolos. Society for study of amphibians and reptiles. *Herpetological Circulars*, 30: 114 pp.
- Madsen, T., Shine, R., Olsson, M., & Wittzell, H. (1999). Restoration of an Inbred adder population. *Nature*, 402 (6757): 34-35.
- Mandujano, S., Gallina, S., Arceo, G., & Pérez, L. (2004). Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 20: 45-67.
- Mandujano, M., Golubov, J., & Huenneke, L. (2011). Reproductive Ecology of *Opuntia* spp., (Cactaceae) in the Northern Chihuahuan Desert. Instituto de Ecología, Departamento de Ecología de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México .
- Manzanilla, J., & Aponte, O. (1999). Biología de la garrapata *Amblyomma dissimile* K (Acari: Ixodidae), ectoparásito de Iguana iguana L. (Reptiles: Iguanidae). *Acta Biológica Venezuelica*, 19(1): 1-19.
- Marsili, L., Casini, S., Mori, G., Ancora, S., Bianchi, N., D'Agostino, A., . . . Fossi, M. C. (2009). The Italian wall lizard (*Podarcis sicula*) as a bioindicator of oil field activity. *Sci. Tot. Environ*, 407: 3597-3604.
- Martínez, L. E., & Mandujano, S. (1995). Hábitos alimentarios del pecarí de collar (*Pecari tajacu*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 64: 1-20.
- MIMAM. (2010). Guía de evaluación de flora y fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú. 64 pp.
- Mittermeier, R., Robles-Gil, P., & Goettsch-Mittermeier, C. (1997). Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo. . Cemex-Agrupación Sierra Madre. .
- Mooney, H. A., & Hobbs, R. J. (2000). Invasive species in a changing world. Island Press, Washington, DC.
- Nesbitt, W. H. (1975). Ecology of a feral dog pack on a wildlife refuge. En: *The Wild Canids*. M.W. Fox Van Nostrand Reinhold Company, New York, USA. 391-395.
- Noss, A. J., Cuellar, R. L., Barrientos, J., Cuellar, E., Arispe, R., Ruiz, D., & Rivero, K. (2003). Trapping and radio telemetry study of lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in Bolivian dry forests. *Tapir Conserv*, 12: 24-32.
- O'Brien, T. G., & Kinnaird, M. F. (2011). Density estimation of sympatric carnivores using spatially explicit capture-recapture methods and standard trapping grid. *Ecol Appl*, 21(8): 2908-16.
- Olivia, M. (2014). Manual: recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas - Perú. Organización internacional de las maderas tropicales.

- Orjuela, D. (2009). Introducción a la medicina de fauna Silvestre en Latinoamérica. Serrano Editores.
- Parker, J. M., Mikaelian, I., Hahn, N., & Diggs, H. E. (2002). Clinical diagnosis and treatment of epidermal chytridiomycosis in African clawed frogs (*Xenopus tropicalis*). *Comparative Medicine*, 52: 265-268.
- PNUMA. (2012). Perspectivas del medio ambiente mundial (GEO5).
- Poole, V. A., Carrillo, L., & Olivera, C. (2009). Guía para el manejo de anfibios en cautiverio. The Amphibian Taxon Advisory Group. Asociación de Zoológicos, criaderos y acuarios de México, A. C. 132 pp.
- Price, S. J., Garner, T. W., Nichols, R. A., Balloux, F., Ayres, C., de Alba, A. M., & Bosch, J. (2014). Collapse of amphibian communities due to an introduced ranavirus. *Curr. Biol*, 24: 2586-2591.
- Pujol, L. (2007). Biodiversidad y su importancia para la sustentabilidad. Ecología y biodiversidad. Universidad abierta interamericana.
- Romanowski, N. (2009). Planting Wetlands and Dams: A practical Guide to Wetland Design, Construction and Propagation. Australia: Landlinks Press.
- Rzedowski, J. (1978). La vegetación de México. México: Limusa.
- Sallaberry-Pincheira, N., & Vera, C. (2018). Manual básico operacional para rescate y rehabilitación de fauna silvestre en situaciones de desastres y consideraciones para incorporar el componente fauna en proyectos de restauración ecológica. Santiago, Chile. 260 pp.
- Sánchez Hernández, J. E. (2011). Diseño de un sistema ecológico repelente de aves - caso FIEE. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Universidad Nacional del Cailao. 56 pp.
- Sarukhán, J. (2012). Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Shine, R., & Koenig, J. (2001). Snake in the garden: an analysis of reptiles "rescued" by community based wildlife carers. *Biological Conservation*, 102: 271-283.
- Sikes, R. S., & IACUCs. (2016). 2016 Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education. *Journal of Mammalogy*, Institutional Animal Care and Use Committee. 97(3): 663-688.
- Skerratt, L. F., Berger, L., Speare, R., Cashins, S., McDonald, K. R., Phillott, A., . . . Kenyon, N. (2007). Spread of chytridiomycosis has caused the rapid global decline and extinction of frogs. *EcoHealth*, 4: 125-134.
- Soler, J. J., Moller, A. P., & Soler, M. (1998). Nest building, sexual selection and parental investment. *Evolutionary Ecology*, 12: 427-441.

- Suárez, A. M., & Alzate Basto, E. (2014). Guía Ilustrada Anfibios y reptiles Cañón del río Porce, Antioquia. EPM E.S.P. Universidad de Antioquia, Herbario Universidad de Antioquia - Medellín, Colombia. 138 pp.
- UNEP. (2010). Latin America and the Caribbean: Environment Outlook. United Nations.
- Uribe-Peña, Z., Ramírez-Bautista, A., & Casas-Andreu, G. (1999). Anfibios y reptiles de las serranías del Distrito Federal. Cuadernos 32, Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 119 pp.
- Vanhooydonck, B., & Van Damme, R. (2003). Relationships between locomotor performance, microhabitat use and antipredator behaviour in lacertid lizards. *Funct. Ecol*, 17: 160-169.
- Varela, S., & A. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. INTA.
- Vargas, G. A., Krakauer, K. L., Egremy-Hernández, J. L., & McCoid, M. J. (2000). Sticky trapping and lizard survivorship. *Herpeto-logical Review* , 31: 23.
- Verner, J. (1985). Assessment of counting techniques. In: R. F. Johnston. Current ornithology. Vol. 2 Plenum Press, New York. 247-302.
- Wake, D. B., & Vredenburg, V. T. (2008). Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105: 11466-11473.
- Wearn, O. R., & Glover-Kapfer, P. (2017). Conservation technology. Camera-trapping. WWF Conservation Technology Series 1(1). WWF-UK, Woking, United Kingdom. 180 pp.
- Whittaker, R. H., Levin, S. A., & Root, R. B. (1973). Niche, Habitat and Ecotope. *The American Naturalist*, Chicago. 955: 322-338.
- Wolf, C. M., Garland, T., & Griffith, B. (1998). Predictors of avian and mammalian translocation success: reanalysis with phylogenetically independent contrasts. *Biol. Conserv*, 86: 243-255.
- Wolf, C. M., Griffith, B., Reed, C., & Temple, S. A. (1996). Avian and mammalian translocations: update and reanalysis of 1987 survey data. *Conservation Biology* , 10: 1142-1154.
- Woodhams, D. C., Alford, R. A., & Marantelli, G. (2003). Emerging disease of amphibians cured by elevated body temperature. *Diseases of Aquatic Organisms*, 55: 65-67.
- Wright, L. J., Nexson, S. E., & Noble, D. G. (2014). The value of a random sampling design for annual monitoring of national populations of larger British terrestrial mammals. *Eur. J. Wildl. Res*, 60(2): 213-221.
- Yoccoz, N. G., Nichols, J. D., & Boulinier, T. (2001). Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends Ecology & Evolution*, 16: 446-453.

Modalidad A - Particular



**Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)**
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO XI

IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



Contenido

| | |
|--|----|
| XI. IDENTIFICACION, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... | 3 |
| XI.1. Identificación de impactos..... | 3 |
| XI.1.1 Descripción de actividades de la obra, factores ambientales y presentación de interrelaciones | 3 |
| XI.2. Caracterización de los impactos..... | 10 |
| XI.3. Valoración de los impactos..... | 12 |
| XI.4. Impactos ambientales relevantes | 15 |
| XI.4.1 Preparación del sitio y Extracción | 15 |
| XI.4.2 Operación y Mantenimiento | 16 |
| XI.4.3 Impactos relevantes | 17 |

XI. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

XI.1. Identificación de impactos.

Con base en la información relativa a las obras y actividades que comprenderá la realización del proyecto de acuerdo a lo descrito en el capítulo II, así como, en la caracterización del capítulo V se procedió a elaborar la evaluación de acuerdo a los siguientes pasos:

- ❖ Identificación de las principales actividades que pueden ser fuentes de presión ambiental para cada una de las etapas de desarrollo del proyecto (Preparación del sitio y operación);
- ❖ Determinar los impactos potenciales para cada factor ambiental (atmósfera, hidrología, suelo etc);
- ❖ Elaboración de la matriz de causas-efectos y matriz de importancia;
- ❖ Valoración final de los impactos que la actividad produce en su conjunto;
- ❖ Determinación de la magnitud del impacto sobre cada factor, y
- ❖ Conclusión y resultado de los impactos significativos.

XI.1.1 Descripción de actividades de la obra, factores ambientales y presentación de interrelaciones *Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.*

Para realizar la evaluación del proyecto se utilizaron dos métodos: 1) Matriz de interacción de causa-efecto, y 2) Metodología de Conesa Fernández – Vítora (1996) para caracterizar el impacto (evaluación cualitativa), la cual utiliza ciertos criterios que nos permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, agrupándolos en una fórmula que nos dará como resultado la importancia del impacto.

Identificación de los factores socio-ambientales y actividades del proyecto

A partir de la interacción proyecto-entorno, se determinaron los impactos ambientales a generarse; y para fundamentar su análisis, el proyecto debe aportar información con respecto a sus diferentes fases de ejecución, por lo que, esta tarea consistió en estudiar los elementos y procesos del mismo que ocasionarán los impactos ambientales (objeto de la evaluación), así mismo, se requiere del estudio del entorno donde se desarrollará el proyecto, concepto que se ha denominado a la parte del medio ambiente que interacciona con éstas actividades.

Actividades del proyecto

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se determinaron las acciones que pueden causar afectaciones por parte de las actividades del proyecto, posteriormente estas actividades se presentan en una matriz de causa - efecto, con el objeto de diferenciar los impactos ambientales que se producen con el proyecto para cada subfactor ambiental a impactar.

En la siguiente tabla se presenta la lista de las actividades en sus diferentes etapas que se requerirán para el proyecto y que son como consecuencia las que ocasionarán los cambios en el sistema ambiental.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

Tabla 1. Lista de actividades identificadas para las diferentes etapas del proyecto.

| ETAPAS DEL PROYECTO | ACCIONES DEL PROYECTO |
|----------------------------------|---|
| Preparación del sitio | Operación de obras provisionales |
| | Trazado del terreno |
| | Desmante |
| Extracción | Uso de explosivos para extracción de material |
| | Excavaciones y barrenación |
| | Movimiento de suelo |
| | Movimiento de Maquinaria |
| | Caminos de acceso a frentes de trabajo |
| | Señalamiento vertical y horizontal |
| | Triturado de material |
| | Mano de obra |
| Abandono del sitio | Limpieza |
| | Retiro de Maquinaria y Obras provisionales |
| Operación y Mantenimiento | Operación del proyecto (Traslado de material) |
| | Mantenimiento de equipos |

Factores ambientales y sociales

Una vez identificadas las acciones del proyecto, posteriormente se determinó los componentes del ambiente que serán impactados, los cuales, por la complejidad del entorno y su carácter de sistema, se disponen los efectos relevantes en varios niveles, de esta manera el último nivel representará factores simples y concretos.

Tabla 2. Lista de factores socio-ambientales que potencialmente son impactados en las diferentes etapas del proyecto.

| SISTEMA | SUBSISTEMA | COMPONENTE AMBIENTAL | FACTOR |
|---------------------|----------------|---------------------------|----------------------------|
| MEDIO FÍSICO | Medio Abiótico | Agua | Calidad del Agua |
| | | | Dinámica de escurrimientos |
| | | | Drenaje Superficial |
| | | Suelo | Erosión hídrica |
| | | | Erosión eólica |
| | | | Relieve y Topografía |
| | | | Calidad del Suelo |
| | | | Fertilidad |
| | | | Atmosfera |
| | | Procesos del Medio Inerte | Confort Sonoro |
| | | | Microclima |
| | | | Compactación |
| | | | Transporte de sólidos |
| | | | Estabilidad |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

| SISTEMA | SUBSISTEMA | COMPONENTE AMBIENTAL | FACTOR |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|
| | Medio Biótico | Vegetación | Especies bajo la NOM-SEMARNAT-2010 |
| | | | Vegetación de Matorral Desértico rosetófilo |
| | | Fauna | Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| | | | Reptiles |
| | | | Anfibios |
| | | | Mamíferos |
| | Procesos del medio biótico | Aves | |
| | Hábitat de especies | | |
| | Medio Perceptual | Paisaje | Unidad de Matorral |
| | | | Unidad de aprovechamiento |
| Medio Socioeconómico | Medio Económico | Comercio | |
| | | Servicios e infraestructura | |
| | | Empleo | |
| | Medio social | Accidentes | |
| | | Infraestructura Urbana | |
| | | Calidad de Vida | |

Matriz de interacción de causa-efecto

Una vez revisada las actividades y factores ambientales y sociales, se procedió a la elaboración de la matriz de correlación, siendo que los componentes y factores ambientales determinados, se colocaron en filas, mientras que las actividades correspondientes al proyecto se colocaron a manera de columnas, lo cual permitió cotejar reiteradamente cada uno de los factores determinados con las actividades a realizarse, siendo que para cada actividad que cause alguna modificación en el factor en turno se colocó un número uno (1) indicando la presencia de una interacción, mientras que en caso de no ocurrir alguna modificación en dicha casilla se asignó un número cero (0).

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

Tabla 3. Resultado de la Matriz de Efectos Ambientales y Sociales por las actividades del proyecto.

| | | | ETAPAS DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---|----------------------------------|---------------------|------------|---|----------------------------|---------------------|--------------------------|--|------------------------------------|---------------------------|----------|--|---|--------------------------|
| | | | PREPARACIÓN DEL SITIO | | | EXTRACCIÓN | | | | | ABANDONO DEL SITIO | | OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | | | | |
| SISTEMA | SUBSISTEMA | COMPONENTE AMBIENTAL | FACTOR | ACTIVIDADES POR ETAPA | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Operación de obras provisionales | Trazado del terreno | Desmonte | Uso de explosivos para extracción de material | Excavaciones y barrenación | Movimiento de suelo | Movimiento de Maquinaria | Caminos de acceso a frentes de trabajo | Señalamiento vertical y horizontal | Mano de obra | Limpieza | Retiro de Maquinaria y Obras provisionales | Operación del Proyecto (Traslado de material) | Mantenimiento de equipos |
| MEDIO FÍSICO | Medio Abiótico | Agua | Calidad del Agua | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| | | | Dinámica de escurrimientos | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | Drenaje Superficial | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Suelo | Erosión hídrica | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | | Erosión eólica | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | | Relieve y Topografía | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | Calidad del Suelo | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Fertilidad | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Atmosfera | Calidad del Aire | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | Confort Sonoro | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | Microclima | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Procesos del medio Inerte | Compactación | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| | | Transporte de sólidos | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Estabilidad | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Medio Biótico | Vegetación | Especies bajo la NOM-SEMARNAT-2010 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | Vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | Fauna | Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | Reptiles | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | | | Anfibios | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | Mamíferos | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Aves | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Procesos del medio biótico | Habitat de especies | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| Medio Perceptual | Paisaje | Unidad de Matorral | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | | Unidad de aprovechamiento | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Medio socioeconómico | Medio económico | Comercio | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Servicios e infraestructura | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Empleo | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | Medio social | Accidentes | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| | | Infraestructura Urbana | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | | Calidad de Vida | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |

De acuerdo al análisis de la matriz causa-efecto los resultados obtenidos fueron de 171 interacciones durante todo el desarrollo del proyecto, teniendo 38 de tipo positivo y 133 negativos; donde la mayoría de las interacciones se presentan en la etapa de preparación del sitio y extracción con el 75%, con el 13% en la etapa de operación y mantenimiento y el 12% durante el abandono del sitio.

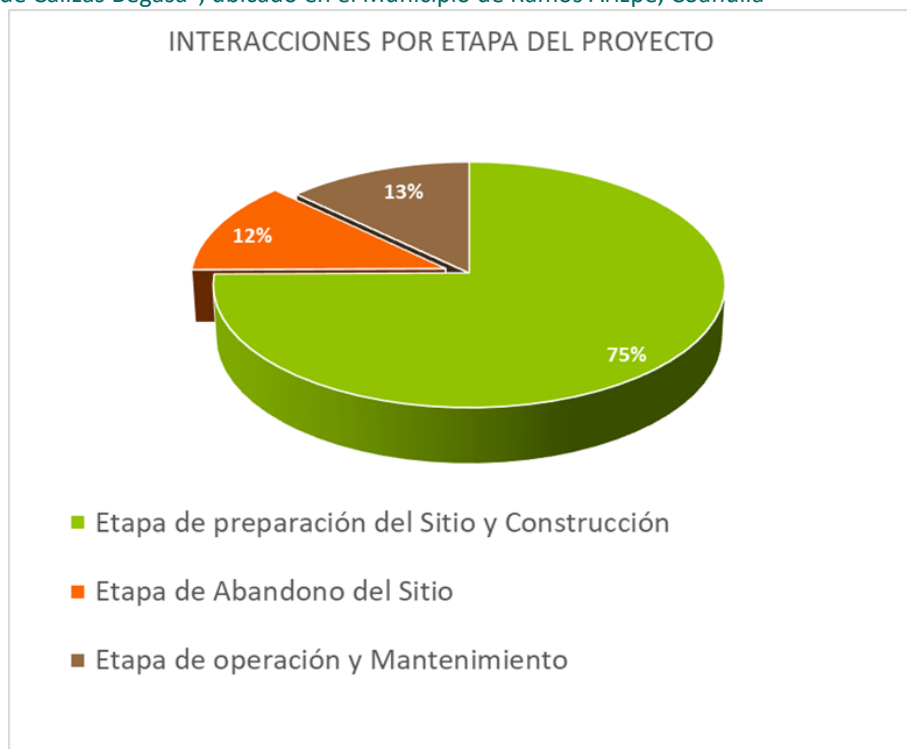


Figura 1. Porcentaje de impactos encontrados en la evaluación de la Matriz de causa-efecto.

Con respecto a los factores ambientales más impactados se tiene:

Fauna.- La fauna silvestres presente en la microcuenca hidrológica forestal es de 10 especies en base al análisis de probable ocurrencia, de las cuales las de mayor presencia en la zona donde se desarrollará la extracción son las aves los de mayor registro en los muestreos (10 especies), destacando: *Calothorax lucifer*, una especie semiendémica. Es importante destacar que se reportaron 15 especies en total para el sitio donde se ejecutarán las actividades de CUSTF Para el caso de los mamíferos se reportó, 3 especies: *Urocyon cinereoargenteus*, *Lepus californicus* y *Sylvilagus audubonii*.

En este sentido el impacto se considera principalmente en la pérdida de hábitat, ya que debe considerarse que el polígono se ubica cerca de un área forestal grande la cual es considerada como área natural protegida conocida como: Área de Protección de los Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Bajo Río San Juan, por lo que, la fauna sensible y de mayor capacidad de desplazamiento se alejará de la zona buscando sitios con menor ruido principalmente cuando se generé las voladuras del material.

Suelo.- La ejecución del proyecto requiere del retiro total de la flora del sitio en unos 6.23 Ha. y el retiro de las diversas capas de suelo donde se cuenta con el material que se requiere extraer (Caliza). Durante el desmonte la vegetación tiene la función de la protección del suelo durante la acción de la erosión hídrica y principalmente la eólica. Durante el cambio de uso de suelo forestal se reporta un valor de erosión hídrica de 3252.25 Ton/año en la totalidad de la superficie y durante los 5 años de CUSTF

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

Este predio una vez utilizado permanecerá sin uso, lo que potencialmente puede ser restaurado para recuperar el estrato herbáceo y arbustivo que domina el Matorral Desértico Rosetófilo.

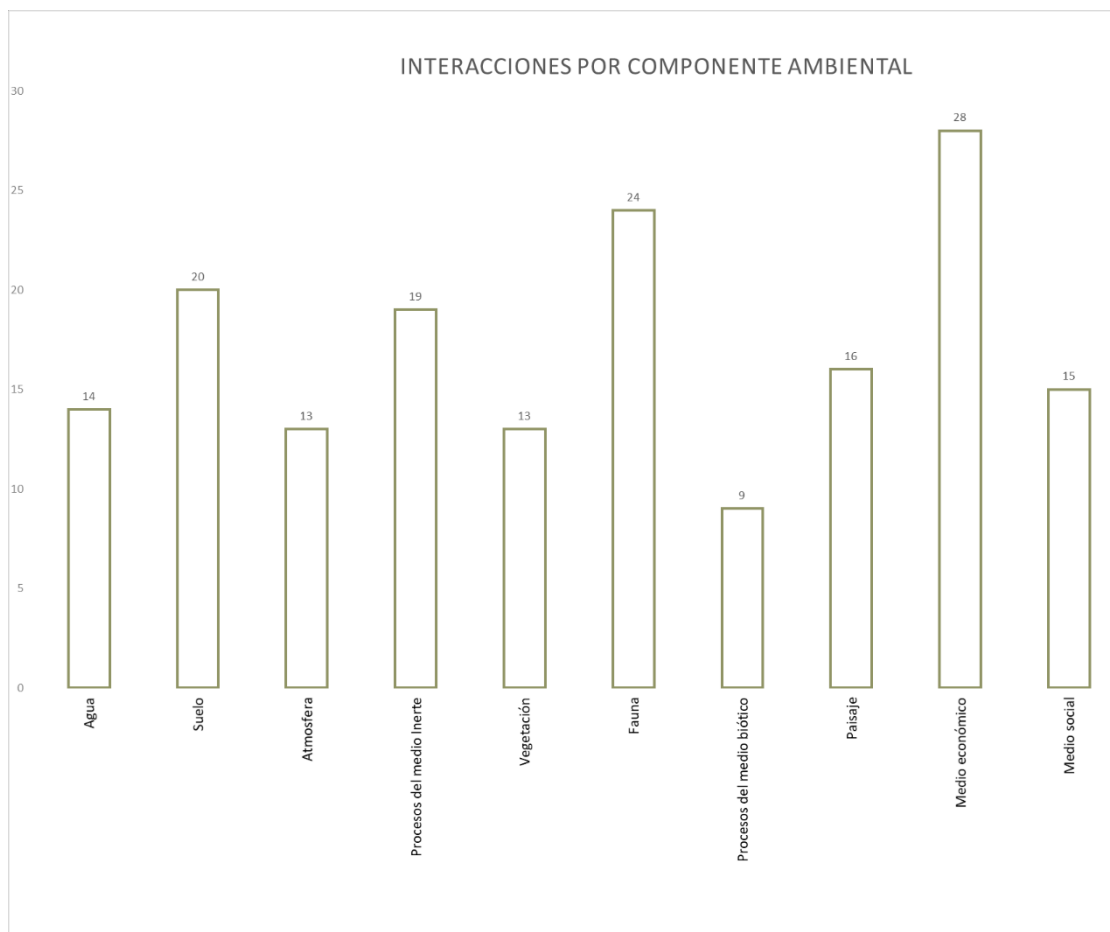


Figura 2. Número de impactos por factor ambiental y social.

Procesos del medio inerte.- En cuanto a este factor el mayor impacto será por el arrastre de residuos producto de la extracción, los cuales pueden caer hasta las áreas más bajas del terreno, siendo fácil para los trabajadores disponerlos como tiros a balcón en los costados del terreno, lo que, ocasionaría impactos de mayor magnitud como: daños a la vegetación sepultándola junto con la fauna, azolve de escurrimientos, degradación del ecosistema y pérdida del hábitat para la fauna.

Paisaje.- El paisaje es dominado por una pendiente de 10-15 grados por lo cual su tipo de topografía denominado de sierras cubiertas por Matorral Desértico Rosetófilo hace característico la zona por poseer un paisaje natural de fondo con elementos únicos en color, intensos y variados, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, y roca, siendo que este factor se ve altamente dominante en el paisaje. Sin embargo, existen áreas con actividades ya de aprovechamiento en la microcuenca, también por la extracción de material (Caliza), la cual es una de las actividades paisajísticas que más ha impactado la microcuenca a través del tiempo.

El relieve muy montañoso marcado y prominente al fondo de la cuenca visual, es un rasgo muy singular de la zona, ya que hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila del paisaje, estos impactos, aunque son temporales deben ser caracterizados para conocer el tipo y característica que tendrán una vez terminado el proyecto.

Agua.- Debido al relieve, el polígono de afectación se encuentra cerca de un escurrimiento intermitente el cual se genera por la topografía del sitio. Debido a la cercanía por donde el flujo de agua llega a escurrir, se identifica un riesgo de que ocurra un desprendimiento de material y que se haga incluso una disposición de material hacia las cañadas cercanas, lo cual se conoce como balconeo.

El retiro de la vegetación en los sitios ocasionará a su vez una reducción en la cantidad de agua que pueda infiltrarse. Hay tres razones por las que el impacto no posee una magnitud considerable: la superficie del polígono es mínima con respecto de la superficie total en la microcuenca, la superficie de afectación podrá recuperar cubierta vegetal y las actividades de reforestación permitirán la recuperación de la infiltración gracias a las acciones de terraceo y apertura de zanjas trinchera.

En el primer caso, la pérdida de infiltración se estima que se disminuirá en 3055.77m³/año. Esa cantidad disminuirá conforme la cubierta vegetal se recupere en los sitios de afectación y se lleven a cabo las labores de reforestación en los polígonos determinados.

Vegetación.- La superficie total de afectación de suelo forestal es de 6.23 Ha, lo que solo representa el 1.9% respecto de la superficie de Matorral Desértico Rosetófilo en la MHF (324.87 Ha).

Debido a la importancia ecológica del Matorral Desértico Rosetófilo como hábitat de especies bajo categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, el impacto se considera de relevancia para determinar el tipo y su caracterización. De la vegetación forestal se afectará la presencia de individuos arbustivos. La composición de la afectación del estrato arbustivo corresponde a 19 especies, ninguna bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el estrato de las cactáceas (herbáceo) se distribuyen 6 especies dentro de las cuales se tienen 2 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo *Ferocactus pilosus*, y *Thelocactus macdowellii*.

Para el caso de las herbáceas se tiene que se verán afectadas 3 especies siendo: *Abutilon fruticosum* *Aristida adscensionis* y *Coldenia canescens*

Atmósfera.- La calidad del aire se verá afectada por la emisión de polvos y de gases de combustión durante las operaciones de desmonte, barrenación, uso de explosivos, excavaciones y traslado de material o movimiento del mismo. Cabe señalar que la microcuenca se tiene muy favorables condiciones para la dispersión de polvos hacia el Sureste, por la conformación de la calidad del relieve ya que los vientos pueden fluir hacia el valle existente en esa dirección. Por la dificultad del relieve, la actividad humana es reducida en el área con topografías llanas y las pendientes no son tan altas, a excepción de los sitios donde otras empresas se encuentran extrayendo el mismo material que se pretende conseguir a través de este proyecto.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

El promovente se deberá hacer responsable por la correcta disposición del material que no se utilice trasladando todo el material producto de las excavaciones y/o cortes a sitios designados para banco de tiro.

XI.2. Caracterización de los impactos.

Una vez obtenidos los impactos a través de la matriz causa-efecto, se procedió a realizar la caracterización de los impactos, empleando la metodología diseñada por Conesa Fernández – Vítora (2013), para posteriormente realizar la evaluación de la magnitud de los impactos.

Hay que recordar que esta metodología utiliza ciertos criterios que nos permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, agrupándolos en una fórmula que nos dará como resultado la importancia del impacto.

La importancia del impacto puede medir cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como: extensión, efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Los impactos enlistados, son sometidos a evaluación mediante la asignación de valores numéricos a los criterios propuestos por Conesa Fernández-Vitoria (2013); en su metodología, estos criterios son aplicados para cada uno de los impactos obtenidos permitiendo valorizar su magnitud y conocer sus características, estos criterios son:

| TÉRMINOS | DESCRIPCIÓN | VALOR |
|-----------------------|---|--|
| SIGNO (+/-) | El signo del impacto hace alusión a su carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. Existe la posibilidad de incluir un tercer carácter (x) que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto. | (+) (-) |
| INTENSIDAD (I) | Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, el rango de valoración está comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área donde se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos 2 términos reflejarán situaciones intermedias. | BAJA 1 MEDIA 2 ALTA 4 MUY ALTA 8 TOTAL 12 |
| EXTENSIÓN (EX) | Se refiere al área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en el que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras habrá que buscar otras alternativas al proyecto, anulando el efecto. | PUNTUAL 1 PARCIAL 2 EXTENSO 4 TOTAL 8 CRITICA +4 |
| MOMENTO (MO) | Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándoles a ambos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, | LARGO PLAZO 1 MEDIO PLAZO 2 INMEDIATO 4 CRITICO +4 |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

| TÉRMINOS | DESCRIPCIÓN | VALOR |
|-----------------------------|--|--|
| | Largo Plazo con valor asignado (1). Si ocurre alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una a cinco unidades por encima de las especificadas. | |
| PERSISTENCIA (P) | Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctivas. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente (4). | FUGAZ 1 TEMPORAL 2 PERMANENTE 4 |
| REVERSIBILIDAD (RV) | Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor de (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos, son los mismos asignados al parámetro anterior. | CORTO PLAZO 1 MEDIO PLAZO 2 IRREVERSIBLE 4 |
| SINERGIA (SI) | Este atributo contempla el reforzamiento de 2 o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se espera de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). | NO SINÉRGICO 1 SINÉRGICO 2 MUY SINÉRGICO 4 |
| ACUMULACIÓN (AC) | Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple) el efecto se valora como (1). Si el efecto es acumulativo el valor se incrementa a (4). | SIMPLE 1 ACUMULATIVO 4 |
| EFFECTO (EF) | Este atributo se refiere a la relación causa efecto , o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción, consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo. | INDIRECTO 1 DIRECTO 4 |
| PERIODICIDAD (PR) | La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (regular o continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1). | IRREGULAR 1 PERIÓDICO 2 CONTINUO 4 |
| RECUPERABILIDAD (MC) | Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctivas). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna el valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o medio plazo, si lo es permanente, el efecto es Mitigable, y toma un valor de (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de recuperar tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de (8). En caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4). | INMEDIATA 1 MEDIO PLAZO 2 MITIGABLE 4 IRRECUPERABLE 8 |

El rango de valores para cada uno de los criterios permite obtener valores cualitativos a las características de los impactos los cuales mediante la aplicación de la siguiente formula arrojan la valoración de los impactos.

$$I = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Los valores que se obtienen varían entre 13 y 100, los cuales son clasificados por rangos y es lo que le da la relevancia al impacto, estos rangos se dividen de la siguiente manera:

| ESCALA DE GRADO DE AFECTACIÓN POR INTERACCIÓN | |
|---|--------------|
| ≤ 25 | IRRELEVANTES |
| 26-49 | MODERADOS |
| 50-74 | SEVEROS |
| ≥ 75 | CRÍTICOS |

XI.3. Valoración de los impactos.

| VALORACIÓN ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO Y EXTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|--------|----------|-------------|-----------|
| FACTOR | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO | NAT | I | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | I | CATEGORÍA | SEVERO | RESIDUAL | ACUMULATIVO | SINÉRGICO |
| AGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calidad del Agua | Alteración de las características fisicoquímicas del agua (Residuos urbanos y desmonte) | - | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 28 | MODERADO | NO | NO | NO | SI |
| | Alteración de las características fisicoquímicas del agua (Residuos peligrosos) | - | 2 | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 30 | MODERADO | NO | NO | NO | SI |
| | Alteración de las características fisicoquímicas del agua (Residuos de manejo especial) | - | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 43 | MODERADO | NO | NO | NO | SI |
| Dinámica de Cauces | Azolve de escurrimientos (Residuos de manejo especial) | - | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 37 | MODERADO | NO | SI | NO | SI |
| | Reducción de suministro de agua para los individuos que depende de este recurso | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 40 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Drenaje Superficial | Modificación de la superficie de escurrimiento laminar del suelo | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 38 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| SUELO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Erosión | Desgaste del suelo desprovisto de vegetación (Erosión eólica) | - | 2 | 6 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 46 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Desprendimiento del suelo (Erosión Hídrica) | - | 2 | 6 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 44 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Relieve y Topografía | Modificación a la topografía | - | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 43 | MODERADO | NO | SI | SI | NO |
| Calidad del suelo | Alteración de las características biológicas del suelo | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 34 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Degradación de suelos | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 38 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Alteración de las características fisicoquímicas del suelo | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 38 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

| VALORACIÓN ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO Y EXTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|--------|----------|-------------|-----------|
| FACTOR | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO | NAT | I | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | I | CATEGORÍA | SEVERO | RESIDUAL | ACUMULATIVO | SINÉRGICO |
| Fertilidad | Pérdida de material orgánico como sustrato para el crecimiento de plantas | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 36 | MODERADO | NO | NO | SI | NO |
| ATMÓSFERA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calidad del Aire | Aumento en la presencia de gases de combustión de hidrocarburos | - | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 4 | 31 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Saturación de polvos en el ambiente | - | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 32 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Confort Sonoro | Alteración de la naturalidad por emisiones sonoras por explosivos | - | 2 | 4 | 8 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 42 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Alteración de la naturalidad por emisiones sonoras | | | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 26 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Microclima | Incremento de la incidencia de luz sobre plántulas cerca de la franja de vegetación afectada | - | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 33 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| PROCESOS DEL MEDIO INERTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte de sólidos | Arrastre de residuos sólidos urbanos | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 30 | MODERADO | NO | NO | NO | SI |
| | Arrastre de suelo | - | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 45 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Arrastre de contaminantes por corrientes de agua | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 35 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Compactación | Reducción de la filtración del agua por los horizontes del suelo | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 36 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Estabilidad | Inestabilidad de suelos | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 50 | SEVERO | SI | NO | SI | SI |
| VEGETACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 | Pérdida de individuos de matorral desértico rosetófilo bajo alguna categoría de conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010) | - | 2 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 48 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Contaminación del hábitat con residuos | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 38 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo | Alteración de la dinámica poblacional | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 40 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Contaminación del hábitat con residuos sólidos urbanos | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 38 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Reducción de sitios para refugio de la fauna | - | 2 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 50 | SEVERO | SI | SI | SI | SI |
| | Pérdida de servicios ambientales (Infiltración de agua) | - | 2 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 50 | SEVERO | SI | SI | SI | SI |
| FAUNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Especie en NOM-059-SEMARNAT-2010 | Alteración de la dinámica poblacional | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 33 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Colecta/ caza de individuos | - | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 32 | MODERADO | NO | NO | NO | SI |
| | Degradación del hábitat donde viven | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 33 | MODERADO | NO | NO | NO | SI |
| Reptiles | Alteración de la dinámica poblacional | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 38 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Colecta/ caza de individuos | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 33 | MODERADO | NO | NO | NO | SI |
| | Degradación del hábitat donde viven | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 36 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Mamíferos | Alteración de la dinámica poblacional | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 38 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Colecta/ caza de individuos | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 33 | MODERADO | NO | NO | NO | SI |
| | Contaminación del hábitat con residuos sólidos urbanos | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 36 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Alteración en la dinámica de los ámbitos hogareños de la fauna por ruido | - | 4 | 6 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 50 | SEVERO | SI | NO | SI | SI |
| Aves | Alteración de la dinámica poblacional | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 31 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

| VALORACIÓN ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO Y EXTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|--------|----------|-------------|-----------|
| FACTOR | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO | NAT | I | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | I | CATEGORÍA | SEVERO | RESIDUAL | ACUMULATIVO | SINÉRGICO |
| | Reducción de sitios de percha | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 29 | MODERADO | NO | NO | NO | NO |
| | Degradación del hábitat donde viven | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 36 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Alteración en la dinámica de los ámbitos hogareños de la fauna por ruido | - | 4 | 6 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 50 | SEVERO | SI | NO | SI | SI |
| MEDIO PERCEPTUAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de Matorral | Baja calidad visual, presencia de malos olores y reducción de elementos singulares en la cuenca visual | - | 2 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 50 | SEVERO | SI | SI | SI | SI |
| | Alteración de la calidad visual del paisaje natural dominada por matorral | - | 4 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 56 | SEVERO | SI | SI | SI | SI |
| Unidad de Aprovechamiento | Impacto visual por acumulación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 34 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| MEDIO ECONÓMICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comercio | Consumo de productos en el municipio de Arizpe | + | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 8 | 46 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Empleo | Empleo Temporal para los Pobladores de la Región | + | 4 | 8 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 8 | 58 | SEVERO | SI | NO | SI | SI |
| Servicios de infraestructura | Uso de Maquinaria especializada | + | 4 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 8 | 44 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| MEDIO SOCIAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Accidentes | Vulnerabilidad a accidentes | - | 4 | 6 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 49 | MODERADO | NO | NO | NO | SI |

| VALORACIÓN ETAPA OPERATIVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|--------|----------|-------------|-----------|
| FACTOR | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO | NAT | I | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | I | CATEGORÍA | SEVERO | RESIDUAL | ACUMULATIVO | SINÉRGICO |
| AGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calidad del Agua | Contaminación del agua con residuos peligroso o manejo especial | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 28 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| SUELO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calidad del Suelo | Degradación de suelos | - | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 32 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Alteración de las características biológicas del suelo | - | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 32 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Alteración de las características fisicoquímicas del suelo | - | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 34 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| PROCESOS DEL MEDIO INERTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte de residuos | Arrastre de Residuos Sólidos Urbanos | - | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 30 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| | Arrastre de Residuos de manejo especial y peligrosos | - | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 34 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Compactación | Reducción de la filtración del agua por los horizontes del suelo | - | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 36 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| ATMÓSFERA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calidad del Aire | Aumento en la presencia de gases de combustión de hidrocarburos | - | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 35 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| Confort Sonoro | Aumento en las emisiones sonoras | - | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 34 | MODERADO | NO | NO | SI | NO |
| FAUNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reptiles | Colecta/ caza de individuos | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 23 | IRRELEVANTE | NO | NO | NO | SI |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

| VALORACIÓN ETAPA OPERATIVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|--------|----------|-------------|-----------|
| FACTOR | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO | NAT | I | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | I | CATEGORÍA | SEVERO | RESIDUAL | ACUMULATIVO | SINÉRGICO |
| | Alteración de la dinámica poblacional (Atropellos) | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 23 | IRRELEVANTE | NO | NO | NO | SI |
| PAISAJE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de Aprovechamiento | Impacto visual por acumulación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial | - | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 27 | MODERADO | NO | NO | SI | SI |
| MEDIO ECONÓMICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comercio | Incremento de venta de materiales para construcción | + | 4 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 64 | SEVERO | SI | SI | SI | SI |
| Empleo | Empleo para los Pobladores de la Región | + | 4 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 64 | SEVERO | SI | SI | SI | SI |
| Servicios e infraestructura | Incremento de servicios para la obtención del producto final | + | 4 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 8 | 62 | SEVERO | SI | SI | SI | SI |
| MEDIO SOCIAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Salud | Vulnerabilidad a accidentes | + | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 33 | MODERADO | NO | NO | NO | SI |
| Infraestructura Urbana | Mejora en el abastecimiento de insumos para la construcción | + | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 56 | SEVERO | SI | SI | SI | SI |
| Calidad de Vida | Productos de mayor calidad | + | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 64 | SEVERO | SI | SI | SI | SI |

XI.4. Impactos ambientales relevantes

Para facilitar el manejo de los impactos que se determinaron en todo el proyecto, estos se dividieron en 2 grupos, el primero lo constituyen los impactos derivados directamente de la fase que integra la preparación del sitio, extractiva del proyecto y abandono del sitio, mientras que el segundo grupo lo integran aquellos que se presentan en la fase operativa del mismo, como son etapa de Operación y Mantenimiento.

XI.4.1 Preparación del sitio y Extracción

Para las etapas constructivas del proyecto se estima que no se presentan impactos Críticos, siendo solo de tipo Severos (8), siendo que la mayor cantidad que se tendrá serán de 42 impactos Moderados y ninguno de tipo Irrelevante.

La presencia de impactos Moderados se debe a que el proyecto pretende realizar la extracción de material para el giro de comercio de caliza. Con respecto a la caracterización se tiene que la mayor prevalencia se dará en impactos de tipo Sinérgicos con 47, con 39 Acumulativos y 6 de tipo residual. Destacando que se tendrán 8 de tipo significativos.

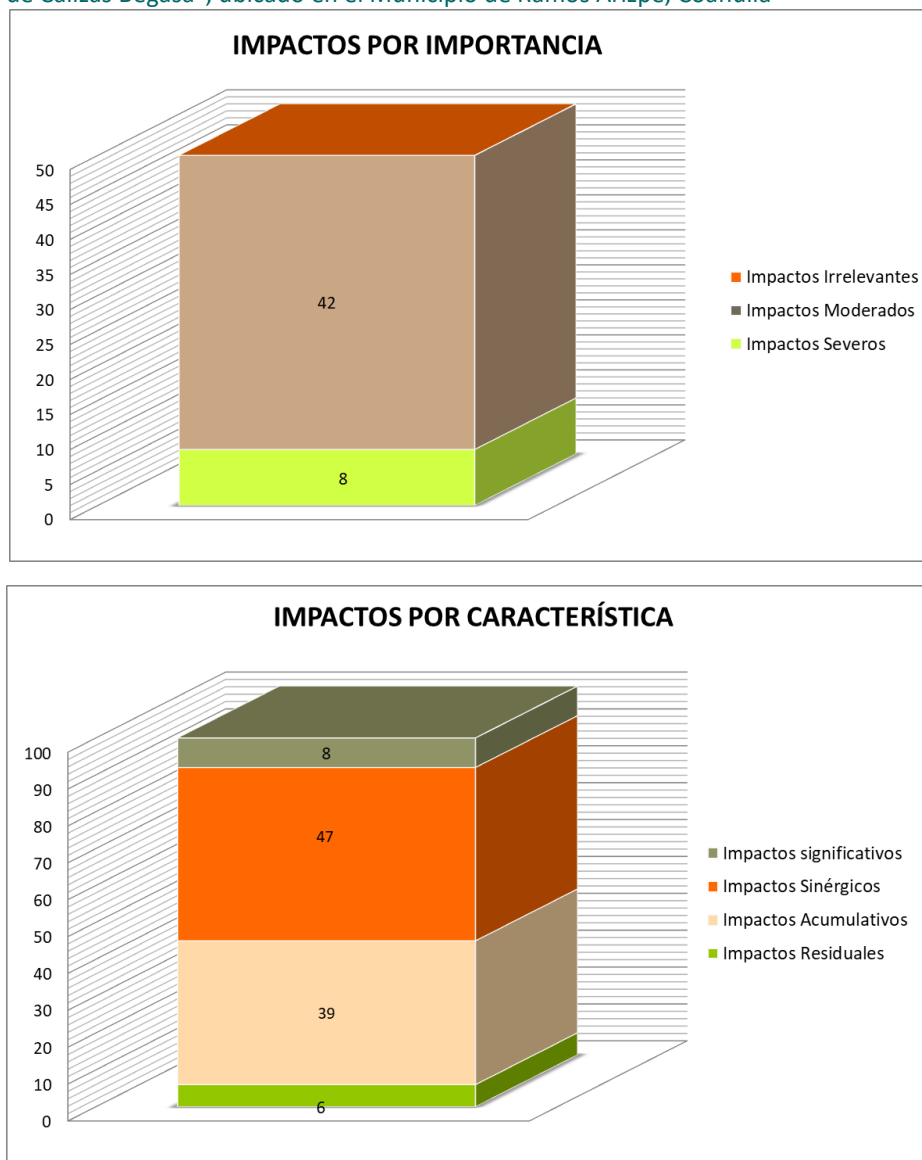


Figura 3. Tipos de impacto y caracterización de los mismos durante la etapa de preparación del sitio y extracción.

XI.4.2 Operación y Mantenimiento

En cuanto a la categoría de los impactos presentados durante la etapa operativa y de mantenimiento se observa que se presentan impactos Moderados (11) en gran cantidad precedidos de los de tipo severos (5) e irrelevantes con tan solo 2.

Se tendrá impactos de tipo Severo, pero de *carácter positivo*. Por otra parte, se observa la presencia nuevamente de 5 impactos de tipo Residual y de 17 de tipo Sinérgico destacando principalmente en los efectos que se tendrán por la contaminación de suelo.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

Debido a que la microcuenca mantiene una cobertura privilegiada por su ecosistema de matorral y que las actividades antropogénicas del sitio generan efectos muy similares a los que se tendrán por el proyecto, se tendrán impactos acumulativos en gran cantidad (15).

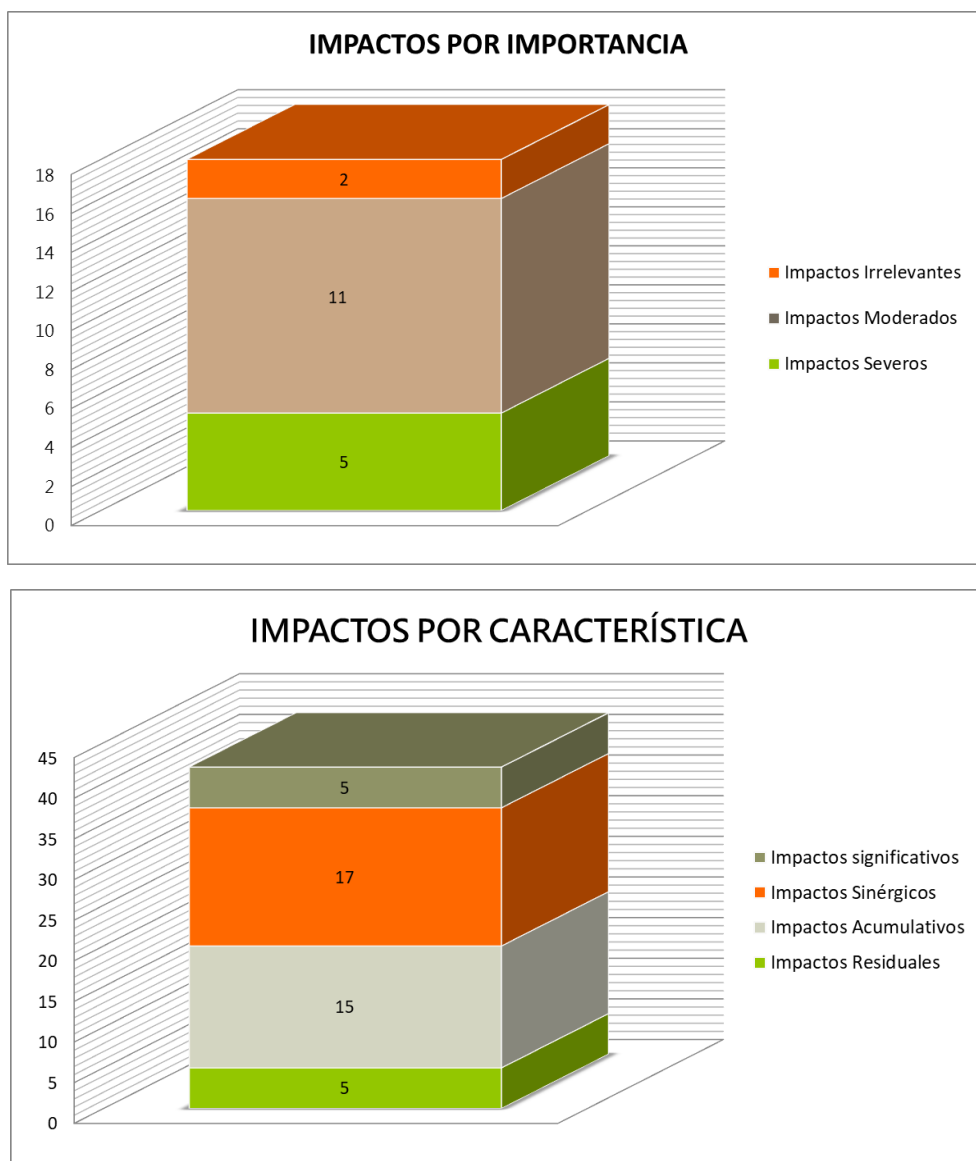


Figura 4. Tipos de impacto y caracterización de los mismos durante la etapa de operación y mantenimiento.

XI.4.3 Impactos relevantes

Infiltración de agua a subsuelo

Este impacto ha sido evaluado como Sinérgico, ya que éste efecto se ha presentado a lo largo del tiempo en la región por la extracción de material conocido como "Caliza", debido a que el tipo de geología presente en esta microcuenca hace que se tenga este tipo de roca de manera muy particular, por lo tanto, se necesita inevitablemente el desmonte de vegetación para la extracción de este tipo de material; consiguente, se evalúa como Moderado y Sinérgico, ya que se reduce la

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila
superficie de infiltración de agua al subsuelo a pesar de solo remover una cierta cantidad de área vegetal, superficie que podrá ser susceptible a erosionarse.

Erosión eólica e hídrica

No se espera que los agentes erosivos puedan afectar severamente la estructura del suelo o de sus componentes y con ello propiciar desprendimientos de gran magnitud ocasionando su erosión en los taludes que queden expuestos, por lo que el impacto se determina Moderado, y aunque la superficie de vegetación a remover no es de gran magnitud, se considera sinérgico el efecto ante la falta de protección que se generará principalmente contra la erosión eólica por la remoción de esta superficie vegetal.

Arrastre de suelo

Actualmente se presentan desprendimientos de material térreo debido a que el aire erosiona potencialmente las áreas desprovistas de vegetación que se tienen en la microcuenca, sin embargo, para el caso del proyecto durante la extracción y movimiento de suelo, éste podría ser arrastrado por escurrimientos temporales, ya que el área se caracteriza por contar con pendientes de hasta 15 grados, por ello se agregarán sedimentos hasta las partes más bajas del terreno, incluso por sitios donde ya existió extracción de material ya que, el área como ya se dijo, ha sido objeto de la extracción de calizas para venta del mismo, por lo que el impacto se determinó como Moderado, Sinérgico y Acumulativo.

Modificación de la topografía

El proyecto se desarrolla sobre una topografía que corresponde a sierras principalmente, por lo que la implementación del proyecto generará grandes cambios en el relieve que se presenta en el sitio además de que la obra consiste en la extracción de material. Esta modificación de la topografía se verá incrementada debido a la superficie que requiere el proyecto para extraer el material deseado con base a las características del perfil u horizonte del suelo que se tenga. El impacto resulta en Moderado, sin embargo, debido a que dicha modificación será permanente, resulta ser un impacto Residual.

Inestabilidad de suelos

Uno de los impactos más relevantes en estas actividades es que se ocasionará un impacto al subfactor de procesos del medio inerte (Severo), éste se presentará con la menor firmeza de suelos en los taludes (Acumulativo), teniendo como efectos caídas de materiales y aportación de suelo que se concentrarán en las depresiones naturales del terreno y que en época de lluvias se provocará el arrastre de los mismos (Impacto Sinérgico).

Se tendrá un impacto en particular al momento de realizar diversos cortes ya que en sus secciones se expondrá a nuevas áreas de suelo (Impacto Acumulativo), siendo que se seguirá aportando sedimentos (Impacto sinérgico) además de la inestabilidad del suelo en las paredes de los taludes al momento de ser retirada la vegetación que ayuda a la retención del mismo, con lo que pudieran presentarse desprendimientos de material terrígeno y rocoso, el cual será un impacto Severo y Sinérgico.

La permanencia de estos cortes es un impacto Residual. En relación a la vulnerabilidad a la erosión hídrica, la lluvia será un efecto continuó sobre aquellas áreas donde se tengan taludes de corte, la cual propiciará no solo su erosión, si no que conllevará a la degradación de este recurso,

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila ocasionando que la productividad del mismo sea menor con el paso del tiempo o se presente una degradación biológica del mismo.

Saturación de polvos en el ambiente

Toda actividad que se realice en el proyecto, generará la presencia de polvos en el ambiente ya que se recordará que la extracción de Caliza inevitablemente genera la dispersión de polvos al ser un material que fácilmente puede conducirse en el aire, siendo que desde el movimiento de suelo para preparar el sitio, el despalme, la barrenación y extracción, incluso el acarreo de materiales generarán levantamientos de polvos de forma inevitable, mismos que podrían resultar en disminuir la visibilidad para los trabajadores en las áreas de trabajo afectando incluso su salud misma por aspirar este material, sin embargo, aunque su presencia puede ser fugaz, es sinérgico por las causas ya expuestas al generar efectos importantes en la salud de los trabajadores y en la seguridad del área al tener ambientes poco visibles durante el manejo de maquinaria, por lo que se considera Moderado, siendo Acumulativo, ya que es una zona donde se tiene la extracción de este mismo material en otras áreas contiguas al predio donde se pretende ejecutar el proyecto.

Alteración de la naturalidad por emisiones sonoras por explosivos

Toda obra y actividad a realizarse generará ruido, aunque de igual manera, su presencia será temporal y solo durante los trabajos a realizarse, el impacto se considera Moderado y de tipo Sinérgico debido a que actualmente es un impacto que se presenta en el sitio no de forma tan continúa, pero si ha afectado a la fauna que realiza sus ámbitos hogareños en el área de influencia de la microcuenca del proyecto, ocasionando que se alejen de sitios potenciales de alimento, refugio y otra búsqueda de recursos durante estos efectos.

Si bien se tiene actualmente movimiento de vehículos por el traslado de material para su proceso de otras empresas ya establecidas en el área, estos generan algunos ruidos principalmente cuando van de paso por todos los caminos, incluyendo aquellos que transitan la carretera 57D hacia Ramos Arizpe, siendo que estos ruidos son temporales y de baja intensidad. Caso contrario ocurrirá con las actividades de uso de explosivos, las cuales se presentarán con mayor intensidad, lo cual modificará la naturalidad de la zona inevitablemente (Impacto sinérgico), siendo *Severo y significativo* para los ámbitos hogareños de mamíferos y aves.

Para la etapa Operativa, se tendrá nuevamente impactos Moderados y Acumulativos por efecto de los vehículos que tengan que realizar el movimiento de vehículos y servicios necesarios hacia las zonas donde se maneja el material para su proceso y empaquetado requerido.

Pérdida de individuos bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Flora y Fauna)

Para el caso de las especies bajo la norma de flora que se verán impactadas están: *Ferocactus pilosus* y *Thelocactus macdowellii*.

Finalmente se tiene que no se reportó especies bajo alguna categoría de conservación de la fauna que se vea dañada en el momento de realizar excavaciones ya que al igual que en la actividad de desmonte algunas especies son oportunistas para permanecer en superficies desmontadas lo que potencialmente puede ser que se vean lastimadas por la maquinaria durante su uso (Impacto Moderado, Acumulativo y Sinérgico).

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

Alteración de la dinámica poblacional y servicios ambientales

Uno de los impactos sinérgicos que tomaron valores de severos y significativos es la remoción de vegetación de matorral desértico rosetófilo, el cual provee no solo de sitios de refugio o hábitats para la fauna, si no, que provee de servicios ambientales como mitigación a los efectos de los cambios climáticos, el suministro de agua hacia el subsuelo, la erosión de los suelos, la captura de Co2, Etc.

Alteración de la calidad visual del paisaje natural dominada por matorral

Se afectará el componente de la unidad de Matorral (Unidad natural de paisaje conformado por Vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo) sobre su topografía original debido a que se realizaran cortes (excavaciones), y debido a las características técnicas necesarias, es evaluado este impacto visual como Residual, ya que a pesar de aplicar medidas no podrá recuperarse la topografía natural de los sitios donde se requieran cortes a pesar de que se limiten las actividades de excavación solo a las obras permanentes.

La mala disposición (Tiros a balcón) del material que no sea aprovechado y que es producto de las excavaciones produce potencialmente la degradación de las condiciones del lugar donde se desarrollan las especies, ya que no permite, que las plantas crezcan por falta de luz, generando no solo un aspecto visual de alto impacto ante un paisaje natural de fondo (Impacto Severo, Sinérgico y Significativo), si no del daño a la estructura vegetal y la fauna que puede quedar sepultada por todo el material que rodará en los sitios de disposición.

Vulnerabilidad de accidentes

Durante los trabajos de extracción, es posible que se presenten accidentes que afecten al personal que labora en la obra, estos accidentes pueden ser de diferentes magnitudes y gravedad, siendo que se requerirá de la remoción de suelo para poder realizar las obras previstas, obteniéndose un impacto Moderado, pero de tipo Significativo para los accidentes que pueden suscitarse, debido a los riesgos que se tendrán como inestabilidad de taludes, manejo de explosivos, poca visibilidad por la emisión de polvos etc.

Esto es responsabilidad del promovente, para la aplicación de las normas de seguridad correspondientes para evitar desde accidentes por contingencias ambientales o error humano.

Incremento de servicios para la obtención del producto final

Incremento de venta de materiales para construcción

Los impactos positivos están basados en las ventajas competitivas que puedan consolidar la actividad de comercio de este material a extraer. Este proceso comercial traerá no solo un beneficio directo al estado de Coahuila si no que, creará que los productos y servicios que se necesitan para su extracción, transporte, manejo, hasta llegar a la presentación del producto final se incrementen favoreciendo su economía, traduciéndose en la contratación de más personal lo que generara más empleo, y permitiendo que los negocios sigan surgiendo.

Con respecto al fortalecimiento del estado, éste será mayor al poder trasladar los servicios y productos de forma directa desde la vía de comunicación 57D que se tiene en conectividad incluso con la Cd. de Monterrey a través de la carretera 40D, e incluso con la región hacia el centro y hasta con la frontera.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

Empleo para los Pobladores de la Región

Aquellas obras y actividades para el proyecto que no requieran de mano de obra especializada podrán ser realizadas por pobladores de Ramos Arizpe, proporcionándoles empleo y remuneración temporal por los trabajos realizados, esto ayudará de manera temporal a su economía y a conseguir otros ingresos a parte de los que les dejan las actividades que más se presentan en el municipio. Este punto es a consideración de las necesidades y disposición del promovente. El impacto para ambas fases del proyecto (De construcción y operativo) es de tipo Positivo, siendo Severo y sinérgico por ser una zona donde las actividades más dominantes para obtener ingresos son a través del comercio.

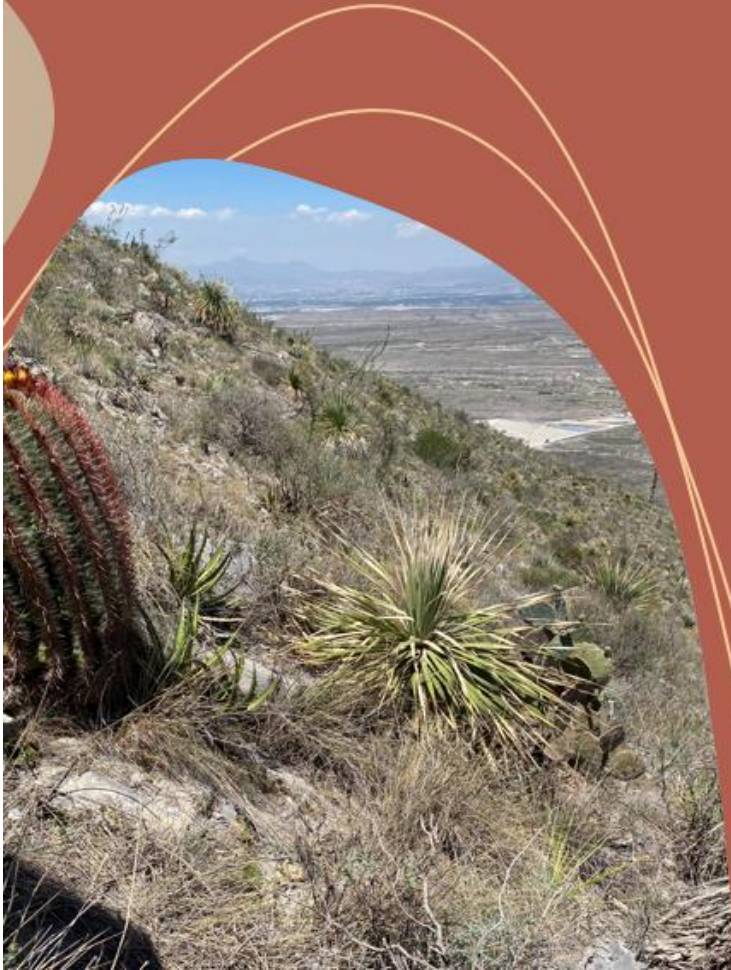
Mejora en el abastecimiento de insumos para la construcción

Durante la extracción, los trabajadores y principalmente el promovente podrán adquirir los productos en los comercios locales del estado, con lo que su economía se verá beneficiada de manera temporal durante el tiempo que duren las obras, así como, siendo que todos los materiales y equipos necesarios para la conformación del proyecto se tendrán que adquirir en zonas urbanas mejor consolidadas y eso contribuirá a la búsqueda y adquisición de los mismos fuera del estado de Coahuila (Impacto sinérgico).

Productos de mayor calidad

Las mejoras a los productos a adquirir para contar con un producto de mayor calidad, benefician a los trasportistas y comerciantes locales y regionales; ya que al tener vías de comunicación que conectan con puntos estratégicos hacia otros estados, reducirá los tiempos de traslado de los productos, mejorando esta actividad económica e incluso para acceder a mejores servicios que se requieran para el proceso y colocación del producto a otros mercados. Este impacto se caracteriza por ser Severo, Positivo y Sinérgico.

Modalidad A - Particular



**Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)**
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO XII

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN POR LA AFECTACIÓN SOBRE LOS
RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE APLICABLES DURANTE LAS
DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO**



Contenido

| | |
|---|----|
| XII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN POR LA AFECTACIÓN SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO..... | 3 |
| XII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación. | 3 |
| XII.1.2 Seguridad e Higiene | 3 |
| XII.1.3 Medidas de control de emisiones a la atmósfera | 8 |
| XII.1.4 Conservación y Protección de suelos | 8 |
| XII.1.5 Protección del ecosistema (Flora, fauna, suelo e hidrología) | 14 |
| XII.1.6 Protección a recursos hídricos | 29 |
| XII.1.7 Medio Social..... | 32 |
| XII.2. Impactos residuales..... | 34 |
| XII.2.1 Control de polvos | 34 |
| XII.3 Pronósticos ambientales y evaluación de alternativas. | 35 |
| XII.4 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. | 35 |
| XII.4.1 Evaluación del estado actual del escenario sin proyecto..... | 39 |
| XII.4.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto sin medidas de mitigación. | 42 |
| XII.5 Descripción y análisis del área con proyecto considerando las medidas de mitigación..... | 45 |
| XII.5.1 Evaluación y análisis del área con proyecto y con medidas de mitigación..... | 46 |
| XII.6. Programa de Manejo Ambiental y de Seguridad e Higiene. | 49 |
| XII.6.1 Seguridad y control. | 49 |
| XII.6.2 Supervisión ambiental..... | 53 |
| XII.7 Bibliografía | 54 |

XII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN POR LA AFECTACIÓN SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

XII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.

XII.1.2 Seguridad e Higiene

Requisitos de Seguridad e Higiene para el Manejo, Transporte y Almacenamiento de Sustancias Explosivas

Manejo de Explosivos

Se debe elaborar un manual de procedimientos para el manejo seguro de explosivos, el cual debe establecer al menos lo siguiente:

- ❖ La instrucción de suspender las labores cuando se aproxime una tormenta eléctrica o tempestad;
- ❖ Se prohíbe el uso de herramientas, ropa, zapatos y objetos personales que puedan generar calor, descargas estáticas, chispa o flama abierta e introducir cualquier dispositivo electrónico que genere radiofrecuencia;
- ❖ Las sustancias explosivas deben ser manejadas exclusivamente por personal capacitado y autorizado por el patrón;
- ❖ Antes de llevar a cabo las voladuras se debe verificar que: 1) se instale y opere una sirena de alerta, con un alcance superior a los 500 metros alrededor del sitio donde se efectuará la voladura, con el fin de advertir del peligro a cualquier persona que se encuentre en el perímetro de este sitio. Esta sirena deberá operar continuamente 10 minutos antes de que inicie la disparada y 10 minutos después de que se dispare el último barreno; 2) se haya alejado a todos los trabajadores de la zona de la voladura; 3) se haya apostado personal en todos los puntos de acceso al lugar donde se va a efectuar la voladura, con el fin de evitar el acceso de cualquier persona, 4) todos los trabajadores hayan alcanzado refugio seguro.
- ❖ Queda prohibido volver al lugar donde se realizó la voladura hasta que personal capacitado revise que la zona se encuentra en condiciones de seguridad e higiene, y se dé la autorización para regresar a dicha zona;
- ❖ Si hay indicios de falla en la disparada de algún barreno, los trabajadores no deben regresar a sus actividades hasta que el personal autorizado y capacitado localice todos los barrenos que no detonaron y se tomen las medidas de seguridad necesarias;
- ❖ Cuando se requiera usar explosivos primarios y secundarios, el manejo debe hacerse por separado y sólo se juntarán cuando la operación lo requiera;
- ❖ Los explosivos que, por su inestabilidad representen riesgos de iniciación, deben manejarse en estado húmedo;
- ❖ En el interior de los locales destinados al almacenamiento de sustancias explosivas solo debe encontrarse personal autorizado y bajo control;
- ❖ Únicamente los trabajadores autorizados por el patrón pueden tener acceso al interior de los locales destinados al almacenamiento de sustancias explosivas;
- ❖ Los vehículos que entren al área del polvorín para cargar o descargar sustancias explosivas, lo harán con matachispas en el tubo de escape y cinta conductora para la descarga de la electricidad estática.

Para el caso del almacenamiento se deberá considerar lo siguiente:

- ❖ Los polvorines deben tener delimitadas las áreas de tránsito para que se permita la maniobra de estiba, desestiba y manejo de estas sustancias.
- ❖ La operación del polvorín debe estar dirigida por una persona autorizada que conozca y aplique los procedimientos de operación y las medidas de seguridad.
- ❖ El polvorín debe mantenerse controlado con respecto a limpieza, temperatura y ventilación.
- ❖ Cuando se realicen trabajos en polvorines, se debe utilizar equipo de protección personal

En el caso del transporte:

- ❖ Debe realizarse exclusivamente por personal debidamente capacitado y autorizado por el patrón.
- ❖ Debe llevarse a cabo mediante equipos o sistemas de seguridad que eviten la explosión por golpe, chispa o calentamiento.

Sustancias Químicas Peligrosas

Este programa debe contener lo siguiente:

- a) Las hojas de datos de seguridad de todas las sustancias químicas que se manejen, transporten o almacenen en el centro de trabajo, de conformidad con lo establecido en la NOM-114-STPS-1994;
- b) Los procedimientos de limpieza y orden;
- c) Las cantidades máximas de las sustancias que se pueden tener en el área, para analizar el riesgo potencial;
- d) El tipo del equipo de protección personal específico al riesgo;
- e) El procedimiento de limpieza, desinfección o neutralización de la ropa y equipo de protección que pudieran contaminarse con sustancias químicas peligrosas, cuando el estudio para analizar el riesgo potencial así lo indique;
- f) La prohibición de ingerir alimentos y bebidas en las áreas de trabajo;
- g) El plan de emergencia en el centro de trabajo, que debe contener lo siguiente:
 - ❖ Los procedimientos de seguridad en caso de fuga, derrame, emanaciones o incendio;
 - ❖ El manual de primeros auxilios;
 - ❖ Procedimiento para evacuación;
 - ❖ Los procedimientos para volver a condiciones normales;
 - ❖ Los procedimientos para rescate en espacios confinados;
 - ❖ La prohibición de fumar y utilizar flama abierta en las áreas donde esto represente un riesgo;
 - ❖ Los procedimientos seguros para realizar las actividades peligrosas y trabajos en espacios confinados.

Capacitación en materia de seguridad e higiene

Deberá asegurarse que toda persona empleada para cualquier tipo de trabajo en una mina a cielo abierto ha recibido previamente la instrucción y la formación necesarias para realizar el trabajo de manera competente y en condiciones de seguridad.

Se deberá considerar lo siguiente durante la programación de las capacitaciones:

- ❖ Se deberían llevar registros individuales de la formación de cada trabajador.
- ❖ Se deberá nombrar a un encargado para que supervise todas las actividades de formación, el cual llevara un registro actualizado de cada uno de los interesados e informara sobre los asuntos relacionados con la formación, según se requiera.
- ❖ Se deberá siempre enriquecer un programa combinado de formación en materia de seguridad y ambiental, para adoptar cualquier otra disposición posible en interés de la prevención de los accidentes.
- ❖ En el momento en que inicie sus funciones o cambie de ocupación el trabajador, se le debería entregar un ejemplar de los reglamentos de seguridad vigentes y de los procedimientos aplicables a la prevención de accidentes.
- ❖ Todos los trabajadores deberían adquirir una formación específica en lo que se refiere a normas y procedimientos, y no se les deberá asignar un trabajo concreto hasta que tengan por completo todas las prácticas de trabajo seguras.
- ❖ A los miembros de los comités de seguridad e higiene compuestos por trabajadores, se les debería permitir que dispongan de un período razonable durante las horas de trabajo para que reciban una formación adecuada en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Equipo de protección personal

La prevención de riesgos en una de las actividades que deberá realizar el responsable de la seguridad e higiene ocupacional con el propósito de establecer medidas para la prevención de riesgos a la salud del personal, e implementar acciones preventivas y correctivas para un control de la vigilancia a la salud de los trabajadores, con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

El equipo de protección personal incluirá los elementos que se mencionan a continuación.

- ❖ Cascos.
- ❖ Gafas de Seguridad, Mascarillas contra el Polvo y Anteojos Anti-salpicaduras.
- ❖ Tapones o Protectores Auditivos.
- ❖ Zapatos o Botas de Seguridad.
- ❖ Ropa e Implementos para la Protección Corporal, de Manos y Brazos.

Se deberá suministrar protección corporal específica para todas las actividades que presenten riesgos, entre las cuales se menciona:

- ❖ Soldadura, quema, corte y esmerilado.
- ❖ Limpieza y eliminación de desechos tóxicos y peligrosos.
- ❖ Trabajo con maquinaria pesada.
- ❖ Cargas transportables.
- ❖ Mantenimiento mecánico de transportes.
- ❖ Manejo de combustibles.

Se garantizará en todo momento la formación y se organizará en su caso, sesiones de entrenamiento. Una vez que los trabajadores han recibido una formación adecuada conforme al uso de equipo de protección personal, se encuentran en condiciones de participar activamente en todo el proceso de selección y utilización de equipos, de cuya participación se derivan las siguientes obligaciones:

- ❖ Utilizar y cuidar correctamente los equipos puestos a su disposición.
- ❖ Colocar el equipo, una vez utilizado, en el lugar adecuado habilitado a tal efecto; este hecho es de vital importancia para una correcta conservación del equipo.
- ❖ Informar a su superior jerárquico directo de los daños, sobrecargas, defectos, etc., que haya podido sufrir el equipo y que puedan suponer una pérdida de su eficacia protectora.

Prevención del sistema respiratorio del trabajador

La vigilancia a la salud es una de las funciones de seguimiento de los riesgos de trabajo sobre los padecimientos y alternaciones de los trabajadores antes, durante y después de sus jornadas de trabajo, incluye posteriormente de su retiro laboral.

En las minas a cielo abierto los trabajadores mineros están expuestos durante su jornada de trabajo a partículas sólidas; durante sus actividades de extracción, traslado, proceso y distribución de los materiales; en estas tareas existe la probabilidad de un riesgo ocupacional por la acumulación de polvos en los pulmones.

Los Equipos de Protección Respiratoria (EPR) son parte fundamental de la evaluación de riesgos laborales, ya que se utilizan para proteger al trabajador de la inhalación de partículas y/o sustancias perjudiciales para la salud, como gases, vapores o, incluso, de la deficiencia de oxígeno. A la hora de utilizar un EPR, es fundamental que la máscara o mascarilla quede completamente ajustada a la cara del usuario, de forma que se asegure la eficacia del mismo, teniendo en cuenta que el vello facial, las cicatrices u otras irregularidades en el rostro pueden afectar a la hermeticidad de la máscara.

Si hubiera que utilizar distintos tipos de equipos (por ejemplo, gafas y mascarilla) es fundamental que se garantice la compatibilidad entre ambos.

Es importante saber escoger el tipo de protección más apropiado en función del tipo de amenaza de la que nos debemos proteger. Éstas son las más habituales.

Filtros frente a partículas

- ❖ Clase 1: capaces de retener hasta el 80% de las partículas nocivas.
- ❖ Clase 2: retienen hasta el 95% de las partículas.
- ❖ Clase 3: son las más eficaces, con una retención de hasta el 99,95%.

Primeros auxilios y servicios médicos

Se deberá contar en la mina con un botiquín de primeros auxilios adecuado, correctamente abastecido y en buen estado para utilizarlo en caso de accidente, el cual estará disponible en todo momento por un encargado de seguridad e higiene que este capacitado en primeros auxilios, mientras la mina está en explotación.

Se sugiere contar con una sala exclusivamente para primeros auxilios, reconocimientos médicos y atención de pacientes ambulatorios, bien situada, fácilmente accesible y que permita el acceso de pacientes en camilla. Dicha sala debería mantenerse en un nivel adecuado de higiene y en buenas condiciones.

Diseño previo de actividades

Previo a las actividades de extracción se deberá considerar lo siguiente para cada frente de trabajo:

- ❖ Un informe sobre el diseño y manual de operaciones de la extracción.

- ❖ Mapas y, cuando los haya, fotografías aéreas recientes, donde pueda verse la situación y las características físicas de la zona de la mina, incluidos la red hidrológica.
- ❖ Los perfiles del terreno antes de toda intervención preparatoria del lugar.
- ❖ Los resultados de todas las pruebas, estudios e investigaciones que se hayan realizado para determinar: las propiedades geológicas de las rocas y los suelos en la cercanía de las paredes, y las características de la capa freática en las inmediaciones de la mina.
- ❖ El diseño, posición, naturaleza de la construcción y análisis de estabilidad de toda estructura de apoyo que se vaya a incorporar en las paredes (de ser el caso).
- ❖ Especificaciones sobre la configuración definitiva de todos los frentes de la mina, la pendiente prevista de taludes que quedarán al final de la extracción, así como, las pendientes que acusarán en promedio los frentes.
- ❖ Método y ritmo de excavación de las paredes finales.
- ❖ Procedimientos para prevenir el derrumbe de paredes por voladuras.
- ❖ Especificaciones sobre sistemas de drenaje de derivación y desagüe en caso de ser requeridos.
- ❖ Cuando se proponga alguna modificación a cualquier diseño de extracción, el promovente deberá preparar un informe en el que se especifique: a) La extensión del terreno que va a quedar afectada por la nueva excavación; b) La altura de las paredes del nuevo diseño; c) Los detalles sobre todas las preparaciones y excavaciones del sitio, con inclusión de todo procedimiento de voladura que se pueda requerir, y d) Los resultados de un análisis de las garantías de seguridad del diseño previsto, que comprenda:

Los resultados de los estudios geotécnicos y los estudios de estabilidad hechos para evaluar los efectos de cualquier modificación en la seguridad de las paredes.

Medidas específicas para la extracción

Se deberá contar siempre con los siguientes documentos en los frentes de trabajo:

- ❖ Estudio topográfico
Planimetría (Poligonal del área de extracción del material).
Altimetría (curvas a nivel a cada 5 metros, secciones transversales y/o longitudinales para cálculo de volumetría del material a extraer), en coordenadas UTM - WGS 84.
- ❖ Planos donde se indique la superficie del sitio donde se va a llevar a cabo la extracción.
- ❖ Documentos que indiquen la profundidad de excavación, en su caso.
- ❖ Tipo de material a extraer.
- ❖ Licencia anual de extracción de material pétreo.

En cada frente se utilizarán siempre métodos de extracción que permitan mantener la estabilidad de las paredes, los frentes y los taludes en los lugares donde haya que trabajar o desplazarse los mineros para cumplir las funciones que se les han asignado.

Cuando sea necesario formar gradas, su anchura y altura deberán depender del tipo de máquinas que se usen, así como de la seguridad de las personas o vehículos que puedan trabajar o desplazarse por ellas.

XII.1.3 Medidas de control de emisiones a la atmósfera

Programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria

Se vigilará el funcionamiento del buen estado de las máquinas de extracción y de los camiones de transporte para minimizar al máximo las emisiones, en cumplimiento de las NOM-076-SEMARNAT-2012, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-045-SEMARNAT-2017, así como la NOM-041-SEMARNAT-2006.

Se contará con un programa de mantenimiento para cada unidad a utilizarse, donde se deberá asignar un responsable o encargado que mantendrá al día la información de la persona asignada, el cargo, las flotas a disposición y la labor designada para las acciones de mantenimiento y en su caso las actividades de emergencia en caso de haberse quedado el vehículo en las áreas de trabajo para controlar y evitar contaminación al suelo, agua o a la vegetación.

Control de ruido

Se asegurará que las unidades de transporte y maquinaria cumplan con las especificaciones establecidas para su correcto funcionamiento, asegurando el apego a las normas oficiales mexicanas en materia de emisión de ruido, siendo la NOM-080-SEMARNAT-1994, la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

Para el caso del uso de explosivos no se deberá utilizarlos en las primeras horas del día ni al finalizar del mismo. Se deberá de dotar de equipo para todos los trabajadores que se encuentren implicados en las actividades de extracción, cumpliendo con la NOM-011-STPS-2001.

La maquinaria y vehículos deberán ser afinados antes de iniciar las obras para evitar la emisión excesiva de gases y ruido. La afinación se repetirá de acuerdo al programa de mantenimiento que se tenga programada durante el tiempo que dure la extracción principalmente.

Horarios solo diurnos

Los trabajos se realizarán únicamente durante el día. Esto será con motivos de protección de la fauna, de tal modo que no se afecte más de lo debido a sus conductas y hábitos, ya que muchas especies tienen actividad durante la noche. Además, la visibilidad es mejor durante el día, lo que prevendrá accidentes tanto para los trabajadores como para los animales.

XII.1.4 Conservación y Protección de suelos

Plan Integral de Manejo de Residuos

Los residuos mineros son inertes en prácticamente todos los casos, son los más numerosos en cuanto a volumen. La correcta gestión integrada en el proceso de extracción es uno de los más relevantes.

Para reducir, reciclar y manejar de manera correcta todos los residuos que se generen por el desarrollo de la obra se deberá considerar un Plan Integral. Las estrategias de este plan deberán ser encaminadas bajo los siguientes puntos:

- ❖ Identificación de residuos
- ❖ Indicadores de manejo exitoso

- ❖ Minimización de su generación que incluya su reúso y reciclaje
- ❖ Separación y almacenamiento
- ❖ Reciclaje y acopio
- ❖ Transporte y disposición final.
- ❖ Estrategias transversales

Estas estrategias se presentan también a través del diagrama de flujo en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Es muy importante que todo personal que labore deberá ser instruido para la correcta disposición de todos los residuos que se generen durante las actividades, para lo cual se darán pláticas de 5min previas en cada frente de trabajo para explicar cómo se dispondrán los contenedores correctamente señalizados para cada tipo de residuo, haciendo hincapié en la obligatoriedad para todo personal (desde obreros hasta supervisores e ingenieros) que estos deben de ser utilizados evitando tirar basura al aire libre.

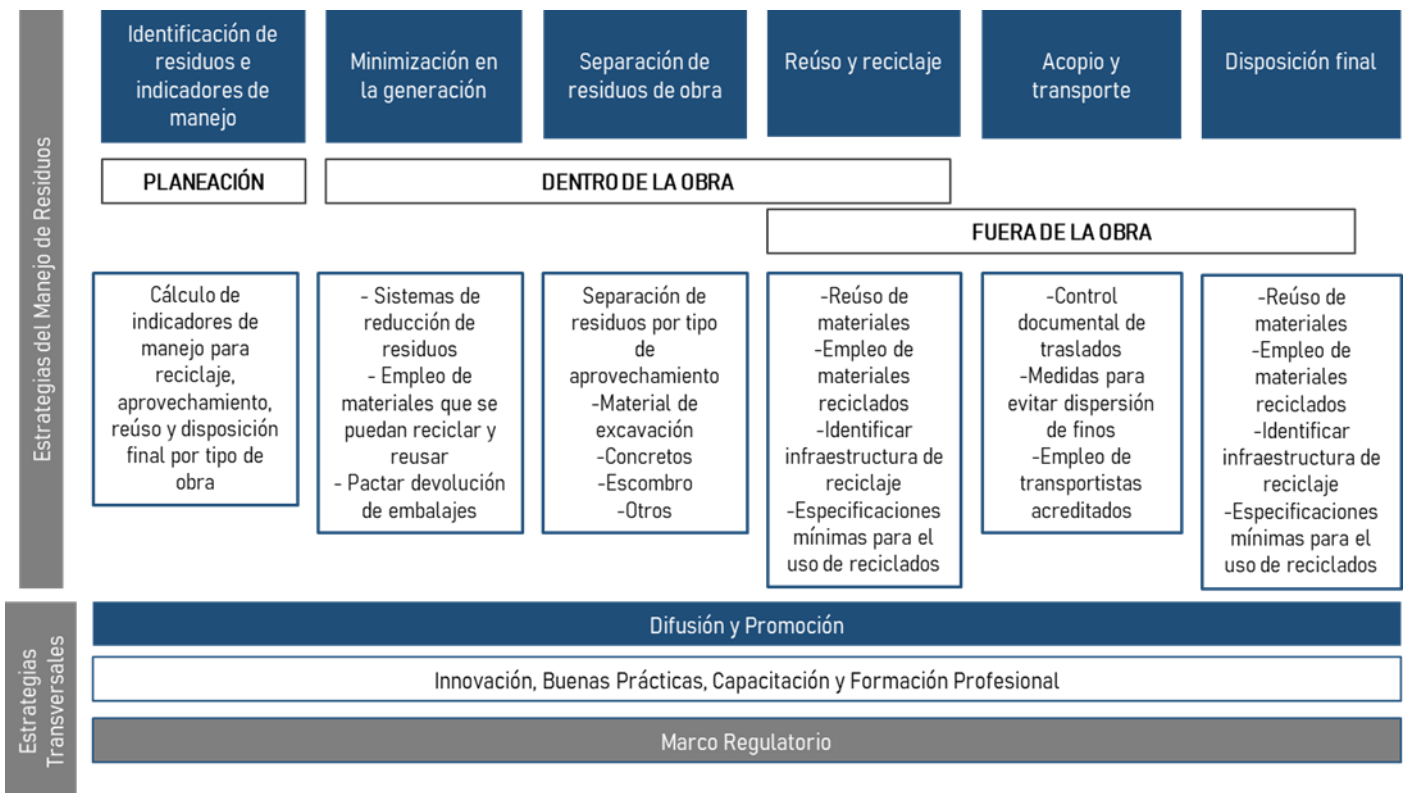


Figura 1. Estrategias de Manejo de Residuos.

Elección de sitios para colocar contenedores para residuos

Se propone colocar cuatro tambos con una capacidad de 200 litros de diferente color o etiquetados, pero siempre diferenciados con su respectivo color de acuerdo al residuo a depositar lo más cerca posible de cada frente de trabajo a establecer, sin que esto conlleve generar obstáculos o riesgos para crear accidentes, así mismo, que no sea una potencial fuente de derrames de los mismos y que contaminen el área.

Las obras provisionales a considerar como almacenes, se deberán elegir prioritariamente en sitios ya perturbados, planos y/o con pendiente suave; desprovistos de vegetación (previamente desmontados), compactados y/o cementados. Así mismo se deberá considerar lo siguiente:

- ❖ Se utilizarán solo superficies donde se realicen las actividades de extracción y/o dentro del predio del dueño del giro.
- ❖ Se prohíbe estrictamente su instalación en áreas de conservación y/o restauración.
- ❖ Se prohíbe su instalación en superficies con vegetación forestal o en estado primario.
- ❖ Los sitios deben localizarse fuera de zonas que puedan ocasionar la contaminación de cuerpos de agua por acarreo de materiales, donde se deben contemplar medidas y diseños que garanticen que no ocurra la contaminación de los mismos.
- ❖ Estos contenedores deberán permanecer con su respectiva tapa para cubrirlos de la intemperie, a una distancia mínima de 100 m de zonas con vegetación primaria o forestal y persistirá la basura en estos por solo tres días como máximo.
- ❖ Los generadores de los residuos deberán llevarlos a los contenedores colocados cerca de cada uno de los frentes de trabajo asignados, así mismo, el personal encargado de la supervisión de la limpieza deberá asegurarse que se conduce el total de residuos generados a éstos, para que posteriormente, al final del día sean recolectados de forma interna al almacén temporal.

Identificación y Separación de Residuos en Obra

Con la finalidad de potencializar el aprovechamiento de residuos, se deberán identificar y separarse dentro de la obra como primer paso todos aquellos que se generen, además el transportista (responsable de su recolección interna a un almacén temporal) deberá respetar dicha separación hasta su entrega o disposición final ya sea en plantas de reciclaje, transferencia o en sitios de disposición final autorizados, por lo que, las estrategias que se proponen son las siguientes:

Recolección interna y Disposición temporal.

Para la recolección interna adecuada de los residuos es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ❖ Los residuos deben ser envasados de acuerdo a su estado físico y sus características de peligrosidad para evitar que durante el manejo y almacenamiento sufran pérdida o fuga y evitar así la exposición de los trabajadores al residuo, esto principalmente para el caso de los residuos peligrosos.
- ❖ Utilizar el equipo de protección adecuado.
- ❖ Depositar los residuos de acuerdo a la tipificación de colores de los tambos en el almacén temporal.
- ❖ Rotular cada contenedor, especificando que residuos se pueden depositar en él y en qué condiciones.
- ❖ El número de contenedores dependerá de los siguientes aspectos:

La cantidad de residuos que se generan.

El tipo de residuos que se van a separar.

El tamaño del área a construir donde se generarán los residuos (extensión del área y número de personas que van a depositar residuos).

Presupuesto para la adquisición de los contenedores.

La disposición en el almacén de forma temporal debe obedecer a las siguientes normas:

- ❖ Depositar únicamente en el área señalada.
- ❖ Respetar los límites de almacenamiento.
- ❖ Preguntar al supervisor si se tienen dudas los trabajadores sobre algún residuo o material de desecho que se quiera tirar.
- ❖ Reportar obligatoriamente la introducción de residuos en los almacenes para llevar un control de los mismos en las bitácoras correspondientes.
- ❖ Respetar los señalamientos establecidos.

Para el establecimiento de los residuos se establece las siguientes restricciones:

- ❖ No almacenar dentro del Almacén residuos ajenos a lo señalado.
- ❖ No obstruir la entrada al Almacén.
- ❖ No dejar residuo fuera del Almacén.

El encargado de recolectar los residuos para almacenarlos de forma temporal, deberá depositarlos en los respectivos lugares que estarán debidamente señalados y ubicados.

Después de depositar cada residuo en el contenedor que le corresponda, el responsable de esta operación anotará los datos que se deben solicitar en una hoja de control de residuos (bitácora).

Los transportistas de residuos deberán recolectar los materiales colocando sus vehículos frente al confinamiento respectivo, una vez cargados los residuos deberán dejar su área de trabajo barrido, y sin dejar materiales que obstruyan los confinamientos. Los departamentos a cargo de los Almacenes serán responsables de asegurar el cumplimiento de este punto.

Manejo y Disposición de residuos urbanos

El supervisor encargado del plan integral de manejo de residuos, deberá llevar una bitácora donde registre: la cantidad de residuos generados en volumen (Kg), de donde provienen éstos, quien se los lleva y las cantidades totales que se entregan, así mismo, el sitio de disposición final que tendrán y si algún residuo fue entregado a otro que no sea el servicio de limpia para que sea reciclado o si se le dio algún otro uso, siempre registrando su respectiva cantidad de volumen.

Los resultados de generación de residuos serán entregados al responsable de los aspectos ambientales y documentará el volumen generado mensualmente.

Es recomendable hacer la separación de residuos como madera, plástico, papel, aluminio, cartón, metales, entre otros, de manera que puedan entregarse a empresas recicladoras, donados a personas u organizaciones que se dediquen al acopio o entregados al sistema de limpia municipal para ser depositados en sitios adecuados según la NOM-083-SEMARNAT-2003 en caso de no existir las alternativas anteriores para su reusó.

Residuos producto de los sanitarios portátiles.

Es recomendable la instalación de servicios sanitarios en los frentes de trabajo para cubrir la demanda del personal que labore en la obra (1 sanitario por cada 12 trabajadores). Estas instalaciones podrán ser portátiles o semi-portátiles, y la recolección, operación y mantenimiento quedará a cargo de la empresa que preste el servicio durante el tiempo que dure el proyecto, la cual deberá contar con las autorizaciones necesarias de la SEMARNAT para la disposición final del agua residual.

Es importante que las instalaciones permanezcan bajo sombra para evitar la generación de olores y a su vez afectar el ambiente laboral y ambiental del sitio.

Manejo y Disposición de Residuos peligrosos

Cada una de los residuos peligrosos deben estar manejados bajo dos sistemas:

1. Sistema de recolección interna bajo un almacenamiento adecuado con sus componentes etiquetado para identificación, bitácora de entrada y registro al ingresarlo al almacén temporal.
2. Sistema de confinamiento de los residuos por tipo y etiquetado, bitácora de salida a confinamiento y disposición final.

Este sistema de registro durante la recolección y confinamiento (Entrada al almacén temporal) así como, entrega y disposición (Salida del almacén) se realizará a través de una bitácora.

La bitácora debe contener como mínimo:

- ❖ Nombre del residuo peligroso,
- ❖ Cantidad generada,
- ❖ Características,
- ❖ Área o proceso donde se generó,
- ❖ Fechas de ingreso y salida del almacén temporal,
- ❖ Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén,
- ❖ Nombre y número de autorización del prestador de servicios a quien se encomiende el manejo,
- ❖ Nombre del responsable técnico.

Almacén temporal

Todos los residuos peligrosos deberán manejarse de acuerdo a lo que marca la Ley y el Reglamento General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) donde el almacén deberá colocarse en sitios con poca pendiente o ninguna de preferencia, alejados de cuerpos de agua y sitios forestales que puedan ser afectados. Este tipo de almacén deberá también contar con piso impermeable para lo cual se recomienda excavar 10 cm en toda el área donde se vaya a desplantar el almacén y después colar un piso de cemento, así mismo, se recomienda levantar muros de 50 cm de alto y colocar malla ciclón a fin de permitir la ventilación, así como techar el mismo, todo con materiales incombustibles.

Así mismo, se deberán colocar extintores en un sitio de fácil acceso, visible, protegido de la intemperie y a una altura máxima de 1.5 m (medidos del piso a la parte más alta del extintor). El

agente extinguidor recomendado para fuego clase A y B es el polvo químico seco tipo ABC, halón o espuma mecánica.

Se deberá de seguir las indicaciones siguientes para el área donde se vayan a almacenar los residuos peligrosos.

- ❖ Estar separadas de las áreas de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- ❖ Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones y principalmente de inundaciones.
- ❖ Contar con dispositivos para contener posibles derrames, o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- ❖ Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente del mayor tamaño.
- ❖ Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias.
- ❖ Contar con señalamiento y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos almacenados.
- ❖ El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características y peligrosidad de los residuos, previniendo fugas, explosiones e incendios.

Transporte y disposición final

Los servicios de recolección y transporte de residuos peligrosos deberán de cumplir (Artículo, 85 del Reglamento de la LGPGIR.) con lo siguiente:

- ❖ Verificar que los residuos peligrosos se encuentren debidamente identificados y etiquetados y, cuando sea el caso, envasados y embalados.
- ❖ Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes.
- ❖ Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de residuos peligrosos.
- ❖ Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que le corresponden.
- ❖ Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad no podrán ser transportados con ningún otro tipo de residuos peligrosos.

El transporte a instalaciones donde se le de tratamiento y/o disposición final, podrá realizarse de dos formas: una, por medio de una empresa autorizada por la SEMARNAT para este servicio, la cual se contratará y determinará la frecuencia de la recolección, o la empresa constructora podrá realizar este traslado (siempre que esté catalogada como microgenerador), cubriendo los aspectos indicados en el artículo 85 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Así mismo se deberá, de sujetar y acatarse a lo que establece la LGPGIR.

Deberá contar con los manifiestos de entrega-recepción de residuos como evidencia de su correcto manejo. Los resultados de generación de residuos serán enviados al Supervisor responsable de los aspectos ambientales y documentará el volumen generado mensualmente y supervisará la

disposición de los residuos, vigilando que se realice con la mayor frecuencia posible, así como, si se están utilizando sistemas de recolección-disposición públicos o privados.

Manejo y Disposición de Residuos de Manejo Especial

Deberá contemplarse la instalación de un almacén temporal donde se tengan contenedores para realizar el depósito del correspondiente residuo que se generé. Las capacidades de los contenedores se establecerán por parte de la constructora en base a los residuos generados, la infraestructura disponible y las características del residuo.

Los residuos de gran tamaño serán llevados inmediatamente al almacén temporal y podrán dejarse sobre áreas debidamente delimitadas y con su respectiva señalización para cada residuo. Por lo que, el almacén deberá contar con una capa impermeable que cubra al suelo natural de cualquier contaminación por este tipo de residuos y deberá permanecer al menos a 100 m de distancia de escurrimientos. Para la disposición de los RME deberá ser a través de empresas dedicadas al manejo y disposición final, evitando hacerlo en tiraderos clandestinos, barrancas o ríos.

XII.1.5 Protección del ecosistema (Flora, fauna, suelo e hidrología)

Mantenimiento de los servicios ambientales

Creación de brechas corta fuegos

La brecha corta fuego consiste en la remoción de la vegetación hasta dejar descubierto el suelo a lo largo del perímetro y con un ancho que puede ir de 2 a 4 metros, dependiendo de la altura de la vegetación adyacente a ambos lados de la brecha.

Con la apertura de las brechas se buscará eliminar todo el material combustible que se encuentre en las zonas críticas donde se presente la cobertura forestal de matorral, para evitar que se pueda provocar un incendio. Con este trabajo se logrará aislar y proteger no solo las áreas reforestadas, si no, el macizo forestal que se localiza en sus alrededores.

Cuando la brecha vaya en sentido de la pendiente, es necesario construir barreras perpendiculares a la pendiente para evitar el arrastre del suelo cuando se presenten precipitaciones pluviales. Las barreras se pueden construir con piedras, madera muerta o incluso cavando pequeñas zanjas.

Se contemplará lo siguiente:

- ❖ Se deberá ejecutar la restauración de la cubierta vegetal, cuando se produzcan daños importantes que la afecten (incendios), creando las condiciones óptimas que posibiliten en el corto plazo, la implantación de especies arbustivas y en el largo plazo la colonización de vegetación similar a la inicial.
- ❖ Quedará estrictamente prohibido el uso de productos químicos y el método de quema para realizar actividades de desmonte y despalme en el sitio del proyecto, con la finalidad de evitar cualquier afectación.
- ❖ Se prevendrán incendios y sus impactos sinérgicos a la atmósfera por las emisiones generadas, tal acción se efectuará por medios mecánicos.

- ❖ Los residuos orgánicos generados se deberán triturar, mezclar y esparcir en sitios considerados para mejoramiento de suelo con el fin de incorporarlos a su proceso natural de biodegradación.

Una vez que se tienen las brechas corta fuego, es importante rehabilitarlas cada año, eliminando todo el material que pueda convertirse en combustible y dañar la reforestación en caso de incendio. Conviene no esperar a que la brecha haya sido cubierta en su totalidad.

Rehabilitación de suelos contaminados

Se deberán aplicar medidas que consistirán en acciones que inactiven la fuente de contaminación y la migración de los contaminantes en el ambiente, como lo especifica la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, a través, de una Unidad de Verificación o de un laboratorio acreditado y aprobado, en ausencia de estos la evaluación se realizará por parte de las autoridades competentes.

De manera general se mencionan algunas acciones a realizar en caso de derrames:

- ❖ Aplicación de medidas de urgente aplicación (estas medidas deberán de darse a los empleados en las capacitaciones previas a la realización de la obra y acorde a las actividades tanto generales o particulares que cada frente realice).
- ❖ Restringir el acceso del personal a la zona de derrame.
- ❖ Analizar la posibilidad de recuperar el producto antes de que cause daños.
- ❖ Se debe evitar la transferencia de contaminantes al suelo limpio, al aire y al agua.
- ❖ No se deben generar mayores alteraciones ambientales que las producidas por el suceso que provocó la contaminación.
- ❖ Identificar el producto para darle el debido tratamiento.
- ❖ No se debe diluir el suelo contaminado, entendiendo por ello la mezcla de suelo contaminado con suelo limpio o menos contaminado.
- ❖ Si el producto derramado es sólido, determinar el método de recolección. Si es líquido, aplicar sobre el producto un material absorbente como tierra, arena, y recogerlos posteriormente. Nunca deben de utilizarse mechas, aserrín, espuma de poliuretano u otro material orgánico.
- ❖ Utilizar el equipo de protección personal adecuado y necesario para el manejo de residuos.
- ❖ Cuando la técnica de remediación utilizada modifique el pH del suelo, se debe garantizar al final de la remediación que éste sea similar al de la zona aledaña.
- ❖ Los lixiviados generados durante el tratamiento del suelo contaminado deberán manejarse conforme a la legislación vigente.
- ❖ Cuando las actividades de limpieza impliquen la construcción de obra civil o hidráulica adicional a las existentes se deberá cumplir con la normatividad en materia de impacto ambiental.
- ❖ Dar aviso a las autoridades correspondientes sobre el suceso y la forma de procedimiento que se siguió.

Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas

Para la ejecución de esta medida será importante contar con información georreferenciada del límite de los polígonos de afectación de cada frente de trabajo autorizado ambientalmente y en materia de seguridad, de manera que, cuando se inicien las actividades de remoción o afectación de Matorral Desértico Rosetófilo se pueda corroborar en campo con GPS y se considere exclusivamente esta superficie. Con esta medida se pretende prevenir la afectación de superficies forestales aledañas no autorizadas.

Reforestación/Restauración

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, describe la reforestación en su Artículo 7, Fracción LII, como el establecimiento de especies forestales en terrenos forestales (D.O.F., 2018). Esta consiste en establecer plantas, y al tener el prefijo “re” supone el establecimiento de individuos de las mismas especies a las que existían antes de que fuera necesaria dicha acción (Pérez, 2005).

En este caso se realizará la reforestación con fines de restauración en 14.05 hectáreas propuestas, con el objetivo de inducir a corto plazo una rehabilitación de los terrenos donde existen fuertes problemas de pérdida de vegetación con el propósito de proteger y contribuir a la estabilización y restauración de suelos.

Trabajos Previos a la Reforestación

Previo a la reforestación, y con la finalidad de preparar el sitio, se deberán mejorar las condiciones del suelo para asegurar una mayor sobrevivencia y facilitar las labores de plantación, considerando la accesibilidad del predio y limpieza del terreno (deshierbe o chaponeo).

Preparación del terreno

Antes de comenzar con las actividades se deberá tener en consideración lo siguiente:

- ◆ **Áreas con cubierta vegetal existente:** son superficies carentes de vegetación primaria o secundaria arbórea o arbustiva, esto se refiere a que dichas áreas presentan especies herbáceas producto de una sucesión secundaria o terciaria, por ejemplo, especies ruderales y malezoides. Una vez que se tenga la delimitación de las áreas, *se limpian de manera manual* (chaponeo), esto para disminuir el efecto de la competencia entre especies a sembrar y las malezas, aumentando la posibilidad del éxito de la reforestación.
- ◆ **Áreas con suelo compactado:** en los sitios usados para actividades antrópicas, frecuentemente es posible encontrar el suelo compactado, por lo que se deberá realizar una escarificación para garantizar el buen enraizamiento de las plantas.

Determinación de Especies a Utilizar para la Reforestación

Para incluir a las especies registradas en la superficie de CUSTF, se tomaron diversos criterios, entre los que destacan los siguientes:

- ◆ **Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**
- ◆ **Especies nativas del área, adaptables a las condiciones ambientales del lugar como suelo, clima, topografía y precipitación; que se registraron en los muestreos realizados para este estudio**
- ◆ **Especies útiles para la restauración de áreas con vegetación degradada**

- ◆ Especies de familias con importancia ecológica en la biodiversidad mexicana, por ejemplo, de la familia Cactaceae.

Considerando los criterios antes mencionados, las especies nativas a considerar para la reforestación serán las enlistadas en los siguientes cuadros:

Tabla 1. Especies para reforestación con ecosistema de referencia de matorral desértico rosetófilo

| Nombre científico | Origen | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|-----------------------------------|--------|-----------------------|
| <i>Salvia ballotiflora</i> | Nativa | - |
| <i>Lophophora williamsii</i> | Nativa | - |
| <i>Jatropha dioica</i> | Nativa | - |
| <i>Coryphantha palmeri</i> | Nativa | - |
| <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Nativa | - |
| <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | Nativa | - |
| <i>Mammillaria pottsii</i> | Nativa | - |
| <i>Fouquieria splendens</i> | Nativa | - |
| <i>Agave scabra</i> | Nativa | - |
| <i>Agave lechugilla</i> | Nativa | - |
| <i>Agave falcata</i> | Nativa | - |
| <i>Opuntia stenopetala</i> | Nativa | - |
| <i>Larrea tridentata</i> | Nativa | - |
| <i>Buddleja marrubifolia</i> | Nativa | - |
| <i>Ferocactus pilosus</i> | Nativa | Pr |
| <i>Neolloydia conoidea</i> | Nativa | - |
| <i>Thelocactus macdowellii</i> | Nativa | A |

El diseño de la plantación de las plantas propuestas será tres-bolillo, mismo que permite un espacio entre cada plántula en forma triangular. Este método permite simular una distribución vegetal inducida a una original o natural. Lo que trae como beneficios la disminución de efectos erosivos, la mejora en la captación y almacenamiento hídrico comparado con una plantación lineal o rectangular. Para la marcación donde se van a cavar las cepas se requiere el uso de una cuerda o rafia, cinta métrica y cal. Se intercalarán las distintas especies seleccionadas tanto arbustivas y cactáceas, para formar parches mixtos de vegetación.

La plantación se deberá realizar al inicio del periodo de lluvias, ya que es cuando cubre las necesidades de humedad de la planta. De acuerdo a las estaciones climatológicas de la región

Estas medidas se complementarán con la medida de conservación de suelos: Terrazas individuales. Destacando lo siguiente para estas actividades:

- ◆ Se tendrá una densidad de 1,100 plantas por hectárea (comprende especies arbustivas y cactáceas).
- ◆ Construcción de 15,455 terrazas individuales.
- ◆ Actividades de limpieza y deshierbe del sitio.

- ◆ Acciones de mantenimiento y reposición de plántulas muertas y enfermas.
- ◆ Labores de protección de la superficie
- ◆ El mantenimiento de las obras ya descritas se realizará por un periodo de 6 años.

Es importante decir que con la reforestación y la información obtenida sobre el contenido de carbono en las especies analizadas para el CUSTF en capítulos anteriores, se sabe que estas pueden retener anualmente un total de 923.86/hectárea, lo que representaría que el área solicitada para cambio de uso de suelo tiene la capacidad de ser un reservorio de **5,755.64 toneladas/6.23ha/5años**, razón por la cual se plantea la reforestación de 14.05 hectáreas con especies locales nativas estimando que en un mediano plazo (5-10 años) esté cumpliendo con la función de capturar la cantidad de carbono que actualmente se retiene en la superficie del CUSTF.

Tabla 2. Contenido total de carbono en CUSTF.

| Nombre científico | Contenido de carbono/hectárea | Superficie CUSTF | Contenido de carbono/CUSTF |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|
| <i>Acacia berlandieri</i> | 212.54 | 6.23 | 1,324.10 |
| <i>Dalea bicolor</i> | 12.77 | | 79.54 |
| <i>Flourensia cernua</i> | 12.55 | | 78.20 |
| <i>Fouquieria splendens</i> | 581.79 | | 3,624.54 |
| <i>Lippia graveolens</i> | 13.51 | | 84.17 |
| <i>Malacomeles denticulata</i> | 39.54 | | 246.34 |
| <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 0.03 | | 0.20 |
| <i>Parthenium incanum</i> | 28.21 | | 175.74 |
| <i>Purshia plicata</i> | 19.29 | | 120.19 |
| <i>Salvia ballotiflora</i> | 3.06 | | 19.05 |
| <i>Tecoma stans</i> | 0.58 | | 3.59 |
| Total= | 923.86 | | - |

Mitigación de Erosión hídrica y Eólica

Tabla 3. Medidas para compensar la erosión ocasionada por el proyecto.

| Medida de mitigación propuesta | Descripción | Impacto esperado (beneficio) al año |
|---|--|--|
| Mitigación durante el CUSTF Incremento de cobertura vegetal (reubicación y reforestación de flora). Construcción de obras de conservación de suelo y agua (terrazas individuales, zanjas y barreras de piedra acomodada). | Rescate de ejemplares de flora. Se construirán 15,455 terrazas individuales en 14.05 hectáreas. | Reducir la erosión hídrica de suelo en al menos 678.59 toneladas. |
| Incremento de cobertura vegetal (reubicación y reforestación de flora). | Rescate de ejemplares de flora. | Reducir la erosión eólica de suelo en al menos 331,079.04 toneladas. |

Es importante mencionar que se debe tomar en cuenta también las medidas de protección a suelos a través de las barreras de piedra acomodada y las zanjas trinchera, las cuales retendrán sedimentos y aportarán la filtración de agua hacia el subsuelo. Ver resultados en los apartados que se muestran en este documento.

Suelo a retener con Reforestación

Con base en los resultados obtenidos de la comparación de las cantidades de erosión hídrica que se presenta actualmente en la superficie propuesta para el proyecto y las que se presentarán durante la eliminación de la cobertura vegetal (por las actividades de CUSTF), se tiene que el promovente deberá mitigar el incremento de erosión de 3252.25 toneladas durante el periodo de 5 años que durará el CUSTF; así mismo, para el caso de la erosión eólica se mitigará el incremento de 270768.76 t/año que durante 5 años.

Una vez ejecutada la reforestación en las 14.05 hectáreas, la erosión hídrica tenderá a disminuir de 356.21 toneladas a 164.73 toneladas de suelo por año, y la erosión eólica de 1,509,625.45 toneladas a 1,178,546.40 toneladas de suelo por año.

Es importante mencionar que la obtención de los resultados anteriormente presentados se anexa a este estudio como Anexo: EHídrica-Ref y EEólica-Ref.

Mitigación a través de Obras de conservación de suelos

Control de la erosión

Terrazas Individuales

La CONAFOR (2006) menciona que, a través de la aplicación de técnicas de conservación de suelos, se incrementa significativamente la productividad del sitio forestal manifestada en indicadores relacionados con la altura, volumen de los árboles y la biodiversidad de flora y fauna. La aplicación de estas técnicas de conservación provoca que se incremente la capacidad de carga de los mantos freáticos; el mantenimiento de la calidad del agua; la reducción de la carga de sedimentos cuenca abajo; la reducción de la fuerza de las corrientes en eventos extremos de precipitación; la conservación de los manantiales; el mayor volumen de agua superficial en época de secas y la reducción de riesgos de inundaciones entre otras.

Con base a lo presentado por Helena Cotler (2013) en su artículo: Forest soil conservation in central Mexico: An interdisciplinary assessment, donde se evaluaron en 2008-2009 obras de conservación como zanjas trincheras, acomodo de material vegetal y **terrazas individuales** en diferentes estados del centro del País, se encontró que como resultados del análisis la **terrazza individual incrementa la formación de suelo, la infiltración y mantiene la retención de sedimentos y captura de carbono**, esto a través de la medición de diversos indicadores (con y sin obra) con 4 repeticiones, siendo los siguientes: Densidad aparente, porosidad, carbono total, nitrógeno total, textura y humedad; destacando el éxito que brindan las terrazas individuales.

De acuerdo a esto, se realizará la construcción de 1,100 terrazas individuales por hectárea, para dar un total de 15,455 obras dentro de 14.05 hectáreas, con una dimensión de 1 metro de diámetro por 0.1 metro de profundidad cada una, donde para poder obtener la estimación de los sedimentos captados de cada obra se procedió a multiplicar las dimensiones de la figura geométrica que se

establece para crear este tipo de obras (CONAFOR, 2018). Siendo que el objetivo principal para determinar finalmente la eficacia de las obras de conservación de suelos establecidas en el área a mitigar (2 polígonos propuestos con una suma total de 14.05 hectáreas) se realizó a través de aplicar la EUPS, donde se midieron los sedimentos captados actualmente en esta superficie a compensar, contra los estimados por los volúmenes retenidos por las obras de conservación, además de la reforestación que se establecerán en un escenario posterior a su aplicación. Los cálculos de la compensación de la erosión hídrica y eólica a través de las medidas de mitigación se presentan en el anexo digital (EHídrica-Ref y EEólica-Ref).

Considerando el total de obras, la capacidad individual, la densidad aparente del suelo y la capacidad de retención de suelo del 15%, se considera que en total estas obras serán capaces de retener 77.08 toneladas de suelo por año, tal como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 4. Retención con terrazas individuales.

| Obras de conservación propuesta para MDR: | Terrazas individuales |
|--|-----------------------|
| Dimensiones (Diámetro y profundidad) | 1 m x 0.1 m |
| Número de obras por hectárea | 1,100 |
| Volumen de cada terraza individual en metros cúbicos (m³) | 0.0262 |
| Cantidad de suelo que capta cada terraza individual en toneladas (toneladas) | 0.033 |
| Superficie propuesta (hectáreas) | 14.05 |
| Cantidad de terrazas individuales en la superficie propuesta (14.05 hectáreas). | 15,455 |
| Cantidad de suelo que captan todas las obras propuestas en toneladas 1 año | 513.86 |
| Captación de suelo con una capacidad de las obras del 15% | 77.08 |

Estas obras mecánicas son pequeñas plataformas individuales, redondas, semicirculares o cuadradas de aproximadamente 1 metro de diámetro con una profundidad de 0.1 metros. La función principal de las terrazas individuales consiste en la conservación de humedad a través de la acumulación e infiltración del agua de lluvia, evitan la erosión y retienen el suelo de las escorrentías.

A continuación, se presenta la metodología para establecer las terrazas individuales, de acuerdo al manual de conservación de suelos-4ª parte, de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

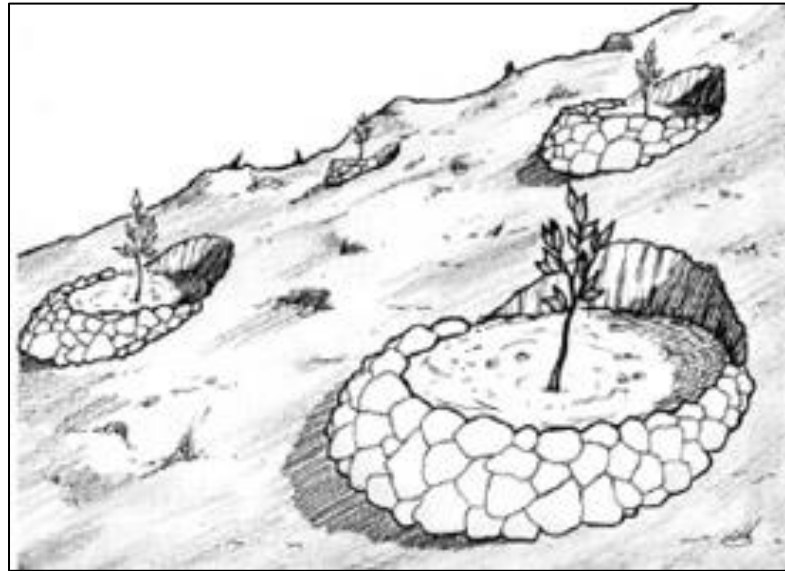


Figura 2. Terrazas individuales

Estas obras para la conservación de suelo son terraplenes de forma circular, trazados en curvas a nivel de un metro de diámetro en promedio. En la parte central de ellas se establece una especie forestal.

Funciones

- ❖ Evitar la erosión de laderas
- ❖ Retener el suelo de las escorrentías
- ❖ Captar agua de lluvia
- ❖ Mantener mayor humedad para el desarrollo de especies forestales.

Beneficios

- ❖ Permiten el control de la erosión.
- ❖ Retienen y conservan la humedad en áreas localizadas.
- ❖ Favorecen el aprovechamiento de fertilizantes.
- ❖ Incrementan la supervivencia de árboles en la reforestación.
- ❖ Aceleran el desarrollo de especies vegetales.

A) Elementos de diseño

Las terrazas individuales se deben construir en suelos con profundidades mayores a 30 centímetros. Se deben alinear en curvas a nivel y separarse de acuerdo con la pendiente y densidad de plantas que requiere cada especie forestal.

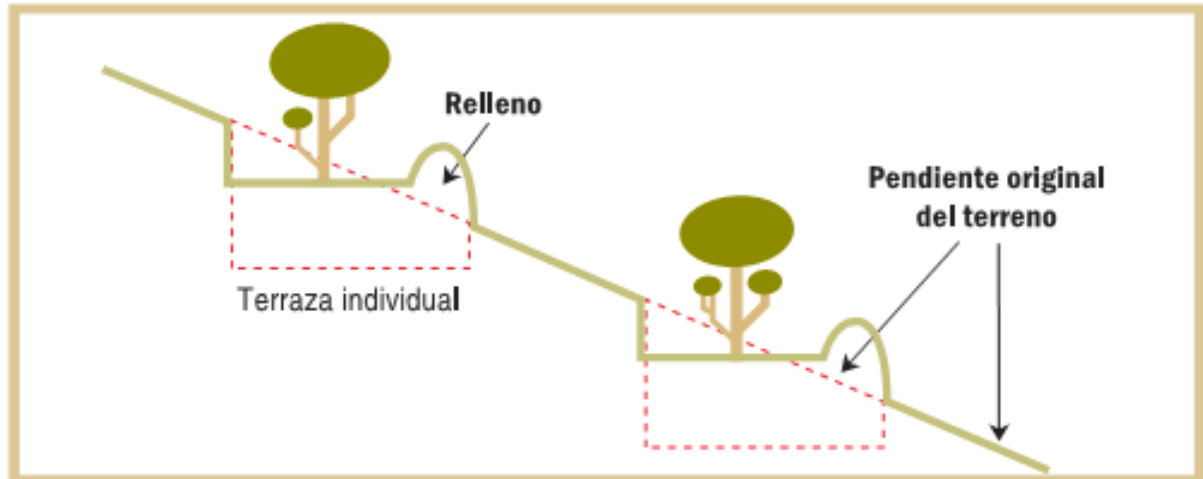


Figura 3. Sección transversal de terrazas individuales

La dimensión promedio de las terrazas individuales es de un metro de diámetro en donde se forma un “círculo” de captación de agua y de suelo.

B) Proceso de construcción

Primer paso. Para su construcción, se utiliza una estaca y una cuerda de 0.5 metros de largo; se debe trazar un círculo de un metro de diámetro.

Segundo paso. Después, se procede a excavar en la parte superior del círculo, depositando y conformando un borde circular con el suelo excavado, que permita almacenar agua de lluvia y proporcionar humedad a las especies forestales ahí plantadas. Dicho borde puede reforzarse con piedras u otro material.

Tercer paso. Dependiendo de las condiciones topográficas del terreno, se les puede dar a las terrazas una inclinación en contra pendiente dentro de la terraza.

Cuarto paso. La capacidad de almacenamiento de agua dependerá del tipo de suelo.

Quinto paso. Las terrazas individuales deben tener como medidas promedio: un metro de diámetro y 10 centímetros de profundidad de corte, con taludes estabilizados con piedra o pastos. Estas medidas pueden variar de acuerdo con la pendiente y a la profundidad del suelo.

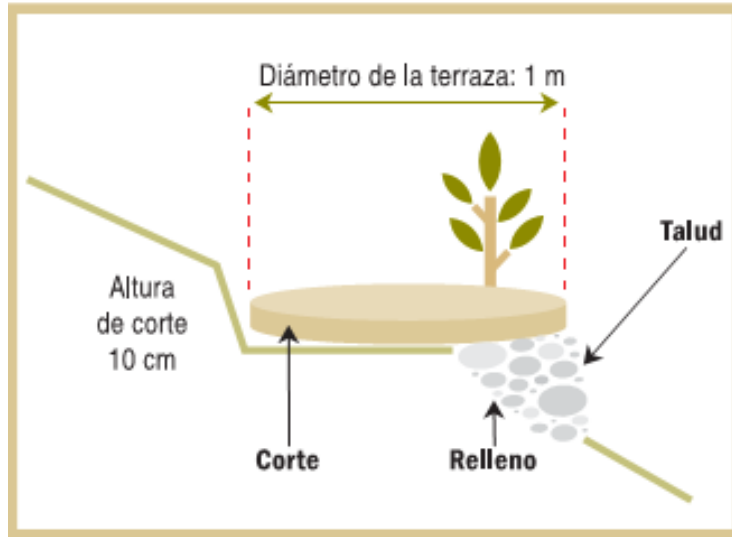


Figura 4. Sección transversal de una terraza individual

Sexto paso. Para este tipo de obra de conservación de suelos, se recomiendan especies forestales.

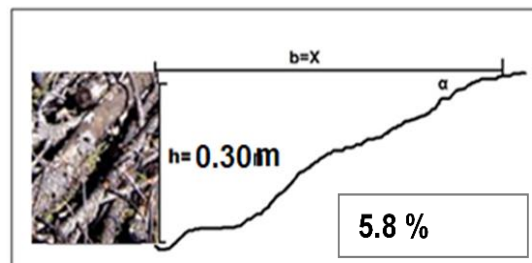
La distribución espacial de las terrazas individuales será a “tres bolillo”.

Presas de piedra acomodada

Las presas de piedra acomodada son estructuras de piedras ensambladas que se coloca transversalmente, en forma de barrera, y que son utilizadas principalmente ya sea para el control del crecimiento de las cárcavas o la contención de los suelos con pendientes moderadas. Este tipo de obra permite retener sedimentos, disminuye la velocidad del agua, estabiliza lechos de cárcavas y mejoran la calidad del agua escurrida, además de retener los suelos.

Es similar a la presa de gaviones, sólo que en este caso no es prefabricada, sino que se arma en el lugar. Estas obras se construirán con piedras y rocas acomodadas que existan en el lugar y la forma como se realizaran estas será de forma manual.

De acuerdo con el manual de obras de suelos emitido por CONAFOR, para obtener el volumen de captación de la obra de acuerdo con la pendiente, se obtiene de la siguiente manera:



Para este caso, se deben conocer las siguientes variables de la corriente propuesta para la construcción de las obras:

- ◆ Es necesario el cálculo de la pendiente que tiene esta:

Tabla 5. Resumen de variables de

| | |
|------|------|
| S= | 0.29 |
| Hmáx | 1681 |
| Hmín | 1610 |
| L | 246 |

- ◆ Una vez que se conoce que la pendiente es de 0.29, se debe estimar la capacidad de captación de la obra, mediante la siguiente manera:

$$b = \frac{\tan(\alpha)}{a}$$

Donde $\tan(\alpha)$ =pendiente y a=altura de la obra.

$$b = \frac{0.29}{1} = 3.46$$

De esto se obtiene que:

Tabla 6. Resumen de datos obtenidos para la corriente

| | |
|---------------------------------|---------------------|
| a= | 1.00 |
| b= | 3.46 |
| Área = | 1.73 |
| Volumen (Para presa de 1*1*4) = | 6.93 m ³ |

Por lo que las **presas de piedra acomodada** que se proponen con estas dimensiones de 1m x 1 m x 4 m, se tiene como objetivo retener un volumen de sedimentos por cada obra de 6.93 m³, equivalente a 2.60 toneladas, de acuerdo con el tipo de suelo que se encuentra en esta área, este último dato se obtuvo mediante el uso de la siguiente formula:

$$\text{Peso} = \text{Densidad aparente} * \text{Volumen}$$

De acuerdo con el tipo de suelo y las densidades aparentes proporcionadas por el manual de obras de conservación de suelos de CONAFOR, se tiene que para el suelo franco arenoso la densidad aparente es de 1.5 gr/cm³.

| Fuente: Manual de obras de suelos, CONAFOR. | |
|---|---|
| Textura del suelo | Densidad aparente (gr/cm ³) |
| Arena | 1.6 |
| Franco arenoso | 1.5 |
| Franco | 1.4 |

Fuente: Manual de obras de suelos, CONAFOR.

| Textura del suelo | Densidad aparente (gr/cm ³) |
|-------------------|---|
| Franco limoso | 1.3 |
| Franco arcilloso | 1.2 |
| Arcilla | 1.1 |

Por lo tanto, queda de la siguiente manera:

$$Peso = 1.5 \frac{gr}{cm^3} * 6.93 = 10.39 ton$$

Se tendrá una captación de 10.39Ton/años por solo una obra (Presa de piedra acomodada). Por lo tanto, la erosión durante el CUSTF a generar estimada es de 492.16 toneladas/1.246 ha/año, siendo que en 5 años se perdería 3252.25 ton/5años en las 6.23ha por erosión hídrica, por lo que, con la construcción de 313 obras, con esas dimensiones, se estaría compensando la cantidad de suelo perdido por la ejecución de este proyecto, el cual se captarían 3,252.07Ton/5años, sumados a lo que se generará por las terrazas individuales y la reforestación.

Implementación de las acciones de ahuyentamiento, rescate, reubicación y liberación de fauna silvestre

Con base en las actividades del proyecto donde se efectuarán el desmonte y extracción de material, será importante priorizar el bienestar y protección de la fauna silvestre que se encuentra dentro del área autorizada para el CUSTF, ya que tanto en zonas forestales como no forestales (siendo prioridad la primera) hay ámbitos hogareños de animales, que serán afectados debido a las mismas acciones de la obra.

La medida más directa y mitigatoria será la aplicación de un “Programa de ahuyentamiento, rescate, reubicación y liberación de fauna silvestre”, cuyo contenido permitirá salvaguardar a los organismos mediante acciones de conservación como ahuyentamiento, protección de nidos activos, monitoreo, rescate y reubicación, etc.



Figura 5. Ejemplificación del rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre

De acuerdo con Drew (2003), el rescate de fauna silvestre se refiere a la atención de las necesidades de los animales silvestres que por circunstancias de origen humano han visto comprometidas sus opciones de libertad y supervivencia en su hábitat de origen. Teniendo esto en mente, el programa tendrá a detalle lo siguiente:

- ◆ Objetivo general y particulares del programa.
- ◆ Áreas donde se aplicará el programa.
- ◆ Requerimiento de personal y equipo de trabajo.
- ◆ Metodología a utilizar para el rescate y ahuyentamiento de acuerdo al grupo faunístico.
- ◆ Parámetros para la selección de sitios de reubicación y acciones para los ejemplares rescatados que serán reubicados.
- ◆ Identificadores de evaluación de las acciones de rescate, reubicación y ahuyentamiento.
- ◆ Calendarización de actividades del programa durante la obra.

La implementación del programa se efectuará antes del desmonte, continuando de todas formas con algunas acciones durante la actividad de remoción, de forma que antes de empezar a realizar actividades de obra se rescate a los organismos reubicándolos en sitios similares y por consiguiente protegiéndolos.

Para tener una línea base de las especies que podrían encontrarse en las áreas de trabajo y que serán objeto de las acciones de conservación, se enlistaron las especies registradas para el Proyecto como de la Microcuenca hidrológica forestal (MHF), que, aunque los registros no son precisamente en el CUSTF para el caso de la MHF, dada la movilidad de la fauna podría darse el caso de que esas especies se distribuyan y se encuentren una vez empiece la obra.

Letreros

Es imperante un recordatorio constante de lo enseñado en las pláticas de concientización, de modo que los trabajadores siempre tengan presente la conservación. Por ello, se hará la instalación de letreros temporales alusivos a la protección de la fauna silvestre en sitios donde sean visualizados frecuentemente por los trabajadores, y movidos, si es necesario, conforme la obra avanza. Dado que funcionarán a lo largo de las dos primeras etapas (preparación del sitio y extracción), se instalarán antes de comenzar las actividades del proyecto, asegurando que desde sus inicios se proteja a los animales.

Los letreros podrán contener texto, imágenes, diagramas o lo óptimo para que su diseño sea atractivo y de rápido entendimiento, teniendo como temática la conservación, cuidado e información de la fauna, así como las prohibiciones que deberán acatarse. El material utilizado deberá soportar las inclemencias del clima pues estarán en el exterior, y el número de letreros deberá ser conforme a las necesidades y zonas a cubrir. También se considerará que, al ser dañados los letreros, cual sea el motivo, serán arreglados o cambiados a la brevedad.



Figura 6. Ejemplificación de la instalación de un letrero temporal

Rescate de flora

Se deberá hacer un programa de rescate y reubicación de flora en el que se implementará como objetivo primordial rescatar y reubicar las especies de flora que se verán afectadas por el cambio de uso de suelo, así como, disminuir y compensar los impactos a la flora silvestre derivados del proyecto.

Por otra parte, de manera particular se identificarán y ejecutaran las técnicas más adecuadas para el rescate y reubicación de acuerdo a las especies seleccionadas, además se buscará la preservación de germoplasma nativo. También se reubicarán los individuos rescatados en sitios con condiciones similares al lugar que habitaban, asegurando así su establecimiento efectivo.

Las acciones que se realizarán para efectos de este programa serán dentro de la superficie de afectación en Matorral Desértico Rosetófilo, previo a las actividades de remoción de la vegetación forestal. Estas actividades buscan rescatar la mayor cantidad de individuos que se pueda para mantener riqueza, densidad y características del sitio. Para lograrlo se debe tener en cuenta las tasas de supervivencia de los ejemplares, las metodologías de extracción, de manejo, cuidados y métodos de reubicación para ampliar las tasas de sobrevivencia.



Figura 7. Acciones de rescate de flora silvestre

La selección de especies sujetas a rescate será tomando en cuenta una serie de criterios, ya que sería poco factible rescatar en su totalidad los ejemplares que serán afectados por las actividades del proyecto (remoción de la vegetación forestal), es por ello que el rescate deberá de centrarse en aquellos ejemplares que reúnan los elementos necesarios para su protección (tamaño adecuado, tipo de hábito de crecimiento y si están registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De esta manera se determinó el rescate de las siguientes especies:

Matorral

Tabla 7. Especies de Matorral sujetas a rescate

| Estrato | Nombre científico | Nativa | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|-------------------------------|--------------------------|--------|-----------------------|
| Especies arbustivas/arbóreas* | <i>Agave falcata</i> | Si | --- |
| | <i>Agave lechuguilla</i> | Si | --- |

| Estrato | Nombre científico | Nativa | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|--|----------------------------------|--------|-----------------------|
| | <i>Agave scabra</i> | Si | --- |
| | <i>Dasyllirion cedrosanum</i> | Si | --- |
| | <i>Fouquieria splendens</i> | Si | --- |
| | <i>Hechtia glomerata</i> | Si | --- |
| | <i>Jatropha dioica*</i> | Si | --- |
| | <i>Acacia berlandieri</i> | Si | --- |
| | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | Si | --- |
| | <i>Salvia ballotiflora</i> | Si | --- |
| Especies herbáceas/Cactáceas | <i>Ferocactus pilosus</i> | Si | Pr |
| | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | Si | --- |
| | <i>Neolloydia conoidea</i> | Si | --- |
| | <i>Opuntia microdasys</i> | Si | --- |
| | <i>Opuntia stenopetala</i> | Si | --- |
| | <i>Thelocactus macdowellii</i> | Si | A |
| NOM-059: A- Amenazada, P-En peligro de extinción, Pr- Sujeta a protección especial | | | |

En caso de encontrar alguna otra especie de cactácea, o especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de importancia ecológica no contemplada deberá ser sujeta a rescate.

El número total de individuos a propagar será determinado con base a la densidad de plantación necesaria, por lo que esta cifra dependerá en gran medida de lo establecido para actividades de reforestación, por lo que, se recomienda elaborar un programa de reforestación. Se contempla que en caso de no contarse con el número de ejemplares requeridos para reforestación se podrán obtener también de viveros autorizados o mediante la propagación de individuos ya sea de manera vegetativa (esquejes o estacas) o sexual (semillas).

El lugar para realizar la reubicación de la flora silvestre en campo será tomando en cuenta los siguientes criterios:

- ◆ Presentar condiciones ecológicas iguales o parecidas a los sitios de extracción de cada especie.
- ◆ Dichas superficies deben estar cercanas al sitio de extracción.
- ◆ De fácil acceso

Las áreas propuestas y las especies para esta actividad serán las mismas que se proponen en las acciones de Reforestación. De ser el caso también se podrá seleccionar algún sitio particular para algunas cactáceas que requieran condiciones específicas de establecimiento o que se tenga un excedente de planta que haya sido rescatada.

Los indicadores que se utilizarán para conocer el éxito del trasplante y rescate son los siguientes:

- ◆ Superficie en hectáreas (ha).
- ◆ Ejemplares plantados en la reintroducción (plantas muertas y vivas).
- ◆ Porcentaje de Supervivencia (%).

XII.1.6 Protección a recursos hídricos

Terrazas individuales

Con respecto a la infiltración que se dará en las 14.05 hectáreas, derivado de la construcción de las terrazas individuales tenemos que dichas obras tienen la capacidad de retener 0.1178 metros cúbicos de agua anualmente, sin embargo, de acuerdo a los cálculos del balance hidrológico para dicha superficie, tenemos que el agua disponible para captarse es de 1,820.75m³ de agua anualmente.

Tabla 8. Cantidad de agua que se va a captar con la construcción de terrazas individuales

| | |
|---|--------------------|
| Dimensiones (Diámetro y profundidad) | 1 m x 0.1 m |
| Número de obras por hectárea | 1100 |
| Volumen de agua que puede capturar cada obra en metros cúbicos | 0.1178 |
| Superficie propuesta (14.05hectáreas) | 1,820.75 |

Zanjas trincheras

Las zanjas trincheras o tinas ciegas, son un conjunto de excavaciones intercaladas y diseñadas para la captación de agua de lluvia.

El diseño utilizado para su construcción es a “tres bolillos” con el mayor parte del terreno.

Proceso de construcción

Primer paso. Calcular el espaciamiento entre curvas a nivel.

El espaciamiento se calcula de acuerdo al escurrimiento que se desea captar. Posterior al cálculo del espaciamiento, se traza la línea madre y a partir de esta se separan y trazan las curvas a nivel.

Se recomienda la marcación previa del terreno para que las brigadas de excavación identifiquen los sitios donde serán construidas las zanjas.

Si el trazo se realiza con aparato “A” (considerando que tiene dos metros de separación entre sus extremos), se sugiere señalar cada medición, ya que esto delimita tanto la curva a nivel como el inicio y fin de cada zanja trinchera.

Segundo paso. Excavar la zanja trinchera.

Las dimensiones de la zanja son de 2*0.5*0.4; el producto de la excavación se coloca aguas abajo para conformar el bordo. El bordo se separa de la zanja al menos 20 centímetros para evitar que el material regrese a la excavación de origen y para en caso de realizar una plantación este se haga sobre suelo firme; debe compactarse lo mejor posible para darle estabilidad y para facilitar la propagación de herbáceas sobre el mismo.

Se recomienda que el fondo de la zanja esté a nivel para que el agua no se estanque en una determinada zona. En caso de que la cantidad de suelo lo permita y se pretenda almacenar una mayor cantidad de escurrimientos, se propone que el bordo envuelva la zanja por ambos lados. De esta manera el bordo también intercepta y almacena escurrimientos.

Tercer paso. Continuar con la siguiente zanja trinchera, siguiendo la curva a nivel, hasta llegar al otro extremo del terreno, dejando un espacio de dos metros de separación, llamado tabique divisor, para trabajar con la siguiente excavación.

En la siguiente línea, aguas abajo, debe intercalarse la excavación de las zanjas y tabiques para poder llevar a cabo el diseño a “tresbolillo” con el fin de crear una red de captación en el terreno e interceptar de esta forma los escurrimientos generados.

De acuerdo a lo anterior se tiene que tanto las terrazas individuales como las zanjas trincheras podrán captar 1,820.75 m³ y 1,246.40m³ cada una respectivamente, sumando un total de 3,057.15m³*todas las obras*año=5años de proyección.

Tabla 9. Volumen de agua captado por obras de conservación de suelos

| Obras de conservación propuesta | Terrazas individuales | Zanja trinchera |
|--|-----------------------|-----------------|
| Dimensiones (Diámetro * profundidad y/o largo*profundidad*ancho) | 1 m * 0.10 m | 2*0.5*0.4 |
| Número de obras por hectárea | 1,100 | 220 |
| Superficie propuesta a reforestación (hectáreas) | 14.05 | 14.05 |
| Volumen de agua que puede capturar / obra (m ³) /año | 0.1178 | 0.4000 |
| Volumen capturado en superficie propuesta (m ³) | 1,820.75 | 1,246.40 |
| Volumen total/año= | 3,057.15 | |

Barreras contra caídas

Los cortes y despalmes es uno de los procesos que generará un mayor impacto en el agua, pues genera la presencia de partículas suspendidas, además potencialmente al momento de hacer cortes o durante la apertura de los sitios, se pueden caer residuos de mayor tamaño, por lo que, se considera un sistema de soporte que retenga todos los residuos que puedan desprenderse y caer, siendo que las mallas y redes pueden emplearse para la protección contra la caída de piezas de rocas, etc.

Para poder realizar estas actividades el personal deberá de contar al menos con equipo necesario como son: Zapatos de seguridad, guantes de seguridad, lentes de seguridad, arnés y casco de seguridad, sin embargo, a pesar de contar con sistemas seguros contra impactos ya sea hacia el ambiente o al personal, no es posible evaluar y garantizar la seguridad absoluta de personas y cosas;

esto significa que para garantizar la seguridad perseguida es imprescindible supervisar y mantener regularmente y en la debida forma los sistemas de protección.

Por otro lado, el grado de protección puede verse disminuido por circunstancias tales como la superación de la capacidad de carga calculada para el sistema, la no utilización de componentes originales o la corrosión por polución ambiental o cualquier otra influencia ajena.

Ante esto, la malla que se propone es conocida como malla TECCO, la cual está formada con alambre de acero altamente resistente de 3 mm de diámetro, con una resistencia a la tracción mínima de 1.770 N/m² y puede anclarse usando bulones y placas de amarre la cual puede estabilizar la caída de suelo y roca, incluso material disgregado. La unión de las superficies de las mallas está exenta de solape y gracias a los clips de unión, el tiempo de colocación y montaje queda sensiblemente reducido.

Esta malla se instala rápida y fácilmente ya que viene en rollos; la cual será colocada donde se trabajarán los cortes, la cual será anclada usando bulones y placas de amarre.

Se deberá considerar colocar también técnicas de control de sedimentos para reducir la caída de materiales más pequeños o finos que la malla TECCO no pueda retener, recomendando las siguientes técnicas que se mencionan a continuación.

Barrera de sedimentos

Para evitar la caída de sedimento de manera previa a que se realice el desmonte y despalmes, se deberá colocar un sistema de protección que evite que el sedimento llegue a los escurrimientos; un ejemplo de protección son los diques de sacos o similares, que retengan el material de finos y gravas que pueden llegar al agua.

El objetivo de esta medida es evitar que durante la construcción se tire el material a las zonas cercanas o contiguas a escurrimientos; para evitarlo se recomienda:

Protección con diques

Otra forma de retener el sedimento durante las actividades de excavaciones y de movimiento de material en las áreas contiguas a escurrimientos, pueden ser diques de roca, de paja o de sacos de tierra. Estos últimos son los más empleados por la facilidad de instalación y recurso empleado. De emplearse este último, los costales pueden ser rellenos con la misma tierra del sitio y acomodados como una barrera, esta medida también será temporal y delimitará la zona de trabajo evitando cualquier tipo de afectación al factor agua. Nuevamente estos diques deberán ser inspeccionados con regularidad para evitar el depósito excesivo de material y su saturación y caída a cuerpos de agua.



Figura 8. Ejemplo de la colocación de diques con sacos de tierra.

Mantenimiento

Cualquier método empleado para retener el sedimento y evitar afectación de cuerpos de agua o escurrimientos, deberá ser retirado una vez que terminen las actividades en el sitio; estas protecciones no deben dejarse abandonadas o retirarse hasta que se haya concluido la obra, deben retirarse inmediatamente después de que el sitio quede liberado de actividades en lugares particulares para evitar encharcamientos de agua o que la fauna quede atrapada, además de esto se debe:

- ◆ Inspeccionar las cercas luego de lluvias y reparar inmediatamente de ser necesario.
- ◆ Limpiar y dar mantenimiento a las áreas donde se acumulen sedimentos.
- ◆ Remover el sedimento depositado cuando este alcance la mitad de la altura del dique de contención.
- ◆ Luego de estabilizar las áreas desmontadas que no estén ocupadas por obras permanentes, remover todos los materiales asociados a la barrera y depósitos de sedimentos inestables. Nivelar el terreno y rehabilitar con vegetación.
- ◆ Después de remover los sedimentos disponer todo el material adecuadamente en los sitios de bancos de tiro autorizados.

XII.1.7 Medio Social

Empleo

Se promoverá la oferta de empleo temporal para las diversas actividades del proyecto en las poblaciones cercanas al proyecto.

En la contratación de mano de obra no calificada, se deberá dar preferencia a los habitantes del municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, proveyendo trabajos y beneficios económicos locales.

A cada personal contratado deberá otorgársele su reglamento interno de trabajo, equipo de protección personal, capacitación ambiental y de seguridad e higiene, haciendo hincapié de las nuevas normas de salud que se requieran como gel antibacterial, uso de cubrebocas, si se requiere de sitios cerrados como oficinas para el personal, el cual no deberá contener más de 8 personas en sitios así, además de cualquier problema de salud deberá ser notificado inmediatamente al supervisor.

La contratación de la mano de obra especializada obedecerá siempre al perfil necesario que se requiere para cada puesto, estableciendo el tiempo de acuerdo a las necesidades de cada actividad

a contratar; comunicando claramente siempre al trabajador las oportunidades de trabajo reales a las demandadas a fin de manejar adecuadamente las expectativas referentes a los tiempos y puesto que se ofertan.

Nunca se empleará gente que no tenga experiencia previa de acuerdo a puestos específicos y deberá siempre ser capacitado conforme al Programa de Seguridad e Higiene para todo el personal involucrado.

Se comunicará las condiciones y restricciones por los medios más utilizados para los pobladores a fin de no dejar a unos cuantos sin el acceso a las reglas y condiciones que se deberán respetar durante su jornada de trabajo.

Se deberá dar un trato de respeto mutuo y considerar la entrega de un reglamento interno en el que se determinen las normas a seguir y las sanciones en caso de algún incumplimiento en materia ambiental o de seguridad e higiene para cada una de las actividades a realizar para el proyecto.

Capacitación en materia de seguridad y ambiente

La capacitación será dirigida a los trabajadores, supervisores y jefes relacionados con el proyecto a fin de crear una conciencia ambiental y de seguridad. La capacitación al personal se realizará en base a aquellos aspectos de éste mismo y que sean relevantes en sus funciones, con un lenguaje sencillo y amigable.

Dicha capacitación puede darse con respecto a los siguientes temas:

Capacitaciones en materia de Seguridad e Higiene:

Todo el personal que trabaje en el proyecto, previo a su ingreso a los sitios de trabajo asignados, recibirá una inducción sobre aspectos relativos a la Seguridad al menos de 5 minutos diarios.

Se utilizará material para difundir la información básica indispensable sobre salud y seguridad personal. Se realizarán, con frecuencia las charlas de seguridad para capacitar al personal sobre procedimientos generales y específicos de operación para evitar incidentes mayores, y charlas breves sobre riesgos antes del inicio de cada actividad. Los temas a difundir serán:

- ❖ Herramientas de trabajo y equipo de protección personal;
- ❖ Conocimiento de la estructura del personal (jefes y personal);
- ❖ Características del personal y responsabilidades para cada uno;
- ❖ Códigos de conducta del trabajador (reglamento);
- ❖ Normas en materia de Seguridad industrial e Higiene (Salud Ocupacional);
- ❖ Conocimiento de los planes de contingencia y números de emergencia;
- ❖ Medidas con relación a espacios cerrados para el uso de protección ante COVID-19; y
- ❖ Riesgos laborales, tratará temas de seguridad recomendadas para trabajos considerados como de alto riesgo, así como medidas de seguridad para trabajos en alturas, manejo de equipos en movimiento o energizados, a fin de abordar todos los temas tratados en el programa de seguridad e higiene.

Capacitaciones en materia ambiental:

El programa de capacitación a implementar por parte del contratista debe abarcar los siguientes temas:

- ❖ Descripción y enfoque claro de la obra a realizarse.
- ❖ Objetivos.
- ❖ Medidas de Prevención y/o Mitigación que se deberán aplicar.
- ❖ Conservación de recursos naturales y medio ambiente.
- ❖ Manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos.
- ❖ Manejo de residuos de manejo especial.
- ❖ Manejo de sustancias químicas.
- ❖ Restauración y compensación ambiental.
- ❖ Flora y fauna a respetar
- ❖ Supervisión y evaluación de resultados.

XII.2. Impactos residuales

XII.2.1 Control de polvos

La pavimentación de caminos para el acceso y acarreo de material solucionaría en gran parte la problemática del levantamiento de polvo, pero no siempre es factible aplicar esta medida. Existen, sin embargo, otras medidas más económicas, como una correcta humidificación de los caminos (ya sea mediante riego), algo que podría reducir hasta un 90% este tipo de emisiones. Se pueden utilizar agentes humectantes y aglutinantes específicos para el control del polvo, los cuales deberán ser inocuos para el medioambiente a fin de maximizar la visibilidad y la seguridad en el camino.

La adición de grava o algún tratamiento químico supresor de polvo es otra opción y ayudaría también a minimizar el levantamiento de material particulado para el caso de los caminos.

Los aditivos supresores de polvo han sido ampliamente estudiados y aplicados. Por lo tanto, se han desarrollado varios supresores de polvo nuevos; pero incluso con sus resultados probados, es esencial seleccionar y evaluar eficazmente el rendimiento de la supresión del polvo en función de las diversas necesidades de prevención y control del polvo, y de los requisitos medioambientales y de seguridad.

Los índices de evaluación investigados por Wu *et al.* (2020) para evaluar el rendimiento de los supresores de polvo preparados incluyen el rendimiento de la sedimentación, el pH de la solución, la resistencia a la erosión del viento, la corrosión, la toxicidad y los beneficios económicos. Yanqiang Li propuso que los índices de evaluación de los supresores de polvo químicos deberían incluir la corrosión, la toxicidad, la contaminación ambiental y el rendimiento económico. Por tanto, es esencial seleccionar un método de control del polvo teniendo en cuenta el rendimiento de la tecnología de supresión del polvo, su beneficio económico y la seguridad medioambiental.

Uno de los productos recomendados es el ABCDust el cual ha desarrollado una línea de supresores DMS (aditivos), donde las ventajas de estas soluciones para la industria minera son:

- ❖ Evitar la propagación del polvo minero y la formación de sedimentos que acidifican las masas de agua superficiales y subterráneas;
- ❖ Reducir los costos de control del polvo y de mantenimiento de las infraestructuras;
- ❖ Estabilizar y fortalecer el suelo mediante la mezcla de agentes aglutinantes y, ocasionalmente, una estructura adicional en el suelo;
- ❖ Controlar y vigilar el Material Particulado para controlar la emisión de polvo de los caminos mineros, depósitos y otros procesos industriales;
- ❖ Optimizar el uso de agua y aditivos bajo los más altos estándares de seguridad, calidad e impacto ambiental;
- ❖ Mejorar la logística del proyecto con un acceso más fácil y menos desplazamientos de vehículos;
- ❖ Acceder a la obra sin importar el clima con su suelo resistente y protegido de la intemperie;
- ❖ Menor permeabilidad;
- ❖ Reducción de hasta el 50% de la profundidad del camino minero necesaria para alcanzar su capacidad portante;
- ❖ Empuje más carga de trabajo con superficies fuertes y compactas en la obra;
- ❖ Reducir los préstamos de material para caminos mineros utilizando los productos de estabilización iónica del suelo para suelos arcillosos;
- ❖ Evitar que el polvo y otros materiales nocivos salgan de las carreteras y caminos mineros y entren a otras obras u áreas urbanas.

Por otra parte, se limitará en las terracerías la velocidad de circulación de todos los vehículos a 25 Km./hr; así mismo, se deberá de cubrir los materiales transportados con lonas en todo momento de su traslado.

XII.3 Pronósticos ambientales y evaluación de alternativas.

Debido a que toda acción humana tendrá como resultado un impacto ambiental, es importante analizar los pronósticos ambientales acerca de las consecuencias de dichas acciones antropogénicas sobre los ecosistemas. Mediante el pronóstico ambiental se podrá visualizar y predecir la ocurrencia de diversos escenarios, con la finalidad de tomar medidas correctivas destinadas a prevenir y/o mitigar los impactos ocasionados hacia el medio ambiente.

XII.4 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

También conocido como línea base, consiste en determinar el estado actual de los componentes ambientales antes del desarrollo del proyecto. Por lo tanto, se identifican los componentes que forman el medio ambiente y el estado actual de cada uno de ellos:

MEDIO ABIÓTICO.

Suelo: El suelo se encuentra en un estado mínimo de degradación debido a que está rodeado y protegido por la vegetación; sin embargo, en colindancia al proyecto se realiza la extracción de caliza a cielo abierto, lo que contribuyen a la aceleración del proceso erosivo del suelo.



Tabla 10. Suelo del proyecto con cubierta vegetal

Agua: En lo referente a la hidrología superficial, en el área del proyecto atraviesa un escurrimiento intermitente pero ningún cuerpo de agua.

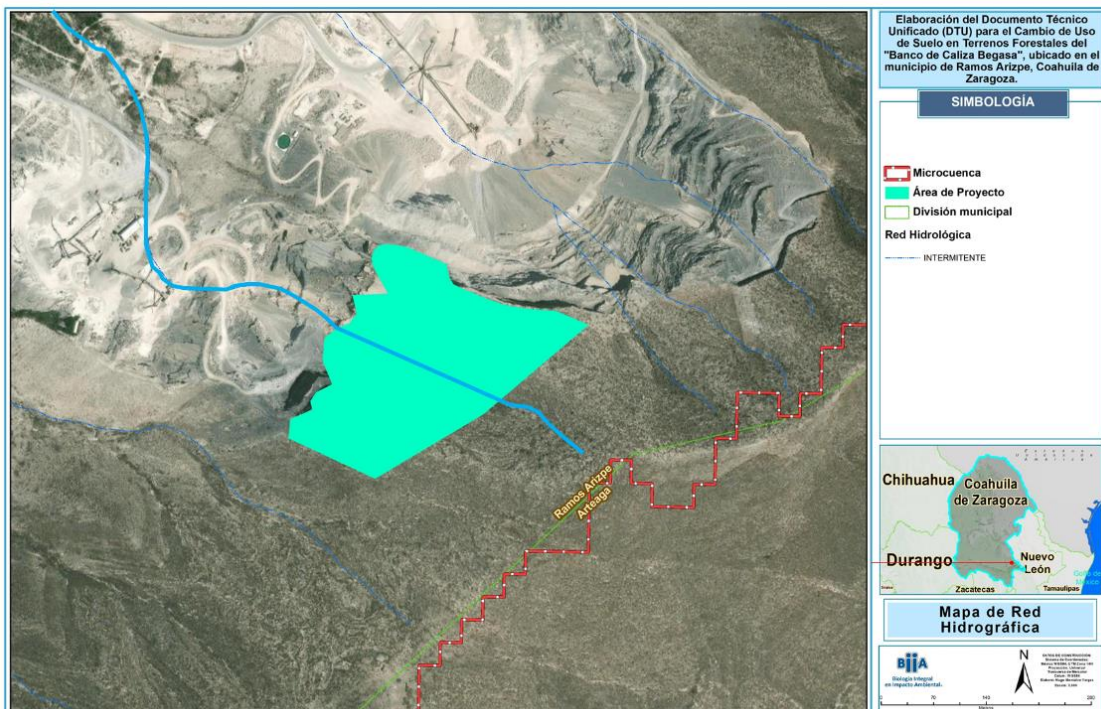


Figura 9. Ubicación del escurrimiento que atraviesa el proyecto.

Aire. En cuanto a la calidad del aire, se presentan emisiones de polvo originadas principalmente por las actividades extractivas y de operación del banco pétreo aledaño; además por los vehículos que

transitan al interior de la mina aleña al proyecto, así como por los asentamientos humanos cercanos.



Figura 10. Emisiones de polvo generadas por las operaciones de la mina aleña

MEDIO BIÓTICO.

Fauna: La diversidad fauna presente tanto en el Área del Proyecto se categoriza como baja, y las especies registradas han logrado adaptarse a los cambios ocasionados a sus hábitats por las actividades antropogénicas, principalmente por la industrial.



Tabla 11. Fauna registrada en el área del proyecto.

Vegetación: El Área del proyecto están constituido por Matorral Desértico Rosetófilo. Además, mientras que en la Microcuenca se encuentra además del Matorral Desértico Rosetófilo, el Matorral Desértico Micrófilo, Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo y Áreas Desprovistas de Vegetación.



Figura 11. Ejemplo de la vegetación presente en el área del proyecto.

Además, es importante mencionar que varias zonas de la microcuenca se encuentran perturbadas por actividades de extracción pétreo, lo que contribuyen que la calidad del medio abiótico disminuya o se vea afectada.

MEDIO PERCEPTUAL

Paisaje: Conformado por Matorral Desértico Rosetófilo, el Matorral Desértico Micrófilo, Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo y Áreas Desprovistas de Vegetación. Sin embargo, al interior de la Microcuenca, se realizan actividades de extracción a cielo abierto de materiales pétreos.





Figura 12. Vista panorámica de la microcuenca y de las actividades de extracción a cielo abierto de material pétreo que se desarrollan.

XII.4.1 Evaluación del estado actual del escenario sin proyecto.

Una vez descritos los componentes ambientales en general, es necesario determinar y evaluar su estado, proyectando tres escenarios diferentes: corto, mediano y largo plazo; considerando, además, las características del sitio CON y SIN proyecto.

A cada componente ambiental (agua, aire, suelo, vegetación, fauna y paisaje) se le asignará un valor en una escala de 1 a 3, siendo el 1 la afectación nula y el 3 la afectación total, por lo que, en función de dicho valor, se determinará el nivel de calidad que correspondan a cada componente ambiental, como se muestra a continuación:

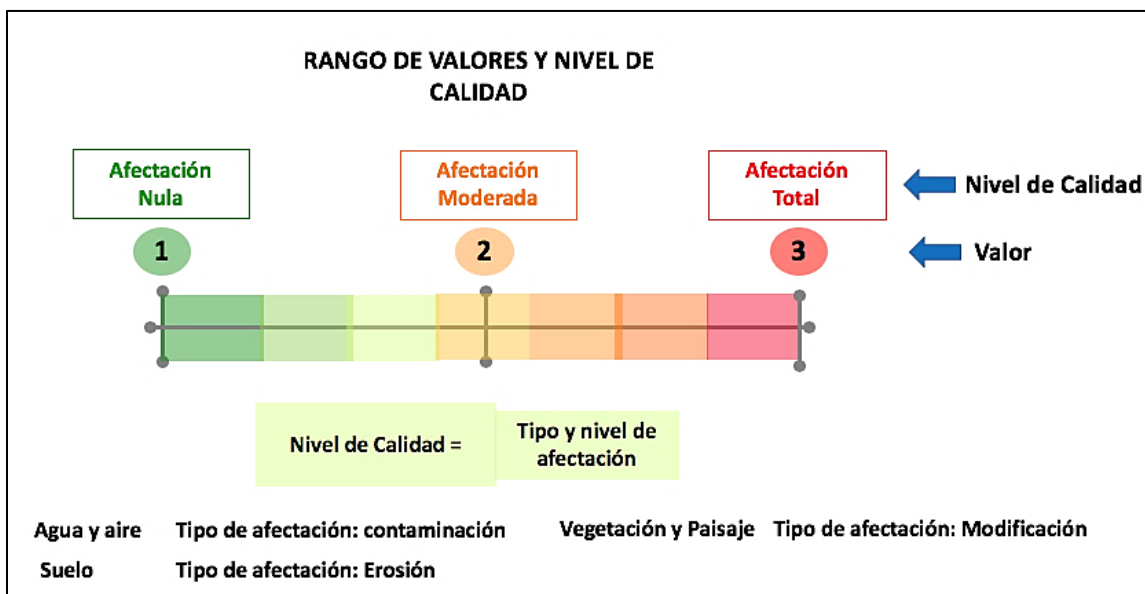


Figura 13. Rango de valores y nivel de calidad para la evaluación del estado actual sin proyecto.

A continuación, se muestran los valores del nivel de calidad de cada componente ambiental sin considerar el desarrollo del proyecto.

Tabla 12. Evaluación categórica del estado actual del escenario y tendencia de cada componente ambiental sin proyecto.

| ESTADO ACTUAL DEL ESCENARIO SIN PROYECTO | | | | | | | |
|--|---------------------------|----------|----------|----------|--------------|----------------|--------------|
| MEDIO | NIVEL DE CALIDAD | VALOR | | | PLAZO | | |
| | Agua | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| Abiótico | Sin contaminar | * | | | 2 | 2 | 3 |
| | Medianamente contaminada | | * | | | | |
| | Altamente contaminada | | | * | | | |
| | Aire | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin contaminación | * | | | 2 | 2 | 3 |
| | Moderadamente contaminado | | * | | | | |
| | Contaminado | | | * | | | |
| | Suelo | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin erosión | * | | | 2 | 2 | 2 |
| Moderadamente erosionado | | * | | | | | |

| ESTADO ACTUAL DEL ESCENARIO SIN PROYECTO | | | | | | | |
|--|--------------------------|----------|----------|----------|--------------|----------------|--------------|
| MEDIO | NIVEL DE CALIDAD | VALOR | | | PLAZO | | |
| | Degradado | | | * | | | |
| Biótico | Vegetación | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin modificación | * | | | | | |
| | Moderadamente modificada | | * | | 2 | 2 | 3 |
| | Totalmente modificada | | | * | | | |
| | Fauna | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Escasa | | | * | | | |
| | Moderada | | * | | 2 | 2 | 3 |
| | Alta | * | | | | | |
| Perceptual | Paisaje | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin modificaciones | * | | | | | |
| | Medianamente modificado | | * | | 2 | 2 | 3 |
| | Modificado | | | * | | | |

De acuerdo con la valoración realizada a cada componente ambiental (agua, aire, suelo, vegetación, fauna y paisaje) y tomando como base el estado actual del área sin desarrollo del proyecto, se considera que el medio Abiótico, Biótico y Perceptual mantengan su estado ambiental moderado a corto y mediano plazo, sin embargo a largo plazo, se considera que cambie a un estado ambiental considerado como totalmente afectado o modificado, de manera que se intensifique el grado de afectación; uno de los principales factores a los que se les puede atribuir la modificación es a la intensificación de las actividades de infraestructura industrial presentes a la Microcuenca, que corresponden a una de las actividades principales en la zona.

A continuación, se muestra una representación gráfica de la tendencia esperada del nivel de afectación a cada componente ambiental sin el desarrollo del proyecto.

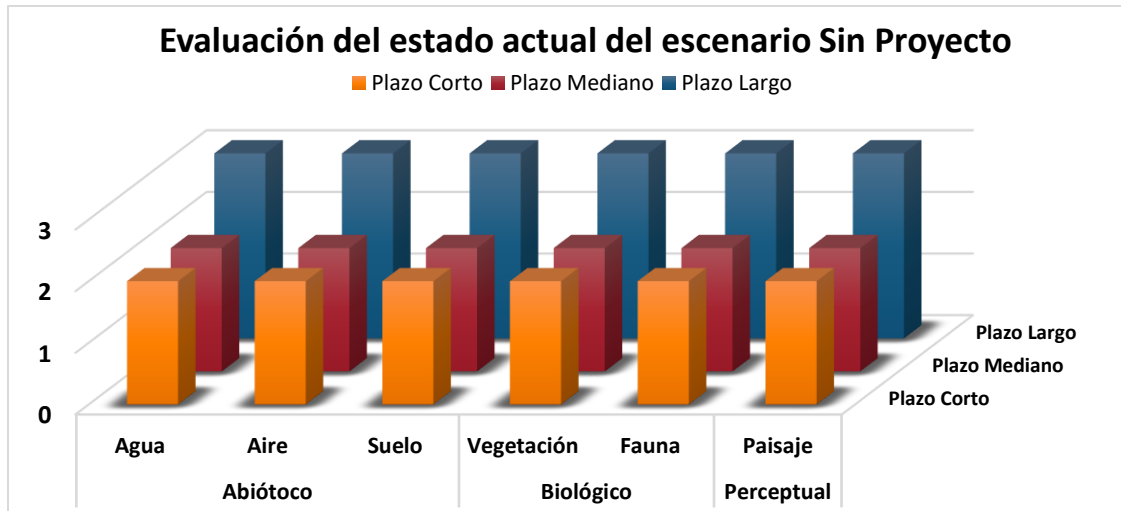


Figura 14. Tendencia esperada en los factores ambientales sin el desarrollo del proyecto, medidos a mediano y largo plazo.

XII.4.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto sin medidas de mitigación.

Se presenta un análisis de los componentes ambientales y su posible modificación con el desarrollo del proyecto, sin considerar las medidas de mitigación.

MEDIO ABIÓTICO.

- **Agua:** En los suelos desprovistos de vegetación, aumentará la velocidad del agua del escurrimiento al presentarse la lluvia y por lo tanto, disminuirá la capacidad de infiltración.
- **Aire:** Presencia de gases contaminantes por parte de la maquinaria y vehículos que se encuentren realizando sus operaciones en el sitio, así como el tránsito de vehículos ligeros y pesados que circulen por al proyecto. Así como también los polvos que emita el proyecto al momento de su operación.
- **Suelo:** Derivado de las condiciones actuales del sitio, la remoción de la vegetación ocasionará que el suelo quede expuesto a la intemperie, ocasionando que la erosión aumente y disminuya la infiltración.

MEDIO BIÓTICO.

- **Vegetación:** Debido al tipo de vegetación presente en el área del proyecto, se considera la remoción de la vegetación en dicha área, por lo que el suelo quedaría completamente descubierto.
- **Fauna:** La fauna silvestre que habite la zona se verá obligada a desplazarse, como es el caso de las aves y los mamíferos medianos, siendo los mamíferos pequeños, anfibios y reptiles los más afectados debido a que tienen un rango de desplazamiento pequeño.

MEDIO PERCEPTUAL

- **Paisaje:** El Área del Proyecto sería una zona degradada, debido a la ausencia de vegetación forestal ocasionada por las actividades de extracción pétreo a cielo abierto.

Evaluación y análisis del área con proyecto sin medidas de mitigación.

Una vez descritos los componentes ambientales en general, es necesario determinar y evaluar el estado de estos con el desarrollo del proyecto sin medidas de mitigación, proyectando tres escenarios: corto, mediano y largo plazo. A cada componente ambiental se le asignará un valor en una escala de 1 a 3, siendo el 1 la afectación nula y el 3 la afectación total, en función de dicho valor se determinará, por lo tanto, el nivel de calidad que correspondan a cada componente ambiental, como se muestra a continuación:

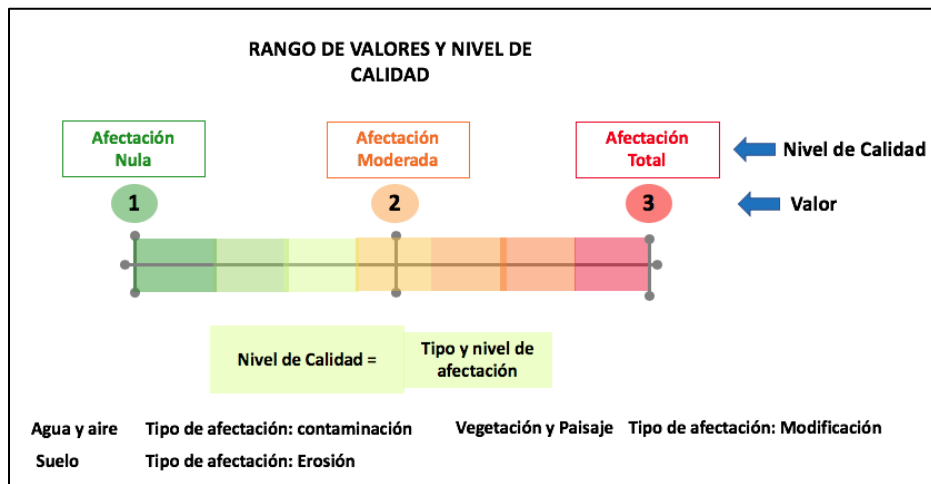


Figura 15. Rango de valores y nivel de calidad para la evaluación del área con proyecto.

A continuación, se muestran los valores del nivel de calidad de cada componente ambiental considerando el desarrollo del proyecto sin medidas de mitigación.

Tabla 13. Evaluación categórica del estado y tendencia de cada componente ambiental con proyecto sin considerar las medidas de mitigación.

| ESTADO DEL ÁREA CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--|--|-------|---|---|-------|---------|-------|
| MEDIO | NIVEL DE CALIDAD | | | VALOR | | | PLAZO | | |
| | Agua | | | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| Abiótico | Sin contaminar | | | * | | | 2 | 3 | 3 |
| | Medianamente contaminada | | | | * | | | | |
| | Altamente contaminada | | | | | * | | | |
| | Aire | | | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |

| ESTADO DEL ÁREA CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN | | | | | | | |
|--|---------------------------|----------|----------|----------|--------------|----------------|--------------|
| MEDIO | NIVEL DE CALIDAD | VALOR | | | PLAZO | | |
| | Sin contaminación | * | | | 2 | 3 | 3 |
| | Moderadamente contaminado | | * | | | | |
| | Contaminado | | | * | | | |
| | Suelo | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin erosión | * | | | 2 | 3 | 3 |
| | Moderadamente erosionado | | * | | | | |
| | Degradado | | | * | | | |
| Biótico | Vegetación | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin modificación | * | | | 3 | 3 | 3 |
| | Moderadamente modificada | | * | | | | |
| | Totalmente modificada | | | * | | | |
| | Fauna | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Escasa | | | * | 3 | 3 | 3 |
| | Moderada | | * | | | | |
| Alta | * | | | | | | |
| Perceptual | Paisaje | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin modificaciones | * | | | 3 | 3 | 3 |
| | Medianamente modificado | | * | | | | |
| | Modificado | | | * | | | |

De acuerdo con la valorización realizada a cada componente ambiental (agua, aire, suelo, vegetación, fauna y paisaje), y tomando como base el desarrollo del proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación en el área, se considera que el nivel de calidad medio de los componentes ambientales, se afecte a partir de mediano plazo y se mantenga la afectación a largo plazo. En el caso de la vegetación, fauna y paisaje, la afectación total será inmediata (a partir del corto plazo) manteniéndose a mediano y largo plazo.

A continuación, se muestra una representación gráfica de la tendencia esperada del nivel de afectación a cada componente ambiental sin la aplicación de medidas de mitigación.

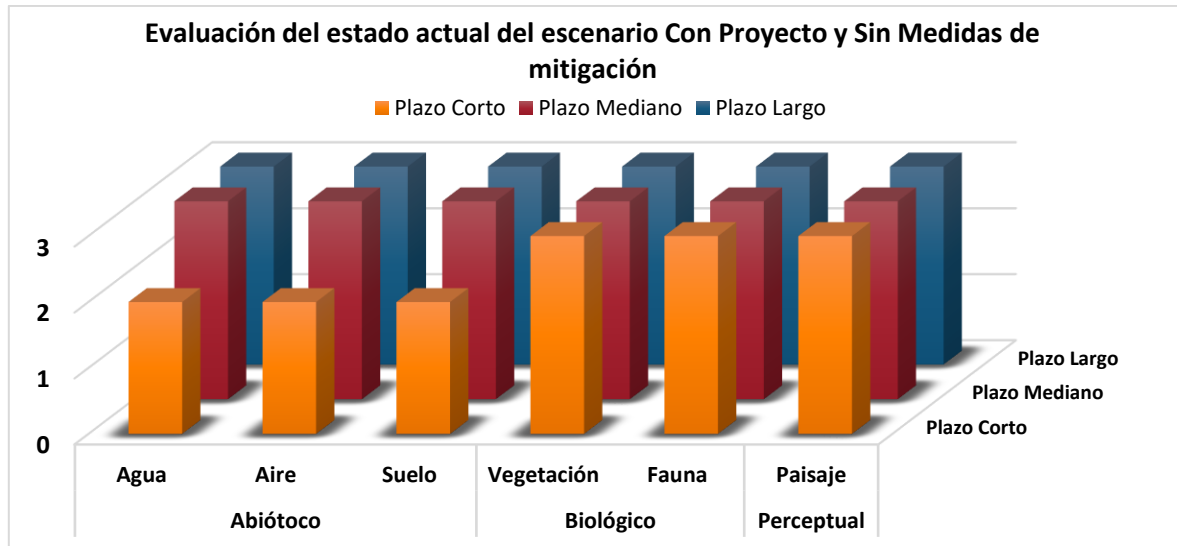


Figura 16. Representación gráfica de la tendencia esperada en la evaluación de los componentes ambientales con el proyecto y sin medidas de mitigación.

XII.5 Descripción y análisis del área con proyecto considerando las medidas de mitigación.

Se presenta un análisis de los componentes ambientales y su posible modificación con el desarrollo del proyecto, considerando las medidas de mitigación.

MEDIO ABIÓTICO.

- **Agua:** Se establecerán acciones y obras que compensen el volumen de infiltración perdido por las actividades del proyecto.
- **Aire:** La maquinaria y los vehículos estarán en constante mantenimiento, lo que conlleva a reducir la cantidad de emisiones contaminantes. Además de que las emisiones que se emitan a la atmosfera se estarán midiendo de manera constante y revisando que se mantengan en los niveles permisibles por la normatividad aplicable.
- **Suelo:** El retiro de vegetación se llevará a cabo únicamente en el área del proyecto y de forma programada, de manera que la afectación al suelo sea en una superficie delimitada. Además, se realizarán las medidas de compensación y/o mitigación adecuadas para contrarrestar la remoción de la vegetación en el área del proyecto.

MEDIO BIOLÓGICO.

- **Vegetación:** Se implementarán actividades de rescate y reubicación de Flora, las cuales se centrarán y darán prioridad a las especies que se encuentren consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- **Fauna:** Se realizarán actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre, dando prioridad a las especies de lento desplazamiento y aquellas que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

MEDIO PERCEPTUAL

- **Paisaje:** Al realizar acciones de mitigación y compensación como la reforestación, se mejora la calidad perceptual del paisaje del área del proyecto.

XII.5.1 Evaluación y análisis del área con proyecto y con medidas de mitigación.

Una vez descritos los componentes ambientales en general, es necesario determinar y evaluar el estado de estos con el desarrollo del proyecto y considerando las medidas de mitigación, proyectando tres escenarios: corto, mediano y largo plazo. A cada componente ambiental se le asignará un valor en una escala de 1 a 3, siendo el 1 la afectación nula y el 3 la afectación total, en función de dicho valor se determinará, por lo tanto, el nivel de calidad que correspondan a cada componente ambiental, como se muestra a continuación:

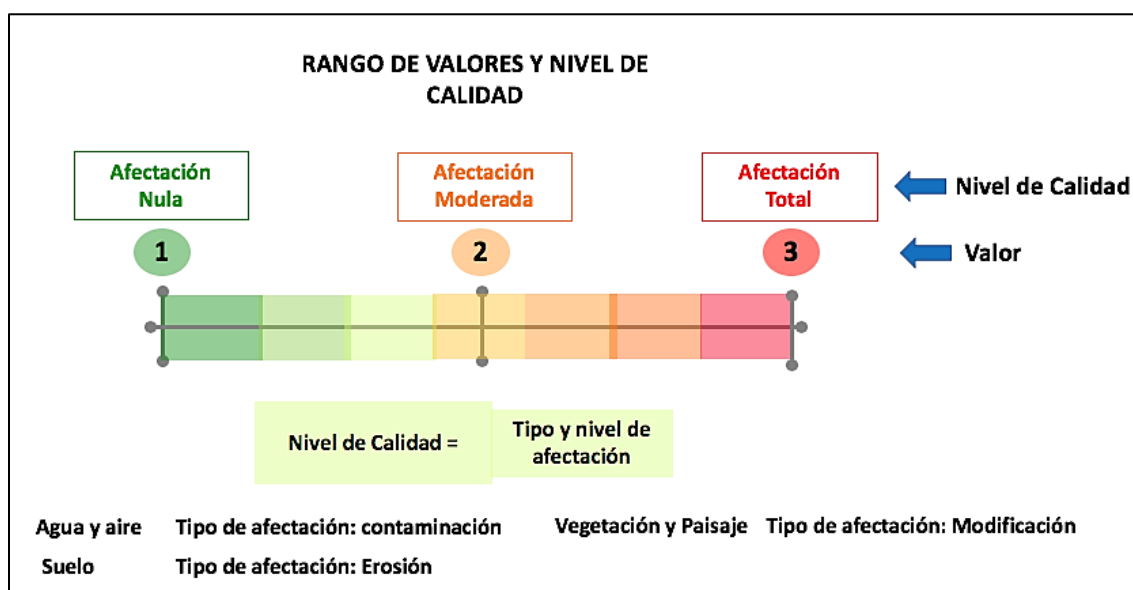


Figura 17. Rango de valores y nivel de calidad para la evaluación del área con proyecto con medidas de mitigación.

A continuación, se muestran los valores del nivel de calidad de cada componente ambiental considerando la aplicación de medidas de mitigación.

Tabla 14. Evaluación categórica del estado y tendencia de cada componente ambiental con proyecto considerando las medidas de mitigación.

| ESTADO DEL ÁREA CON PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN | | | | | | | | |
|--|------------------|---|---|-------|-------|---------|-------|--|
| MEDIO | NIVEL DE CALIDAD | | | VALOR | | | PLAZO | |
| | Agua | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo | |
| Abiótico | Sin contaminar | * | | | 2 | 2 | 2 | |

| ESTADO DEL ÁREA CON PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN | | | | | | | |
|--|---------------------------|----------|----------|----------|--------------|----------------|--------------|
| MEDIO | NIVEL DE CALIDAD | VALOR | | | PLAZO | | |
| | Medianamente contaminada | | * | | | | |
| | Altamente contaminada | | | * | | | |
| | Aire | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin contaminación | * | | | | | |
| | Moderadamente contaminado | | * | | 2 | 2 | 2 |
| | Contaminado | | | * | | | |
| | Suelo | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin erosión | * | | | | | |
| | Moderadamente erosionado | | * | | 2 | 2 | 3 |
| | Degradado | | | * | | | |
| Biótico | Vegetación | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin modificación | * | | | | | |
| | Moderadamente modificada | | * | | 3 | 3 | 3 |
| | Totalmente modificada | | | * | | | |
| | Fauna | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Escasa | | | * | | | |
| | Moderada | | * | | 3 | 3 | 3 |
| Alta | * | | | | | | |
| Perceptual | Paisaje | 1 | 2 | 3 | Corto | Mediano | Largo |
| | Sin modificaciones | * | | | | | |
| | Medianamente modificado | | * | | 2 | 2 | 2 |
| | Modificado | | | * | | | |

De acuerdo con la valoración realizada a cada componente ambiental (agua, aire, suelo, vegetación, fauna y paisaje), y tomando como base el desarrollo del proyecto con la aplicación de medidas de mitigación en el área, se considera que para todos los componentes ambientales se mantenga el nivel de calidad de afectación que presentan, a corto, mediano y largo plazo, ya que a pesar de la

naturaleza del proyecto, este se mantendrá en todo momento bajo los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera.

En el caso de flora y fauna, la afectación elevada se mantendrá debido al retiro de la vegetación y ahuyentamiento total de fauna en el proyecto, sin embargo, se propondrán medidas que mitiguen y/o compensen esta afectación, tal es el caso de las actividades de reforestación y rescate y reubicación de especies.

A continuación, se muestra una representación gráfica de la tendencia esperada del nivel de afectación a cada componente ambiental con la aplicación de medidas de mitigación.

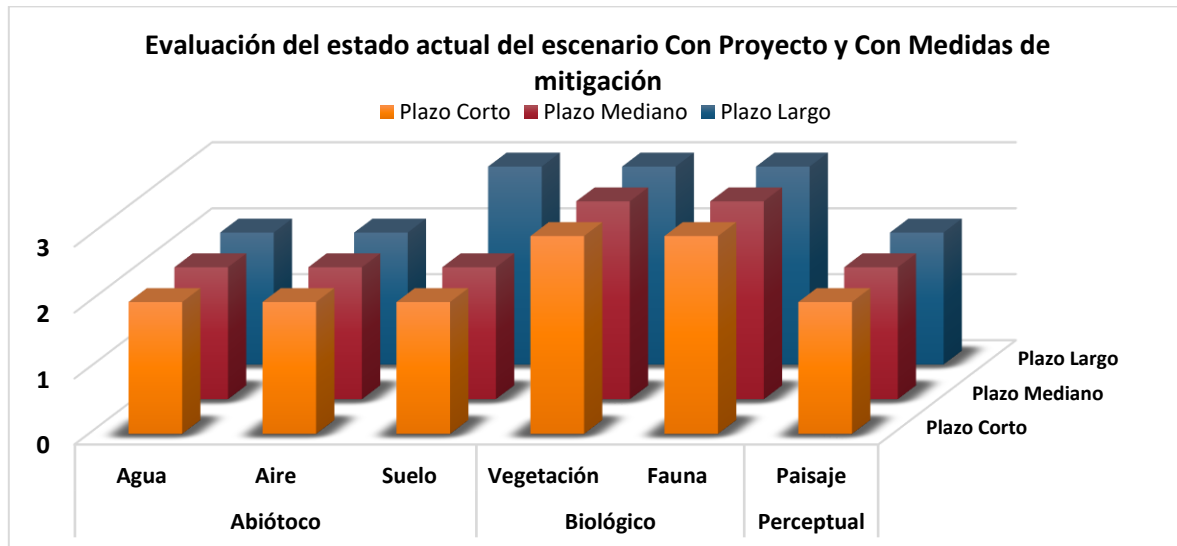


Figura 18. Representación gráfica de la tendencia esperada en la evaluación de los componentes ambientales con el proyecto y con medidas de mitigación.

Conclusiones del pronóstico ambiental.

- ◆ La construcción y puesta de operación del proyecto fomenta el aprovechamiento pétreo de la región, es una obra que impacta de forma negativa al medio ambiente al realizar el retiro de vegetación. Sin embargo, se establecerán medidas de mitigación, compensación y/o prevención que contrarrestan o prevendrán, según sea el caso, la magnitud de los impactos ocasionados por la ejecución del proyecto.
- ◆ De igual forma, el proyecto representará beneficios sociales y económicos, ya que contribuye a la generación de diversas fuentes de empleo de manera directa e indirecta, impulsando la economía del mercado desde el nivel local, hasta el nivel internacional, lo cual contribuye a mejorar la calidad de vida de las comunidades cercanas.

XII.6. Programa de Manejo Ambiental y de Seguridad e Higiene.

XII.6.1 Seguridad y control.

Se deberá contar de primera mano con un plan de prevención de accidentes (PPA) para:

- ❖ Incrementar la seguridad y salud de los trabajadores
- ❖ Aumentar la productividad y competitividad
- ❖ Reducir los riesgos que derivan en accidentes laborales

La realidad es que, en la industria minera, la posibilidad de que tengan lugar accidentes es elevada y es muy importante vincularla con medidas de prevención que ayuden a combatirla. Los accidentes en minería, están ligados a varios aspectos:

- ❖ Método de extracción
- ❖ Maquinaria y equipos
- ❖ Procesos y operaciones
- ❖ Productos extraídos

De acuerdo a lo anterior el objetivo fundamental es que todo el personal conozca con suficiente detalle la estructura, secuencia de acciones y funciones de las personas encargadas de afrontar las emergencias.

Este Plan deberá contener datos sobre el personal que labora en la mina, así como los datos de los servicios de emergencia. Una vez diseñados los Planes, el personal involucrado deberá recibir capacitación permanente, mediante formación, entrenamiento y simulacros.

Se deberá de considerar lo siguiente para el PPA:

- ❖ Actas de creación de brigadas de atención de contingencias y riesgos en cada etapa del proyecto.
- ❖ Mapas de rutas de emergencia para cada etapa del proyecto.
- ❖ Temas de capacitación en el programa de contingencias ambientales y riesgos.
- ❖ Simulacros realizados.

Plan de Contingencias Ambientales y Riesgos (PCAR)

Análisis de riesgo

El análisis de riesgo se plantea como un objetivo para identificar los peligros que demandan una intervención inmediata por la gravedad y frecuencia de la contingencia, dado que la correcta y oportuna evaluación y administración de los mismos permitirá la óptima decisión del nivel de emergencia a asumir y los medios humanos y materiales a proveer.

El estado de emergencia se deberá activar en forma coordinada con los procedimientos previstos a través de un Plan de Contingencias Ambientales y Riesgos (PCAR) en conjunto con protección civil, el cual será el que determine los riesgos y sus medidas a seguir para el proyecto, objeto de este estudio. Toda emergencia que se presente por el proyecto requerirá por lo tanto de un coordinador por parte del proyecto, que se encargará de activar las diversas etapas y procedimientos del PCAR; por lo que, para esto se deberá identificar primero el tipo de riesgo para activar el tipo de emergencia. Las emergencias se clasificarán de acuerdo al siguiente: Nivel I (Puntual o local), Nivel II (área de influencia), Nivel III (Nivel municipal) y Nivel IV (Estado de Alerta, nivel Regional).

Tabla 15. Riesgos Identificados

| Tipo de riesgo | Riesgos identificados |
|--------------------------|---|
| RIESGOS INTERNOS | Incendios Derrame de productos químicos peligrosos Accidentes de trabajo Explosiones |
| RIESGOS NATURALES | Derrumbes Incendios |
| RIESGOS EXTERNOS | Accidentes de tránsito |

Acciones para la Atención de Riesgos

Las acciones a ejecutar serán las que a continuación se describen, siendo importante que se elaborará un registro de daños como parte del informe final del Plan de Contingencia y Riesgo que se sugiere como medida de prevención, siendo que en dicho registro se detallarán los recursos utilizados, destruidos, perdidos y recuperados.

Se deberá de considerar los siguientes puntos ante la atención de riesgos:

- ❖ Se efectuará una evaluación conjunta, del estado situacional del evento, condiciones del lugar, las características del ambiente que garanticen un desarrollo seguro de las acciones, primeros auxilios y traslado de personal a una unidad médica.
- ❖ Se adoptarán todas las estrategias para determinar los recursos materiales y humanos propios a requerir, el desplazamiento de recursos al lugar de la emergencia, así como la estimación de tiempo de respuesta.
- ❖ Todos los equipos de emergencia entrenados deben estar preparados para actuar según sea lo requerido, debiéndose contar con su equipo respectivo.
- ❖ Todo el personal no esencial para combatir la emergencia, debe ser evacuado a un lugar seguro el cual debe contar con equipo de comunicaciones para el conteo del número de personal y condición.
- ❖ En caso de un incendio, se pasará en forma inmediata el reporte a Protección Civil del Estado.
- ❖ Se deberá tener el control de accesos al área afectada, siempre libre para que puedan acudir los servicios de emergencia.
- ❖ Se dará la atención médica y evacuación de todo personal herido.
- ❖ La evacuación de todo el personal se realizará en caso de que sus vidas estén en peligro.

Organización y asignación de responsabilidades

De acuerdo con la magnitud de la emergencia, en primer grado, éste debe ser controlado con los medios propios de la Empresa, o la ayuda de otras áreas y en casos graves se solicitará la ayuda externa de protección civil del estado, los que determinarán si será necesario el apoyo y procedimientos de otra índole. supervisor de seguridad e higiene debe agrupar al personal en razón de los mandos y funciones.

Responsabilidad

El responsable del Plan de Contingencias Ambientales y Riesgos será designado por el promovente, quien tendrá la responsabilidad de organizar y coordinar todas las actividades de salvamento de emergencia y también tendrá autoridad para coordinar posibles auxilios externos. Su responsabilidad será permanente.

Sus funciones serán las de realizar inspecciones para eliminar toda condición de inseguridad humana, y de las condiciones de seguridad tanto de tipo material como ambiental, manejar una estadística de accidentes durante la etapa de extracción y de ante todo prevenir accidentes.

Como primer paso debe preverse dos niveles de respuesta:

- ❖ Con personal propio
- ❖ Con cooperación externa de índole gubernamental como Instituto de Protección Civil del Estado y Cuerpo de Bomberos.

Estrategia de las respuestas

Producida la emergencia, el Plan se desarrollará en las siguientes condiciones:

Comunicación interna. -

- ❖ Se establecerán los sistemas de comunicación (teléfono, radio) entre las diversas instalaciones del proyecto y las oficinas del residente a cargo de la obra.
- ❖ Se establecerán formatos donde se registre el mínimo de información como: nombre del informante, ubicación y lugar de la emergencia, número de personas afectadas y de ser posible un estimado del tipo de lesiones y/o daños entre otros.

Comunicación externa. -

- ❖ Deben establecerse los formatos para la comunicación externa.
- ❖ Para el caso de las autoridades locales, la comunicación será telefónicamente (Cuerpo de Bomberos, Instituto de Protección Civil del Estado).

El Contratista comunicará al residente de obra de cualquier contingencia que pudiera provocarse en las actividades extractivas y que conlleve consigo cualquier tipo de afectación a los componentes: físico, biótico y/o social, en un tiempo no mayor a 24 horas luego de producido el incidente, y éste a su vez notificará a las autoridades competentes de ser previamente notificado por la contratista.

Concluidas las operaciones de respuesta se deberá evaluar el desarrollo del Plan y sus resultados para emitir las recomendaciones que permitan corregir las deficiencias con la finalidad de mejorar las operaciones de respuesta. Dichas recomendaciones luego formarán parte de las revisiones y posterior aprobación anual del Plan de Contingencia Ambiental.

Se elaborará un registro de daños como parte del informe final de la emergencia, en dicho registro se detallarán los recursos utilizados, destruidos, perdidos y recuperados.

Señales de Prevención de Accidentes

Las señales a utilizar se dividirán y se utilizarán de acuerdo a la siguiente clasificación:

Tabla 16. Colores de seguridad.

| COLOR | CLASIFICACIÓN | SIGNIFICADO | INDICACIONES Y PRECISIONES |
|--|---|--|---|
| Rojo | Las señales de peligro tendrán el rojo como señal predominante. | Señal de prohibición | Comportamientos peligrosos |
| | | Peligro-Alarma | Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación. |
| | | Material y equipos de lucha contra incendios | Identificación y localización |
| Amarillo, o amarillo anaranjado | Las señales de precaución tendrán el amarillo como color predominante. | Señal de advertencia | Atención, precaución y verificación. |
| Azul | Las señales informativas serán blancas con la parte alta del panel azul con letras blancas para transmitir el mensaje principal. Cualquier palabra adicional sobre la señal será de letras negras sobre fondo blanco. | Señal de obligación | Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual |
| Verde | Las señales de instrucción de seguridad serán blancas con la parte alta del panel verde con letras blancas para transmitir el mensaje principal. Cualquier palabra adicional sobre la señal será de letras negras sobre fondo blanco. | Señal de salvamento o auxilio | Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales. |
| | | Situación de seguridad | Vuelta a la normatividad. |

Cuando el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad dificulte la percepción de este último, se utilizará un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, Color de seguridad- Color de contraste como: Rojo-Blanco, Amarillo o amarillo anaranjado-Negro, Azul-Blanco y Verde-Blanco.

Tabla 17. Colores de seguridad-color de enmarque.

| COLOR DE SEGURIDAD | COLOR DE CONTRASTE |
|--------------------|--------------------|
| Rojo | Blanco |

| COLOR DE SEGURIDAD | COLOR DE CONTRASTE |
|---------------------------------|--------------------|
| Amarillo, o amarillo anaranjado | negro |
| Azul | Blanco |
| Verde | Blanco |

XII.6.2 Supervisión ambiental

La estrategia del diseño del programa de Manejo, Vigilancia y Monitoreo Ambiental se basará en los impactos ambientales que potencialmente se presentarán, por lo que la aplicación de este programa debe hacerse durante todas las etapas del proyecto a través de un check list, siendo supervisado por un responsable en materia de seguridad e higiene (salud ocupacional) y en aspectos ambientales.

Por su parte la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) Delegación Coahuila será la entidad de la inspección y vigilancia del cumplimiento de las medidas de mitigación del proyecto, por lo que deberá exigir al Promoviente que se realicen de manera adecuada y acorde a las disposiciones legales vigentes, así como. a los intereses en materia ambiental esperados, de tal forma que, si existen inconsistencias o no cumplimientos, serán los encargados de sancionar a las personas físicas y morales que violen dichos preceptos legales.

Tabla 18. Check list de seguimiento a aplicar

| Factor ambiental | | | |
|---|---------------------------|-----------------------|-------------|
| Nombre del programa de seguimiento | | Código de las medidas | Actividades |
| Normatividad legal aplicable | | | |
| Indicadores de seguimiento | | | |
| Indicadores de éxito | | | |
| Ubicación y responsables | | | |
| Localización de los sitios de seguimiento | Periodicidad del muestreo | Responsables | Evidencias |
| Costos | | | |
| Clave de concepto | Descripción | | Costo |

XII.7 Bibliografía

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. En: <https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos-62914>.

Mingyue Wu, XiangmingHu, Qian Zhangun, Yanyun Zhao, Sol jiahao, Weimin Cheng, Ventilador Yijin, Shucang Zhu, Wei Lu, Canción de Chunyu. 2020. Preparation and performance evaluation of environment-friendly biological dust suppressant. Journal of Cleaner Production. Vol. 273.

Normatividad de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. En: <http://organismosprivados.stps.gob.mx/organismosprivados/normas01.html>.

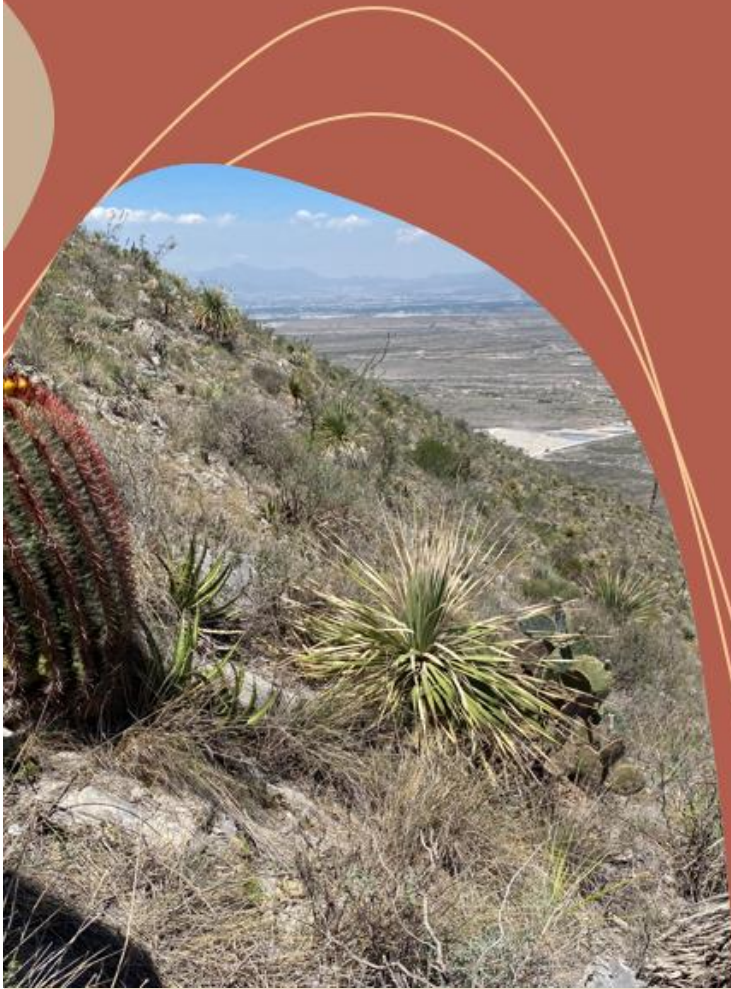
Normas Oficiales Mexicanas. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/leyes-y-normas-del-sector-medio-ambiente>

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. En: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. 24 pp.

Zaldivar, C. 2009. Prevención y combate de incendios forestales. H. Cuerpo de Bomberos UNAM, Protección Civil UNAM y Auxilio UNAM. 13 pp.

Modalidad A - Particular



Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU)
para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del “Banco de Calizas Begasa” ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO XIII

SERVICIOS AMBIENTALES QUE SERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO



Contenido

| | |
|--|----|
| XIII. SERVICIOS AMBIENTALES QUE SERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO..... | 3 |
| XIII.1 Provisión de agua en calidad y cantidad | 3 |
| XIII.2 Captura de carbono..... | 8 |
| XIII.3 Conservación de la biodiversidad | 10 |
| XIII.3.1 Flora silvestre | 10 |
| XIII.3.2 Fauna silvestre..... | 12 |
| XIII.4 Protección y recuperación de suelos | 15 |
| XIII.4.1 Retención y formación de suelos vs erosión hídrica | 15 |
| XIII.4.2 Retención y formación de suelos vs erosión eólica | 16 |
| XIII.5 Paisaje | 20 |
| XIII.6. Diagnóstico ambiental | 29 |

XIII. SERVICIOS AMBIENTALES QUE SERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO.

La amplia gama de servicios que proporcionan los ecosistemas naturales permite mantener el equilibrio del planeta. El concepto de servicios ambientales representa en la actualidad una de las concepciones más utilizadas en el campo de conservación de la biodiversidad, la gestión de los recursos naturales, el desarrollo de políticas, la contabilidad ambiental, entre otros (Jax *et al.*, 2013; citado en Sánchez & Rocha, 2014).

De acuerdo con el artículo 7, fracción LXI; de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (D.O.F., 2018), los servicios ambientales están definidos como “*los beneficios que brindan los ecosistemas de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano*”.

En este sentido, en el presente capítulo se presenta la estimación de los servicios ambientales que ofrece de manera natural el ecosistema que rodea a una mina de extracción de piedra caliza, en la cual se pretende ampliar su área de extracción en 6.23 hectáreas para continuar sus actuales actividades. Dicha superficie cuenta con una vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), por lo que se requiere de un cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En este sentido, entre los servicios ambientales con los que se cuenta en la zona son servicios de provisión, de regulación y de soporte, que de acuerdo con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, s.f.), son los siguientes:

- ❖ Provisión de agua de calidad y en cantidad suficientes
- ❖ Captura y almacenamiento de carbono
- ❖ Conservación de la biodiversidad
- ❖ Retención y formación de suelo
- ❖ Belleza escénica

Las estimaciones realizadas corresponden dichos servicios y considera los necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, tal como lo indica el artículo citado, y aunado a esto, en el sitio de CUSTF la belleza escénica se presenta más allá de esta área por lo que se extiende a las zonas de la microcuenca.

XIII.1 Provisión de agua en calidad y cantidad

Como ya se mencionó con anterioridad, el área sujeta a cambio de uso de suelo está localizada en los límites de la subcuenca Río Pesquería (RH24Bc) que pertenece a la cuenca Río Bravo (RH24B) de la Región Hidrológica 24 Bravo – Conchos, la superficie solicitada para la ejecución del proyecto planteado es de 6.23 hectáreas, que por las actividades que esta comprende se realizan los cálculos necesarios para la estimación del balance hídrico bajo, presentado primeramente en dos escenarios (con y sin proyecto) y un tercero en el que se contemplan las medidas de mitigación. De esta manera se busca establecer las bases necesarias para definir la no afectación de los servicios ambientales que esta área ofrece como lo son calidad de agua y capacidad de infiltración de agua en la zona; en seguida se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los factores

que componen al balance hídrico (precipitación o captación, escurrimiento, evaporación e infiltración).

Precipitación

Con base en la lámina de precipitación mencionada 314.7 milímetros (0.3147metros), el volumen de agua que precipita en la superficie de 6.23 hectáreas (62,300 m²), solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales son de 19,605.81 metros cúbicos, equivalentes a 1,9605,810 litros de agua, que de acuerdo a la tabla y grafica presentadas, no presenta afectación por la implementación de las actividades que comprende el proyecto.

Tabla 1. Resumen de volumen precipitado en el área CUSTF.

| Rubro | Superficie (ha) | Condición actual (previo al CUSTF) | Con el CUSTF (ejecución) |
|-----------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | | Volumen (m ³ /año) | Volumen (m ³ /año) |
| Captación | 6.23 | 19,605.81 | 19,605.81 |

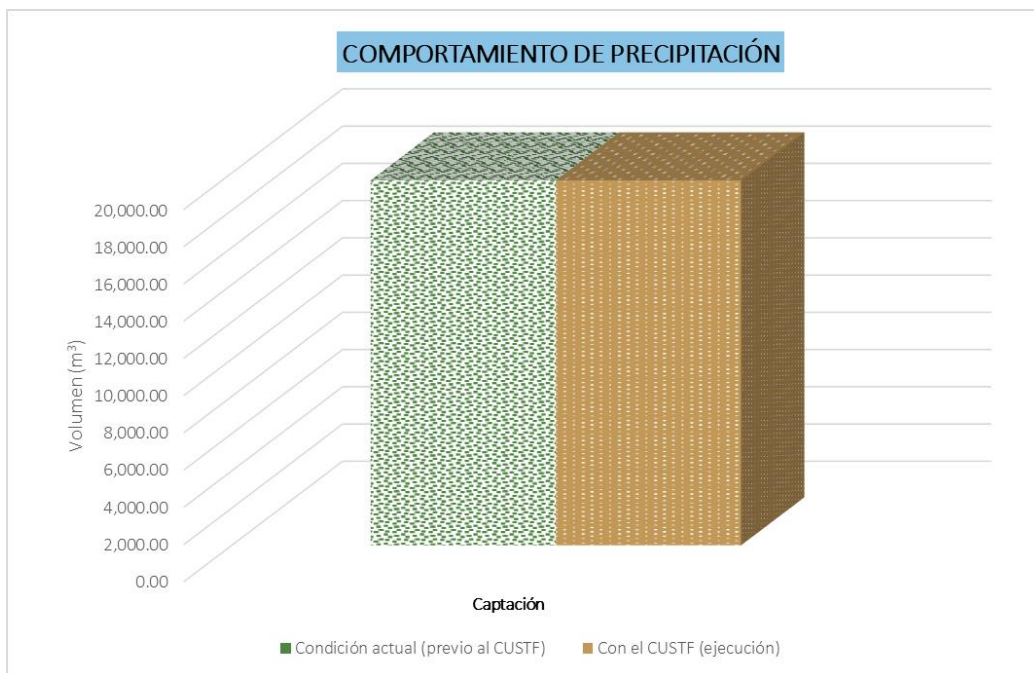


Figura 1. Comparativo de precipitación actual y posterior a CUSTF.

Evapotranspiración

El volumen de agua que se evapotranspira en la superficie CUSTF, es de 874.00 m³, cantidad que no cambia en ninguno de los escenarios analizados, como se puede observar en la tabla e ilustración siguiente.

Tabla 2. Resumen de volumen evapotranspirado en el área CUSTF.

| Rubro | Superficie (ha) | Condición actual (previo al CUSTF) | Con el CUSTF (ejecución) |
|--------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | | Volumen (m ³ /año) | Volumen (m ³ /año) |
| Evapotranspiración | 6.23 | 874.00 | 874.00 |

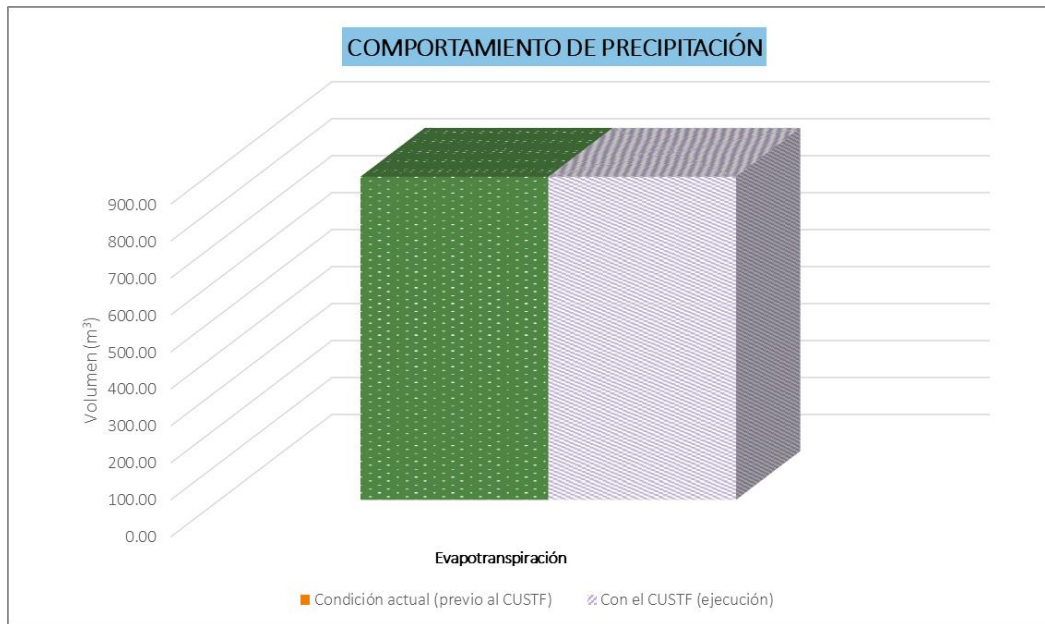


Figura 2. Comparativo de evapotranspiración actual y posterior a CUSTF.

Escurrimiento

Se presentan los valores tomados para ambos escenarios, en el que se resume el resultado obtenido para los cinco polígonos en los que está dividida el área CUSTF. Para este componente del balance hídrico se presenta una diferencia volumétrica de 3,055.85 metros cúbicos, lo cual es atribuible a la eliminación de la cubierta vegetal de la superficie, razón por la cual aumenta la cantidad de agua escurrida.

Tabla 3. Resumen de volumen evapotranspirado en el área CUSTF.

| Rubro | Superficie (ha) | Condición actual (previo al CUSTF) | Con el CUSTF (ejecución) |
|---------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | | Volumen (m ³ /año) | Volumen (m ³ /año) |
| Escurrimiento | 6.23 | 13,765.07 | 16,820.85 |

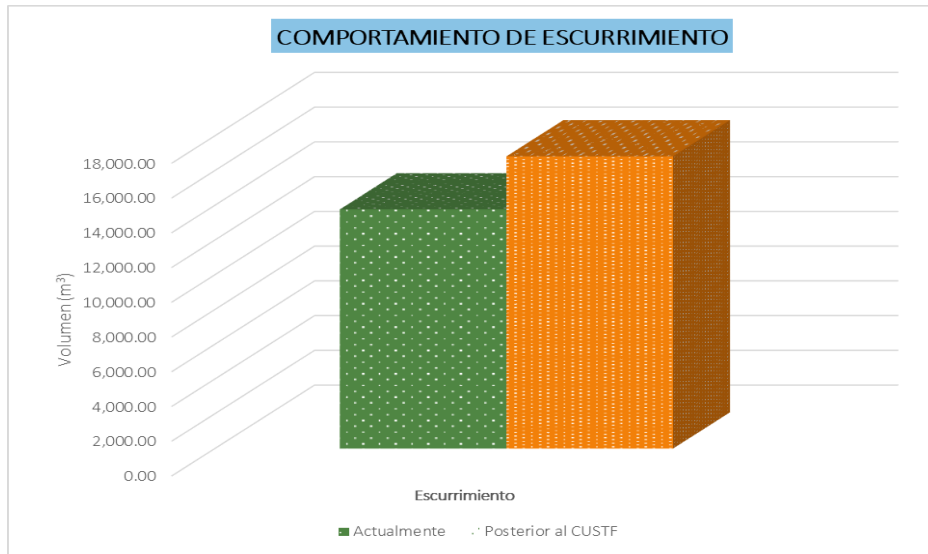


Figura 3. Comparativo de escurrimiento actual y posterior al CUSTF.

Infiltración

Finalmente, en la tabla correspondiente, se identifica que relacionado al aumento del componente anterior (escurrimiento), la capacidad volumétrica de infiltración en el área CUSTF disminuye 3,055.85 metros cúbicos en la totalidad de la superficie, durante el tiempo planteado.

Tabla 4. Resumen de volumen infiltrado en el área CUSTF.

| Rubro | Superficie (ha) | Condición actual (previo al CUSTF) | Con el CUSTF (ejecución) |
|-----------------|-----------------|------------------------------------|--------------------------|
| | | Volumen (m³/año) | Volumen (m³/año) |
| Escurrecimiento | 6.23 | 4,966.74 | 1,910.96 |

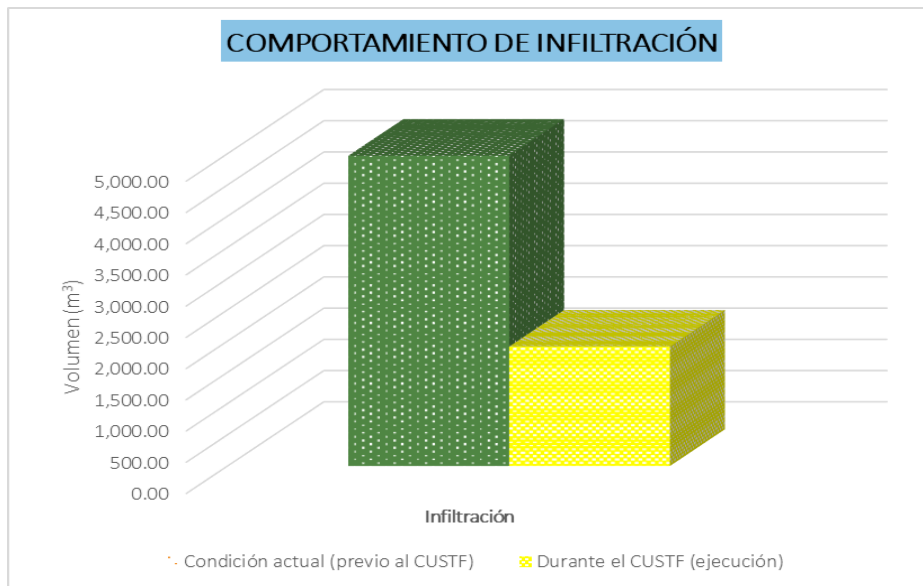


Figura 4. Comportamiento de infiltración actual y posterior a CUSTF.

Por lo anterior, se presenta la gráfica siguiente, de la que se puede decir que por la implementación del proyecto se tiene afectación en la disminución de la capacidad de infiltración del área, por lo que este déficit será mitigado mediante la implementación de la construcción de terrazas individuales en el área reforestada, además de la construcción de terrazas individuales.

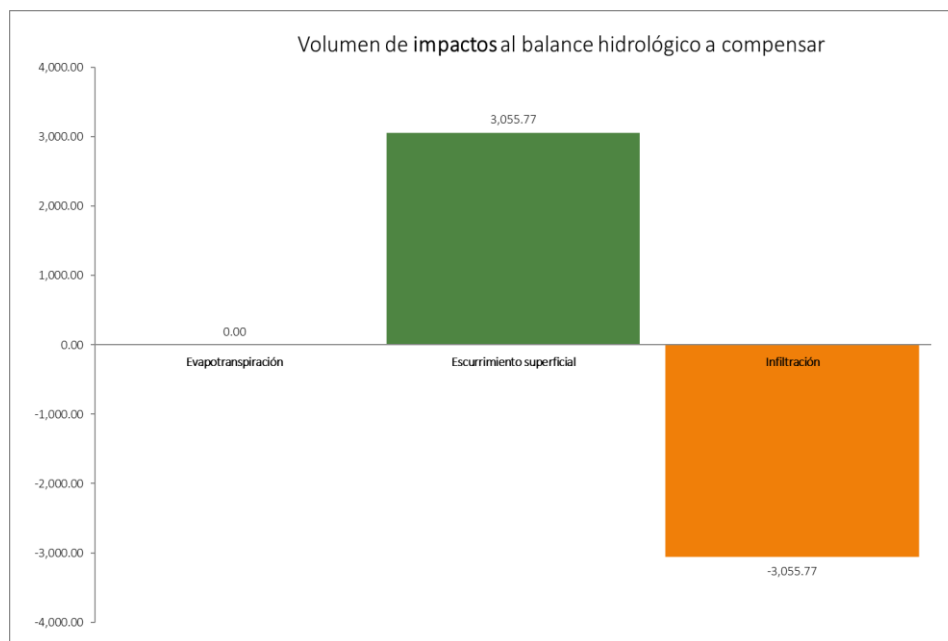


Figura 5. Resumen de los impactos en los componentes del balance hídrico.

Análisis de un tercer escenario (con medidas de mitigación) en la que se contempla la construcción de obras de conservación para la captación de agua.

La infiltración que actualmente se presenta en la superficie solicitada para el CUSTF, es de **4,966.74 metros cúbicos por año**, si se realiza el CUSTF la infiltración se reduciría 3,055.77 metros cúbicos por año, quedando 1,910.96 m³, por lo que se propone construir **terrazas individuales** con una densidad de 1,100 por hectárea pues están tienen la capacidad de captar un 0.1178 m³, dando un volumen total capturado de 1,820.75 m³/anualmente además de **zanjas trincheras** con una densidad de obras por hectárea de 220, cada una tiene capacidad para infiltrar 0.4000m³, lo que a su vez representa un 1,236.40 m³/año, en las 14.05 hectáreas propuestas.

Tabla 5. Obras de conservación propuestas para mitigar la pérdida de agua que se dará en la superficie CUSTF.

| Obras de conservación propuesta | Terrazas individuales | Zanja trinchera |
|--|-----------------------|-----------------|
| Dimensiones (Diámetro * profundidad y/o largo*profundidad*ancho) | 1 m * 0.10 m | 2*0.5*0.4 |
| Número de obras por hectárea | 1,100 | 220 |
| Superficie propuesta a reforestación (hectáreas) | 14.05 | 14.05 |
| Volumen de agua que puede capturar / obra (m ³) /año | 0.1178 | 0.4000 |
| Volumen capturado en superficie propuesta (m ³) | 1,820.75 | 1,246.40 |
| Volumen total/año= | 3,057.15 | |

De esta manera, se puede decir que la cantidad afectada por la infiltración queda cubierta ya que la superficie reforestada tiene la capacidad de retener 1,820.75 m³ anualmente, dicha cantidad

representa un 59.58% respecto al total comprometido y el almacenado por las zanjas trincheras es de 40.46%, lo que permite cubrir el déficit generado **durante el primer año**.

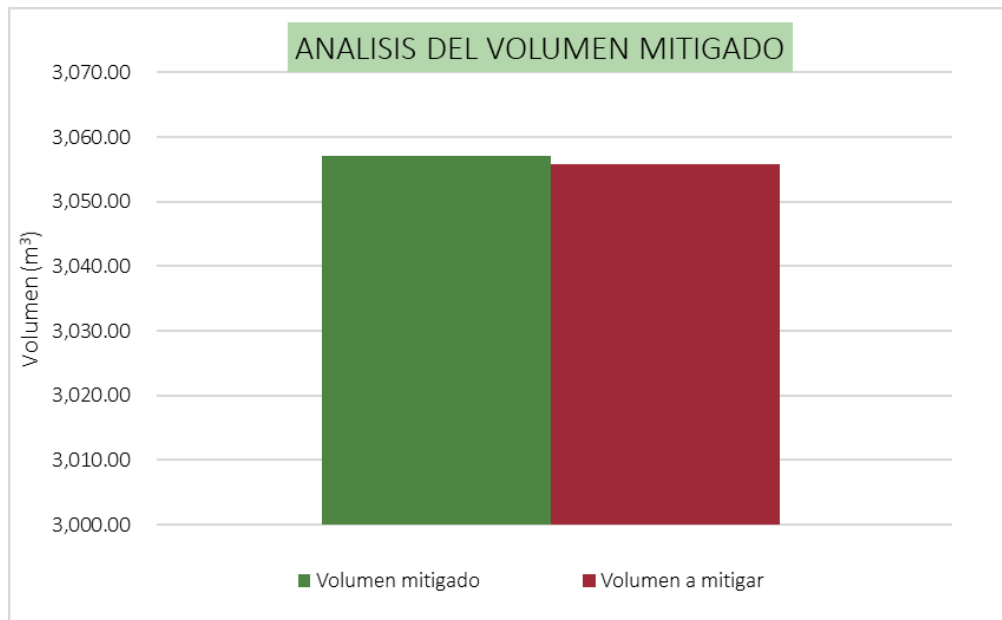


Figura 6. Comparativo de volúmenes mitigados con las obras propuestas.

Sin embargo, la vida útil de estas obras es de cinco años por lo que al proyectarlo a este tiempo resulta que las terrazas individuales pueden alcanzar a almacenar 9,103.77 m³ mientras que las zanjas trincheras 6,182.00 m³, sumando un total de 15,285.77 m³, esto permite deducir que es un 400.23% más respecto a los 3,055.77 m³ (100%).

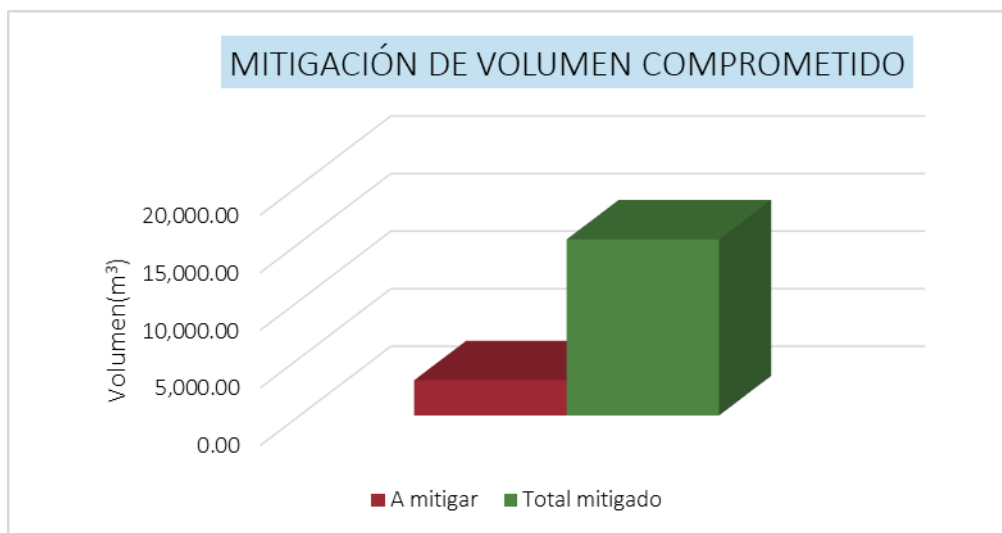


Figura 7. Volumen total mitigado con las obras propuestas en su vida útil.

XIII.2 Captura de carbono

De acuerdo a los resultados obtenidos para la superficie de las 6.23 hectáreas solicitadas para el CUSTF de matorral rosetófilo, se obtuvo que el volumen forestal a remover es de **10,903.29 m³**,

por lo que, con base en lo descrito anteriormente, a continuación, se presenta el análisis del ciclo del carbono para la zona del presente proyecto, para este servicio ambiental.

Para poder obtener resultados representativos, se utilizó la fórmula empleada en los trabajos de Andrade, H.J. y Ibrahim M. (2003), presentada en seguida, para obtener la biomasa total del individuo.

$$Bta = Vf \times GE \times FEB$$

Donde: Bta: biomasa total; Vf=: volumen de fuste; GE: gravedad específica o densidad básica de la madera (t m⁻³) y FEB: factor de expansión de biomasa.

La densidad básica de la madera para los ecosistemas de matorral xerófilo, se reporta con un valor promedio de 0.66 con base a lo mencionado en el trabajo publicado en la Revista Madera y Bosques por Ordoñez *et.al.* en 2015, mientras que el valor común conocido para el factor de expansión es de 1.66 que se conoce por el trabajo de Andrade, H.J. y Ibrahim M. (2003). De esta manera, al sustituir los valores para cada una de las especies, se sabe que *Fouquieria splendens* tiene mayor contenido de biomasa, por el contrario de *Mimosa aculeaticarpa* que presenta el valor más bajo, de las 11 especies estudiadas, esto se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 1. Contenido de biomasa de las especies en CUSTF.

| ID | Nombre científico | Volumen total árbol (m ³ /ha) | Densidad básica (T/m ³) | Factor de expansión de la Biomasa (FE) | Biomasa seca total del árbol (B) |
|---------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|--|----------------------------------|
| 1 | <i>Acacia berlandieri</i> | 1.85 | 0.66 | 1.6 | 1.96 |
| 2 | <i>Dalea bicolor</i> | 0.07 | 0.66 | 1.6 | 0.08 |
| 3 | <i>Flourensia cernua</i> | 0.06 | 0.66 | 1.6 | 0.06 |
| 4 | <i>Fouquieria splendens</i> | 4.41 | 0.66 | 1.6 | 4.65 |
| 5 | <i>Lippia graveolens</i> | 0.06 | 0.66 | 1.6 | 0.06 |
| 6 | <i>Malacomeles denticulata</i> | 0.22 | 0.66 | 1.6 | 0.24 |
| 7 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 0.00 | 0.66 | 1.6 | 0.00 |
| 8 | <i>Parthenium incanum</i> | 0.08 | 0.66 | 1.6 | 0.09 |
| 9 | <i>Purshia plicata</i> | 0.22 | 0.66 | 1.6 | 0.23 |
| 10 | <i>Salvia ballotiflora</i> | 0.03 | 0.66 | 1.6 | 0.04 |
| 11 | <i>Tecoma stans</i> | 0.06 | 0.66 | 1.6 | 0.07 |
| Total= | | 7.08 | - | - | 7.48 |

De esta manera, se arrojó que las toneladas capturadas en una hectárea son de 923.86 toneladas, por lo tanto, en el área CUSTF (6.23 ha) es de 5,755.64, en la que la especie que mayor cantidad de carbono retiene, por la cantidad de individuos es *Fouquieria splendens*, en contraste con la especie *Mimosa aculeaticarpa* que es la que menor aportación presenta, tal como se observa en las tablas siguientes.

Tabla 2. Contenido de carbono de las especies analizadas en CUSTF.

| Nombre científico | Biomasa seca total del árbol (B) | Contenido de carbono. Biomasa seca (CC) | Contenido de carbono en la biomasa (T/árbol) | Contenido de carbono/hectárea |
|---------------------------|----------------------------------|---|--|-------------------------------|
| <i>Acacia berlandieri</i> | 1.96 | 0.5 | 0.98 | 212.54 |
| <i>Dalea bicolor</i> | 0.08 | 0.5 | 0.04 | 12.77 |

| Nombre científico | Biomasa seca total del árbol (B) | Contenido de carbono. Biomasa seca (CC) | Contenido de carbono en la biomasa (T/árbol) | Contenido de carbono/hectárea |
|--------------------------------|----------------------------------|---|--|-------------------------------|
| <i>Flourensia cernua</i> | 0.06 | 0.5 | 0.03 | 12.55 |
| <i>Fouquieria splendens</i> | 4.65 | 0.5 | 2.33 | 581.79 |
| <i>Lippia graveolens</i> | 0.06 | 0.5 | 0.03 | 13.51 |
| <i>Malacomeles denticulata</i> | 0.24 | 0.5 | 0.12 | 39.54 |
| <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 0.00 | 0.5 | 0.00 | 0.03 |
| <i>Parthenium incanum</i> | 0.09 | 0.5 | 0.04 | 28.21 |
| <i>Purshia plicata</i> | 0.23 | 0.5 | 0.12 | 19.29 |
| <i>Salvia ballotiflora</i> | 0.04 | 0.5 | 0.02 | 3.06 |
| <i>Tecoma stans</i> | 0.07 | 0.5 | 0.03 | 0.58 |
| Total= | 7.48 | - | 3.74 | 923.86 |

Tabla 3. Contenido total de carbono en CUSTF.

| ID | Nombre científico | Contenido de carbono/hectárea | Superficie CUSTF | Contenido de carbono/CUSTF |
|----|--------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|
| 1 | <i>Acacia berlandieri</i> | 212.54 | 6.23 | 1,324.10 |
| 2 | <i>Dalea bicolor</i> | 12.77 | | 79.54 |
| 3 | <i>Flourensia cernua</i> | 12.55 | | 78.20 |
| 4 | <i>Fouquieria splendens</i> | 581.79 | | 3,624.54 |
| 5 | <i>Lippia graveolens</i> | 13.51 | | 84.17 |
| 6 | <i>Malacomeles denticulata</i> | 39.54 | | 246.34 |
| 7 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 0.03 | | 0.20 |
| 8 | <i>Parthenium incanum</i> | 28.21 | | 175.74 |
| 9 | <i>Purshia plicata</i> | 19.29 | | 120.19 |
| 10 | <i>Salvia ballotiflora</i> | 3.06 | | 19.05 |
| 11 | <i>Tecoma stans</i> | 0.58 | | 3.59 |
| | Total= | 923.86 | - | 5,755.64 |

Nota: los cálculos para la obtención de los datos se desglosan en el Anexo Carbono almacenado.

Por todo lo mencionado con anterioridad, se sabe que al quitar la cubierta vegetal del área solicitada a cambio de uso de suelo se tendrá una disminución del reservorio de carbono de **5,755.64 toneladas**. Para que este servicio ambiental no se vea comprometido con las acciones del CUSTF, se propone realizar el rescate y reubicación de individuos de algunas de las especies presentes en la superficie del proyecto, en un área cercana al mismo, en conjunto con la implementación de actividades de reforestación para una superficie de 14.05 hectáreas, estimando que en un mediano plazo (5-10 años) esté cumpliendo con la función de capturar la cantidad de carbono que actualmente se retiene en la superficie del CUSTF.

XIII.3 Conservación de la biodiversidad

XIII.3.1 Flora silvestre

México es uno de los países con más recursos forestales a nivel mundial. Se estima que sus bosques, selvas y otras áreas con vegetación natural ocupan aproximadamente 74 por ciento del territorio nacional (1 millón 461 mil kilómetros cuadrados). De éstos, 700 mil corresponden a bosques y selvas, 575 mil a matorrales y 186 mil a otros tipos de vegetación. Los ecosistemas forestales son de importancia estratégica debido a la gran diversidad de especies que albergan; así como por los servicios ambientales que ofrecen (la estabilización de los suelos y su potencial de captura de carbono, la regulación del ciclo hídrico y el clima, etcétera).

La deforestación y otros cambios de uso de suelo son las principales causas de pérdida de los recursos forestales y degradación ambiental en escalas locales, regionales y globales. Estos procesos son causados por factores tecnológicos, económicos, políticos, sociales y culturales. Independientemente del factor que propicie la pérdida de ecosistemas es fundamental crear estrategias de restauración que contrasten los índices de deforestación.

El área de CUSTF del presente estudio se requiere una superficie de 6.23 hectáreas, en las cuales se desarrolla Vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR). Para el análisis de la vegetación se realizaron muestreos en 6 sitios en la zona de CUSTF, estos fueron delimitados con una superficie de 100 metros cuadrados para el estrato arbustivo y cactáceas y de un metro cuadrado para el herbáceo.

El análisis realizado mostró una riqueza de 16 familias, 28 especies y 1,554 individuos, en 0.060 hectáreas muestreadas en Vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo, con base en estos datos se estima que en la superficie total de CUSTF se establecen 610,394 individuos

Es de suma importancia mencionar que de las especies registradas en el área de CUSTF sólo dos se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana-059: *Ferocactus pilosus* (Pr) y *Thelocactus macdowellii* (A).

A continuación, se presentan las especies encontradas en la zona CUSTF por tipo de vegetación y estrato:

Tabla 4. Diversidad y abundancia de cactáceas presentes en el CUSTF

| Familia | Nombre científico | Nombre común | NOM | Abundancia en CUSTF |
|--------------|----------------------------------|--------------------------|-----|---------------------|
| Cactaceae | <i>Ferocactus pilosus</i> | Biznaga barril de lima | Pr | 578 |
| Cactaceae | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | Biznaga de cabeza blanca | - | 1,926 |
| Cactaceae | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | - | 2,986 |
| Cactaceae | <i>Opuntia microdasys</i> | Nopal cegador | - | 1,252 |
| Cactaceae | <i>Opuntia stenopetala</i> | Nopal arrastradillo | - | 1,252 |
| Cactaceae | <i>Thelocactus macdowellii</i> | Biznaga pezón | A | 2,600 |
| Total | | | | 10,594 |

NOM: Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010; Pr: Sujeta a protección especial; A: Amenazada

Tabla 5. Diversidad y abundancia de individuos arbustivos presentes en el CUSTF

| Familia | Nombre científico | Nombre común | NOM | Abundancia en CUSTF |
|---------------|----------------------------------|---------------|-----|---------------------|
| Fabaceae | <i>Acacia berlandieri</i> | Frijolillo | - | 1,300 |
| Agavaceae | <i>Agave falcata</i> | Espadín | - | 6900 |
| Asparagaceae | <i>Agave lechuguilla</i> | Lechuguilla | - | 41,500 |
| Asparagáceas | <i>Agave scabra</i> | Maguey áspero | - | 4,200 |
| Fabaceae | <i>Dalea bicolor</i> | Engordacabra | - | 2,000 |
| Asparagaceae | <i>Dasyllirion cedrosanum</i> | Sotol | - | 1,900 |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia antisyphilitica</i> | Candelilla | - | 1,600 |
| Compositae | <i>Flourensia cernua</i> | Hoja sén | - | 2,500 |

| Familia | Nombre científico | Nombre común | NOM | Abundancia en CUSTF |
|----------------|--------------------------------|-----------------|--------------|---------------------|
| Fouquieriaceae | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | - | 1,500 |
| Bromeliaceae | <i>Hechtia glomerata</i> | Guapilla | - | 43,900 |
| Euphorbiaceae | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | - | 14,000 |
| Verbenaceae | <i>Lippia graveolens</i> | Orégano | - | 2,600 |
| Rosaceae | <i>Malacomeles denticulata</i> | Tlaxistle | - | 2,000 |
| Asparagaceae | <i>Manfreda sp.</i> | <i>Manfreda</i> | - | 7,900 |
| Fabaceae | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | Espino | - | 100 |
| Compositae | <i>Parthenium incanum</i> | Cenizo | - | 3,800 |
| Rosaceae | <i>Purshia plicata</i> | Rosa silvestre | - | 1,000 |
| Lamiaceae | <i>Salvia ballotiflora</i> | Mejorana | - | 1,000 |
| Bignoniaceae | <i>Tecoma stans</i> | Tronadora | - | 100 |
| | | | Total | 139,800 |

Tabla 6. Diversidad y abundancia de individuos herbáceos presentes en el CUSTF

| Familia | Nombre científico | Nombre común | NOM | Abundancia en CUSTF |
|-------------|------------------------------|--------------------|--------------|---------------------|
| Malvaceae | <i>Abutilon fruticosum</i> | Pelotazo | - | 230,000 |
| Poaceae | <i>Aristida adscensionis</i> | Zacate tres barbas | - | 150,000 |
| Ehretiaceae | <i>Coldenia canescens</i> | Orejas de ratón | - | 80,000 |
| | | | Total | 460,000 |

Como se menciona con anterioridad la afectación será sobre Vegetación de Matorral Desértico Micrófilo, los principales impactos que se presentarán serán la disminución de las poblaciones vegetales, disminución de la abundancia en especies de importancia ecológica, disminución de la abundancia de especies y pérdida de germoplasma en la superficie solicitada para CUSTF. Por tal motivo, se propone la ejecución de medidas de mitigación, que consistirán en el rescate y reubicación de especies de mayor importancia ecológica para el ecosistema y útiles para las acciones de reforestación.

XIII.3.2 Fauna silvestre

Con base en los muestreos realizados para fauna silvestre en el área solicitada para el CUSTF, se encontró que la afectación será para 15 especies en total y 38 individuos. En este pensar, se aprecia que el 67% de la fauna son aves, el 20% mamíferos y el 13% reptiles, lo que significa más organismos de ornitofauna, dejando a los reptiles y mamíferos como los de menor registro, no consiguiendo juntos ni la mitad de riqueza específica en comparación con las aves.

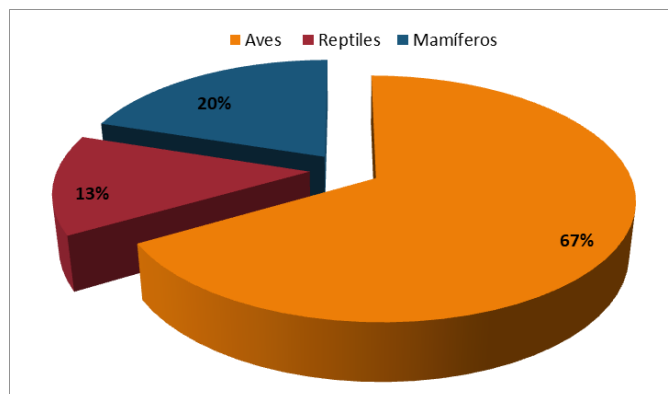


Figura 8. Porcentaje de lo registrado de cada grupo faunístico en el área solicitada para el CUSTF

Específicamente para el grupo de las aves, se logró observar a 10 especies dentro del CUSTF, las cuales podrían ser afectadas, y de estas, se registró a 22 individuos, lo que demuestra una abundancia muy baja, siendo individuos que han permanecido ahí a pesar de las perturbaciones ocurridas en la cercanía a causa del funcionamiento de la mina. La ornitofauna que se avistó, en su mayoría son especies que soportan perturbaciones antropogénicas (*Zenaida asiatica*, *Corvus corax*, *Haemorrhous mexicanus*, *Amphispiza bilineata*, *Catherpes mexicanus*, *Salpinctes obsoletus* y *Myiarchus cinerascens*), y que si tienen los medios necesarios pueden habitar el área, como el caso de *Calothorax lucifer*, colibrí que se alimenta de néctar, por lo que si hay flora que lo alimente, es probable que se presente en la zona, como es en este caso. También se registraron especies como *Buteo jamaicensis* y *Cathartes aura*, las cuales son especies de aves grandes y rapaces, que sobrevuelan el área a grandes alturas, por lo que estas especies pudieron registrarse así y la afectación no sería tan grande, pudiendo movilizarse con facilidad.

Tabla 7. Especies y abundancia de aves registradas en el área solicitada para el CUSTF

| Aves | | | | | |
|---|-----|--------------------|------------------------------|-----|----------------------|
| Especie | NOM | No. de individuos | Especie | NOM | No. de individuos |
| <i>Buteo jamaicensis</i> | Sc | 1 | <i>Haemorrhous mexicanus</i> | Sc | 3 |
| <i>Calothorax lucifer</i> | Sc | 3 | <i>Amphispiza bilineata</i> | Sc | 2 |
| <i>Cathartes aura</i> | Sc | 4 | <i>Catherpes mexicanus</i> | Sc | 1 |
| <i>Zenaida asiatica</i> | Sc | 3 | <i>Salpinctes obsoletus</i> | Sc | 1 |
| <i>Corvus corax</i> | Sc | 2 | <i>Myiarchus cinerascens</i> | Sc | 2 |
| Total | | 10 especies | | | 22 individuos |
| NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc =Sin categoría. | | | | | |

Para la fauna silvestre terrestre, se logró registrar a 2 reptiles y 5 individuos de estos, así como a 3 mamíferos y 11 individuos. Para las especies de estos grupos, al analizar más profundamente, todos organismos son vertebrados que se pueden encontrar en sitios perturbados por el hombre, adaptándose de una manera eficiente y pudiendo tener ámbitos hogareños ahí. Esto se demuestra al observar que estas especies han permanecido en el área solicitada para el CUSTF aun después de tener en las inmediaciones el funcionamiento de la mina.

Tabla 8. Especies y abundancia de reptiles y mamíferos registrados en el área solicitada para el CUSTF.

| Reptiles | | | Mamíferos | | |
|---|-----|---------------------|---------------------------------|-----|----------------------|
| Especie | NOM | No. de individuos | Especie | NOM | No. de individuos |
| <i>Sceloporus parvus</i> | Sc | 2 | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Sc | 2 |
| <i>Aspidoscelis scalaris</i> | Sc | 3 | <i>Lepus californicus</i> | Sc | 2 |
| | | | <i>Sylvilagus audubonii</i> | Sc | 7 |
| 2 especies | | 5 individuos | 3 especies | | 11 individuos |
| NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc =Sin categoría. | | | | | |

A continuación, se mencionarán y analizarán los efectos que el proyecto tendrá en la fauna silvestre de la zona de acuerdo a los impactos más sobresalientes:

- ◆ **Pérdida y reducción del hábitat:** La pérdida del hábitat surgirá en cuanto se haga la remoción de la vegetación del área del CUSTF, influyendo en la permanencia de la fauna en dicha área donde ya no podrán utilizar como ámbitos hogareños, reduciendo los mismos. Visto así, al efectuarse la preparación del sitio, para las aves ya no habrá árboles, cactáceas o flora que utilizan como percha, alimentación, refugio etc., pasando lo mismo para los reptiles y mamíferos, vertebrados que usan los diferentes estratos e incluso superficies como refugios (creando madrigueras en el suelo o entre arbustos y ramas), sitios para cazar, plantas para alimentarse y todo lo que requieren para su supervivencia.

Todo esto se podrá mitigar por medio de medidas específicas que ayudarán a conservar e incluso compensar el hábitat de la fauna, estas son:

- ❖ Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas.
 - ❖ Creación de brechas corta fuegos.
 - ❖ Reforestación/Restauración.
- ◆ **Fragmentación y alteración del patrón de distribución de las especies:** Al realizarse la remoción de la superficie de CUSTF, se desencadenará la fragmentación de esa área y la evasión de la fauna a estos sitios por motivo de las actividades de la mina ahí, modificando la movilidad de las especies y por consiguiente, el efecto barrera de esa zona específica. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que al estar en las cercanías la mina, la fragmentación y alteración del patrón de distribución de la fauna ya está presente, lo que ha influenciado en el alejamiento de la totalidad de las especies nativas, quedando solo fauna silvestre que tiene una gran adecuación a cambios antropogénicos.

Para estas afectaciones, las medidas que se tomarán serán las siguientes:

- ❖ Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas.
 - ❖ Creación de brechas corta fuegos.
 - ❖ Reforestación/Restauración.
- ◆ **Posibilidad de pérdida de individuos de fauna:** Las acciones de remoción de la vegetación durante las etapas de preparación del sitio con el desmonte y despalme podrían afectar a la fauna silvestre, puesto que dichas actividades pueden influir en el daño de individuos,

ocasionando el aplastamiento, heridas con herramientas, entre otros procesos que en su realización ocasionaría pérdida de fauna. De igual forma, hay altas probabilidades de que los trabajadores de la obra se crucen con ejemplares de fauna silvestre, pudiendo aplicar malas prácticas ambientales en su desconocimiento de la importancia de las especies en el medio natural, ocasionando bajas a las poblaciones de la zona al ser colectadas, cazadas y/o comercializadas.

Teniendo en mente las afectaciones antes mencionadas, las medidas correspondientes que se propusieron que evitarán este impacto y funcionarán con el factor fauna son:

- ❖ Rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre.
 - ❖ Pláticas de concientización ambiental.
 - ❖ Colocación de letrero y/o carteles informativos.
- ◆ **Introducción de especies invasivas y contaminación del hábitat:** Por causa de la operación de la mina y presencia de los trabajadores, el impacto indirecto de la introducción de especies invasivas podría darse por parte de ellos a lo largo de las diferentes etapas de la obra. Igualmente, estos mismos factores podrían ocasionar la contaminación en las inmediaciones del CUSTF por medio de diferentes tipos de residuos.

Dentro de las medidas que se utilizarán para mitigar y evitar las dos afectaciones indirectas desglosadas son:

- ❖ Pláticas de concientización ambiental.
- ❖ Colocación de letrero y/o carteles informativos.
- ❖ Plan integral de manejo de residuos.

XIII.4 Protección y recuperación de suelos

La conservación de los suelos es un proceso complejo que involucra aspectos ecológicos, sociales y económicos. En general, existen pocos estudios que enfatizan la importancia de estos últimos aspectos, los cuales son indispensables en la planeación de estrategias y programas de recuperación y conservación de suelos (SEMARNAT, 2008).

Por lo anterior, en este apartado se presentan los resultados estimados para la erosión bajo dos consideraciones: 1) actual (con cubierta vegetal), y 2) con el nuevo uso en la superficie solicitada para el CUSTF, con el fin de dimensionar el impacto en este servicio ambiental una vez que se hayan llevado a cabo las actividades consideradas para el CUSTF.

Es importante mencionar que adjunto a este documento, se anexa los cálculos realizados para conocer la erosión actual y con el nuevo uso (Anexo EHídrica y EEólica). Por lo que a continuación se presentan únicamente los resultados obtenidos bajo las dos consideraciones.

XIII.4.1 Retención y formación de suelos vs erosión hídrica

Erosión hídrica actual en la superficie solicitada para realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales

En seguida se presentan los datos obtenidos para estimar la erosión actual en la superficie solicitada para el CUSTF de 6.23 hectáreas. La erosión hídrica actual estimada (con cubierta vegetal y previo a que se realizaran las actividades de CUSTF) es de 762.87 toneladas por año.

Tabla 9. Erosión actual en la superficie en la superficie solicitada de CUSTF

| Erosión en condiciones actuales o con cubierta vegetal (Ton/ha/año) | Superficie CUSTF (en hectáreas) | Erosión actual superficie CUSTF (Ton/ Sup. CUSTF/año) |
|---|---------------------------------|---|
| 612.26 | 6.23 | 762.87 |

Nota: Los cálculos para la obtención de los datos de erosión se desglosan en el Anexo de cálculos.

Erosión en la superficie solicitada para el CUSTF (6.23 hectáreas) con el nuevo uso

La erosión del suelo que se presente con el nuevo uso propuesto por las actividades del CUSTF, considera lo siguiente:

Una vez concluido con la ejecución del proyecto en las 6.23 hectáreas se prevé que el factor C toma un valor de 1 (desprovisto de vegetación); Conforme a lo anterior, sustituyendo los valores de las variables de la EUPS, queda de la siguiente manera:

Tabla 10. Erosión en la superficie solicitada para el CUSTF con el nuevo uso.

| Tipo de vegetación | Tipo de suelo | Superficie CUSTF (hectáreas) | Erosión después del CUSTF toneladas/año) |
|--------------------------------------|---------------|------------------------------|--|
| Matorral Desértico Rosetófilo | Leptosol | 6.23 | 3252.25 |

Nota: los cálculos para la obtención de los datos de erosión se desglosan en el Anexo de cálculos.

A causa de estas condiciones se tienen contempladas medidas de mitigación para reducir este impacto, con las que se demuestra que al ejecutarse las acciones pretendidas se podrá retener una cantidad mayor de suelo en comparación con la que se erosiona actualmente, estas medidas consisten en la construcción de obras de retención de suelos y la implementación de la reforestación. Por esta razón, como parte de este estudio se plantea la reforestación en 14.05 hectáreas y la implementación de obras de conservación de suelos dentro de la misma superficie (donde se propone la construcción de 1,100 terrazas individuales por hectárea, 220 zanjas/Ha y 313 presas de piedra acomodada), con la finalidad de demostrar que durante las actividades que implican el cambio de uso de suelo y que al establecerse el nuevo uso no se provocará erosión significativa del suelo.

XIII.4.2 Retención y formación de suelos vs erosión eólica

Erosión eólica actual (condiciones actuales o con cubierta vegetal)

En la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se presenta una pérdida de 31,575.55 toneladas de suelo por año, de acuerdo con la cobertura que presenta actualmente la superficie.

Tabla 11. Erosión eólica en la condición actual

| Concepto | Erosión eólica actual | Superficie CUSTF (ha) | Erosión en condición actual en CUSTF |
|----------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Erosión eólica | 32606.69 Toneladas/ha/año | 6.23 ha | 203,139.65 toneladas/año |

Nota: los cálculos para la obtención de los datos de erosión se desglosan en el Anexo de cálculos relacionado a Erosión eólica

Erosión eólica potencial (al eliminar la vegetación)

Al llevar a cabo la eliminación de la vegetación sobre la superficie de 6.23 hectáreas, la erosión potencial será de 270,768.76 toneladas por año.

Tabla 12. Erosión eólica potencial (sin cubierta vegetal)

| Concepto | Erosión eólica actual | Superficie CUSTF (ha) | Erosión actual con CUSTF |
|----------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Erosión eólica | 43,462.08 Toneladas/ha/año | 6.23 ha | 270,768.76 toneladas/año |

Nota: los cálculos para la obtención de los datos de erosión se desglosan en el *Anexo de cálculos (Erosión eólica)*.

Al realizar la comparación entre el escenario actual (43,462.08 toneladas) y el escenario de la erosión potencial (270,768.76 toneladas), surge una diferencia de 67,629.11 toneladas anuales que corresponde a la cantidad de suelo que retiene la vegetación contra la acción del viento. De esta manera, si se considera que las actividades de eliminación de la vegetación se llevarán a cabo en un periodo de 5 años, en total será necesario compensar un total de 338,145.54 toneladas de suelo por efecto de la erosión eólica.

Tabla 13. Erosión eólica a mitigar en 24 meses.

| Erosión eólica a mitigar al año (toneladas/ superficie de CUSTF) | Tiempo de ejecución de actividades de CUSTF | Erosión eólica a mitigar (toneladas/ 5 años) |
|--|---|--|
| 33,273.53 | 5 años | 66,547.06 |

Nota: los cálculos para la obtención de los datos de erosión se desglosan en el *Anexo de cálculos*.

Resumen de protección y recuperación de suelos

De acuerdo con los apartados anteriores, la superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de 6.23 hectáreas, presta el servicio ambiental de protección y recuperación de suelos a través de la cobertura vegetal de matorral desértico rosetófilo que presenta actualmente, en una dimensión total de 762.87 toneladas por año, siendo que, retiene y protege suelo contra la erosión hídrica en una dimensión de 492.16 toneladas por año y contra la erosión eólica en una dimensión de 67,629.11 toneladas. Por lo tanto, ***durante los 5 años en que el suelo permanecerá descubierto con motivo de las actividades de CUSTF, el servicio ambiental podría verse comprometido en un total de 3252.25 por erosión hídrica y 338,145.54 toneladas de suelo por erosión eólica.***

Como parte de la protección y recuperación de suelos, se proponen una serie de medidas de mitigación de los que destacan la reforestación en una superficie de 14.05 hectáreas con vegetación perteneciente al matorral desértico rosetófilo, en conjunto con la implementación de obras de conservación de suelos que aportará beneficios a los servicios ambientales, ya que habrá un incremento en la *retención del suelo, retención de humedad, e igualmente mejorará la estructura y contenido de nutrientes en el suelo.*

Con el establecimiento de la reforestación, la siembra de las especies estabilizará los suelos, reduciendo la erosión hídrica y eólica, también ayudará a reducir el flujo rápido de las aguas de lluvias, reduciendo el arrastre de sedimento.

Erosión hídrica una vez realizada la reforestación

Una vez ejecutada la reforestación en las 14.05 hectáreas, la erosión tenderá a disminuir de 356.21 toneladas a 191.48 toneladas de suelo por año, tal como se aprecia en el siguiente cuadro.

Tabla 14. Erosión una vez realizada la reforestación

| Polígono | Erosión en la superficie con reforestación (hectárea/toneladas/año) | Superficie propuesta para reforestación por tipo de vegetación | Erosión en la superficie a reforestar (toneladas/año) |
|--------------|---|--|---|
| 1 | 11.93 | 5.50 | 65.60 |
| 2 | 14.72 | 8.55 | 125.88 |
| Total | 13.33 | 14.05 | 191.48 |

Obras de conservación de suelos

Como se plasmó en el capítulo X de este estudio, se realizará la construcción de un tipo de obra de conservación de suelos, acorde con las condiciones físicas que se presenta en cada sitio.

Se establecerán 1,100 terrazas individuales por hectárea para dar un total de 15,455 obras dentro de 14.05 hectáreas, cada una de estas tendrá una dimensión de 1 metro de diámetro por 0.1 metros de profundidad, acompañada de una especie vegetal.

Considerando el total de obras, la capacidad individual, la densidad aparente del suelo y una capacidad de retención de suelo mínima del 15%, se considera que en total estas obras serán capaces de retener 513.86 toneladas de suelo por año, tal como se describe en el siguiente cuadro.

Tabla 15. Retención con terrazas individuales

| Obras de conservación propuesta para bosque de encino: | Terrazas individuales |
|---|-----------------------|
| Dimensiones (Diámetro y profundidad) | 1 m x 0.1 m |
| Número de obras por hectárea | 1,100 |
| Volumen de cada terraza individual en metros cúbicos (m ³) | 0.0262 |
| Cantidad de suelo que capta cada terraza individual en toneladas (toneladas) | 0.033 |
| Superficie propuesta (hectáreas) | 14.05 |
| Cantidad de terrazas individuales en la superficie propuesta (14.05 hectáreas). | 15,455 |
| Cantidad de suelo que captan todas las obras propuestas en toneladas 1 año (15 %) | 77.08 |

Mientras que para las presas de piedra acomodada se tendrá una captación de **10.39Ton/años** por **solo una obra** (Presa de piedra acomodada). Por lo tanto, la erosión durante el CUSTF a generar estimada es de 492.16 toneladas/1.246 ha/año, siendo que en 5 años se perdería 3252.25 ton/5años en las 6.23ha por erosión hídrica, por lo que, con la construcción de 313 obras, con esas dimensiones, se estaría compensando la cantidad de suelo perdido por la ejecución de este proyecto, el cual se captarían 3,252.07Ton/5años para la erosión hídrica.

Tabla 16. Resumen de las medidas de mitigación

| Medidas de Mitigación | Suelo retenido en toneladas/año |
|---|---------------------------------|
| Reforestación | 164.73 |
| Obras de conservación de suelos | 513.86 |
| Total | 678.59 |
| | |
| Concepto | Cantidad |
| Erosión a mitigar (1 año) toneladas/superficie CUSTF/año | 492.16 |
| Erosión a mitigar (5 años) toneladas/superficie CUSTF | 3,252.25 |
| Cantidad total de suelo retenido por las obras de conservación de suelo considerando una capacidad del 15% | 513.86 |
| Terrazas individuales | |
| Suelo retenido por la reforestación (14.05 hectáreas). | 164.73 |
| Suelo total retenido por las medidas de mitigación (reforestación + obras de conservación de terrazas individuales) | 678.59 |
| Reforestación+ terrazas individuales+ Presas de piedra acomodad | 3,930.66 |

Restauración ambiental por efectos de erosión eólica

Tasa de erosión eólica una vez realizada la reforestación

Una vez ejecutada la reforestación dentro de la superficie propuesta, en la cual se establecerán especies nativas, se tendrá una tasa de erosión eólica a 1,178,546.40 toneladas por año.

Tabla 17. Tasa de erosión eólica con reforestación

| Polígono restauración | Tipo de suelo | Con reforestación (t/ha/año) | Superficie (ha) | Con reforestación (t/año) |
|-----------------------|---------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | Calsisol | 73,331.12 | 5.50 | 403,321.16 |
| 2 | Pheozem | 90,669.62 | 8.55 | 775,225.24 |
| Total | | | 14.05 | 1,178,546.40 |

De acuerdo con los escenarios antes presentados, se tendrá una disminución de la erosión de 331,079.04 toneladas de suelo por año, que extrapoladas a 5 años corresponde a 1,655,395.22 toneladas.

Tabla 18. Erosión eólica que se disminuirá con la reforestación

| Concepto | Condición actual | Con reforestación | Disminución de la erosión eólica | Disminución de la erosión eólica en 2 años |
|--------------------------|------------------|-------------------|----------------------------------|--|
| Erosión eólica (Ton/año) | 1,509,625.45 | 1,178,546.40 | 331,079.04 | 1,655,395.22 |

Tal como se observa en el cuadro siguiente, se compensará el total de la erosión provocada por el CUSTF con la reforestación propuesta en una superficie de 14.05 hectáreas.

Tabla 19. Comparativas de erosión eólica

| Mitigación | Toneladas |
|--|--------------|
| Incremento de la erosión eólica anual | 67,629.11 |
| Incremento de la erosión eólica ocasionado por el CUSTF (5 años) | 270,768.76 |
| Diminución de la erosión anual con reforestación | 331,079.04 |
| Diminución de la erosión con reforestación (5 años) | 1,655,395.22 |

Así pues, con lo anteriormente descrito, se concluye que tanto la erosión hídrica como la erosión eólica ocasionadas por el cambio de uso de suelo, se mitigarán con las medidas de compensación propuestas (reforestación y obras de conservación de suelos), dando así cumplimiento a lo establecido en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

XIII.5 Paisaje

Para esta línea de trabajo se considera al paisaje como: el área de la superficie terrestre, en donde los diferentes componentes naturales como geología, litología, relieve, masas de aire atmosférico, clima, aguas, suelos, vegetación y fauna, tanto en estado natural como modificados, se encuentran en estrecha interacción formando un sistema integrado que produce servicios, recursos naturales, sitios de vida y actividad humana y que además, es fuente de valores estéticos y culturales (Mateo, 2007).

El estudio sistemático de la belleza escénica del sitio se determinó en este caso con una caracterización del paisaje según la perspectiva introducida del Estudio del Paisaje Visual o Percibido, donde el observador mantiene un rol preponderante desde el propio terreno de observación y centrado en la percepción del territorio visual. En este método, el observador mantiene un rol preponderante desde el propio terreno de observación y centrado en la percepción del territorio visual; para esta línea de trabajo se considera al paisaje como: el área de la superficie terrestre, en donde los diferentes componentes naturales como geología, litología, relieve, clima, aguas, suelos, vegetación y fauna, tanto en estado natural como modificados, se encuentran en estrecha interacción formando un sistema integrado que produce servicios, recursos naturales, sitios de vida, actividad humana y que además, son fuente de valores estéticos y culturales (Muñoz-Pedrerros, 2004).

Este análisis se hizo dentro del área de influencia, en la cuenca visual directa y su evaluación se definió a partir de los siguientes puntos:

a) Delimitación de Unidades de Paisaje (UP), que están determinadas por diversos factores como son el relieve, vegetación, rocas, etc. es decir, a partir de su descripción según sus características fisiográficas y componentes básicos de percepción como forma, color y textura.


b) Análisis y evaluación de las cuencas visuales, que son miradores naturales o puntos de concentración visual de paisaje seleccionado o áreas visualmente percibidas, a partir de las cuales se estableció su valor escénico y su grado de vulnerabilidad ante las intervenciones relacionadas con el proyecto. Los aspectos evaluados en esta sección fueron: a) el alcance visual (visibilidad), b) la calidad escénica (calidad visual).

Unidades de Paisaje (UP)

Las Unidades de Paisaje (UP), son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar, estas corresponden a la delimitación de una porción del territorio con una coherencia visual y estructura definida. En cada una se prevé una respuesta visual similar a las posibles actuaciones que en ella se realicen, de forma que un cambio en sus características visuales, modificará los valores paisajísticos del conjunto. Las unidades se delimitaron con base en la fisiografía, topografía, cuerpos de agua, cobertura vegetal y uso actual del suelo.

Para el caso de este proyecto, la percepción del espacio panorámico se manifestó claramente heterogénea en un marcado cambio debido al cambio de uso de suelo existente en el sitio; por un lado se tiene una dominancia de vegetación natural correspondiente a Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), ubicados en toda la sierra del lugar. Dentro de estos espacios existe explotación minera a cielo abierto con extracción de piedra caliza, lo cual genera un marcado cambio en el paisaje y en la conformación escénica que ha pasado de zonas naturales a dominancia de actividades humanas. Debido a que el sitio está inmerso en una zona de sierra con elevaciones, esto permite tener vistas amplias, además debió a que la vegetación natural tiene una marcada dominancia de arbustivas, herbáceas y cactáceas, al ser de tallas medianas y pequeñas, también favorece las vistas al horizonte principalmente en sitios con mayor pendiente. Conforme a la geología, topografía y usos de suelo se detectaron 2 unidades de paisaje, mismas que se describen a continuación:

Tabla 20. Unidades de paisaje encontradas en el área de influencia y sus características más destacadas

| | |
|---|---|
|  | <p style="text-align: center;">Unidad de Paisaje de minas (UP I)</p> <p>Esta unidad se conforma por los sitios de trabajo y áreas de extracción de una mina actualmente en operación. Se observa un cambio total de uso de suelo por la extracción de material, se consideran paisajes dinámicos que se van transformando de acuerdo a los requerimientos y movimiento propios de estas actividades. Como elementos o estructuras humanas se encuentran las instalaciones y maquinaria de la mina. La presencia de esta unidad es relevante para el proyecto, ya que se considera que la superficie que se someterá a CUSTF, es una ampliación de esta mina.</p> |
|---|---|

| | |
|---|--|
|  | <p style="text-align: center;">Unidad de Paisaje vegetación natural (UP II)</p> <p>Esta unidad se conforma por Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).</p> <p>La presencia de esta de esta unidad es la dominante el proyecto. Los márgenes laterales de la mina y en general todo el sitio que lo rodea se enmarca con este tipo de vegetación donde se alcanzan a ver amplias extensiones (mayores a un km).</p> <p>Los elementos humanos que denotan perturbación son la explotación minera y algunos centros urbanos alejados, pero dentro de la microcuenca, así como caminos y brechas existentes.</p> |
|---|--|

Análisis y evaluación de cuencas visuales

La cuenca visual se define como el área perceptible desde una posición determinada o un conjunto de puntos que construyen un área de interés concordante con los objetivos del estudio. La evaluación de cuencas visuales considera los sitios de exposición ante las actividades del proyecto, es decir áreas que se presentarán ante impacto directo desde el punto de vista de afectación paisajística. Para este análisis se abarcó toda el área del proyecto y se hicieron muestreos también dentro de la microcuenca, de tal forma que se abarcara toda la zona.

a) Alcance visual

Este se observa el escenario paisajístico del área de interés; la observación permite ver segmentos visibles en función a la interferencia que pueda existir por elementos topográficos y de cobertura vegetal que impidan la visibilidad de un área. Para la elección de los puntos de observación de cuencas visuales se consideraron dos criterios: la distancia, ya que a medida que aumenta ésta, la calidad de la percepción visual disminuye y la existencia de áreas de concentración visual (puntos de visualización o miradores que pueden ser caminos o poblados, áreas abiertas o sitios elevados. De acuerdo a esto se identificaron 6 puntos de observación como se aprecia a continuación.

Tabla 21. Coordenadas de ubicación de los sitios de observación para la evaluación del paisaje. Sistema de coordenadas WGS 84 UTM Z14N

| No. de cuenca visual | Coordenadas | | Altitud msnm |
|----------------------|-------------|---------|--------------|
| | X | Y | |
| 1 | 313374 | 2821596 | 1741 |
| 2 | 313245 | 2821729 | 1650 |
| 3 | 312982 | 2821841 | 1598 |
| 4 | 313489 | 2821609 | 1780 |
| 5 | 313611 | 2821687 | 1823 |
| 6 | 313664 | 2822954 | 1566 |




Figura 9. Mapa de ubicación de los sitios de observación para la evaluación del paisaje y diagnóstico ambiental.

a) Análisis y descripción de las cuencas visuales

Las cuencas visuales se analizaron en función de cómo el observador percibe los componentes biofísicos (relieve, suelos y roca, vegetación, clima) y arquitectónicos del paisaje (forma, color, textura, ejes de línea), antes de que se llevan a cabo actividades del proyecto. La descripción de estas cuencas se enfocó a sitios dentro del Área del Proyecto y zonas relevantes en la microcuenca como se muestra a continuación.

Tabla 22. Cuencas visuales y sus características más sobresalientes.

| | |
|--|---|
| | <p style="text-align: center;">Cuenca visual 1</p> <p>Sitio ubicado en la parte alta de la mina, hacia el este del proyecto.</p> <p>Se aprecia una vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo. Hay contrastes de color, la vista es amplia debido a la fisiografía, al estrato arbustivo y de cactáceas dominantes en la vegetación.</p> <p>Las actividades humanas que dominan son la explotación minera en la parte baja de esta cuenca visual.</p> <p>Las vistas tienen contraste de colores y el alcance visual es amplio. No existen casas habitación en la zona</p> |
|--|---|

| | |
|---|---|
|  | <p style="text-align: center;">Cuenca visual 2</p> <p>Zona del proyecto que corresponde a la zona de extracción de material de la mina. Se aprecian actividades propias de la extracción. Estos sitios carecen de vegetación debido al cambio de uso de suelo. Al existir pérdida de vegetación la diversidad de fauna es baja. Existe bajo contraste de colores, a la distancia se observa la sierra y los valles con poca actividad humana.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">Cuenca visual 3</p> <p>Cuenca visual que abarca la parte baja de la mina actualmente en operación. En esta la vista es reducida a 150 metros debido a las “paredes” que se han formado por las zonas de extracción. Se aprecia maquinaria y personal que labora en las actividades de la extracción. Como se aprecia en estos sitios la vegetación ha sido totalmente eliminada para la sacar el material; la presencia de fauna es baja.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">Cuenca visual 5</p> <p>Sitio que muestra vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo en grandes extensiones y se alcanzan vistas a más de 500 m. en zonas con mayor altitud. No se observan actividades antrópicas como casas habitación. La presencia de fauna es baja pese a lo conservado de la vegetación, esto debido a la contaminación sonora que hay en el sitio por el trabajo de la maquinaria de la mina así como por las detonaciones eventuales requeridas para la extracción de material.</p> |

| | |
|---|--|
|  | <p style="text-align: center;">Cuenca visual 5</p> <p>Sitio que muestra vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo en grandes extensiones y se alcanzan vistas a más de 1000 m. en zonas con mayor altitud. A la distancia se aprecia la localidad San Juan Bautista y más a la distancia la localidad de Ramos Arizpe, dentro del municipio del mismo nombre. No se observan actividades antrópicas de manera cercana a esta cuenca visual y la presencia de fauna es baja.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">Cuenca visual 6</p> <p>Vista desde la microcuenca hacia la zona del proyecto. En esta existe amplias zonas de vegetación correspondiente a Matorral Desértico Micrófilo sin aparente intervención de actividades humanas. La vista es amplia a más de 500 metros. En estos espacios la fauna es más evidente debido a que factores como el ruido y vibraciones disminuyen al estar más alejados de la zona de extracción de material.</p> |

b) Calidad escénica o calidad visual

Para el análisis de la calidad visual del paisaje se utilizó una adaptación del método indirecto propuesto por Bureau of Land Management (BLM, 1980), denominado Matriz para la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje. Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas (forma, línea, color, textura) de los componentes del paisaje (morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza, actuación humana). Con dicha información se ejecuta una evaluación independiente de los principales componentes del paisaje y en las cualidades intrínsecas del espacio visual, se asigna un valor según los criterios de ordenación y la suma total de estos determina la clase de calidad visual del área en estudio.

Los criterios de valoración y la escala de referencia utilizada se muestran en las dos tablas siguientes.

Tabla 23. Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje.

| FACTORES | CALIDAD DE PAISAJE | | | | |
|---------------|--|--|---|--|--|
| | MUY ALTA | ALTA | MEDIA | BAJA | MUY BAJA |
| GEOMORFOLOGÍA | Relieve muy montañoso marcado y prominente, con riscos, cañadas, cañones, o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular. | Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales. | Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular. | Relieve suave, pero sin formar un valle en toda su extensión. Se muestran algunas depresiones o formaciones rocosas esporádicamente. | Relieve muy bajo formando extensas planicies, pero sin depresiones, cañones o cañadas que le agreguen un mayor atractivo visual. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en terrenos Forestales del “Banco de Calizas Begasa”, ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

| FACTORES | CALIDAD DE PAISAJE | | | | |
|-----------------------|--|---|---|---|--|
| | MUY ALTA | ALTA | MEDIA | BAJA | MUY BAJA |
| VEGETACIÓN | Gran variedad de ecosistemas con especies altamente llamativas, formas, textura y coloración interesantes. Cubierta vegetal sin alteración antrópica. | Uno o más ecosistemas, pero con especies vegetales interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra aparentemente inalterada. | Solo un tipo de comunidad vegetal, pero con formaciones y crecimiento de las especies vegetales que resultan interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra ligeramente alterada. | Presencia de uno o varios tipos de ecosistemas con o sin formaciones interesantes en sus especies vegetales, pero con su cubierta vegetal considerablemente alterada. | Ausencia de vegetación autóctona o una gran parte de la superficie visual se encuentra desprovista de vegetación restándole casi en su totalidad la calidad del paisaje. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| FAUNA | Presencia visual o auditiva de fauna de forma permanente en el lugar. Especies altamente llamativas. Alta riqueza de especies. | Mediana presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta la calidad del paisaje | Baja abundancia (aunque constante) de fauna llamativa visual o auditivamente. | Presencia esporádica de fauna en el lugar. Especies poco vistosas, o baja riqueza de especies. | Ausencia visual o auditiva de fauna de importancia paisajística. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| AGUA | Elemento que realiza considerablemente la calidad visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico. | Elemento que realiza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico. | Corrientes o cuerpos de agua de bajo orden (pequeños) que contrastan ligeramente con el paisaje. El agua se muestra limpia. | Corrientes y/o cuerpos de agua poco contrastantes. Sus aguas se muestran con elementos contaminantes que deterioran la calidad visual y olfativa del paisaje. | Corrientes o cuerpos de agua ausentes o poco perceptibles. Las aguas se encuentran altamente contaminadas restándole significativamente la calidad visual y olfativa al paisaje. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| COLOR | Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje. | Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante. | Mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente en el paisaje. | Colores medianamente contrastantes, aunque con poca variedad. | Pocos colores presentes y de tonalidades apagadas. Muy bajo contraste entre colores. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| FONDO ESCÉNICO | El paisaje circundante ejerce una muy alta influencia positiva a la calidad visual. | El paisaje circundante ejerce una alta influencia positiva a la calidad visual. | El paisaje circundante ejerce una mediana influencia positiva a la calidad visual. | El paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual. | El paisaje circundante ejerce muy baja influencia positiva a la calidad visual. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| SINGULARIDAD O RAREZA | Alta singularidad y rareza a nivel regional. Hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos del paisaje. | Algo común en la región. Los elementos característicos del paisaje se tornan medianamente armoniosos. | Bastante común en la región, aunque a nivel local suele tornarse ligeramente heterogéneo. | Presenta singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el paisaje inmediato, pero a nivel regional resulta casi como un paisaje homogéneo. | No presenta rareza o singularidad a nivel regional |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| ACTUACIONES HUMANAS | Libre de intervención o modificación humana | La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista | La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual. | Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad al paisaje | La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |

Para categorizar estos valores se generó una escala de calidad paisajística para calificar las condiciones de los sitios de muestreo y para el área total.

Tabla 24. Clases utilizadas para evaluar la calidad visual

| Escala de calidad paisajística | |
|--------------------------------|-------------|
| Muy alta | 33.6 - 40 |
| Alta | 27.2 - 33.5 |
| Media | 20.8 - 27.1 |
| Baja | 14.4 - 20.7 |
| Muy baja | 8 - 14.3 |

Resultados

La evaluación del paisaje se llevó a cabo en los 6 puntos mostrados, mismos que abarcan la totalidad del Área del proyecto y de la microcuenca todo dentro del municipio Ramos Arizpe. Los sitios de evaluación se ubicaron en los tramos donde tendrán mayor impacto las modificaciones de la zona. Los puntajes y resultados de la aplicación de este método para las áreas evaluadas, por componente del paisaje, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 25. Matriz de evaluación de la calidad visual del paisaje.

| FACTOR/SITIO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Calidad promedio |
|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|------------------|
| Geoformas | 4 | 2 | 2 | 4 | 5 | 5 | 3.67 |
| Vegetación | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 5 | 3.17 |
| Fauna | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2.50 |
| Agua | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2.67 |
| Color | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3.33 |
| Fondo escénico | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3.50 |
| Singularidad o rareza | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3.50 |
| Actuaciones humanas | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 3.00 |
| Valores de calidad visual por sitio | 30 | 15 | 14 | 29 | 31 | 33 | 25.33 |
| | A | B | MB | A | A | A | Media |

A partir de la evaluación realizada, se obtuvo que el área del proyecto muestra una calidad visual promedio **Media (25.33 puntos)**.

Los sitios que alcanzaron los valores más bajos corresponden a los puntos de la mina con actividad actual. Este elemento impacta de forma importante la calidad panorámica del sitio, esto se aprecia de forma clara ya que el resto de los puntos alcanzaron una calidad visual Alta.



Figura 10. Unidades paisajísticas con actividad minera.

De acuerdo a la evaluación realizada, estos sitios alcanzaron valores de calidad baja y muy baja, y son los que caracterizan a la zona del proyecto, ya que como se ha mencionado, la superficie que se pretende someter a CUSTF corresponde a una ampliación de esta mina en operación.

Como parte importante de este proyecto, destaca que en los alrededores no existe un despunte de crecimiento urbano, la ciudad está alejada hacia la cabecera de Ramos Arizpe, y en las cercanías las no se aprecian casas habitación en extenso.

En los alrededores de esta zona minera, los espacios muestran vegetación con buena densidad y cobertura de Matorral Desértico Rosetófilo, y hacia las partes bajas de la sierra y valles que rodean a la mina se observa Matorral Desértico Micrófilo.



Figura 11. Vistas de las zonas conservadas que existen en la parte alta de la zona del proyecto.



Figura 12. Es común encontrar espacios con gran cantidad de piedra natural que hace que no se desarrolle vegetación. Esta riqueza de material pétreo es parte del recurso que se pretende explotar.

El sitio presenta en general una calidad paisajística Media que responde a la presencia amplias extensiones de vegetación natural con baja presencia humana y con el fuerte impacto de una zona de extracción en actividad.

De manera general el paisaje original se perderá de forma total ante la explotación de material. Para reducir el impacto y/o compensar la pérdida de este servicio ambiental, se realizarán acciones como el rescate y reubicación de flora que si bien no hará que el sitio se observe igual a como esta actualmente, si permitirá la recuperación de otros servicios como captación e infiltración de agua, reducción a la pérdida de sedimento y la recuperación de sitios para el establecimiento de la fauna, es por esto que esta medida de reforestación debe continuarse a largo plazo para permitir el correcto establecimiento de los ejemplares y con ello dar lugar a que la fauna también se establezca. Una vez que la flora sea establecida la calidad escénica mejorará.

XIII.6. Diagnóstico ambiental

Para proyectos que requieren un cambio en el uso del suelo, es fundamental desarrollar metodologías que permitan estimar las condiciones ambientales e indiquen a su vez los resultados, sobre la viabilidad ambiental de los proyectos. Por tanto, un diagnóstico ambiental debe considerar un conjunto de estudios, análisis y propuestas de actuación y seguimiento que permita conducir los esfuerzos hacia alternativas de protección y rehabilitación de ambientes naturales, generando compatibilidad en términos sustentables con el desarrollo económico y social de una región dada. Es ahí donde instituciones, empresas privadas, asociaciones civiles y de gobierno, deben invertir capital económico y humano para revertir, reducir o mejorar los ecosistemas, y en general atacar los daños que pudieran provocar los proyectos de desarrollo y crecimiento social (CONABIO-PNUD, 2009).

Ponderación de factores ambientales en campo

Metodología

Este procedimiento que se basa en la examinación de ocho factores representativos del entorno circundante que son: geoformas, suelo, calidad del agua, cubierta vegetal, naturalidad de la vegetación, hábitat para la fauna silvestre, diversidad biológica observable y evidencia antrópica. Esta valoración reúne un grupo de características propias del ambiente a través de conocimientos, experiencia y un criterio personal, efectuado directamente en campo.

Para realizar esta metodología, de manera previa a la salida de campo, se generó una matriz de evaluación que incluye a los diez factores seleccionados y que representan ampliamente las condiciones del área de estudio. A cada factor ambiental se le añadió una breve descripción sobre lo que hay que valorar, además de agregar una escala de calidad ambiental tanto en términos cualitativos como cuantitativos.

Tabla 26. Valores cualitativos y cuantitativos para la evaluación de los distintos factores.

| Factor ambiental/social/antrópico | Nivel de calidad | Calificación |
|---|--|--------------|
| Geoformas (Evaluar cortes en el terreno, terraplenes, extracción de material, etc.) | Original | 5 |
| | Escasamente modificadas | 4 |
| | Moderadamente modificadas | 3 |
| | Altamente modificadas | 2 |
| | Totalmente modificada | 1 |
| Suelo (Buscar evidencias de erosión laminar, surcos, cárcavas, suelos desnudos por efecto del hombre, pastoreo, etc.) | Sin erosión aparente | 5 |
| | Escasa erosión | 4 |
| | Moderadamente erosionado | 3 |
| | Altamente erosionado | 2 |
| | Extremadamente erosionado | 1 |
| Calidad del agua (De no existir cuerpos o corrientes de agua se evalúan posibles elementos que pudieran contaminar las aguas superficiales o subterráneas en época de lluvias) | Sin contaminación aparente | 5 |
| | Ligera contaminación | 4 |
| | Moderada contaminación | 3 |
| | Alta contaminación | 2 |
| | Extrema contaminación | 1 |
| Cubierta vegetal (Los valores de cobertura cambian en ecosistemas áridos) | Mayor al 100 % | 5 |
| | 75 - 100 % | 4 |
| | 50 - 75 % | 3 |
| | 25 - 50 % | 2 |
| | Menor al 25 % | 1 |
| Naturalidad de la vegetación (Se puede catalogar una zona desmontada como antinatural) | Vegetación original | 5 |
| | Domina la vegetación natural sobre la secundaria | 4 |
| | Igual vegetación natural que la secundaria | 3 |
| | Domina la vegetación secundaria sobre la natural | 2 |
| | Solo vegetación secundaria | 1 |
| Presencia o rastros de cultivos (Evaluar la presencia directa de cultivos o terrenos en desuso que hayan sido utilizados para actividades claramente agrícolas) | Nula | 5 |
| | Escasa | 4 |
| | Moderada | 3 |
| | Alta | 2 |
| | Muy alta | 1 |
| Hábitats para la fauna silvestre (Analizar el estado de conservación en que se | Potencial muy alto | 5 |
| | Potencial alto | 4 |

| Factor ambiental/social/antrópico | Nivel de calidad | Calificación |
|---|--------------------------------------|--------------|
| encuentran las comunidades vegetales como estructura, composición, configuración, etc., además de elementos abióticos como cursos y cuerpos de agua, cañadas y potenciales refugios) | Potencial medio | 3 |
| | Potencial bajo | 2 |
| | Potencial muy bajo | 1 |
| Diversidad biológica observable (De acuerdo al tipo de ecosistema se evaluará en función de lo observable en términos de la cantidad de especies de flora, fauna y otros grupos biológicos) | Alta diversidad | 5 |
| | Moderada diversidad | 4 |
| | Baja diversidad | 3 |
| | Muy baja diversidad | 2 |
| | Diversidad casi o aparentemente nula | 1 |
| Evidencia de penetración antrópica (Asentamientos humanos, caminos, brechas, basura, actividades de aprovechamiento de recursos naturales, etc.) | Nula | 5 |
| | Escasa | 4 |
| | Media | 3 |
| | Alta | 2 |
| | Muy alta | 1 |

Se seleccionaron 6 sitios de muestreo de manera aleatoria de los cuales 5 se localizan en el polígono para CUSTF y otro punto dentro de la microcuenca. Para este análisis se retomaron los sitios de muestreo de paisaje ya que abarcan al sitio del proyecto y a la microcuenca.

- ❖ Debido a las características topográficas donde se enclava el proyecto, se definió una distancia promedio entre 500 metros de radio desde la ubicación del ponderador con la finalidad de tener una mejor visibilidad de las condiciones del entorno (se debe tomar en cuenta que la zona debido a sus características fisiográficas tienen amplia visibilidad).
- ❖ La conformación de un equipo multidisciplinario es importante para obtener enfoques y percepciones más amplios y por ende resultados con un criterio más acertado.
- ❖ Una vez ubicados los ponderadores en los sitios de muestreos se procedió a calificar los factores ambientales con ayuda de la matriz guía, manteniendo un alto nivel de objetividad durante la asignación de los valores.
- ❖ Antes de presentar los resultados finales se generó una tabla de calidad ambiental con un rango de cinco niveles, de manera que se pudiera asignar una condición cualitativa o cuantitativa de cada sitio de muestreo y para el área del proyecto en su totalidad.

Tabla 27. Rango de valores cualitativos y cuantitativos de la calidad ambiental

| Escala | |
|----------|---------|
| Muy baja | 1-8.0 |
| Baja | 8.1-16 |
| Media | 16.1-24 |
| Alta | 24.1-32 |
| Muy alta | 32.1-40 |

Resultados

Los muestreos realizados ubican al área de estudio en el rango de calidad Alta según la escala planteada obteniendo un puntaje de 24.7. Esta valoración abarca zonas tanto del proyecto como de la microcuenca. Para el proyecto como tal, es decir la valoración de los sitios 1,4 y 5 que son los sitios en la zona directa de afectación, muestran una calidad muy alta y alta, esto debido a que no existen casas habitación, la vegetación es la original al igual que la geoforma. A pesar de mantener una cubierta vegetal igual o mayor al 75% y de mantener una geoforma y vegetación

original, es notorio el bajo establecimiento de fauna, esto debido al continuo ruido y actividades como detonaciones existentes en la zona que son características en la extracción de material en la zona.

Tabla 28. Análisis de la calidad ambiental en los sitios de muestreo

| Factor | Sitios | | | | | | Calidad ambiental por factor |
|--|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Geoformas | 5 | 2 | 1 | 5 | 5 | 4 | 3.7 |
| Suelo | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 5 | 3.2 |
| Calidad del agua | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3.0 |
| Cubierta vegetal | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 3.0 |
| Naturalidad de la vegetación | 5 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 3.7 |
| Hábitats para la fauna silvestre | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | 3.0 |
| Diversidad biológica observable | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2.5 |
| Evidencia de penetración antrópica | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2.7 |
| Calidad ambiental por sitio de muestreo | 33 | 13 | 9 | 28 | 31 | 34 | 24.7 Calidad total: |
| | MA | B | B | A | A | MA | Alta |

La calidad ambiental en los sitios 2 y 3 consideran espacios dentro de la zona del proyecto, en estos se observan lugares invariablemente deteriorados al dominar los elementos de origen antropogénico por la extracción de material, por tanto se observa la pérdida de la geoforma original, pérdida total de la cobertura vegetal y con ello también la fauna del sitio.

Volviendo a las zonas evaluadas, se encontró que entre sitios de muestreo son heterogéneos, es decir existe mucha variedad entre calidades ambientales, las cuales tienen distinto grado de alteración o conservación propias de las actividades de la mina.

Es notorio que los sitios 1,4 y 5, los valores son más altos y presentan características homogéneas en cuanto a geología y al tipo de vegetación, características compartidas con el punto de muestreo 6, el cual también mantiene características originales de vegetación, no obstante, para el caso de este sitio 6 la vegetación es de Matorral Desértico Micrófilo y se aprecia más fauna, ya que está más retirada de la zona de mayor impacto con ruido y vibraciones que rodean a la mina.

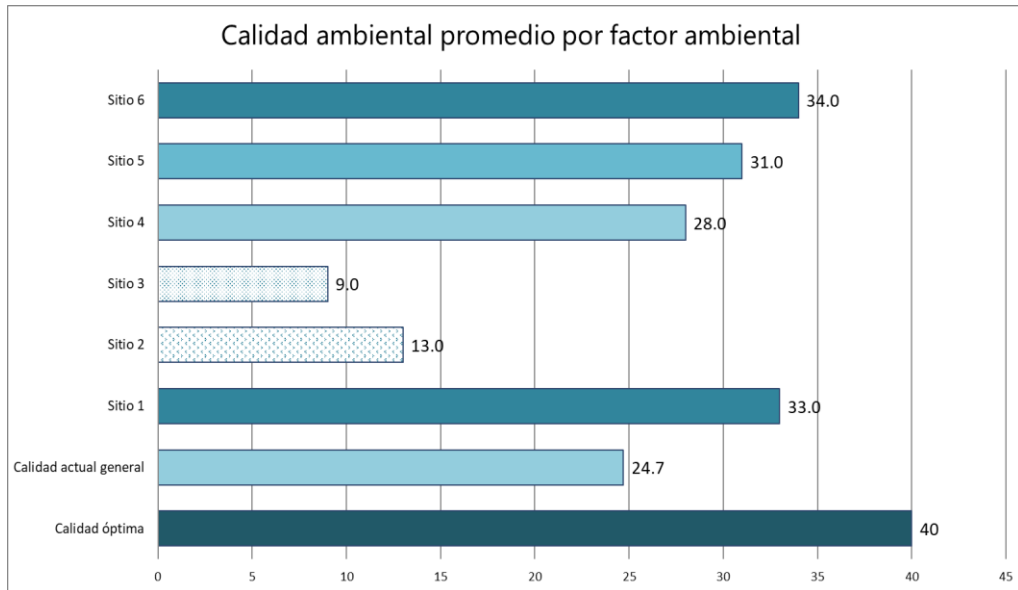


Figura 13. Diagnóstico ambiental para los sitios dentro del CUSF y microcuenca.

De los 8 factores evaluados, la naturalidad de la vegetación y las geoformas son las que tienen los valores más altos, esto debido a que la zona que se pretende someter para CUSTF, mantienen sus condiciones originales. Los valores más bajos se mostraron en la diversidad biológica observable, dando mayor relevancia a la fauna la cual se ve ahuyentada por las actividades propias de la mina y que hacen que la fauna nativa se distribuya en otras zonas con igual cobertura de vegetación, pero sin factores como los sonidos fuertes o vibraciones de detonaciones que son provocadas por la mina. El resto de los factores presentaron valores intermedios entre los ya mencionados.

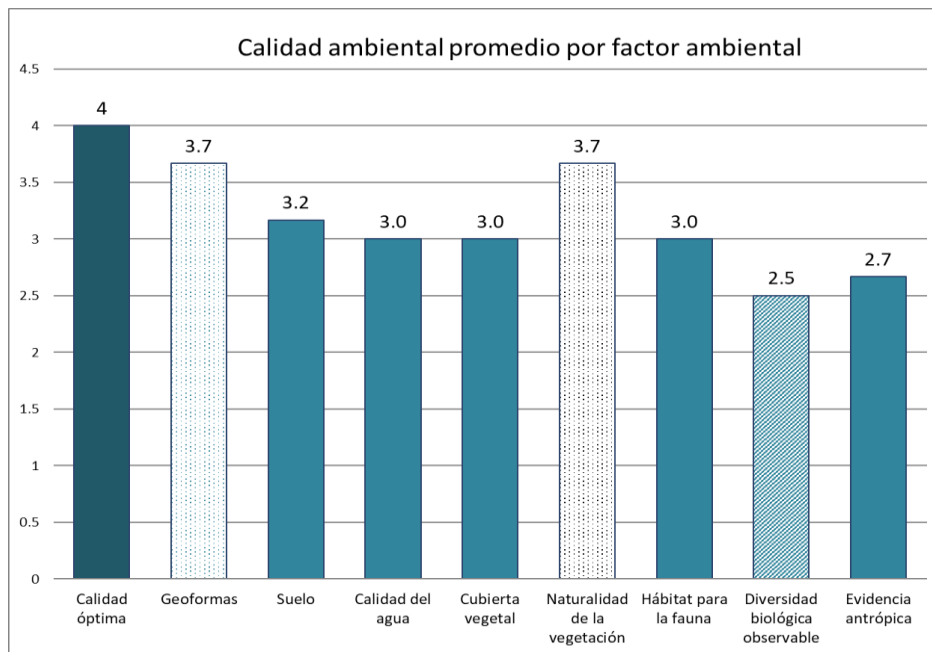


Figura 14. Diagnóstico ambiental para los factores evaluados

En el siguiente grupo de imágenes se pueden apreciar algunas características, elementos y condiciones de distintos puntos dentro y fuera del área del proyecto.



Figura 15. Imágenes de los sitios 1, 4 y 5. Vista panorámica de uno de los puntos de donde se pretende llevar a cabo el Cambio de uso de suelo.

En la imagen anterior se muestra un paisaje típico de la zona dentro del CUSTF. Se observa vegetación de tipo Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) y como se muestra, no existen casas habitación; la geología es original y la presencia de flora cubre el suelo. Las zonas donde no hay vegetación corresponde a sitios con rocas naturales.

A pesar que el sitio esta conservado, esta sección al estar próxima a la mina que está actualmente en uso y explotación, hace que la fauna se desplace a zonas con menos ruido y menos vibración, por lo que los registros de fauna resultan bajos



Figura 16. Fotografías que muestran los sitios 2 y 3.

Fotografías donde se muestran las características actuales de la zona de extracción. Se nota la modificación natural del entorno a uno totalmente minero, es decir de explotación antrópica.



Figura 17. Vista hacia la mina en uso actual y la zona que se pretende ampliar para CUSTF.

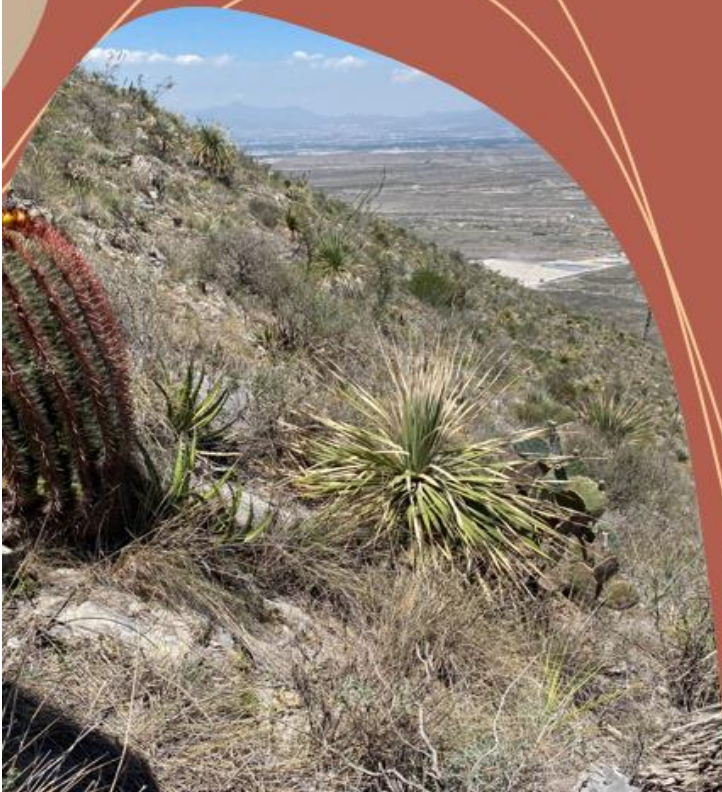
En la actualidad el 7% de la extracción minera en México está representado por los productos de grava y arenas. La minería a cielo abierto consiste en retirar la vegetación y el suelo y cuando es necesario, la voladura de la roca madre para obtener el recurso deseado. Ante estas actividades es importante llevar a cabo acciones de restauración ecológica con vegetación nativa para

aumentar la sobrevivencia y con ello recuperar los servicios ambientales que actualmente ofrece el sitio.

En este proyecto se pretende aumentar la zona de extracción de una mina actualmente en operación en una superficie de 6.23 ha, mismas que se ubican de manera contigua al actual punto de extracción de piedra. El tipo de vegetación existente corresponde en su totalidad a Matorral Desértico Rosetófilo y el uso de suelo encontrado corresponde a la mina como tal.

Las estrategias de prevención y mitigación propuestas en deberán de ser realizadas en tiempo y forma, con la finalidad de reducir la magnitud de los impactos negativos que se generen; sin embargo, dada la dimensión y características ecológicas del sitio, existen impactos residuales que aun con la aplicación de dichas medidas persisten en el medio, para estos impactos se recomienda llevar acabo las actividades ambientales correspondientes.

Modalidad A - Particular



Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU)
para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del “Banco de Calizas Begasa” ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO XIV

ANALISIS QUE DEMUESTREN QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO SE MANTENGA



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| XIV. ANALISIS QUE DEMUESTREN QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO SE MANTENGA | 3 |
| XIV.1 Flora silvestre | 3 |
| XIV.1.2 Índice de valor de importancia en el área de CUSTF y MHF | 4 |
| XIV.1.3 Índice de diversidad de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou (J') por estrato a nivel de microcuenca y área sujeta a CUSTF | 8 |
| XIV.2 Fauna silvestre | 10 |
| XIV.2.1 Aves | 11 |
| XIV.2.2 Reptiles | 12 |
| XIV.2.3 Mamíferos | 13 |
| XIV.2.4 T Student entre el CUSTF y Microcuenca | 14 |
| XIV.2.5 Mitigación para mantener a la fauna silvestre | 18 |
| XIV.3 Conclusiones | 21 |

XIV. ANALISIS QUE DEMUESTREN QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO SE MANTENGA

XIV.1 Flora silvestre

De acuerdo a los análisis realizados y descritos en los capítulos IV y V del presente estudio, se presenta el análisis de la flora en la vegetación de matorral desértico rosetófilo (MDR) en las unidades de estudio en las que se encuentra circunscrita el presente proyecto.

La riqueza específica registrada en la MHF fué de 52 especies y en el área de CUSTF se registró un total de 28 especies, todas las especies registradas con distribución nativa, lo que indica que la microcuenca presenta más diversidad de especies, cabe mencionar que, todas las especies registradas en el área de CUSTF se encuentran representadas en la microcuenca de estudio, de las cuales 4 especies registradas en la MHF se encuentran enlistadas en las NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo las especies *Ariocarpus retusus*, *Ferocactus pilosus*, *Lophophora williamsii* en la categoría de Protección especial (Pr) y *Thelocactus macdowellii* en la categoría de Amenazada (A) y en el área de CUSTF 2 especies; *Ferocactus pilosus* en la categoría de protección especial (Pr) y *Thelocactus macdowellii* en la categoría de Amenazada (A), como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 1. Estratos por especie y representatividad

| Número | Nombre científico | Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 | Distribución | Estrato | MHF | AP |
|--------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------|-----|----|
| 1 | <i>Abutilon fruticosum</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 2 | <i>Acacia berlandieri</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 3 | <i>Agave falcata</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 4 | <i>Agave lechuguilla</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 5 | <i>Agave scabra</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 6 | <i>Ariocarpus retusus</i> | Pr | Nativa | Cactácea | x | |
| 7 | <i>Aristida adscensionis</i> | - | Nativa | Hierba | x | x |
| 8 | <i>Atriplex canescens</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |
| 9 | <i>Berberis trifoliolata</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |
| 10 | <i>Buddleja marrubifolia</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |
| 11 | <i>Coldenia canescens</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 12 | <i>Coryphantha palmeri</i> | - | Nativa | Cactácea | x | |
| 13 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | - | Nativa | Cactácea | x | |
| 14 | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | - | Nativa | Cactácea | x | |
| 15 | <i>Dalea bicolor</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 16 | <i>Dasyilirion cedrosanum</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 17 | <i>Echinocereus pectinatus</i> | - | Nativa | Cactácea | x | |
| 18 | <i>Echinocereus stramineus</i> | - | Nativa | Cactácea | x | |
| 19 | <i>Ephedra antisiphilitica</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |

| Número | Nombre científico | Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 | Distribución | Estrato | MHF | AP |
|--------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------|-----|----|
| 20 | <i>Euphorbia antisyphilitica</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 21 | <i>Ferocactus hamatacanthus</i> | - | Nativa | Cactácea | x | |
| 22 | <i>Ferocactus pilosus</i> | Pr | Nativa | Cactácea | x | x |
| 23 | <i>Flourensia cernua</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 24 | <i>Forestiera angustifolia</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |
| 25 | <i>Fouquieria splendens</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 26 | <i>Gutierrezia sarothrae</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |
| 27 | <i>Hechtia glomerata</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 28 | <i>Hilaria mutica</i> | - | Nativa | Hierba | x | |
| 29 | <i>Jatropha dioica</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 30 | <i>Jefea brevifolia</i> | - | Nativa | Hierba | x | |
| 31 | <i>Larrea tridentata</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |
| 32 | <i>Lippia graveolens</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 33 | <i>Lophophora williamsii</i> | Pr | Nativa | Cactácea | x | |
| 34 | <i>Lycurus phleoides</i> | - | Nativa | Hierba | x | |
| 35 | <i>Malacomeles denticulata</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 36 | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | - | Nativa | Cactácea | x | x |
| 37 | <i>Mammillaria pottsii</i> | - | Nativa | Cactácea | x | |
| 38 | <i>Manfreda sp.</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 39 | <i>Microchloa kunthii</i> | - | Nativa | Hierba | x | |
| 40 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 41 | <i>Mimosa zygophylla</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |
| 42 | <i>Neolloydia conoidea</i> | - | Nativa | Cactácea | x | x |
| 43 | <i>Opuntia microdasys</i> | - | Nativa | Cactácea | x | x |
| 44 | <i>Opuntia stenopetala</i> | - | Nativa | Cactácea | x | x |
| 45 | <i>Parthenium argentatum</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |
| 46 | <i>Parthenium incanum</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 47 | <i>Purshia plicata</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 48 | <i>Salvia ballotiflora</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 49 | <i>Tecoma stans</i> | - | Nativa | Arbusto | x | x |
| 50 | <i>Thelocactus macdowellii</i> | A | Nativa | Cactácea | x | x |
| 51 | <i>Viguiera brevifolia</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |
| 52 | <i>Ziziphus obtusifolia</i> | - | Nativa | Arbusto | x | |

NOM-059-SEMARNAT-2010: A= Amenazado, Pr= Sujetas a Protección Especial.

XIV.1.2 Índice de valor de importancia en el área de CUSTF y MHF

Los índices de Valor de Importancia entre la microcuencia y el área sujeta a CUSTF, en el estrato arbustivo los resultados arrojaron que las especies que presentaron un mayor IVIE fueron las especies de *Fouquieria splendens* con 16.99, mientras que en la microcuencia arrojó un valor de 2.38,

Hechtia glomerata con un valor de 13.57 mientras que en la MHF con un valor de 12.53 y *agave lechuguilla* con un valor de 12.97 mientras que en la microcuenca obtuvo un valor de 14.58, mientras que para el estrato herbáceo las especies mejor representadas en el área de CUSTF fueron las especies de *Aristida adscensionis* con valor de 36.77 mientras que en la microcuenca se obtuvo un valor de 11.20, seguida de la especie de *Abutilon fruticosum* con IVIE de 33.78, mientras que en la MHF se obtuvo un valor de 0.57 y por último la especie *Coldenia canescens* con IVIE de 29.45 y en la MHF con un valor de 0.61, siendo mas diversa el área de CUSTF, cabe mencionar que, estas especies son de fácil dispersión, en tanto que para las cactáceas las especies que presentaron un IVIE mayor en el área de CUSTF fueron las especies de *Opuntia stenopetala* con IVIE de 21.76 y en la MHF se obtuvo un valor de 2.28, seguida de la especie *Ferocactus pilosus* con un IVIE de 20.08, mientras que en la MHF obtuvo un valor de 5.82 y *Opuntia microdasys* con IVIE de 18.29 mientras que en la MHF se obtuvo un valor de 6.97, si bien, algunas especies registradas en el área de CUSTF presentaron mayores índice de valores de importancia ecológica se propone algunas medidas de mitigación y compensación descritas en los capítulos correspondientes.

Tabla 2. Índice de Valor de Importancia de flora (IVI)

| Número | Nombre científico | IVI | |
|--------------------------|----------------------------------|-------|-------|
| | | MHF | AP |
| Estrato arbustivo | | | |
| 1 | <i>Acacia berlandieri</i> | 8.63 | 10.34 |
| 2 | <i>Agave falcata</i> | 2.67 | 4.62 |
| 3 | <i>Agave lechuguilla</i> | 14.58 | 12.97 |
| 4 | <i>Agave scabra</i> | 1.73 | 3.11 |
| 5 | <i>Atriplex canescens</i> | 1.95 | |
| 6 | <i>Berberis trifoliolata</i> | 1.78 | |
| 7 | <i>Buddleja marrubiiifolia</i> | 1.43 | |
| 8 | <i>Dalea bicolor</i> | 0.95 | 3.39 |
| 9 | <i>Dasyilirion cedrosanum</i> | 1.92 | 4.59 |
| 10 | <i>Ephedra antisyphilitica</i> | 1.49 | |
| 11 | <i>Euphorbia antisyphilitica</i> | 0.62 | 1.52 |
| 12 | <i>Flourensia cernua</i> | 2.74 | 2.21 |
| 13 | <i>Forestiera angustifolia</i> | 8.37 | |
| 14 | <i>Fouquieria splendens</i> | 2.38 | 16.99 |
| 15 | <i>Gutierrezia sarothrae</i> | 1.19 | |
| 16 | <i>Hechtia glomerata</i> | 12.53 | 13.57 |
| 17 | <i>Jatropha dioica</i> | 3.01 | 4.93 |
| 18 | <i>Larrea tridentata</i> | 4.21 | |
| 19 | <i>Lippia graveolens</i> | 1.28 | 2.33 |
| 20 | <i>Malacomeles denticulata</i> | 1.63 | 3.94 |
| 21 | <i>Manfreda sp.</i> | 2.10 | 4.08 |
| 22 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 2.16 | 0.70 |
| 23 | <i>Mimosa zygophylla</i> | 2.17 | |
| 24 | <i>Parthenium argentatum</i> | 3.19 | |

| Número | Nombre científico | IVI | |
|-------------------------|-----------------------------------|-------|-------|
| | | MHF | AP |
| 25 | <i>Parthenium incanum</i> | 2.20 | 4.41 |
| 26 | <i>Purshia plicata</i> | 1.40 | 3.07 |
| 27 | <i>Salvia ballotiflora</i> | 2.60 | 1.77 |
| 28 | <i>Tecoma stans</i> | 2.91 | 1.46 |
| 29 | <i>Viguera brevifolia</i> | 3.56 | |
| 30 | <i>Ziziphus obtusifolia</i> | 1.44 | |
| Estrato herbáceo | | | |
| 31 | <i>Abutilon fruticosum</i> | 0.57 | 33.78 |
| 32 | <i>Aristida adscensionis</i> | 11.20 | 36.77 |
| 33 | <i>Coldenia canescens</i> | 0.61 | 29.45 |
| 34 | <i>Hilaria mutica</i> | 16.44 | |
| 35 | <i>Jefea brevifolia</i> | 18.45 | |
| 36 | <i>Lycurus phleoides</i> | 22.86 | |
| 37 | <i>Microchloa kunthii</i> | 31.05 | |
| Cactáceas | | | |
| 38 | <i>Ariocarpus retusus</i> | 12.03 | |
| 39 | <i>Coryphantha palmeri</i> | 2.55 | |
| 40 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | 21.00 | |
| 41 | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | 7.31 | |
| 42 | <i>Echinocereus pectinatus</i> | 3.05 | |
| 43 | <i>Echinocereus stramineus</i> | 1.66 | |
| 44 | <i>Ferocactus hamatacanthus</i> | 4.86 | |
| 45 | <i>Ferocactus pilosus</i> | 5.82 | 20.08 |
| 46 | <i>Lophophora williamsii</i> | 8.10 | |
| 47 | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | 1.89 | 10.86 |
| 48 | <i>Mammillaria pottsii</i> | 1.87 | |
| 49 | <i>Neolloydia conoidea</i> | 9.46 | 13.97 |
| 50 | <i>Opuntia microdasys</i> | 6.97 | 18.29 |
| 51 | <i>Opuntia stenopetala</i> | 2.28 | 21.76 |
| 52 | <i>Thelocactus macdowellii</i> | 11.15 | 15.04 |

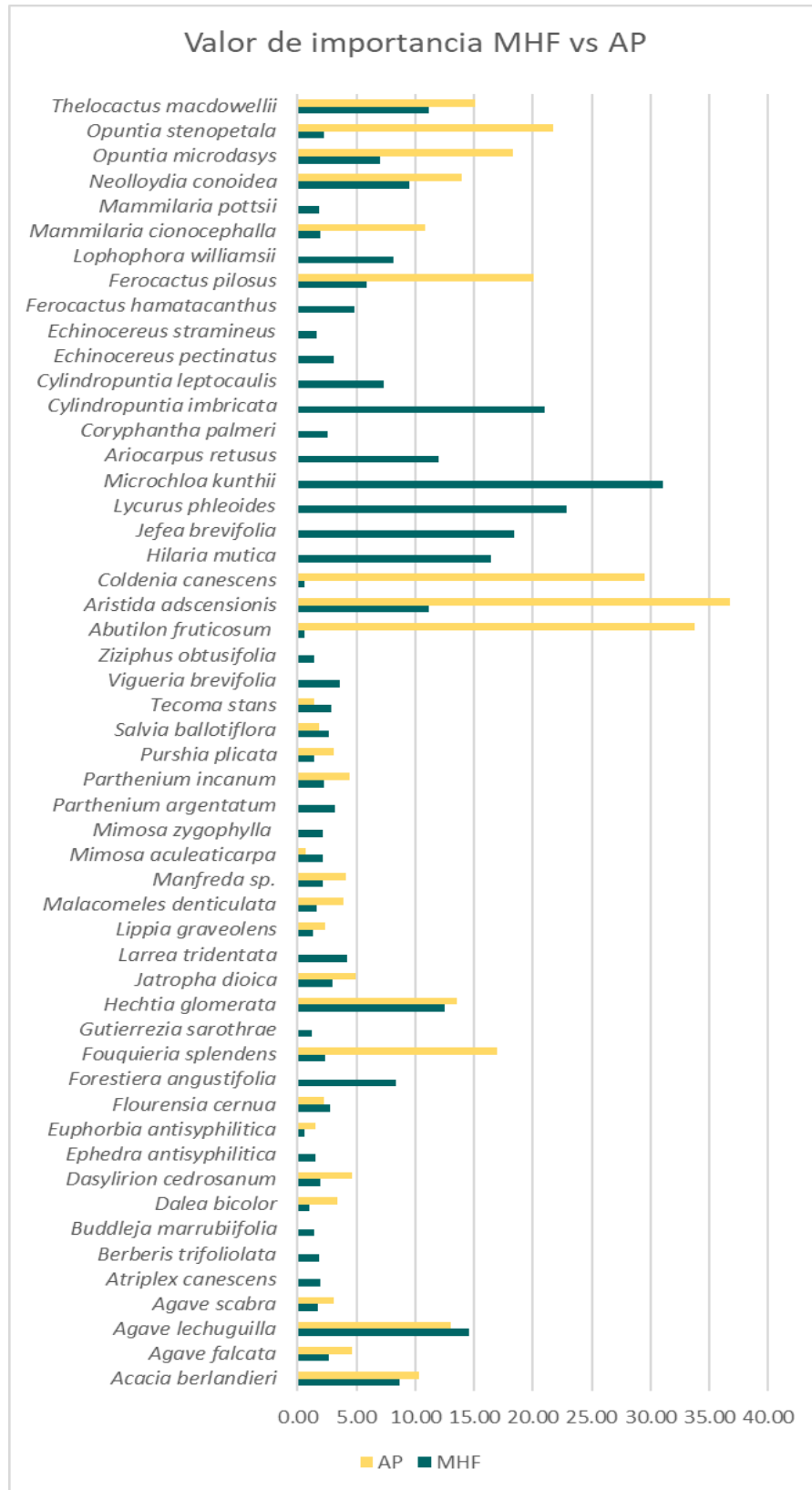


Figura 1. Índice de Valor de Importancia de las especies en la MHF y en el área de CUSTF

XIV.1.3 Índice de diversidad de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou (J') por estrato a nivel de microcuenca y área sujeta a CUSTF

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los índices de Shannon-Wiener por estrato y unidad de análisis. El índice de Shannon-Wiener (H') para el estrato arbustivo obtenido para el área de CUSTF fue de 2.019 y para la MHF fue de 2.009, mientras que, para el área de CUSTF el estrato herbáceo resultó de 1.016 y en la MHF fue de 1.35 y para las cactáceas el índice en el área de CUSTF fue de 1.675 y en la MHF fue de 2.0, de acuerdo a estos resultados se observa que la diversidad obtenida en los tres estratos fue mayor en la MHF. En cuanto a la equitatividad de Pielou, los resultados obtenidos en los estratos arbustivos se obtuvo un valor de 0.69 en el área de CUSTF, mientras que, en la MHF fue de 0.58, mientras que para el estrato herbáceo se obtuvo un valor de 0.92 y en la MHF fue de 0.84 y para las cactáceas fue de 0.93 y en la MHF de 0.74, los valores de equitatividad nos indican que las especies en el área de CUSTF tienden más a la uniformidad.

Tabla 3. Índice de Shannon-Wiener (H') y Equitatividad de Pielou (J') por estrato en la MHF y CUSTF

| Estrato | Área | S | H' | H' max | J' | Diferencia (H' max – H') |
|--------------------------|-------------|----|-------|----------|------|--------------------------------|
| Estrato arbustivo | CUSTF | 19 | 2.019 | 2.94 | 0.69 | 0.93 |
| | Microcuenca | 32 | 2.009 | 3.47 | 0.58 | 1.46 |
| Estrato herbáceo | CUSTF | 3 | 1.016 | 1.1 | 0.92 | 0.08 |
| | Microcuenca | 5 | 1.35 | 1.61 | 0.84 | 0.26 |
| Cactáceas | CUSTF | 6 | 1.675 | 1.79 | 0.93 | 0.12 |
| | Microcuenca | 15 | 2 | 2.71 | 0.74 | 0.71 |

Con la finalidad de mantener la representatividad de las especies por afectar con la remoción de vegetación producto de la implementación del proyecto se proponen las medidas de compensación ambiental las cuales se describen en el capítulo X y XII del presente estudio.

X.1.1.2 Mitigación para mantener a la flora silvestre

Es preciso e importante mencionar que todas las especies registradas dentro del área solicitada para el CUSTF se encontraron también en la Microcuenca, por lo que es factible decir que, al estar representadas adecuadamente en la misma, no se comprometerá la biodiversidad por motivos de la obra.

Asimismo, se aplicarán medidas de mitigación que ayudarán a una conservación del factor flora, mitigando y evitando los impactos ocurridos en las diferentes etapas del proyecto. Las medidas más importantes que apoyarán a la protección de las especies y compensación del área afectada serán:

- ❖ Rescate de flora.
- ❖ Reforestación/Restauración.

Rescate de flora

De manera particular, se identificarán y ejecutarán las técnicas más adecuadas para el rescate y reubicación de especies en el área del CUSTF con vegetación de tipo Matorral Desértico Rosetófilo, además se buscará la preservación de germoplasma nativo. También se reubicarán los individuos rescatados en sitios con condiciones similares al lugar que habitaban, asegurando así su establecimiento exitoso. Todo esto se efectuará previo a las actividades de remoción de la vegetación forestal.

La elección de las especies a rescatar estuvo dada principalmente por su importancia ecológica, así como por ser especies pioneras (que no presentan comportamiento invasivo o malezoide), nativas, vulnerables (dentro de la NOM-059-SEMARNAT-20210) y sobre todo útiles para las medidas de mitigación propuestas.

Tabla 4. Especies de Matorral Desértico Rosetófilo que serán sujetas a rescate

| Estrato | Nombre científico | Nativa | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|------------------------------|----------------------------------|--------|-----------------------|
| Especies arbustivas | <i>Agave falcata</i> | Si | - |
| | <i>Agave lechuguilla</i> | Si | - |
| | <i>Agave scabra</i> | Si | - |
| | <i>Dasyllirion cedrosanum</i> | Si | - |
| | <i>Euphorbia antisiphilitica</i> | Si | - |
| | <i>Fouquieria splendens</i> | Si | - |
| | <i>Hechtia glomerata</i> | Si | - |
| | <i>Jatropha dioica</i> | Si | - |
| | <i>Malacomeles denticulata</i> | Si | - |
| | <i>Manfreda sp.</i> | Si | - |
| | <i>Salvia ballotiflora</i> | Si | - |
| Especies herbáceas/Cactáceas | <i>Ferocactus pilosus</i> | Si | Pr |
| | <i>Mammillaria cionocephalla</i> | Si | - |
| | <i>Neolloydia conoidea</i> | Si | - |
| | <i>Opuntia microdasys</i> | Si | - |
| | <i>Opuntia stenopetala</i> | Si | - |
| | <i>Thelocactus macdowellii</i> | Si | A |

NOM-059: A- Amenazada, P-En peligro de extinción, Pr- Sujeta a protección especial

Reforestación/Restauración

Se realizará la reforestación con fines de restauración en una superficie de 14.05 ha, con el objetivo de inducir a corto plazo una rehabilitación de los terrenos donde existen fuertes problemas de pérdida de vegetación. El área o los polígonos propuestos serán con la misma vegetación que se afectará en el CUSTF, incluso sirviendo estas áreas como sitios para reubicar las especies rescatadas y así aprovecharlas en la restauración del ecosistema objetivo.

XIV.2 Fauna silvestre

Los resultados para el levantamiento de datos de la fauna silvestre en las áreas de interés (CUSTF y Microcuenca) dieron como conclusión que hubo mayor riqueza específica (S) en la Microcuenca, esto fue para todos los grupos faunísticos muestreados pues en esta se registró un total de 22 especies en comparación al CUSTF donde se registraron 15. En particular, para los vertebrados, la diferencia entre registros fue mayor en el grupo de las aves, obteniéndose 14 especies en la Microcuenca y 10 en el CUSTF, es decir, una diferencia de 4 especies; mientras que, para los reptiles, la diferencia fue de 1 especie, ya que en la Microcuenca se registraron 3 y en el CUSTF 2; por su parte, para el grupo de los mamíferos, se registraron 5 especies en la Microcuenca y 3 en el CUSTF, diferenciándose en 2 registros.

Referente a la abundancia registrada, fue muy similar a lo encontrado con la riqueza específica, pues para todos los casos fue mayor en la Microcuenca en comparación al área del CUSTF, habiendo un total de 90 individuos registrados en la primera zona mencionada y 38 individuos registrados en la segunda, lo que significa que hubo una diferencia de 52 individuos, más del doble. La ornitofauna tuvo un registro de 50 individuos en la Microcuenca y 22 individuos en el CUSTF; para los reptiles se observaron 12 individuos en la Microcuenca y 5 individuos en el CUSTF; y por último, para los mamíferos se registraron 28 individuos en la Microcuenca y 11 en el CUSTF.

Es importante mencionar que no se encontraron anfibios tanto en el CUSTF como en la Microcuenca, no significando que no se distribuyan o se encuentren en el área, por lo que las medidas preventivas, mitigatorias y compensatorias también irán orientadas a proteger a este grupo faunístico.

Tabla 5. Comparativa de los valores de riqueza específica (S) y abundancia de los grupos faunísticos en el CUSTF y la Microcuenca

| Grupos | Riqueza específica (S) | | Abundancia | |
|------------------|------------------------|-------------|------------|-------------|
| | CUSTF | Microcuenca | CUSTF | Microcuenca |
| Aves | 10 | 14 | 22 | 50 |
| Reptiles | 2 | 3 | 5 | 12 |
| Mamíferos | 3 | 5 | 11 | 28 |
| Total | 15 | 22 | 38 | 90 |

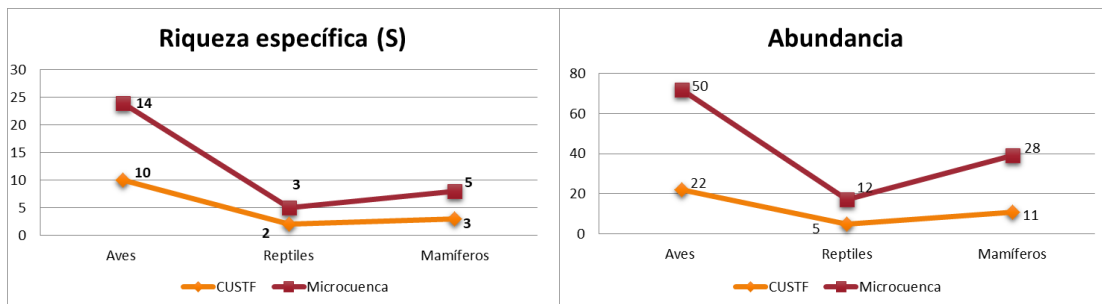


Figura 2. Comparación de riqueza específica (S) y abundancia entre el CUSTF y la Microcuenca

XIV.2.1 Aves

De acuerdo a lo dicho anteriormente, las aves tuvieron tanto mayor riqueza específica (S) como abundancia en la Microcuenca, ya que en esta se registraron 50 individuos pertenecientes a 14 especies, en comparación al CUSTF donde se registraron 22 individuos pertenecientes a 10 especies, teniendo una diferencia de 28 individuos de abundancia y 4 especies de S. El ave mejor representada en el área del CUSTF fue el zopilote aura (*Cathartes aura*) con 4 registros, seguida de la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) y el colibrí Lucifer (*Calothorax lucifer*) con 3 registros todas; mientras que en la Microcuenca las especies mejor representadas fueron en primer lugar *Zenaida asiática* y el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) con 8 registros cada una, seguida de *Cathartes aura* con 6 registros. Por otro lado, las especies menos abundantes en el CUSTF, pues solo tuvieron un registro, fueron la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), el saltapared barranqueño (*Catherpes mexicanus*) y el saltapared de rocas (*Salpinctes obsoletus*), observándose todas estas especies en la Microcuenca con el mismo número de registros y algunas incluso con más.

Cabe señalar que ninguna especie de ave está bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, toda ornitofauna registrada en el CUSTF también se encontró en la Microcuenca, habiendo 4 especies que solo se registraron en esta última, el zacatonero de botteri (*Peucaea botterii*), el centzontle norteño (*Mimus polyglottos*), la codorniz escamosa (*Callipepla squamata*) y el zacatonero corona canela (*Aimophila ruficeps*).

Tabla 6. Comparativa de los registros de ornitofauna dentro del CUSTF y la Microcuenca

| Especie | Nombre común | NOM | Endemismo | Organismos en CUSTF | Organismos en la Microcuenca |
|--|---------------------------|-----|--------------|---------------------|------------------------------|
| <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | Sc | - | 4 | 6 |
| <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma alas blancas | Sc | - | 3 | 8 |
| <i>Haemorhous mexicanus</i> | Pinzón mexicano | Sc | - | 3 | 4 |
| <i>Calothorax lucifer</i> | Colibrí Lucifer | Sc | Semiendémica | 3 | 2 |
| <i>Myiarchus cinerascens</i> | Papamoscas cenizo | Sc | - | 2 | 3 |
| <i>Corvus corax</i> | Cuervo común | Sc | - | 2 | 4 |
| <i>Amphispiza bilineata</i> | Zacatonero garganta negra | Sc | - | 2 | 8 |
| <i>Salpinctes obsoletus</i> | Saltapared de rocas | Sc | - | 1 | 3 |
| <i>Catherpes mexicanus</i> | Saltapared barranqueño | Sc | - | 1 | 3 |
| <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja | Sc | - | 1 | 1 |
| <i>Peucaea botterii</i> | Zacatonero de Botteri | Sc | - | - | 1 |
| <i>Mimus polyglottos</i> | Centzontle norteño | Sc | - | - | 3 |
| <i>Callipepla squamata</i> | Codorniz escamosa | Sc | - | - | 3 |
| <i>Aimophila ruficeps</i> | Zacatonero corona canela | Sc | - | - | 1 |
| 10 especies CUSTF - 14 especies Microcuenca | | | | 22 | 50 |
| NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría | | | | | |



Figura 3. a) *Peucaea botterii*, b) *Mimus polyglottos*, c) *Callipepla squamata* y d) *Aimophila ruficeps*, aves registradas exclusivamente en la Microcuenca

XIV.2.2 Reptiles

Como en el grupo anterior, en el de los reptiles también la mayor riqueza específica y abundancia fue en la Microcuenca, teniendo un registro de 3 especies y 12 individuos, mientras que en el CUSTF fue de 2 especies y 5 individuos, una diferencia de una especie y 7 individuos. Para las especies mejor representadas, en el CUSTF el huico manchado (*Aspidoscelis scalaris*) fue el de mayor abundancia con 3 registros y la lagartija espinosa (*Sceloporus parvus*) fue la segunda con 2 individuos registrados; algo contrario en Microcuenca, donde la segunda especie (*Sceloporus parvus*) en esta zona fue la más abundante con 5 registros y *Aspidoscelis scalaris* obtuvo 4 individuos avistados, quedando con esto como el reptil con la segunda mejor abundancia, para finalmente ubicarse la lagartija espinosa de las cercas (*Sceloporus cowlesi*) con 3 registros, siendo la especie menos representativa en la Microcuenca, ya que solo se encontró en esta área.

Se puede apreciar que todas las especies de reptiles registradas en el CUSTF también se encontraron en la Microcuenca en mejores proporciones, incluso, como se mencionó, *Sceloporus cowlesi* únicamente se registró en esta última zona. Además, ninguna de las especies registradas se encuentra en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y solo *Sceloporus parvus* es endémica.

Tabla 7. Comparativa de los registros de reptiles dentro del CUSTF y la Microcuenca

| Especie | Nombre común | NOM | Endemismo | Organismos en CUSTF | Organismos en la Microcuenca |
|--|-----------------------------------|-----|-----------|---------------------|------------------------------|
| <i>Aspidoscelis scalaris</i> | Huico manchado de la altiplanicie | Sc | - | 3 | 4 |
| <i>Sceloporus parvus</i> | Lagartija espinosa de panza azul | Sc | Endémica | 2 | 5 |
| <i>Sceloporus cowlesi</i> | Lagartija espinosa de las cercas | Sc | - | - | 3 |
| 2 especies CUSTF - 3 especies Microcuenca | | | | 5 | 12 |
| NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría | | | | | |



Figura 4. *Sceloporus cowlesi*, especie de reptil registrado exclusivamente en la Microcuenca

XIV.2.3 Mamíferos

Referente a la mastofauna hubo cierta diferencia entre la riqueza específica y abundancia del CUSTF y Microcuenca, puesto que en la primera se logró encontrar a 3 especies y 11 individuos, mientras que en la segunda, a 5 especies y 28 individuos, lo que demuestra mayor S y abundancia en la Microcuenca, con una diferencia de 2 especies y 17 registros. Las especies más representativas coinciden en ambas áreas, ya que tanto en el CUSTF como en la Microcuenca el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) fue el mamífero con la mejor abundancia, teniendo un registro de 7 individuos en el CUSTF y 19 en la Microcuenca; seguido de dos mamíferos, la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y la liebre cola negra (*Lepus californicus*), donde ambas especies tuvieron la misma abundancia en su respectiva área y son las segundas mejor representadas, contando con 2 individuos en el CUSTF y 3 en la Microcuenca. A su vez, la mastofauna menos registrada en la Microcuenca fue el linco (*Lynx rufus*) y el ardillón de rocas (*Otospermophilus variegatus*), cuyas especies solo fueron registradas en una y en dos ocasiones respectivamente.

Como muestran los resultados, todo mamífero registrado en el área del CUSTF también fue encontrado en la Microcuenca, teniendo mayor número de registros en la segunda zona y al mismo tiempo, como avistamientos exclusivos, se registraron a *Lynx rufus* y *Otospermophilus variegatus*. Sumado a esto, la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 indica que todas las especies de mastofauna registrada no tienen problemas de conservación y de igual forma no son endémicas de México.

Tabla 8. Comparativa de los registros de mastofauna dentro del CUSTF y la Microcuenca

| Especie | Nombre común | NOM | Endemismo | Organismos en CUSTF | Organismos en la Microcuenca |
|--|---------------------|-----|-----------|---------------------|------------------------------|
| <i>Sylvilagus audubonii</i> | Conejo del desierto | Sc | - | 7 | 19 |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | Sc | - | 2 | 3 |
| <i>Lepus californicus</i> | Liebre cola negra | Sc | - | 2 | 3 |
| <i>Lynx rufus</i> | Lince | Sc | - | - | 1 |
| <i>Otospermophilus variegatus</i> | Ardillón de rocas | Sc | - | - | 2 |
| 3 especies CUSTF - 5 especies Microcuenca | | | | 11 | 28 |
| NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría | | | | | |

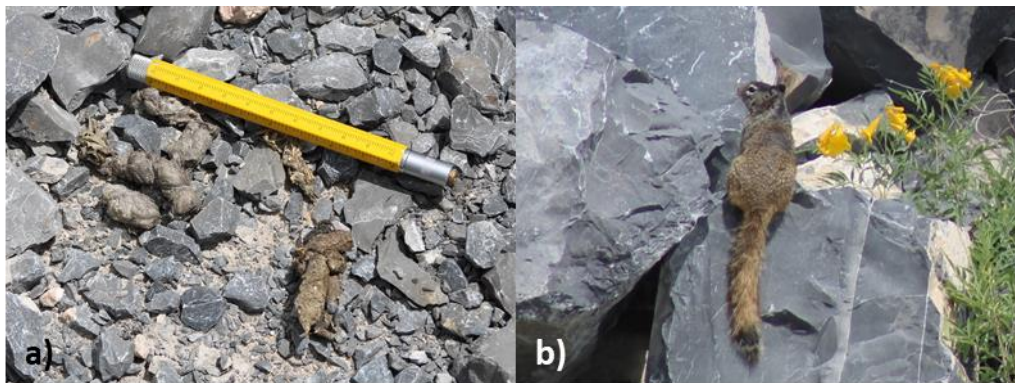


Figura 5. a) *Lynx rufus* y b) *Otospermophilus variegatus*, especies de mamíferos registrados exclusivamente en la Microcuenca

XIV.2.4 T Student entre el CUSTF y Microcuenca

Para saber si existe una diferencia significativa entre la diversidad encontrada en la Microcuenca y el CUSTF, se utilizó una prueba t propuesta por Hutcheson en 1970, de acuerdo a lo citado por Zar (1996), a su vez citado por Moreno (2001), tal como se describe a continuación:

Para cada muestra se calculó el índice de diversidad ponderado (H_p) en función de la frecuencia de cada especie:

Tabla 9. Índice de diversidad ponderada (H_p)

| Índice de diversidad ponderada (H_p) | |
|--|--|
| $H_p = \frac{(N \log N) - (\sum f_i \log f_i)}{N}$ | |
| Donde: | H_p = Diversidad ponderada |
| | N = Número total de individuos |
| | f_i = Frecuencia (número de individuos) registrada para la especie i |

Tabla 10. Valores de diversidad ponderada (Hp) para cada grupo faunístico en el CUSTF y la Microcuenca

| Grupo | Hp CUSTF | Hp Microcuenca |
|------------------|----------|----------------|
| Aves | 0.9557 | 1.0651 |
| Reptiles | 0.2923 | 0.4680 |
| Mamíferos | 0.3941 | 0.4557 |

Para cada muestra se calculó la varianza del índice de diversidad ponderado:

Tabla 11. Varianza del índice de diversidad ponderada

| Varianza del índice de diversidad ponderada | |
|--|--|
| $\text{Var} = \frac{[\sum fi \log^2 fi - (\sum fi \log fi)^2]/N}{N^2}$ | |
| Donde: | Var = Varianza del índice de diversidad |
| | N = Número total de individuos |
| | <i>fi</i> = Número de individuos registrados para cada especie |

Tabla 12. Valores de varianza (Var) para cada grupo faunístico en el CUSTF y la Microcuenca

| Grupo | Var CUSTF | Var Microcuenca |
|------------------|-----------|-----------------|
| Aves | 0.0016 | 0.0012 |
| Reptiles | 0.0015 | 0.0006 |
| Mamíferos | 0.0062 | 0.0065 |

Se calculó la diferencia de las varianzas de ambas muestras:

Tabla 13. Diferencia de varianzas

| Diferencia de varianzas |
|---|
| $D_{\text{var}} = \sqrt{\text{var}_1 + \text{var}_2}$ |

Tabla 14. Valores de la diferencia de varianza (Dvar) para cada grupo faunístico

| Grupo | Dvar |
|------------------|------|
| Aves | 0.05 |
| Reptiles | 0.05 |
| Mamíferos | 0.11 |

Se obtuvo el valor de t:

Tabla 15. T student

| t student |
|-----------------------------------|
| $t = \frac{Hp_1 - Hp_2}{D_{var}}$ |

Tabla 16. Valores de prueba t (t) para cada grupo faunístico

| Grupo | t |
|-----------|------|
| Aves | 2.07 |
| Reptiles | 3.80 |
| Mamíferos | 0.55 |

Se calculó los grados de libertad asociados con el valor de t:

Tabla 17. Grados de libertad

| Grados de libertad |
|--|
| $g.l. = \frac{(\text{var}_1 + \text{var}_2)^2}{(\text{var}_1^2/N_1) + (\text{var}_2^2/N_2)}$ |

Tabla 18. Valores de grado de libertad (g.l.) de los grupos faunísticos

| Grupo | g.l. |
|-----------|------|
| Aves | 55 |
| Reptiles | 10 |
| Mamíferos | 32 |

Se buscaron en tablas estadísticas el valor de la distribución de t en un intervalo de confianza al 95% para los grados de libertad calculados:

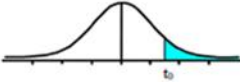


Tabla t-Student

| Grados de libertad | Grados de libertad | | | | | | Grados de libertad | Grados de libertad | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------|--------|---------|---------|---------|--------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0.25 | 0.1 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 | | 0.25 | 0.1 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 |
| 1 | 1.0000 | 3.0777 | 6.3137 | 12.7062 | 31.8210 | 63.6559 | 50 | 0.6794 | 1.2987 | 1.6759 | 2.0086 | 2.4033 | 2.6778 |
| 2 | 0.8165 | 1.8856 | 2.9200 | 4.3027 | 6.9645 | 9.9250 | 51 | 0.6793 | 1.2984 | 1.6753 | 2.0076 | 2.4017 | 2.6757 |
| 3 | 0.7649 | 1.6377 | 2.3534 | 3.1824 | 4.5407 | 5.8408 | 52 | 0.6792 | 1.2980 | 1.6747 | 2.0066 | 2.4002 | 2.6737 |
| 4 | 0.7407 | 1.5332 | 2.1318 | 2.7765 | 3.7489 | 4.6041 | 53 | 0.6791 | 1.2977 | 1.6741 | 2.0057 | 2.3988 | 2.6718 |
| 5 | 0.7267 | 1.4759 | 2.0150 | 2.5706 | 3.3649 | 4.0321 | 54 | 0.6791 | 1.2974 | 1.6736 | 2.0049 | 2.3974 | 2.6700 |
| 6 | 0.7176 | 1.4398 | 1.9432 | 2.4469 | 3.1427 | 3.7074 | 55 | 0.6790 | 1.2971 | 1.6730 | 2.0040 | 2.3961 | 2.6682 |
| 7 | 0.7111 | 1.4149 | 1.8946 | 2.3646 | 2.9979 | 3.4995 | 56 | 0.6789 | 1.2969 | 1.6725 | 2.0032 | 2.3948 | 2.6665 |
| 8 | 0.7064 | 1.3968 | 1.8595 | 2.3080 | 2.8965 | 3.3554 | 57 | 0.6788 | 1.2966 | 1.6720 | 2.0025 | 2.3936 | 2.6649 |
| 9 | 0.7027 | 1.3830 | 1.8331 | 2.2622 | 2.8214 | 3.2498 | 58 | 0.6787 | 1.2963 | 1.6716 | 2.0017 | 2.3924 | 2.6633 |
| 10 | 0.6998 | 1.3722 | 1.8125 | 2.2281 | 2.7638 | 3.1693 | 59 | 0.6787 | 1.2961 | 1.6711 | 2.0010 | 2.3912 | 2.6618 |
| 11 | 0.6974 | 1.3634 | 1.7959 | 2.2010 | 2.7181 | 3.1058 | 60 | 0.6786 | 1.2958 | 1.6706 | 2.0003 | 2.3901 | 2.6603 |
| 12 | 0.6955 | 1.3562 | 1.7823 | 2.1788 | 2.6810 | 3.0545 | 61 | 0.6785 | 1.2956 | 1.6702 | 1.9996 | 2.3890 | 2.6589 |
| 13 | 0.6938 | 1.3502 | 1.7709 | 2.1604 | 2.6503 | 3.0123 | 62 | 0.6785 | 1.2954 | 1.6698 | 1.9990 | 2.3880 | 2.6575 |
| 14 | 0.6924 | 1.3450 | 1.7613 | 2.1448 | 2.6245 | 2.9768 | 63 | 0.6784 | 1.2951 | 1.6694 | 1.9983 | 2.3870 | 2.6561 |
| 15 | 0.6912 | 1.3406 | 1.7531 | 2.1315 | 2.6025 | 2.9467 | 64 | 0.6783 | 1.2949 | 1.6690 | 1.9977 | 2.3860 | 2.6549 |
| 16 | 0.6901 | 1.3368 | 1.7459 | 2.1199 | 2.5835 | 2.9208 | 65 | 0.6783 | 1.2947 | 1.6686 | 1.9971 | 2.3851 | 2.6536 |
| 17 | 0.6892 | 1.3334 | 1.7396 | 2.1098 | 2.5669 | 2.8982 | 66 | 0.6782 | 1.2945 | 1.6683 | 1.9966 | 2.3842 | 2.6524 |
| 18 | 0.6884 | 1.3304 | 1.7341 | 2.1009 | 2.5524 | 2.8784 | 67 | 0.6782 | 1.2943 | 1.6679 | 1.9960 | 2.3833 | 2.6512 |
| 19 | 0.6876 | 1.3277 | 1.7291 | 2.0930 | 2.5395 | 2.8609 | 68 | 0.6781 | 1.2941 | 1.6676 | 1.9955 | 2.3824 | 2.6501 |
| 20 | 0.6870 | 1.3253 | 1.7247 | 2.0860 | 2.5280 | 2.8453 | 69 | 0.6781 | 1.2939 | 1.6672 | 1.9949 | 2.3816 | 2.6490 |
| 21 | 0.6864 | 1.3232 | 1.7207 | 2.0796 | 2.5176 | 2.8314 | 70 | 0.6780 | 1.2938 | 1.6669 | 1.9944 | 2.3808 | 2.6479 |
| 22 | 0.6858 | 1.3212 | 1.7171 | 2.0739 | 2.5083 | 2.8188 | 71 | 0.6780 | 1.2936 | 1.6666 | 1.9939 | 2.3800 | 2.6469 |
| 23 | 0.6853 | 1.3195 | 1.7139 | 2.0687 | 2.4999 | 2.8073 | 72 | 0.6779 | 1.2934 | 1.6663 | 1.9935 | 2.3793 | 2.6458 |
| 24 | 0.6848 | 1.3178 | 1.7109 | 2.0639 | 2.4922 | 2.7970 | 73 | 0.6779 | 1.2933 | 1.6660 | 1.9930 | 2.3785 | 2.6449 |
| 25 | 0.6844 | 1.3163 | 1.7081 | 2.0595 | 2.4851 | 2.7874 | 74 | 0.6778 | 1.2931 | 1.6657 | 1.9925 | 2.3778 | 2.6439 |
| 26 | 0.6840 | 1.3150 | 1.7056 | 2.0555 | 2.4786 | 2.7787 | 75 | 0.6778 | 1.2929 | 1.6654 | 1.9921 | 2.3771 | 2.6430 |
| 27 | 0.6837 | 1.3137 | 1.7033 | 2.0518 | 2.4727 | 2.7707 | 76 | 0.6777 | 1.2928 | 1.6652 | 1.9917 | 2.3764 | 2.6421 |
| 28 | 0.6834 | 1.3125 | 1.7011 | 2.0484 | 2.4671 | 2.7633 | 77 | 0.6777 | 1.2926 | 1.6649 | 1.9913 | 2.3758 | 2.6412 |
| 29 | 0.6830 | 1.3114 | 1.6991 | 2.0452 | 2.4620 | 2.7564 | 78 | 0.6776 | 1.2925 | 1.6646 | 1.9908 | 2.3751 | 2.6403 |
| 30 | 0.6828 | 1.3104 | 1.6973 | 2.0423 | 2.4573 | 2.7500 | 79 | 0.6776 | 1.2924 | 1.6644 | 1.9905 | 2.3745 | 2.6395 |
| 31 | 0.6825 | 1.3095 | 1.6955 | 2.0395 | 2.4528 | 2.7440 | 80 | 0.6776 | 1.2922 | 1.6641 | 1.9901 | 2.3739 | 2.6387 |
| 32 | 0.6822 | 1.3086 | 1.6939 | 2.0369 | 2.4487 | 2.7385 | 81 | 0.6775 | 1.2921 | 1.6639 | 1.9897 | 2.3733 | 2.6379 |
| 33 | 0.6820 | 1.3077 | 1.6924 | 2.0345 | 2.4448 | 2.7333 | 82 | 0.6775 | 1.2920 | 1.6636 | 1.9893 | 2.3727 | 2.6371 |
| 34 | 0.6818 | 1.3070 | 1.6909 | 2.0322 | 2.4411 | 2.7284 | 83 | 0.6775 | 1.2918 | 1.6634 | 1.9890 | 2.3721 | 2.6364 |
| 35 | 0.6816 | 1.3062 | 1.6896 | 2.0301 | 2.4377 | 2.7238 | 84 | 0.6774 | 1.2917 | 1.6632 | 1.9886 | 2.3716 | 2.6356 |
| 36 | 0.6814 | 1.3055 | 1.6883 | 2.0281 | 2.4345 | 2.7195 | 85 | 0.6774 | 1.2916 | 1.6630 | 1.9883 | 2.3710 | 2.6349 |
| 37 | 0.6812 | 1.3049 | 1.6871 | 2.0262 | 2.4314 | 2.7154 | 86 | 0.6774 | 1.2915 | 1.6628 | 1.9879 | 2.3705 | 2.6342 |
| 38 | 0.6810 | 1.3042 | 1.6860 | 2.0244 | 2.4286 | 2.7116 | 87 | 0.6773 | 1.2914 | 1.6626 | 1.9876 | 2.3700 | 2.6335 |
| 39 | 0.6808 | 1.3036 | 1.6849 | 2.0227 | 2.4258 | 2.7079 | 88 | 0.6773 | 1.2912 | 1.6624 | 1.9873 | 2.3695 | 2.6329 |
| 40 | 0.6807 | 1.3031 | 1.6839 | 2.0211 | 2.4233 | 2.7045 | 89 | 0.6773 | 1.2911 | 1.6622 | 1.9870 | 2.3690 | 2.6322 |
| 41 | 0.6805 | 1.3025 | 1.6829 | 2.0195 | 2.4208 | 2.7012 | 90 | 0.6772 | 1.2910 | 1.6620 | 1.9867 | 2.3685 | 2.6316 |
| 42 | 0.6804 | 1.3020 | 1.6820 | 2.0181 | 2.4185 | 2.6981 | 91 | 0.6772 | 1.2909 | 1.6618 | 1.9864 | 2.3680 | 2.6309 |
| 43 | 0.6802 | 1.3016 | 1.6811 | 2.0167 | 2.4163 | 2.6951 | 92 | 0.6772 | 1.2908 | 1.6616 | 1.9861 | 2.3676 | 2.6303 |
| 44 | 0.6801 | 1.3011 | 1.6802 | 2.0154 | 2.4141 | 2.6923 | 93 | 0.6771 | 1.2907 | 1.6614 | 1.9858 | 2.3671 | 2.6297 |
| 45 | 0.6800 | 1.3007 | 1.6794 | 2.0141 | 2.4121 | 2.6896 | 94 | 0.6771 | 1.2906 | 1.6612 | 1.9855 | 2.3667 | 2.6291 |
| 46 | 0.6799 | 1.3002 | 1.6787 | 2.0129 | 2.4102 | 2.6870 | 95 | 0.6771 | 1.2905 | 1.6611 | 1.9852 | 2.3662 | 2.6286 |
| 47 | 0.6797 | 1.2998 | 1.6779 | 2.0117 | 2.4083 | 2.6846 | 96 | 0.6771 | 1.2904 | 1.6609 | 1.9850 | 2.3658 | 2.6280 |
| 48 | 0.6796 | 1.2994 | 1.6772 | 2.0106 | 2.4066 | 2.6822 | 97 | 0.6770 | 1.2903 | 1.6607 | 1.9847 | 2.3654 | 2.6275 |
| 49 | 0.6795 | 1.2991 | 1.6766 | 2.0096 | 2.4049 | 2.6800 | 98 | 0.6770 | 1.2903 | 1.6606 | 1.9845 | 2.3650 | 2.6269 |
| | | | | | | | 99 | 0.6770 | 1.2902 | 1.6604 | 1.9842 | 2.3646 | 2.6264 |
| | | | | | | | 100 | 0.6770 | 1.2901 | 1.6602 | 1.9840 | 2.3642 | 2.6259 |
| | | | | | | | ∞ | 0.6745 | 1.2816 | 1.6449 | 1.9600 | 2.3263 | 2.5758 |

Figura 6. Tabla T-Student

Tabla 19. Valores de la tabla estadística

| Grupo | Valor de tabla |
|-----------|----------------|
| Aves | 1.67 |
| Reptiles | 1.81 |
| Mamíferos | 1.69 |

Finalmente se comparan resultados, si el valor de t es mayor al valor de tablas, si hay diferencia significativa, mientras que si es lo contrario, no hay diferencia significativa.

Todos los cálculos de la t student están reflejados dentro del archivo adjunto a este estudio con el nombre de “Listado y análisis de fauna silvestre”.

Con base en los resultados obtenidos para los cálculos de la t student, se puede apreciar que para los grupos de la ornitofauna y reptiles si hay una diferencia significativa a la hora de comparar la composición de las especies; esto es posible tomando en cuenta los registros realizados en campo, puesto que en cuanto a riqueza y abundancia de especies ambas áreas difieren y se considera que no son del todo iguales en cuanto a composición se refiere, ya que como se mencionó antes, es

importante recordar que la diversidad es mayor en la Microcuenca. Por otro lado, en el caso de la mastofauna, la prueba mostró que no hay diferencia significativa, siendo similar o parecida la composición de las dos zonas de estudio.

Tabla 20. Resultados obtenidos con la prueba *t*

| Grupo | <i>t</i> | g.l. | Valor en tabla | Diferencia |
|--|----------|------|----------------|------------|
| Aves | 2.07 | 55 | 1.67 | Si hay |
| Reptiles | 3.80 | 10 | 1.81 | Si hay |
| Mamíferos | 0.55 | 32 | 1.69 | No hay |
| <i>t</i> = Prueba <i>t</i>. g.l. = Grados de libertad | | | | |

XIV.2.5 Mitigación para mantener a la fauna silvestre

Las afectaciones que generará el proyecto con nombre “Estudio Técnico Unificado del Cambio de Uso de Suelo para el Proyecto: Extracción y Beneficio de Material Pétreo, en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila” serán diversas y ocurrirán en cada una de las etapas del mismo. Por lo que a continuación se mencionarán los impactos que causará el proyecto en cuestión:

- ❖ Pérdida y reducción del hábitat.
- ❖ Fragmentación del ecosistema y alteración del patrón de distribución de las especies.
- ❖ Posibilidad de pérdida de fauna silvestre.
- ❖ Introducción de especies invasivas y contaminación del hábitat.

Ahora bien, se debe particularizar el impacto que conllevará el proyecto analizando y mencionando las afectaciones que tendrá sobre la fauna silvestre de la zona, abarcando todas las etapas de la obra, puesto que la minería puede afectar la biodiversidad a lo largo del ciclo de vida de un proyecto (ICMM, 2006), tanto en forma directa como indirecta. Por ello, a continuación, se explicará particularmente la afectación y justificación o mitigación de los impactos.

Pérdida y reducción del hábitat

La actividad minera puede generar la remoción de ecosistemas o del hábitat; situación que puede tener un impacto permanente o transitorio sobre la biodiversidad. La pérdida permanente de hábitat puede darse debido a la deforestación extensa en la ubicación de la operación minera en sí, en tanto que la pérdida transitoria de hábitat puede ocurrir debido a la deforestación limitada para el acceso a la exploración (ICMM, 2006). Ocurriendo lo primero para el caso del proyecto, donde se efectuará extracción, teniendo que retirar la vegetación forestal que se encuentra en el polígono de CUSTF.

La remoción o disrupción de la zona de afectación reducirá la diversidad estructural del área, posiblemente causando la ruptura brusca de las relaciones depredador-presa, pues con la preparación del sitio ocurrirá el desmonte y despalme, quitando toda cubierta vegetal que impedirá hábitos hogareños sanos para la fauna silvestre, no contando con refugios que los protejan de depredadores, sin sitios para construir madrigueras e incluso sin fuentes de alimento. De igual forma,

al suceder la remoción, la fauna tendrá que migrar a otros sitios, dejando el área del CUSTF sin organismos, puesto se usará para la extracción de material pétreo. Lo antes mencionado ocurrirá para todos los grupos faunísticos, siendo más fuerte para los mamíferos pequeños y herpetofauna, dada su baja movilidad. Sumado a esto, para la ornitofauna, al desproporcionar de todos los estratos, especialmente arbóreo y arbustivo, las aves no tendrán sitios donde anidar o perchar.

Por consiguiente, para que esta afectación no sea mayor y solo se considere el área solicitada, antes de comenzar cualquier actividad concerniente a la obra, se tendrá que **limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas**, centrando la remoción de la vegetación únicamente a esta superficie (6.23 ha). Siguiendo este pensamiento, también se deberá cuidar la forma en que se realizarán las actividades de preparación del sitio, no usando bajo ninguna circunstancia el fuego, es decir, se hará la prohibición del uso de fuego ya que es un elemento que de perderse el control puede ocasionar incendios forestales, afectando no solo el área solicitada, sino las inmediaciones, y en casos severos, mucho más; por ello, se usarán las acciones y equipos correctos para un apropiado desmonte y despalde, así como se hará la creación de **brechas corta fuegos** eliminando todo el material combustible y así proteger la cobertura forestal cercana.

Otra medida que se usará, pero en este caso compensará la pérdida de superficie forestal, es la **reforestación/restauración**, la cual es una actividad forestal de gran importancia para restaurar y volver productivas las áreas deforestadas y degradadas (Wightman & Santiago Cruz, 2003). De acuerdo a la superficie del CUSTF y a la afectación ocurrida en ella, se propuso reforestar un área de 14.05 ha de Vegetación tipo Matorral Desértico Rosetófilo, cuya finalidad es proporcionar una restauración ecológica para que sirva como buenos ámbitos hogareños de la fauna silvestre, consiguiendo conservar y mejorar un área degradada actualmente, con especies nativas de la zona.

Fragmentación y alteración del patrón de distribución de las especies

Fragmentación es el proceso dinámico por el cual un determinado hábitat va quedando reducido a parches o islas de menor tamaño, más o menos conectadas entre sí en una matriz de hábitats diferentes al original (Forman, 1995). Con esta definición, se puede concluir que la remoción de la superficie de CUSTF ocasionará fragmentación en esa área en específico, debido a que los animales tendrán que evitar esa zona al realizar sus actividades, ocasionando esto el efecto barrera, es decir, alteración del patrón de distribución de las especies de la zona, por motivos del despeje de la tierra y vegetación, que afecta a los usuarios de la biodiversidad, especialmente al disminuir y/o quitar los recursos para las comunidades dependientes (ICMM, 2006), teniendo que buscarlos en otras áreas. A pesar de esto, la superficie es de 6.23 ha en las cercanías de la mina, por lo que la perturbación que esta ha provocado con el tiempo ya ha alejado a la fauna silvestre de ahí, quedando pocas especies (como demuestran los registros) que tienen una gran adecuación a cambios antropogénicos.

Para este caso, al tratarse de una mina donde el CUSTF será para extracción de material, la remoción de esta superficie será total, quitando definitivamente toda la vegetación e incluso el suelo, fragmentando esta área, por lo que la fauna no podrá utilizarla más, teniendo que prevenir que se afecte más área de la autorizada al **limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas**. Asimismo, como en el impacto anterior, se hará la **creación de brechas corta fuegos** que impedirán incendios, y en caso de que se provoque alguno, no se propague y afecte la vegetación forestal de las inmediaciones, impactando fuertemente si se llegara a propagar aún más.

En segundo lugar, la **reforestación/restauración** de 14.05 ha en zonas degradadas podrá permitir la conservación de sitios que podrán utilizar los vertebrados como ámbitos hogareños, distribuyéndose por ahí y permitiendo la movilidad de tanto fauna pequeña, como mediana y grande.

Posibilidad de pérdida de individuos de fauna

Este impacto es el más vistoso que afecta a la fauna silvestre puesto que se puede observar directamente, siendo fundamental saber las acciones o actividades que podrían ocasionarlo. Desde que empiezan las actividades de la preparación del sitio con el desmonte y despalme se ocasionarán acciones que podrían afectar la fauna silvestre, removiendo la vegetación y haciendo despeje de la tierra, lo que tiene un impacto directo por la destrucción del hábitat, no obstante, dichas acciones pueden influir en la supervivencia de especies nativas de animales (ICMM, 2006), ya que pueden ser aplastados o lesionados por el material, así como por la maquinaria que se utiliza.

Aunado a esto, los trabajadores de la obra, al estar constantemente en el sitio, movilizándose y recorriéndolo, podrán cruzarse y encontrar individuos de las diferentes especies que habiten ahí, ocasionando pérdida de individuos de fauna dado que en su desconocimiento de ella pensarán que son peligrosas y podrían hacerles daño, así como también es posible que pudieran realizar malas prácticas ambientales como colecta, caza y comercialización de fauna.

Para estos casos, se pueden tomar medidas para mejorar las posibilidades de supervivencia de la fauna (ICMM, 2006), ayudando a la conservación de este factor. Dentro de las medidas más importantes, sino es que la más importante, se tendrá que realizar **rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre** dentro de la superficie solicitada para el CUSTF, salvaguardando a todo organismo dentro de dicha área, de tal manera que al momento de efectuarse la etapa de preparación del sitio, no haya organismo a los cuales afectar; asimismo, con esta medida, si se llegase a encontrar algún animal por parte de los trabajadores, se podrá notificar a los técnicos encargados de las acciones de conservación de fauna y podrán ser rescatados.

Ahora bien, otra medida importante a considerar son las **pláticas de concientización ambiental**, las cuales apoyarán por medio de la enseñanza y comprensión de la importancia de la protección de la fauna silvestre, dando información y prohibiciones de actividades perjudiciales que podrían efectuar los trabajadores de la obra, evitando que se dañe a individuos de las diferentes especies encontradas en la superficie de CUSTF. A esto se le sumará la **instalación de letreros y/o carteles informativos** que ayuden a lograr un recordatorio frecuente de las pláticas, sirviendo como fuente de información e instrucciones para poder llevar a cabo una protección adecuada del factor fauna y su hábitat.

Introducción de especies invasivas y contaminación del hábitat

Muchas de las especies invasivas han salido del control del hombre, expandiendo su distribución y abundancia, para posteriormente desplazar especies nativas por competencia, depredación o alteración de sus hábitats naturales (Ojasti, 2001), y dado que se trata de una mina en operación, es importante tomar en cuenta este problema al siempre haber personas en la zona, mismas que podrían incurrir en esta introducción de organismos perjudiciales.

Por lo mismo, la planta de trabajo y las actividades de la obra, también podrían ocasionar contaminación del área por medio de diferentes tipos de residuos producto de las acciones en las diferentes etapas, afectando no solo el área solicitada sino las cercanías.

Con esto en mente, la asimilación y comprensión del conocimiento sobre el ambiente, su comportamiento, manejo adecuado y racional permitirá la participación responsable y eficaz en la prevención y solución de los problemas ambientales por parte de los trabajadores, contribuyendo en mejorar la calidad del medio ambiente. Dicho proceso educativo es clave en la formación de convicciones y actitudes éticas, económicas y estéticas, que constituyen la base de una disciplina hacia el ambiente garantizando su protección, mantenimiento y preservación (Hernández-Salas *et al.*, 2020), algo sumamente necesario a la hora de realizar proyectos como el presente, donde se afectará también de manera indirecta, sirviendo entonces las **prácticas de concientización ambiental** para evitar tanto la introducción de especies invasivas como de contaminación del hábitat adyacente a la superficie de CUSTF, dando el conocimiento adecuado de lo perjudicial de ambos impactos hacia el medio natural, la fauna silvestre y en un sentido más amplio, el ecosistema, conservando lo mejor posible. Aunado a ello, la **instalación de letreros y/o carteles informativos** servirá de apoyo como medio para garantizar prácticas ambientales correctas, recordando prohibiciones como las mencionadas anteriormente.

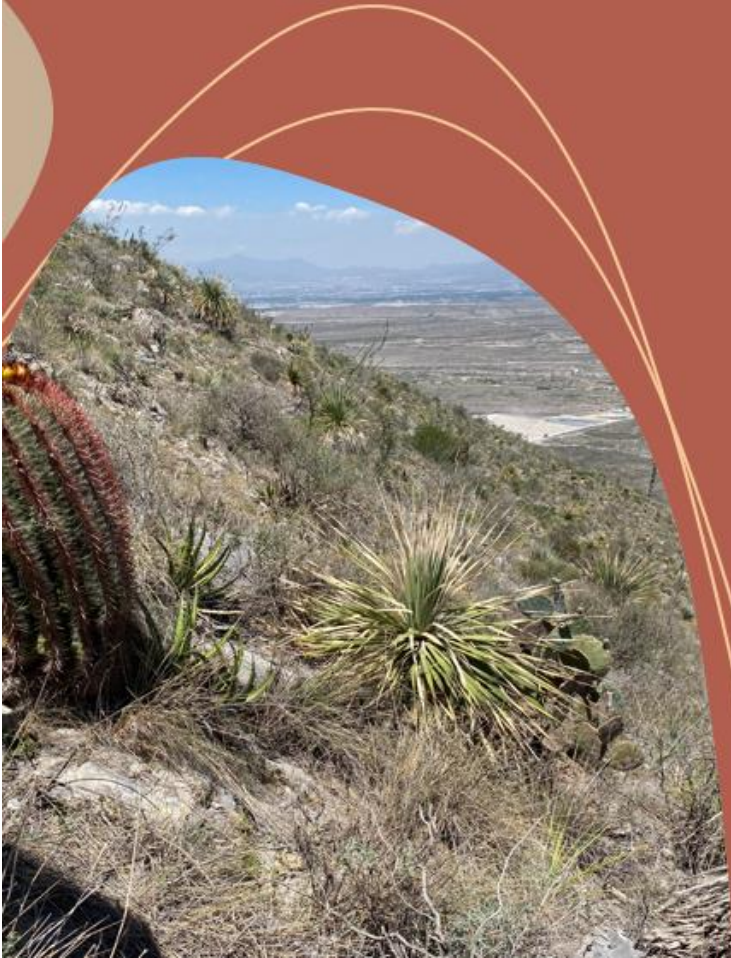
Otra medida que ayudará fuertemente a no contaminar el hábitat de la fauna silvestre es la aplicación de un **plan integral de manejo de residuos**, cuyo objetivo es evitar la dispersión de contaminantes en cualquier zona, por lo que, al efectuarse correctamente, impedirá residuos de cualquier tipo en áreas utilizadas por la fauna.

XIV.3 Conclusiones

En conclusión, el rescate de especies vegetales y la reforestación/restauración tienen como finalidad conservar la estructura y composición florística, así como la conservación de la diversidad de especies del ecosistema que resultará afectado, por lo tanto, se puede concluir que en la Microcuenca se conservará tanto en estructura del ecosistema como la biodiversidad vegetal de la misma.

Por otra parte, es claro que, si se piensa en la riqueza específica, abundancia y diversidad de los grupos faunísticos como de las especies de fauna silvestre en ambas áreas, se puede concluir que es mejor en todo sentido la Microcuenca, existiendo una buena representatividad de todas las especies registradas en el CUSTF dentro de ella, siendo en su mayoría con mejores abundancias. También se apreció que la generalidad de las especies encontradas en el CUSTF son organismos que tienen una adaptabilidad grande a perturbaciones antropogénicas, lo que es entendible dada la ubicación del área solicitada para el CUSTF, encontrándose en las inmediaciones de una mina que con el tiempo y las actividades que suceden ahí, han alejado a mucha fauna silvestre de la zona, yéndose la misma a sitios con menos perturbaciones, lo que explica el bajo registro en el área. Asimismo, se le puede sumar el hecho de que se aplicarán medidas de mitigación para evitar cualquier impacto ocurrido por razones de las obras que se presentarán por el presente proyecto, que a su vez, al analizar el panorama completo, significa que **la afectación en el área del CUSTF NO será significativa para el factor fauna dando así cumplimiento a lo establecido en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

Modalidad A - Particular



Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO XV

DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DEL PRESTADOR DE SERVICIOS FORESTALES QUE HAYA ELABORADO EL ESTUDIO, Y DEL QUE ESTARÁ A CARGO DE LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO



Contenido

| | |
|--|---|
| XV. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DEL PRESTADOR DE SERVICIOS FORESTALES QUE HAYA ELABORADO EL ESTUDIO, Y DEL QUE ESTARÁ A CARGO DE LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. | 3 |
| XV.1 Prestador de servicios..... | 3 |
| XV.1.1 Nombre | 3 |
| XV.1.2 Domicilio | 3 |
| XV.1.3 Número de inscripción en Registro Forestal..... | 3 |
| XV.1.4 Copia simple de identificación oficial | 3 |
| XV.1.5 Copia de la inscripción en el registro forestal del prestador de servicios técnicos forestales..... | 4 |
| XV.2 Colaboradores o participantes..... | 5 |
| XV.3 Firmas..... | 6 |
| XIII.3.1 Firma del responsable técnico | 6 |
| XIII.3.2 Firma del solicitante | 6 |
| Xv.4 Nombre del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo autorizado..... | 6 |

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

XV. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DEL PRESTADOR DE SERVICIOS FORESTALES QUE HAYA ELABORADO EL ESTUDIO, Y DEL QUE ESTARÁ A CARGO DE LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.



XV.1 Prestador de servicios

XV.1.1 Nombre

XV.1.2 Domicilio

XV.1.3 Número de inscripción en Registro Forestal

XV.1.4 Copia simple de identificación oficial



Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

XV.1.5 Copia de la inscripción en el registro forestal del prestador de servicios técnicos forestales

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

XV.3 Firmas

Las firmas presentadas en esta página, son para el proyecto denominado: Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

XIII.3.1 Firma del responsable técnico

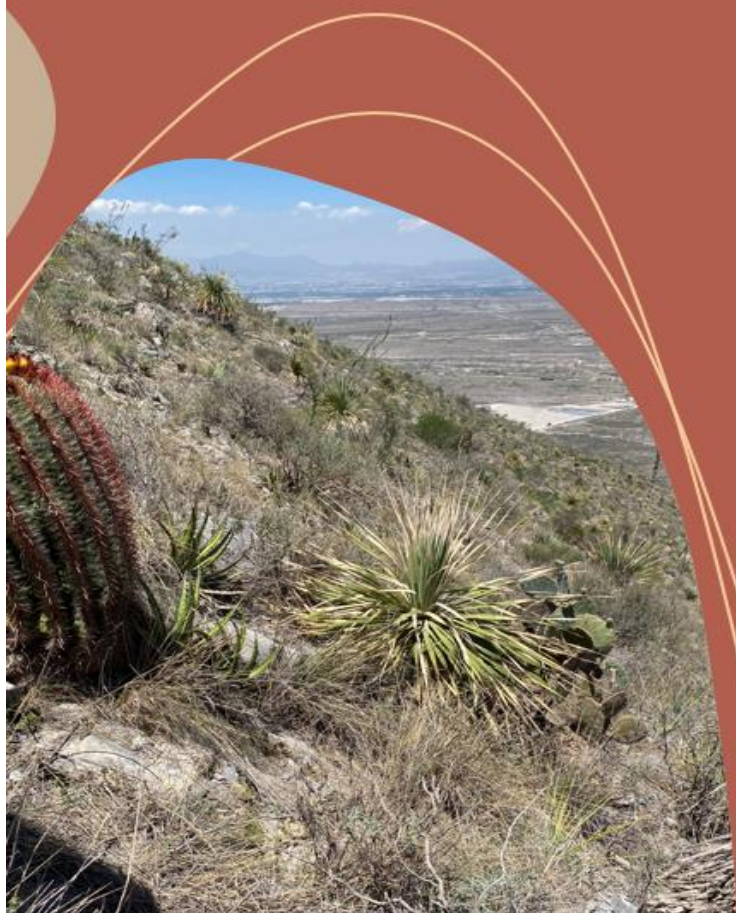
XIII.3.2 Firma del solicitante

C. Jesús Eduardo Berlanga Gallardo
Representante legal
BEGASA TRITURADOS S.A DE C.V.

Xv.4 Nombre del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo autorizado

La notificación de la persona responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo autorizado se presentará ante la autoridad que emite la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) en el plazo de 10 días hábiles siguientes al inicio de los trabajos de remoción de la vegetación (una vez resuelta la autorización).

Modalidad A - Particular



**Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)**
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO XVI

**APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN LOS PROGRAMAS DE
ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO EN SUS DIFERENTES CATEGORÍAS,
LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y DEMÁS DISPOSICIONES JURÍDICAS
APLICABLES, Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO.**



Contenido

| | |
|---|----|
| XVI. APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO EN SUS DIFERENTES CATEGORÍAS, LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y DEMÁS DISPOSICIONES JURÍDICAS APLICABLES, Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO. | 3 |
| XVI.1 Ordenamientos Ecológicos Territoriales..... | 4 |
| XVI.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio | 5 |
| XVI.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila | 10 |
| XVI.1.3 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos, Coahuila | 20 |
| XVI.2 Normas Oficiales Mexicanas | 36 |
| XVI.2.1 En materia de flora y fauna | 36 |
| XVI.2.2 En materia de residuos peligrosos..... | 37 |
| XVI.2.3 En materia de emisiones a la atmósfera..... | 38 |
| XVI.2.4 En materia de emisión de ruido..... | 41 |
| XVI.2.5 En materia de suelos | 42 |
| XVI.3 Áreas Naturales Protegidas..... | 43 |
| XVI.4 Regiones CONABIO | 44 |
| XVI.5 Conclusiones | 45 |
| XVI.6 Bibliografía | 46 |

XVI. APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO EN SUS DIFERENTES CATEGORÍAS, LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y DEMÁS DISPOSICIONES JURÍDICAS APLICABLES, Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO.

Introducción.

Las obras y actividades que se exponen requieren para su desarrollo de las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental y en materia forestal, por tratarse de un cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) para la realización de actividades extractivas (competencia estatal) en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

Lo anterior, conforme a lo que establece el Artículo 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, LGEEPA; Artículo 5 Inciso O) del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, REIA; Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, LGDFS; y Artículo 141 del Reglamento de la LGDFS.

Dichas autorizaciones (ambiental y forestal) son pronunciadas por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) y por la Dirección General de Gestión Forestal, Suelos y Ordenamiento Territorial (DGGFSOT), ambas dependencias, unidades administradoras de la hoy Subsecretaría de Regulación Ambiental (SRA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Sin embargo, a pesar de que son dos trámites que pueden presentarse de forma individual, el cambio de uso de suelo de áreas forestales que se plantea en el presente DTU-A, comparte identidad de propósito y alcances; por ello, uno y otro se juntan en un solo Documento Técnico Unificado (DTU) y se presentan ante una sola autoridad administrativa para su evaluación y dictaminación correspondiente.

Lo antes expuesto, con fundamento a lo que establecen los Artículos 35Bis3 Segundo Párrafo y 109 Bis1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, LGEEPA; Artículo 47 Segundo Párrafo del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, REIA; Artículo 75 Último Párrafo de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, LGDFS; y Artículo 49 del Reglamento de la LGDFS.

Así también, la vinculación de las obras y actividades que se proyectan con el marco legal ambiental aplicable es parte fundamental del contenido del presente Documento Técnico Unificado modalidad A (DTU-A), por lo que, considerando la ubicación, dimensión, características y alcances del proyecto y en cumplimiento a las disposiciones jurídicas ambientales se presenta la vinculación de las obras y actividades que se plantean con lo dispuesto en los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos de relevancia y aplicación en la zona de estudio donde se llevaran a cabo los trabajos propuestos, a fin de sujetarse a los lineamientos de cada disposición ambiental con validez oficial y mostrar la viabilidad y la congruencia de los objetivos del proyecto con los objetivos que pretenden todos y cada uno de los ordenamientos aplicables en la regulación de su desarrollo y construcción, dando así, certidumbre de la viabilidad jurídica del proyecto.

XVI.1 Ordenamientos Ecológicos Territoriales

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación, y son: general, marino, regional y local.

El ordenamiento general define una regionalización ecológica en la que se identifican áreas de atención prioritaria, áreas de aptitud sectorial y lineamientos y estrategias ecológicas aplicadas a dichas áreas. El ordenamiento marino establece los lineamientos y las previsiones a que deberá sujetarse el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y a biodiversidad en las zonas marinas mexicanas y sus zonas federales adyacentes.

Por su parte, el ordenamiento regional tiene como objetivo orientar el desarrollo de los programas sectoriales hacia los sitios, con mayor aptitud y menor impacto ambiental, identificar áreas de atención prioritaria, optimizar el gasto público, asegurar la continuidad de las políticas ambientales locales. El ordenamiento local tiene como objetivo regular los usos del suelo fuera de los centros de población y establecer los criterios de regulación ecológica dentro de los centros de población para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Los planes o programas de desarrollo urbano deberán tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidas en estos programas.

Ahora bien, de acuerdo a la información encontrada en las páginas de la SEMARNAT, a nivel nacional se cuenta con el: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. También, existen dos (02) ordenamientos ecológicos expedidos en el Estado de Coahuila, y son:

- ❖ Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Coahuila.
- ❖ Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Torreón.

Lo anterior, se aprecia en las siguientes imágenes:

The screenshot shows the SEMARNAT website interface. At the top, there is a navigation bar with 'Trámites' and 'Gobierno'. The main heading is 'Ordenamientos Ecológicos Expedidos'. Below this, there is a search bar and a list of filters. A table lists the following entry:

| Estado | Ordenamiento | Fecha de Decreto | Documento (2) | Cambio Climático (1) |
|----------|---|------------------------------|---|----------------------|
| Nacional | Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio | D.O.F. 07/Sep/2012 (Acuerdo) | Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio | Si |

To the right of the table is a map of Mexico with various regions highlighted in different colors. Below the table, there is a section for 'Relacionadas' with a logo for 'Subsistema de Información de Ordenamiento Ecológico'. The footer of the page indicates the author as 'Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales' and the update date as '07 de febrero de 2022'.

<https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/ordenamiento.html>



Ordenamientos Ecológicos Expedidos

Puede realizar una búsqueda escribiendo texto en los espacios en blanco, para hacer una nueva búsqueda presione "Limpiar Filtros"

[Limpiar Filtros](#)

(1) Con estrategias y criterios de mitigación o adaptación al Cambio Climático

(2) Bitácoras Ambientales

| Estado | Ordenamiento | Fecha de Decreto | Documento (2) | Cambio Climático (1) |
|----------|----------------------|----------------------------|---|----------------------|
| coahuila | | | | |
| Coahuila | Estatad | P.O. 28/Nov/2017 | Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila | Si |
| | | P.O. 21/Abr/2020 (adición) | Adición de criterios CUS3 y CUS4 | |
| Coahuila | Municipal de Torreón | P.O. 16/Feb/2018 | Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Torreón | |

Autor
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Fecha de actualización
07 de febrero de 2022

Relacionadas

Subsistema de Información de Ordenamiento Ecológico

<https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/ordenamiento.html>

De lo anterior, los ordenamientos ecológicos aplicables al presente proyecto por su ubicación, dimensión, características y alcance son el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila, por lo que, a continuación, se presenta la vinculación de estas disposiciones jurídicas con las obras y actividades que se proyectan.

XVI.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio está integrado por la regionalización ecológica (áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización. Su objeto es:

- ❖ Promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la administración pública federal (APF);
- ❖ Orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos;
- ❖ Fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales;
- ❖ Promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- ❖ Fortalecer el sistema nacional de áreas naturales protegidas;
- ❖ Apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la administración pública federal (APF).

Por su escala y alcance NO tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas,

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

Expuesto lo anterior, se identificó que la zona del proyecto minero se ubica en la unidad ambiental biofísica clasificada como UAB 28 Gran Sierra Plegada (de Nuevo León-Tamaulipas) con políticas ambientales de Aprovechamiento Sustentable, Preservación y Restauración, como se advierte en la siguiente imagen:

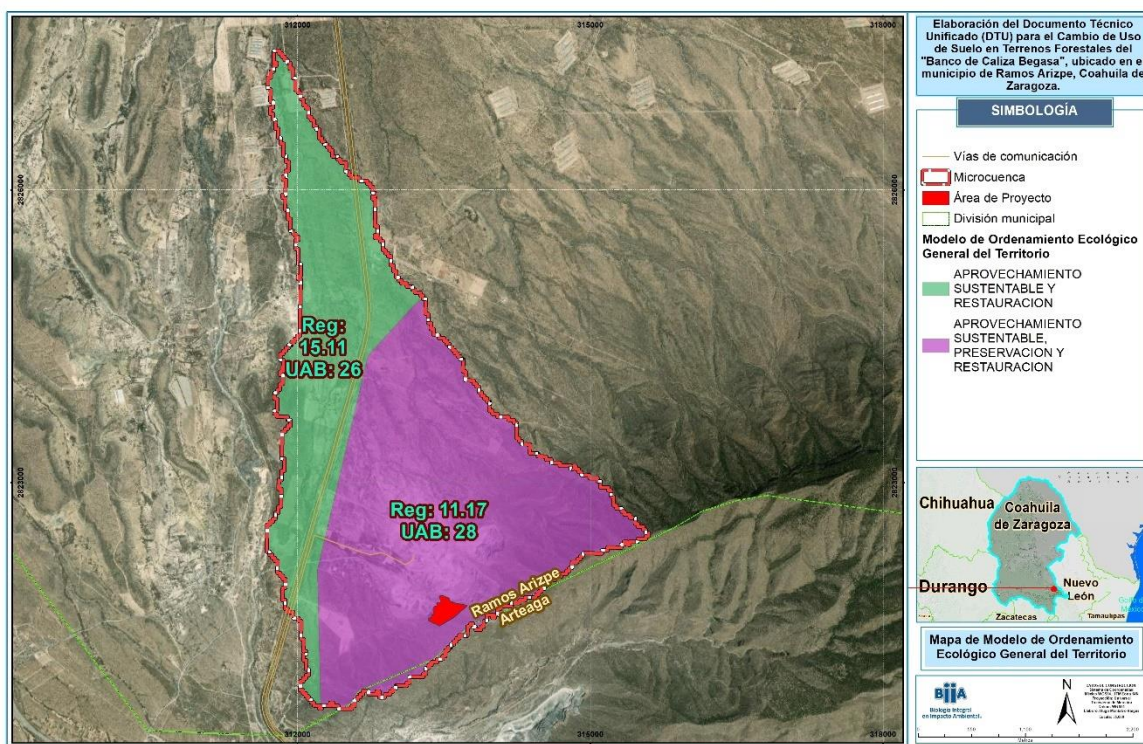


Figura 1. Ubicación del proyecto en la UAB 28 Gran Sierra Plegada (de Nuevo León-Tamaulipas) del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), con políticas ambientales de Aprovechamiento Sustentable, Preservación y Restauración.

Las estrategias sectoriales de la UAB que se analiza son las siguientes:

| UAB | Estrategias Sectoriales |
|---|--|
| UAB 28 Gran Sierra Plegada (de Nuevo León-Tamaulipas) | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 37, 42, 43, 44 |

A continuación, se describe la vinculación jurídica de los trabajos de remoción de vegetación forestal que se plantean con las estrategias ecológicas de la Unidad Ambiental Biofísica antes descrita.

Estrategias Ecológicas de la UAB 28 Gran Sierra Plegada (de Nuevo León-Tamaulipas)

DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO

| Estrategias Ecológicas de la UAB 28 Gran Sierra Plegada (de Nuevo León-Tamaulipas) | |
|---|--|
| A) Preservación | VINCULACIÓN |
| <p>1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad</p> | <p>Para contribuir al objetivo de la presente estrategia, en el presente documento técnico unificado (DTU) se propone la ejecución de diversas medidas, entre las que se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Plan integral de manejo de residuos: <ol style="list-style-type: none"> a. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos. b. Identificación y separación de residuos de obra. c. Manejo y disposición de residuos urbanos. d. Manejo y disposición de residuos peligrosos. e. Almacén temporal. f. Transporte y disposición final. g. Manejo y disposición de residuos de manejo especial. h. Residuos producto de los sanitarios portátiles. ❖ Mantenimiento de los servicios ambientales: <ol style="list-style-type: none"> a. Creación de brechas corta fuegos. b. Rehabilitación de suelos contaminados. c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. d. Reforestación en 14.05 hectáreas. e. Control de la erosión. f. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. g. Acciones de rescate y reubicación de flora y fauna. ❖ Protección a recursos hídricos: <ol style="list-style-type: none"> a. Barreras contra caídas. b. Barreras de sedimentos. c. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. d. Construcción de 220 zanjas trincheras. |
| <p>2. Recuperación de especies en riesgo</p> | <p>Para contribuir con lo aquí dispuesto se propone la realización de lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Acciones de rescate y reubicación de flora y fauna. |
| <p>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad</p> | <p>Previo a la elaboración del presente documento técnico unificado (DTU) se realizó una visita de campo a la zona donde se llevarán a cabo las actividades de remoción de vegetación forestal, con la intención de identificar la biodiversidad existente en el área intervenida, al mismo tiempo que se determinaron las acciones (medidas) a seguir para disminuir y compensar los efectos negativos de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.</p> |
| B) Aprovechamiento Sustentable | VINCULACIÓN |
| <p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales</p> | <p>El cambio de uso de suelo en terreno forestal realizado no presenta como finalidad u objetivo el aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. Las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal que se plantean tienen como única finalidad la extracción de piedra de caliza; por lo que, las</p> |

| Estrategias Ecológicas de la UAB 28 Gran Sierra Plegada (de Nuevo León-Tamaulipas) | |
|--|---|
| | actividades de remoción de vegetación forestal no se contraponen con lo que aquí se indica. |
| 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios | Las indicaciones aquí establecidas no son aplicables a las actividades de remoción de vegetación forestal que se exponen, debido a que son acciones que regulan el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas y pecuarios y sobre la modernización de infraestructura hidroagrícola. No regulan trabajos para el desarrollo de actividades de extracción. |
| 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas | |
| 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales | Si bien en el presente documento técnico unificado (DTU) se propone la remoción de vegetación forestal, esta actividad no debe interpretarse como un aprovechamiento ¹ de los recursos forestales existentes en la zona, en virtud de que la superficie a remover es únicamente para extraer material de caliza, donde únicamente se ocupará la superficie del suelo delimitada para ello. |
| 8. Valoración de los servicios ambientales | Para contribuir al cuidado de los servicios ambientales de la zona a intervenir con trabajos de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y minimizar las posibles afectaciones, en el presente documento técnico unificado (DTU) se propone la realización de las siguientes medidas ambientales: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Mantenimiento de los servicios ambientales: <ol style="list-style-type: none"> a. Creación de brechas corta fuegos. b. Rehabilitación de suelos contaminados. c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. d. Reforestación en 14.05 hectáreas. e. Control de la erosión. f. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. g. Acciones de rescate y reubicación de flora y fauna. |
| C) protección de los recursos naturales | VINCULACIÓN |
| 12. Protección de los ecosistemas | Para contribuir al objetivo de la presente estrategia, en el presente documento técnico unificado (DTU) se propone la realización de pláticas ambientales para concientizar a los trabajadores de la obra sobre la forma de ejecución de las distintas acciones encaminadas al cuidado, conservación y protección del agua, de los suelos y de la flora y fauna silvestre del ecosistema a intervenir. |
| 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes | La indicación aquí señalada no es aplicable a la remoción de vegetación efectuada por ser acciones que regulan el uso adecuado de agroquímicos y biofertilizantes. |

¹ Aprovechamiento. Acción y efecto de aprovechar o aprovecharse. Diccionario de la Real Academia Española.

| Estrategias Ecológicas de la UAB 28 Gran Sierra Plegada (de Nuevo León-Tamaulipas) | |
|--|---|
| D) RESTAURACIÓN | VINCULACIÓN |
| 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos. | Esta estrategia promueve la restauración de los ecosistemas forestales y de suelos, al respecto en el contenido del presente documento técnico unificado (DTU) se proponen diversas medidas de mitigación, entre las que destaca la realización de acciones de reforestación en una superficie de 14.05 hectáreas. |
| E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios | VINCULACIÓN |
| 15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables | Las indicaciones aquí establecidas no son aplicables a las actividades de desmonte y despalme (remoción de vegetación forestal) que se proponen, en virtud de que tales acciones están dirigidas a la investigación y a la consolidación de la normatividad ambiental sobre la minería, y al establecimiento de mecanismos de supervisión e inspección en el sector hidrocarburos. |
| 15BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. | |
| GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA | |
| E) Desarrollo Social | VINCULACIÓN |
| 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas | El desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, no se contraponen con las estrategias aquí señaladas, debido a que éstas promueven la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa; la integración de mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo; el desarrollo de las capacidades básicas de las personas; y el uso de servicios de salud, en mujeres y niños; todo esto, para las personas en situación de pobreza y en núcleos agrarios o localidades rurales. Es decir, son acciones que tiene por objeto impulsar la integración de las zonas rurales y disminuir la pobreza en estas comunidades, lo cual, no guarda relación alguna con los trabajos de remoción de vegetación forestal que se exponen en el presente documento técnico unificado (DTU). |

| Estrategias Ecológicas de la UAB 28 Gran Sierra Plegada (de Nuevo León-Tamaulipas) | |
|---|--|
| DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN | |
| A) Marco Jurídico Institucional | VINCULACIÓN |
| 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural | Para la realización de las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal el promovente del proyecto cuenta con los derechos de propiedad del terreno forestal a intervenir. |
| B) Planeación del Ordenamiento Territorial | VINCULACIÓN |
| 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos | Las estrategias aquí señaladas no son aplicables a las actividades de remoción de vegetación forestal que se plantean, ya que están enfocadas a integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos, así como, a impulsar el desarrollo regional a través de la participación coordinada entre el gobierno federal, estatal y municipal y concertadas con la sociedad civil. |
| 44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil | |

En síntesis, las estrategias de la unidad ambiental biofísica analizada no establecen limitaciones para el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo forestal que se proyectan, es así que, su realización no contraviene el contenido de este ordenamiento de carácter orientativo dirigido a los sectores de la administración pública federal (APF) y que no tiene como finalidad negar o autorizar la ejecución de actividades sectoriales. Sin embargo, para contribuir con su objetivo de conservación de la riqueza natural del país de manera integral y sustentable, se llevarán a cabo diversas medidas de mitigación con el fin primordial de evitar, reducir y compensar impactos a los factores ambientales de la zona a intervenir.

XVI.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila Unidades de Gestión Ambiental.

Para el estado de Coahuila de Zaragoza se definieron 468 UGAs a las cuales se les asignó su política ambiental, además de agregar el criterio de manejo de cuencas al incluir las cuencas hidrológicas como unidad de planeación.

Al respecto, la unidad de gestión ambiental que aplica al área de estudio del proyecto, así como los usos de suelo establecidos en dicha UGA son los que a continuación se describen.

Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

| UGA | Uso de Suelo Compatible | Uso de Suelo Incompatible |
|----------------------|-------------------------|--|
| 16. APS-RH24B-192APS | Forestal (FOR) | Agrícola (AGR), Cinegético (CI), Conservación (CON), Ganadero (GAN) y Urbano (URB) |

En la siguiente imagen se aprecia la ubicación del proyecto dentro de la UGA 16. APS-RH24B-192APS.

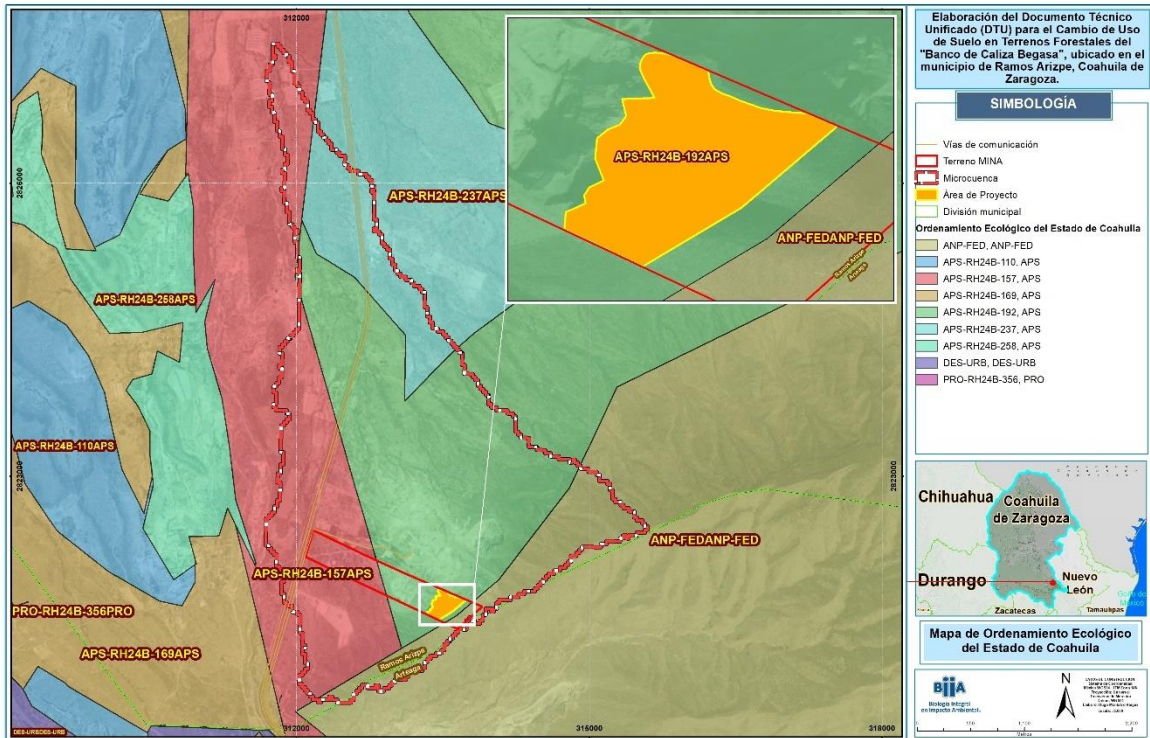


Figura 2. Ubicación del proyecto, en la unidad de gestión ambiental: UGA 16. APS-RH24B-192APS del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Coahuila, con política ambiental de Aprovechamiento sustentable.

Políticas Ambientales.

A cada UGA se asignó su política ambiental: preservación, aprovechamiento sustentable, protección y restauración.

De lo anterior, la política ambiental que aplica a la zona de estudio del proyecto es:

Aprovechamiento Sustentable. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forma parte dichos recursos, por periodos indefinidos. Esta política se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales.

Esta política permite el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales de manera sustentable con respeto a la integridad funcional y la capacidad de carga del ecosistema. En ese sentido, las obras y actividades que forman parte del proyecto minero para la extracción de piedra de caliza y las medidas de mitigación que se proponen para la conservación, restauración y compensación del medio ambiente de la zona del proyecto, no contradicen lo dispuesto en esta política ambiental.

Criterios de Regulación Ecológica.

Son los aspectos generales o específicos que norman los diversos usos de suelo en el área de ordenamiento e incluso de manera específica de las distintas Unidades de Gestión Ambiental.

Al respecto, los criterios ecológicos que aplican al área de estudio del proyecto son los siguientes:

| UGA | Criterios ecológicos |
|-------------------|--|
| 16. APS-RH24B-192 | CUS1, Cambio de Uso de Suelo, CUS2, Cambio de Uso de Suelo, CC4, Cambio Climático, Todos Forestal, Todos Turismo, Todos Generales, Todos Minería Metálicos |

Derivado de lo anterior, la unidad de gestión ambiental aplicable contine criterios ecológicos que regulan el desarrollo de obras y/o actividades relacionadas con el Cambio de Uso de Suelo, el Cambio Climático, Forestales, de Turismo, Generales y los de Minería Metálicos. Por lo que, dada la naturaleza del proyecto, los criterios ecológicos para Turismo y la Minería metálica no son aplicables; considerándose únicamente los criterios ecológicos establecidos para las obras y actividades relacionadas con Cambio de Uso de Suelo, Cambio Climático, Forestales y Generales.

A continuación, se presenta la vinculación de dichos criterios con los trabajos de cambio de uso de suelo en terreno forestal que se proponen para la extracción de piedra de caliza.

| CRITERIOS ECOLÓGICOS | | |
|----------------------|--|---|
| CLAVE | CAMBIO DE USO DE SUELO | Vinculación con el proyecto |
| CUS1 | Si por excepción, la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se ubiquen en predios donde se pretendan llevar a cabo nuevos proyectos de desarrollo, se podrá cambiar el uso del suelo hasta en un 30 a 40% de su superficie (los terrenos forestales que se distribuyan por encima de los 2800 msnm y el bosque de galería tendrán un porcentaje de cambio de uso del suelo menor al que se | Para la extracción de piedra de caliza (proyecto minero) será necesario realizar previamente actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal con vegetación correspondiente a Matorral Desértico Rosetófilo (MDR). Ahora bien, de acuerdo a lo que señala el criterio ecológico aquí descrito, con la autorización competente, en este caso de la Dirección General de Gestión Forestal, Suelos y Ordenamiento Ecológico (DGGFSOE), se permite el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en el predio a intervenir, hasta en un 40% de su superficie. |

| CRITERIOS ECOLÓGICOS | |
|--|---|
| <p>señala). El terreno forestal restante (60-70%) deberá estar sujeto a acciones de manejo permanentes que promuevan la conservación de las comunidades vegetales presentes, el manejo de hábitats de fauna silvestre y la reubicación de los ejemplares de especies vegetales provenientes del área desmontada, así como la minimización en la fragmentación de hábitats y los efectos de borde y relajación en la o las teselas de vegetación remanente, así como el manejo de los hábitats para la mantener la conectividad ecológica. Las acciones de rehabilitación y manejo, enunciativas más no limitativas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Disminución del riesgo por incendio (Creación de brechas contrafuego, retiro de biomasa vegetal muerta, etcétera). ❖ Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO) ❖ Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia con el tamaño y magnitud de las zonas erosionadas. ❖ Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas. ❖ El área sin desmontar se ubicará preferentemente en la periferia del terreno forestal, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes. | <p>En ese sentido, para estar en aptitud de poder llevar a cabo las obras y actividades del proyecto minero, se presenta a esa Unidad Administrativa de la SEMARNAT el trámite de solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la presentación del presente documento técnico unificado (DTU), para obtener la autorización tanto en materia ambiental como forestal.</p> <p>Es preciso señalar que, de los 522,000 m² [52.20 hectáreas] que conforman la superficie total del predio, únicamente 62,300 m² [6.23 hectáreas] es la superficie que será sometida al CUSTF, equivalente al 11.93 % de la superficie total del predio. De igual modo, se manifiesta que el terreno forestal a intervenir se encuentra entre los 1690 y los 1820 msnm aproximadamente.</p> <p>Así también, para la conservación, restauración y protección del medio ambiente de la zona del proyecto, se desarrollarán diversas medidas de prevención, reducción y compensación, entre las que se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria: <ol style="list-style-type: none"> a. Control de ruido. b. Horario solo diurno. ❖ Plan integral de manejo de residuos: <ol style="list-style-type: none"> a. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos. b. Identificación y separación de residuos de obra. c. Manejo y disposición de residuos urbanos. d. Manejo y disposición de residuos peligrosos. e. Almacén temporal. f. Transporte y disposición final. g. Manejo y disposición de residuos de manejo especial. h. Residuos producto de los sanitarios portátiles. ❖ Mantenimiento de los servicios ambientales: <ol style="list-style-type: none"> a. Creación de brechas corta fuegos. b. Rehabilitación de suelos contaminados. c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. |

| CRITERIOS ECOLÓGICOS | | |
|----------------------|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> d. Reforestación en 14.05 hectáreas. e. Control de la erosión. f. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. g. Acciones de rescate y reubicación de flora y fauna. ❖ Protección a recursos hídricos: <ul style="list-style-type: none"> a. Barreras contra caídas. b. Barreras de sedimentos. c. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. d. Construcción de 220 zanjas trincheras. ❖ Capacitación en materia de seguridad y ambiente: <ul style="list-style-type: none"> a. Capacitación en materia de seguridad e higiene. b. Capacitación en materia ambiental. ❖ Supervisión ambiental. <p>Medidas que se describen ampliamente en el contenido del presente documento técnico unificado (DTU).</p> |
| CUS2 | <p>En los terrenos preferentemente forestales incluidos en predios de los nuevos proyectos de desarrollo, que contemplen cambio de uso del suelo, se deberá reforestar el 17% de su superficie con especies nativas que estarán sujetos a acciones de manejo. Las acciones de manejo, enunciativas más no limitativas, son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Disminución del riesgo por incendio (Creación de brechas contrafuego, retiro de biomasa vegetal muerta, etcétera). ❖ Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO). ❖ Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en | <p>La superficie total de afectación para el cambio de uso de suelo está clasificada como terrenos forestales², por lo que, la realización de los trabajos proyectados no intervendrá en superficies con presencia de terrenos preferentemente forestales³; en ese sentido, lo dispuesto en este criterio ecológico no es aplicable a la actividad de remoción de vegetación forestal (desmonte y despalme) que el presente proyecto minero propone llevar a cabo en un predio catalogado como terreno forestal. No obstante, como medida de compensación por el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se propone llevar a cabo acciones de reforestación en una superficie de 14.05 hectáreas.</p> |

² Terreno Forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales.

³ Terreno Preferentemente Forestal: Aquel que habiendo estado cubierto por vegetación forestal y que en la actualidad no está cubierto por dicha vegetación, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía, cuya pendiente es mayor al 5 por ciento en una extensión superior a 38 metros de longitud y puede incorporarse al uso forestal, siempre y cuando no se encuentre bajo un uso aparente.

| CRITERIOS ECOLÓGICOS | | |
|----------------------|---|--|
| | <p>concordancia con su magnitud.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas. ❖ El área reforestada (con especies nativas) se ubicará preferentemente en la periferia del terreno, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes. | |
| CLAVE | CAMBIO CLIMÁTICO | Vinculación con el proyecto |
| CC4 | <p>Para atender los efectos más probables del cambio climático sobre el sector forestal, para el año de 2050 se deberán realizar las siguientes acciones, enunciativas más no limitativas, de adaptación: Se realizarán inversiones para la investigación que permita el cultivo de especies no maderables; Se realizarán un extensionismo efectivo que permita la implementación de cultivos de especies no maderables y que éstos constituyan el mayor volumen producido; Se realizarán o se favorecerán las inversiones para la instalación de plantas de elaboración de productos a partir de las especies no maderables.</p> | <p>Este criterio de regulación ecológica no es aplicable al presente proyecto, toda vez que está dirigido a las autoridades ambientales. No obstante, para contribuir con lo aquí dispuesto se realizarán las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Plan integral de manejo de residuos: <ol style="list-style-type: none"> a. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos. b. Identificación y separación de residuos de obra. c. Manejo y disposición de residuos urbanos. d. Manejo y disposición de residuos peligrosos. e. Almacén temporal. f. Transporte y disposición final. g. Manejo y disposición de residuos de manejo especial. h. Residuos producto de los sanitarios portátiles. ❖ Mantenimiento de los servicios ambientales: <ol style="list-style-type: none"> a. Creación de brechas corta fuegos. b. Rehabilitación de suelos contaminados. c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. d. Reforestación en 14.05 hectáreas. e. Control de la erosión. f. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. g. Acciones de rescate y reubicación de flora y fauna. |

| CRITERIOS ECOLÓGICOS | | |
|----------------------|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Protección a recursos hídricos: <ul style="list-style-type: none"> a. Barreras contra caídas. b. Barreras de sedimentos. c. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. d. Construcción de 220 zanjas trincheras. <p>Medidas que se describen ampliamente en el contenido del presente documento técnico unificado (DTU).</p> |
| CLAVE | GENERALES | Vinculación con el proyecto |
| GEN1 | Se deberán generar sistemas de información que permitan la prevención de riesgos meteorológicos, geológicos y antropogénicos. | Lo que dispone el criterio ecológico aquí descrito no es aplicable al proyecto, toda vez que no presenta relación alguna con el cambio de uso de suelo en terreno forestal que se propone para el desarrollo de actividades de extracción de piedra de caliza. |
| GEN2 | Se deberán promover la recuperación física, química y biológica de suelos afectados por algún tipo de degradación. | Para contribuir con la restauración del suelo, se realizarán diversas medidas, como las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Mantenimiento de los servicios ambientales: <ul style="list-style-type: none"> a. Creación de brechas corta fuegos. b. Rehabilitación de suelos contaminados. c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. d. Reforestación en 14.05 hectáreas. e. Control de la erosión. f. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. |
| GEN3 | El derecho de vía de los caminos deberá mantenerse libre de vegetación con el fin de disminuir el atropellamiento de especies animales. | Los trabajos de cambio de uso de suelo en terreno forestal que se proponen para desarrollar actividades de extracción de material de caliza no guardan relación alguna con lo que dispone este criterio ecológico, por lo que no es aplicable. |
| GEN4 | Para garantizar el desarrollo sustentable de la UGA, el proceso de evaluación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) deberá garantizar la congruencia de éstas con los programas de ordenamiento ecológico existentes. | Este criterio de regulación ecológica no aplicable al presente proyecto, toda vez que está dirigido a las autoridades ambientales. No obstante, para contribuir con lo aquí dispuesto y garantizar el desarrollo sustentable se propone la ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación. |
| GEN5 | Para proteger el patrimonio histórico cultural, los propietarios de bienes inmuebles que contengan monumentos | Las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal que se proyectan, no guardan relación alguna con el criterio ecológico aquí descrito, toda vez que, regula las obras de |

| CRITERIOS ECOLÓGICOS | | |
|----------------------|--|--|
| | históricos o artísticos, así como los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, deberán llevar a cabo estas obras de conformidad con lo establecido en las leyes y normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones aplicables. | excavación, cimentación, demolición o construcción que se pretendan en bienes inmuebles históricos o artísticos, de ahí que no es aplicable. |
| GEN6 | Los usos del suelo consuntivos que actualmente se realicen en la UGA, podrá seguir realizándose, siempre y cuando, atiendan los criterios de regulación ecológica generales y los que le apliquen al sector correspondiente. | En atención a lo aquí dispuesto se han considerado los criterios de regulación establecidas en la UGA aplicable al proyecto, toda vez que, el cambio de uso de suelo que se proyecta es para continuar realizando en la zona a intervenir actividades de extracción de piedra de caliza. |
| GEN7 | Se deberán realizar acciones en el sistema educativo formal y no formal para difundir el contenido del programa de ordenamiento ecológico, primordialmente al sector universitario, a los tomadores de decisiones del gobierno estatal y municipal y al sector empresarial. | El criterio ecológico aquí descrito no es aplicable a las actividades de cambio de uso de suelo que se proyecta para el desarrollo de trabajos de extracción de piedra de caliza, lo cual, no presenta relación alguna con el sistema educativo. |
| CLAVE | APROVECHAMIENTOS FORESTALES NO MADERABLES | Vinculación con el proyecto |
| FOR1 | Se deberá promover la conservación de espacios con vegetación forestal en las zonas de aprovechamiento forestal no maderable. | Para contribuir con la conservación de la vegetación forestal en la zona del proyecto, por el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal se realizarán las siguientes acciones: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Plan integral de manejo de residuos: <ol style="list-style-type: none"> a. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos. b. Identificación y separación de residuos de obra. c. Manejo y disposición de residuos urbanos. d. Manejo y disposición de residuos peligrosos. e. Almacén temporal. f. Transporte y disposición final. g. Manejo y disposición de residuos de manejo especial. |

| CRITERIOS ECOLÓGICOS | | |
|----------------------|---|---|
| | | <p>h. Residuos producto de los sanitarios portátiles.</p> <p>❖ Mantenimiento de los servicios ambientales:</p> <p>a. Creación de brechas corta fuegos.</p> <p>b. Rehabilitación de suelos contaminados.</p> <p>c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas.</p> <p>d. Reforestación en 14.05 hectáreas.</p> <p>e. Control de la erosión.</p> <p>f. Creación de 313 barreras de piedra acomodada.</p> |
| FOR2 | Se deberá promover el establecimiento de bancos de germoplasma forestal en áreas de aprovechamiento forestal no medible. | Criterio ecológico dirigido a las autoridades competentes en la materia. Las actividades de cambio de uso de suelo en terreno que se propone no guardan relación alguna con el establecimiento de bancos de germoplasma ⁴ , por lo que lo aquí dispuesto no es aplicable. |
| FOR3 | Se deberá evitar, en la realización de actividades de aprovechamientos forestales, la erosión o degradación del suelo, para lo cual dichas actividades se realizarán de manera tal que mantenga su integridad, su capacidad productiva forestal, y que no se comprometa su biodiversidad y los servicios ambientales que presta, para hacerlo consistente con los criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola a que se refiere el Artículo 33, fracciones V y VI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. | <p>Las obras y actividades que forman parte del presente proyecto minero no refieren el desarrollo de acciones relacionadas con el aprovechamiento forestal y/o con el aprovechamiento de tierra de monte, por lo que, la realización de los trabajos de extracción de piedra de caliza no contraviene los criterios ecológicos aquí descritos.</p> <p>Para el control de la erosión del suelo por el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal, se propone la construcción de terrazas individuales, cuya función principal consiste en la conservación de humedad a través de acumulación e infiltración del agua de lluvia, para evitar la erosión y retener el suelo de las escorrentías. Así también, se realizarán las siguientes medidas:</p> <p>❖ Mantenimiento de los servicios ambientales:</p> <p>a. Creación de brechas corta fuegos.</p> |
| FOR4 | Se deberá promover que el aprovechamiento de tierra de | |

⁴ Banco de Germoplasma Forestal (BGF), el lugar que cuenta con personal técnico y los equipos necesarios para realizar los procesos de recolección, beneficio, almacenamiento y conservación de germoplasma forestal bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, al igual que los análisis de sus características físicas y biológicas, con el propósito de conservar su potencial germinativo y que es operado, administrado, coordinado y supervisado por la CONAFOR; los BGF, son centros de almacenamiento, conservación, análisis y beneficio de semillas forestales, que prestan servicio a los viveros ubicados en la Entidad y en los Estados adyacentes en que se encuentran ubicados. Fuente: [https://www.gob.mx/conafor/documentos/germoplasma-forestal-27707#:~:text=Banco%20de%20Germoplasma%20Forestal%20\(BGF,los%20an%C3%A1lisis%20de%20sus%20caracter%C3%ADsticas](https://www.gob.mx/conafor/documentos/germoplasma-forestal-27707#:~:text=Banco%20de%20Germoplasma%20Forestal%20(BGF,los%20an%C3%A1lisis%20de%20sus%20caracter%C3%ADsticas)

| CRITERIOS ECOLÓGICOS | | |
|----------------------|--|---|
| | <p>monte se realice de manera que se mantenga la integridad física y la capacidad productiva del suelo, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación.</p> | <p>b. Rehabilitación de suelos contaminados. c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. d. Reforestación en 14.05 hectáreas. e. Creación de 313 barreras de piedra acomodada.</p> |
| FOR5 | <p>Se deberá evitar que la producción de carbón vegetal utilice madera proveniente de superficies de especies maderables que no tengan autorización de aprovechamiento</p> | <p>Lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica, no presenta relación alguna con las actividades de extracción de piedra de caliza que se pretende llevar a cabo en el predio donde se propone desarrollar las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.</p> |
| FOR6 | <p>Se deberá solicitar como requisito para la autorización de aprovechamientos forestales maderables y no maderables que se realicen reforestaciones de al menos el 10 % de la supervise autorizada dentro de los predios como obra de conservación.</p> | <p>Aun cuando el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal que se proyecta no presenta relación alguna con los aprovechamientos forestales maderables y no maderables, se llevarán a cabo diversas medidas de mitigación, entre las que se encuentra la reforestación de una superficie de 14.05 hectáreas.</p> |
| FOR7 | <p>Se deberá promover el pago de servicios ambientales a los propietarios de terrenos con ecosistemas forestales sin aprovechamientos.</p> | <p>Criterio ecológico no aplicable al proyecto, toda vez que, los trabajos que se proyectan no se relacionan con lo aquí dispuesto.</p> |
| FOR8 | <p>Se deberá promover la preservación y recuperación de las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.</p> | <p>Para la conservación de las especies de vida silvestre se llevarán a cabo acciones de rescate y reubicación de flora y fauna.</p> |
| FOR9 | <p>Se deberá respetar el 40 % de las existencias reales en los aprovechamientos forestales para las diferentes especies presentes en el estado.</p> | <p>Los criterios ecológicos aquí descritos no son aplicables al proyecto, las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal⁵ que se proponen para el desarrollo de actividades de extracción de piedra de caliza no presenta relación alguna con el desarrollo de trabajos relacionados con los aprovechamientos forestales⁶. Cabe señalar que la remoción de vegetación que se</p> |

⁵ Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales. Artículo 7 fracción VI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

⁶ Aprovechamiento forestal sustentable. La extracción realizada en los términos de esta Ley, de los recursos forestales del medio en que se encuentren, incluyendo los maderables y los no maderables, en forma que se respete la integridad

| CRITERIOS ECOLÓGICOS | | |
|----------------------|--|--|
| FOR10 | Se deberá respetar el 50 % del individuo en los aprovechamientos forestales para las diferentes especies presentes en el estado. | propone consiste en remover, es decir, pasar o mudar la vegetación forestal del predio a intervenir a otro sitio de condiciones similares, para su conservación y protección, esto, mediante la ejecución de acciones de rescate y reubicación de la flora silvestre, previo al CUSTF. |

XVI.1.3 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos, Coahuila

Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Independiente, Libre y Soberano de Coahuila de Zaragoza, el 30 de marzo de 2012.

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos es un instrumento de política ambiental que promueve el aprovechamiento de los recursos naturales, sin hacer a un lado, la protección del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales en la planeación del desarrollo. Su objetivo es inducir el desarrollo de las actividades productivas en la región, siempre considerando la conservación y protección de los recursos naturales.

De acuerdo con el Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (D.O.F. agosto, 2003), un programa de ordenamiento ecológico debe contener un modelo de ordenamiento ecológico y las estrategias ecológicas aplicables. A su vez, el modelo de ordenamiento ecológico contiene la regionalización o la determinación de las zonas ecológicas, según corresponda, y los lineamientos ecológicos aplicables. Por su parte, las estrategias ecológicas son el resultado de la integración de objetivos específicos, acciones, proyectos, programas y responsables de su realización y están dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables.

Para la formulación de este ordenamiento ecológico, se redefinió la Región Cuenca de Burgos, tomando como punto de partida el criterio de cuenca e identificando las principales cuencas con influencia en la Cuenca Gasífera de Burgos. De esta manera, el área que abarca este ordenamiento ecológico involucra a las 7 cuencas más importantes, de acuerdo con la regionalización hidrológica de la Comisión Nacional del Agua. Estas son: Presa Falcón – Río Salado, Río Bravo – Matamoros – Reynosa, Río Bravo – Nuevo Laredo, Río Bravo – San Juan, Río Bravo – Sosa, Río San Fernando y Laguna Madre. Esta área involucra en su totalidad la superficie de treinta y uno (31) municipios de Coahuila, cuarenta y ocho (48) de Nuevo León y diecinueve (19) de Tamaulipas.

Unidades de Gestión Ambiental (UGA)

Son áreas del territorio relativamente homogéneas a las que se les asignan los lineamientos y las estrategias ecológicas. El estado deseable de cada UGA se refleja en la asignación de la política ambiental y el lineamiento ecológico que le corresponde. Debido a su extensión y complejidad territorial, el modelo de ordenamiento para la Región Cuenca de Burgos contiene 636 tipos diferentes de UGA.

funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos por periodos indefinidos. Artículo 7 fracción III de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Al respecto, la zona del presente proyecto minero se encuentra regulada por lo dispuesto en la unidad de gestión ambiental: UGA RES-509, como se aprecia en la siguiente imagen:

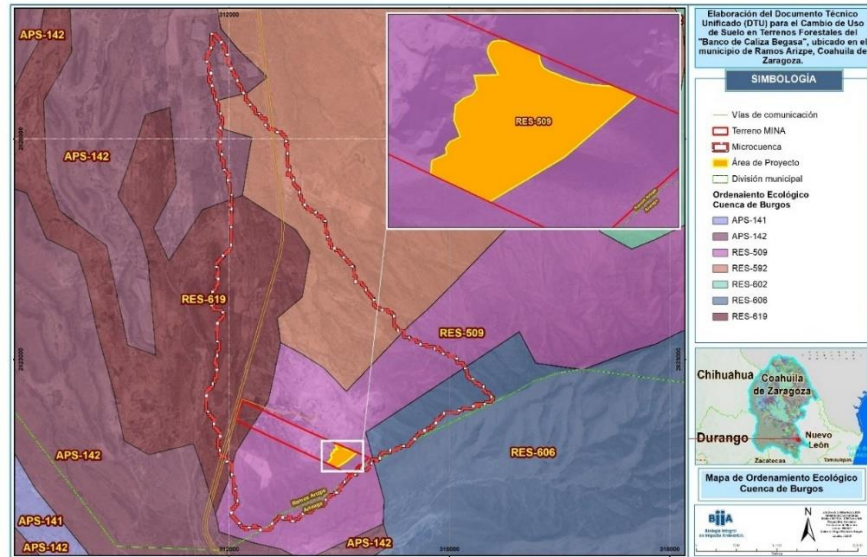


Figura 3. Ubicación del proyecto en la unidad de gestión ambiental: UGA RES-509 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos, con política ambiental de Restauración.

Estrategias ecológicas

El Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos promueve el desarrollo de las actividades productivas en aquellas áreas donde se presenten las condiciones ambientales, sociales y económicas más aptas para ello. Para inducir las actividades, este ordenamiento define estrategias, lineamientos, objetivos específicos y criterios de regulación ecológica, encaminados a hacer que el desarrollo de la Cuenca de Burgos sea consistente con los principios y líneas de la política ambiental federal y de los estados participantes, particularmente en lo relativo a la explotación, uso y aprovechamiento del suelo a partir de su vocación y aptitud en el ámbito de sus facultades.

Las políticas ambientales que se definen para la Región son: Preservación, Protección, Restauración y Aprovechamiento Sustentable.

La asignación de cada una de las políticas ambientales en la Región Cuenca de Burgos se realizó en función de las características biofísicas, sociales, económicas y jurídicas del territorio.

De lo anterior, la estrategia y/o política que aplica a la zona del proyecto es la siguiente:

| UGA aplicable | Estrategia (Política) |
|---------------|-----------------------|
| RES-509 | RES/Restauración |

A continuación, se describe la definición de la política ambiental de restauración que aplica a la zona del proyecto, así como su vinculación jurídica con las obras y actividades que se proponen.

| Política | Vinculación con el proyecto |
|--|--|
| <p>Restauración Áreas que presentan ecosistemas cuyas condiciones hacen necesaria la intervención humana para recuperar los procesos naturales.</p> | <p>El desarrollo de las obras y actividades propuestas no contravienen lo dispuesto en esta política ambiental. Para aportar al objetivo de reducir los efectos negativos en el medio ambiente a intervenir, se ejecutarán las siguientes medidas de mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria: <ul style="list-style-type: none"> c. Control de ruido. d. Horario solo diurno. ❖ Plan integral de manejo de residuos: <ul style="list-style-type: none"> i. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos. j. Identificación y separación de residuos de obra. k. Manejo y disposición de residuos urbanos. l. Manejo y disposición de residuos peligrosos. m. Almacén temporal. n. Transporte y disposición final. o. Manejo y disposición de residuos de manejo especial. p. Residuos producto de los sanitarios portátiles. ❖ Mantenimiento de los servicios ambientales: <ul style="list-style-type: none"> h. Creación de brechas corta fuegos. i. Rehabilitación de suelos contaminados. j. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. k. Reforestación en 14.05 hectáreas. l. Control de la erosión. m. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. n. Acciones de rescate y reubicación de flora y fauna. ❖ Protección a recursos hídricos: <ul style="list-style-type: none"> e. Barreras contra caídas. f. Barreras de sedimentos. g. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. h. Construcción de 220 zanjas trincheras. ❖ Capacitación en materia de seguridad y ambiente: <ul style="list-style-type: none"> c. Capacitación en materia de seguridad e higiene. d. Capacitación en materia ambiental. ❖ Supervisión ambiental. |

Usos de Suelo dominantes

En la construcción de las estrategias ecológicas, el siguiente paso fue la determinación del uso del suelo dominante en cada una de las UGAs. Clasificándose en: Desarrollo Industrial, Asentamientos Humanos, Conservación, Actividades Extractivas (PEMEX y Minería), Forestal, Agricultura, Pecuario, Turismo, Actividades Cinegéticas y Pesca.

Al respecto, el uso de suelo dominante en la zona del proyecto es la siguiente:

| UGA aplicable | Uso de Suelo Dominante |
|---------------|----------------------------------|
| RES-509 | (RES/AE) Actividades Extractivas |

De acuerdo a lo anterior, el uso de suelo que prevalece en la zona es el de actividades extractivas, por lo que, la realización del presente proyecto para la extracción de piedra de caliza presenta compatibilidad con el uso de suelo determinado.

Lineamientos, Objetivos y Criterios de Regulación Ecológica

En el caso de los lineamientos ecológicos, se determinó que para definir claramente el estado deseado de las UGA era necesario establecer dos conjuntos de lineamientos ecológicos: uno por política y otro por uso del suelo dominante. A cada UGA le corresponde al menos un lineamiento ecológico por política y otro por uso del suelo. De esta manera, los lineamientos ecológicos asignados por política ambiental aseguran la atención y mantenimiento de las características físicas, biológicas y socioeconómicas de cada UGA, mismas que definieron la asignación de dicha política.

Los lineamientos ecológicos asignados por uso de suelo dominante promueven en que en cada una de las actividades se consideren los aspectos señalados en cada lineamiento ecológico como parte de sus estrategias de desarrollo que permitan llevarlo a cabo en términos de sustentabilidad ambiental. Con esta estructura, aquellos usos de suelo que no se refieran a los dominantes en este ordenamiento ecológico pueden identificar los lineamientos ecológicos que aplican en cada UGA y considerarlos como parte de su estrategia de desarrollo.

Por su parte, los objetivos y criterios de regulación ecológica le dan mayor especificidad a la aplicación de cada lineamiento ecológico, considerando la heterogeneidad de la región y, en consecuencia, las características de cada UGA. De manera que toda actividad a desarrollarse en la región pueda darle cumplimiento a los lineamientos ecológicos en la medida en que atienda los criterios de regulación ecológica definidos en cada caso.

En el siguiente cuadro, se describen de manera general los lineamientos ecológicos y los objetivos determinados en la unidad de gestión ambiental que aplica a la zona de estudio del proyecto.

| UGA | Lineamientos | Objetivos |
|---------|--------------|----------------|
| RES-509 | L3 | 01, 02, 03, 04 |
| | L4 | 01, 02, 03 |
| | L6 | 01, 02, 03 |
| | L8 | 01, 02, 03 |
| | L10 | 01, 02 |
| | L11 | 01, 02, 03 |
| | L18: | 01, 02, 03, 04 |
| | L19 | 01, 03 |

A continuación, de manera más específica, se refieren los lineamientos, objetivos y los criterios de regulación ecológica establecidos en la UGA que aplica al presente proyecto.

| UGA RES 509 | | |
|--|---|--|
| Lineamientos | Objetivos | Criterios de regulación ecológica |
| L3: Rehabilitar los ecosistemas degradados. | 01. Conservar las características físico-químicas y biológicas de suelos. | Agua: 3, Suelos: 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, Cobertura vegetal: 37, Alternativas económicas y productivas: 50, |

| UGA RES 509 | | |
|---|--|--|
| | | Capacitación y educación ambiental: 69, 71, Desarrollo técnico e investigación: 75, 77, 79, 81, 82, Financiamiento: 84, 85, 86, 88, 91, 96, 97. |
| | 02. Promover programas de rehabilitación/remediación de las zonas de actividades extractivas. | Suelos: 16, 20, 21, Cobertura vegetal: 30, Fauna: 43, Monitoreo, inspección y vigilancia: 47, 48, Alternativas económicas y productivas: 50, 51, 64, Desarrollo técnico e investigación: 75, Financiamiento: 84, 85, 88, 93 |
| | 03. Implementar programas de manejo de poblaciones forestales enfocados a la recuperación de los ecosistemas. | Suelos: 20, 24, 25, Cobertura vegetal: 29, 34, 35, 36, 37, 39, 40, Fauna: 43, Alternativas económicas y productivas: 51, 56, 60, 62, 64, Capacitación y educación ambiental: 68, 69, 71, 72, Desarrollo técnico e investigación: 75, 81, Financiamiento: 86, 89 |
| | 04. Recuperar la cobertura vegetal para evitar la erosión del suelo y el azolve de los cuerpos de agua. | Agua: 9, Suelos: 20, Cobertura vegetal: 37, 38, Fauna: 43, Financiamiento 84, 85, 88 |
| L4: Detener y revertir la sobreexplotación y contaminación de los acuíferos. | 01. Coadyuvar, en la creación de mecanismos para que el aprovechamiento de aguas subterráneas sea sustentable. | Agua: 7, 8, 10, 14, Monitoreo, inspección y vigilancia: 47, Alternativas económicas y productivas: 51, 54, Desarrollo técnico e investigación: 75, 81, Financiamiento: 89 |
| | 02. Promover la recarga de los acuíferos. | Agua: 3, 6, 10, Suelos: 16, Cobertura vegetal: 34, 38, Fauna: 43, Monitoreo, inspección y vigilancia: 47, Alternativas económicas y productivas: 54, 64, Desarrollo técnico e investigación: 75, 79, 81, Financiamiento: 89, 92, 93, 94 |
| | 03. Promover mecanismos para reducir la contaminación de los acuíferos por diferentes fuentes. | Agua: 1, 5, 7, 8, 12, 13, 15, Suelos: 18, 19, 21, 22, Monitoreo, inspección y vigilancia: 47, Alternativas económicas y productivas: 51, 55, 63, 66, Capacitación y educación ambiental: 73, Desarrollo técnico e investigación: 75, 76, Financiamiento: 87, 88, 97 |
| L6: Conservar las zonas de recarga hidrológica | 01. Evitar la deforestación. | Agua: 3, 6, Suelos: 25, Cobertura vegetal: 28, 29, 31, 34, 35, 36, 40, Alternativas económicas y productivas: 51, 53, 54, 56, 64, Capacitación y educación ambiental: 68, 69, 71, Desarrollo técnico e investigación: 75, 81, 83, |

| UGA RES 509 | |
|--|--|
| | <p>Financiamiento: 89, 92, 91, 93.</p> <p>Agua: 3, 6, 9, Suelos: 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, Cobertura vegetal 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 40, Fauna: 43, Monitoreo, inspección y vigilancia: 47, Alternativas económicas y productivas: 50, 51, 53, 54, 55, 56, 62, 63, Capacitación y educación ambiental: 68, 71, 72, 73, 74, Desarrollo técnico e investigación: 76, 78, 81, Financiamiento: 86, 88, 91, 92, 94, 95.</p> |
| | <p>02. Mantener y mejorar la calidad de los suelos y las condiciones de la cobertura vegetal.</p> <p>Agua: 1, 3, 6, 9, 10, 13, 15, Suelos: 17, Cobertura vegetal: 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, Fauna: 43, Monitoreo, inspección y vigilancia: 45, 47, Alternativas económicas y productivas: 50, 51, Desarrollo técnico e investigación: 75, 81, Financiamiento: 86, 88, 90, 92, 94.</p> |
| <p>L8: Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.</p> | <p>01. Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados.</p> <p>Fauna: 43, Alternativas económicas y productivas: 62, Desarrollo técnico e investigación: 75, 81, Financiamiento: 84, 88, 92, 93, 94.</p> |
| | <p>02. Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo.</p> <p>Alternativas económicas y productivas: 61, 62, Desarrollo técnico e investigación: 75, Financiamiento: 89.</p> |
| | <p>03. Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas.</p> <p>Fauna: 43, Capacitación y educación ambiental: 72, 74, Desarrollo técnico e investigación: 75, 81, Financiamiento: 89.</p> |
| <p>L10: Mantener la vegetación de las zonas riparias de los cuerpos de agua perennes y temporales.</p> | <p>01. Mantener o mejorar las condiciones actuales de la cobertura de vegetación y presencia de especies para el funcionamiento de los ecosistemas riparios.</p> <p>Agua: 3, 6, 10, Suelos: 16, Cobertura vegetal: 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, Fauna: 43, 44, Monitoreo, inspección y vigilancia: 45, Alternativas económicas y productivas: 51, 56, 57, Capacitación y educación ambiental: 68, 69, 74, Desarrollo técnico e investigación: 75, 80, 81, Financiamiento: 89.</p> |
| | <p>02. Mantener los servicios ambientales que prestan las zonas riparias, así como los cuerpos de agua perennes y temporales.</p> <p>Agua: 3, 6, 9, 13, 14, 15, Suelos: 16, 17, 19, 20, 22, Cobertura vegetal: 36, 38, Fauna: 43, 44, Monitoreo, inspección y vigilancia: 45, 47, Alternativas económicas y productivas: 50, 51, 56, Capacitación y educación ambiental: 69, 70, 72, 74, Desarrollo técnico e investigación: 81, Financiamiento: 86, 88, 91, 92, 94.</p> |

| UGA RES 509 | | |
|--|---|---|
| L11: Proteger los ecosistemas adyacentes a los centros de población y las zonas industriales. | 01. Asegurar la provisión de los servicios ambientales de los ecosistemas en el área de crecimiento potencial de los centros de población y las zonas industriales. | Agua: 2, 3, 6, 9, 10, 14, Suelos: 16, 17, 20, 23, 25, 26, 27, Cobertura vegetal: 29, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, Fauna: 43, 44, Monitoreo, inspección y vigilancia: 45, 47, 48, Alternativas económicas y productivas: 50, 51, 54, 64, 66, Capacitación y educación ambiental: 68, Desarrollo técnico e investigación: 76, 81, 83, Financiamiento: 84, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94 |
| | 02. Promover acciones de prevención de contaminación de cuerpos de agua superficiales y acuíferos. | Agua: 1, 5, 9, 12, 13, 15, Suelos: 19, 21, 26, Monitoreo, inspección y vigilancia: 47, Capacitación y educación ambiental: 63, 66, 73, Desarrollo técnico e investigación: 75, 76, 81, Financiamiento: 88, 92, 94, 97 |
| | 03. Detener la fragmentación de los ecosistemas para mantener el flujo de especies en regiones similares. | Cobertura vegetal: 28, 29, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, Fauna: 43, Monitoreo, inspección y vigilancia: 45, Alternativas económicas y productivas: 51, 62, 64, 65, Capacitación y educación ambiental: 69, Desarrollo técnico e investigación: 75, 79, 81, Financiamiento: 88, 90, 91, 92, 93 |
| L18: Aprovechar en forma sustentable las actividades extractivas. | 01. Mitigar los efectos negativos de las actividades extractivas. | Agua: 1, Suelos: 17, Cobertura vegetal: 33, 34, 37, Monitoreo, inspección y vigilancia: 46, Alternativas económicas y productivas: 51, 64, 65, 67, Desarrollo técnico e investigación: 75, Financiamiento: 88 |
| | 02. Desarrollar programas de remediación de sitios contaminados. | Suelos: 16, 21, Cobertura vegetal: 30, Alternativas económicas y productivas: 51, Desarrollo técnico e investigación: 75, 79, Financiamiento: 84, 85, 88, 93 |
| | 03. Promover acciones de prevención de contaminación de cuerpos de agua superficiales, acuíferos y suelos. | Agua 1, 13, Suelos: 20, Monitoreo, inspección y vigilancia: 47, Alternativas económicas y productivas: 51, Desarrollo técnico e investigación: 75, 76, Financiamiento: 88, 97 |
| | 04. Controlar y monitorear la emisión de partículas a la atmósfera. | Suelos: 20, Monitoreo, inspección y vigilancia: 48, Alternativas económicas y productivas: 51, 67, Desarrollo técnico e investigación: 75, Financiamiento: 88 |

| UGA RES 509 | | |
|--|---|---|
| L19: Promover la incorporación de criterios de regulación ecológica para la fundación y crecimiento de centros de población y zonas industriales. | 01. Promover la elaboración y actualización de los planes y programas de desarrollo urbano que tomen en cuenta la aptitud del territorio. | Agua: 1, 3, 10, 11, 13, 15, Suelos: 17, 23, 27, Cobertura vegetal: 33, 34, Monitoreo, inspección y vigilancia: 47, 48, Alternativas económicas y productivas: 51, 54, 64, 66, Desarrollo técnico e investigación: 75, 76, 81, Financiamiento: 89, 97 |
| | 03. Evitar el establecimiento de asentamientos humanos y el desarrollo industrial en zonas de riesgo (nivel de amenaza alto y muy alto). | Agua: 4, Monitoreo, inspección y vigilancia: 46, Alternativas económicas y productivas: 51, 66, 67, Desarrollo técnico e investigación: 75, Financiamiento: 89 |

De lo anterior, los criterios de regulación ecológica de la unidad de gestión ambiental aplicable se encuentran divididos por los siguientes sectores: Agua; Suelo; Cobertura Vegetal; Fauna; Monitoreo, Inspección y Vigilancia; Alternativas Económicas y Productivas; Capacitación y Educación Ambiental; Desarrollo Técnico e Investigación y, Financiamiento.

Al respecto, se identificó que no todos estos sectores son aplicables a la actividad de cambio de uso de suelo en terreno forestal que se pretende, por lo que no se vinculan en el contenido del presente documento técnico unificado modalidad A (DTU-A). Sin embargo, por la naturaleza de las obras y actividades que forman parte del presente proyecto minero, a continuación, se vinculan las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales con los criterios ecológicos establecidos en los sectores: Agua, Suelo, Cobertura Vegetal y Fauna de la UGA aplicable.

| Criterios de regulación ecológica que aplican al proyecto | | |
|---|--|---|
| Lineamientos y objetivos | Sector AGUA | Vinculación con el proyecto |
| L4-03, L6-03, L11-02, L18-01,03, L19-01, | Criterio 1. Promover la captación, tratamiento y monitoreo de aguas residuales (urbanos e industriales). | El criterio ecológico aquí descrito no es aplicable a los trabajos de remoción de vegetación forestal que se proponen para la extracción de piedra caliza, lo cual no presenta relación alguna con lo aquí dispuesto. |
| L11-01, | Criterio 2. Promover la construcción de sistemas de captación de agua. | |
| L3-01, L4-02, L6-01,02,03, L10-01,02 L11-01, L19-01, | Criterio 3. Promover la conservación de la vegetación natural y acciones de conservación de suelos en zonas de recarga, barrancas y cañadas. | Los trabajos de cambio de uso de suelo en terreno forestales que se proponen para la extracción de piedra de caliza no se desarrollaran en zonas de recarga, barrancas y cañadas, en consecuencia, al no afectarse vegetación natural en este tipo de sitios, no se contraviene lo que aquí se especifica. Sin embargo, pese a lo anterior, el proyecto realizará un conjunto de medidas de mitigación, para evitar, reducir y compensar los impactos |

| Criterios de regulación ecológica que aplican al proyecto | | |
|---|--|---|
| | | ambientales a la vegetación natural y al suelo durante el desarrollo de los trabajos proyectados, entre las que se encuentra la realización de acciones de reforestación en una superficie de 14.05 hectáreas. |
| L19-03, | Criterio 4. Fortalecer la prevención de riesgos meteorológicos. | Los criterios ecológicos aquí descritos no son aplicables a los trabajos de remoción de vegetación forestal que se proyectan, toda vez que impulsan la prevención de riesgos meteorológicos y los cambios en los sistemas de riego tradicionales a riego presurizado; y las actividades que se proponen tienen como objetivo el desarrollo de actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal para la extracción de piedra de caliza en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila de Zaragoza. |
| L4-03, L11-02, | Criterio 5. Promover el cambio de sistemas de riego tradicionales a riego presurizado. | |
| L4-02, L6-01,02,03, L10-01,02, L11-01, | Criterio 6. Promover el mantenimiento del caudal ambiental en los principales ríos de la región. | En el polígono delimitado para el desarrollo de las actividades de remoción de vegetación forestal que se proponen, se tiene la presencia de una corriente de agua de carácter intermitente, sin embargo, no alimenta otros escurrimientos, ni forma parte de algún río principal de la zona o región, por lo que, el criterio ecológico aquí descrito no es aplicable. Cabe señalar que el flujo natural del escurrimiento intermitente que se advierte en la parte alta de la zona del proyecto ya se encuentra alterado en la parte baja de la sierra o montaña por las actividades de extracción que ya se realizan en la zona. |
| L3-04 L4-01,03, | Criterio 7. Promover la modernización y tecnificación de los Distritos de Riego regionales y los sistemas de distribución del agua. | Los criterios ecológicos aquí descritos no son aplicables a los trabajos de remoción de vegetación forestal que se proyectan para la extracción de piedra de caliza. Lo anterior, en virtud de que promueven la modernización y tecnificación de los Distritos y de Riego y los sistemas de distribución del agua, así como, la utilización de técnicas para el drenaje parcelario. |
| L3-04, L4-01,03, | Criterio 8. Promover la utilización de técnicas para el drenaje parcelario (surcos en contorno, represas filtrantes, diques u ollas parcelarias). | |
| L6-02,03, L10-02, L11-01,02, | Criterio 9. Promover acciones para el mejoramiento de la cobertura vegetal y para la conservación de los suelos, con el objeto de evitar la sedimentación en | En la zona de estudio donde se ubica el proyecto no se tiene la presencia de cuerpos de agua (laguna madre y grandes presas), sólo se advierte una corriente de carácter intermitente, por lo que, por las actividades de remoción de vegetación forestal que se proponen, en el presente documento técnico unificado se describen las medidas de |

| Criterios de regulación ecológica que aplican al proyecto | | |
|---|--|---|
| | los principales cuerpos de agua (laguna madre y grandes presas). | mitigación que se implementarán para coadyuvar con el objetivo de este criterio, entre las que están: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Plan integral de manejo de residuos: <ol style="list-style-type: none"> a. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos. b. Identificación y separación de residuos de obra. c. Manejo y disposición de residuos urbanos. d. Manejo y disposición de residuos peligrosos. e. Almacén temporal. f. Transporte y disposición final. g. Manejo y disposición de residuos de manejo especial. h. Residuos producto de los sanitarios portátiles. ❖ Mantenimiento de los servicios ambientales: <ol style="list-style-type: none"> a. Creación de brechas corta fuegos. b. Rehabilitación de suelos contaminados. c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. d. Reforestación en 14.05 hectáreas. e. Control de la erosión. f. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. g. Acciones de rescate y reubicación de flora y fauna. |
| L3-04, L4-01,02 L6-03, L10-01, L11-01, L19-01, | Criterio 10. Controlar el crecimiento urbano, pecuario e industrial en función de la disponibilidad de agua superficial y subterránea, manteniendo los caudales ambientales. | Los criterios ecológicos aquí descritos no son aplicables a los trabajos de remoción de vegetación forestal para la extracción de piedra de caliza; en virtud de que regulan el crecimiento urbano, pecuario e industrial, así como, el mantenimiento de redes de distribución de agua, y la reutilización de las aguas tratadas. |
| L19-01, | Criterio 11. Impulsar el mantenimiento de las redes de distribución de agua. | |
| L4-03, L11-02, | Criterio 12. Promover la reutilización de las aguas tratadas. | |
| L4-03, L6-03, | Criterio 13. Evitar los procesos de | |

| Criterios de regulación ecológica que aplican al proyecto | | |
|--|---|--|
| L10-02, L11-02, L18-03, L19-01, | contaminación del agua superficial y subterránea, producto de las actividades productivas. | llevaran a cabo por los impactos ambientales que se originen durante el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal, con la intención de conservar y cuidar el recurso agua de la zona intervenida; entre las que se encuentran: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Protección a recursos hídricos: <ol style="list-style-type: none"> a. Barreras contra caídas. b. Barreras de sedimentos. c. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. d. 220 zanjas trincheras. |
| L3-04, L4-01 L10-01, L11-01, | Criterio 14. Promover que en el otorgamiento de las concesiones de agua se consideren los escenarios de cambio climático. | Los criterios ecológicos aquí descritos no son aplicables a los trabajos de remoción de vegetación forestal que se proponen para la extracción de piedra de caliza; en virtud de que regulan las concesiones de agua y el saneamiento de las aguas contaminadas y su reutilización. |
| L4-03, L6-03, L10-02, L11-02, L19-01, | Criterio 15. Promover el saneamiento de las aguas contaminadas y su reutilización. | |
| Lineamientos y Objetivos | Sector SUELO | Vinculación con el proyecto |
| L3-01,02 L4-02, L6-02, L10-01,02, L11-01, L18-02, | Criterio 16. Promover la recuperación física, química y biológica de suelos afectados por algún tipo de degradación. | Con respecto al componente suelo, el proyecto ejecutará diversas medidas de mitigación con la finalidad de evitar su contaminación y degradación, en este caso, por el desarrollo de las actividades de remoción de vegetación que se proyectan, como las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Plan integral de manejo de residuos: <ol style="list-style-type: none"> a. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos. b. Identificación y separación de residuos de obra. c. Manejo y disposición de residuos urbanos. d. Manejo y disposición de residuos peligrosos. e. Almacén temporal. f. Transporte y disposición final. g. Manejo y disposición de residuos de manejo especial. h. Residuos producto de los sanitarios portátiles. ❖ Mantenimiento de los servicios ambientales: |
| L3-01, L6-02,03, L10-02, L11-01, L18-01, L19-01, | Criterio 17. Mitigar los procesos de contaminación de los suelos, producto de las actividades productivas. | |

| Criterios de regulación ecológica que aplican al proyecto | | |
|---|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> a. Creación de brechas corta fuegos. b. Rehabilitación de suelos contaminados. c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. d. Reforestación en 14.05 hectáreas. e. Control de la erosión. f. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. |
| L3-01, L4-03, L6-02, | Criterio 18. Promover el manejo sustentable del suelo agrícola con prácticas de conservación agronómicas, tales como la labranza mínima o de conservación, incorporación de abonos verdes y rastrojos, rotación de cultivos, entre otros. | Los criterios ecológicos que aquí se describen no son aplicables a los trabajos de remoción de vegetación forestal que se proyectan para la extracción de piedra de caliza; toda vez que promueven el manejo sustentable del suelo agrícola a través de prácticas de conservación agronómicas, y el uso de abonos orgánicos en las áreas agrícolas. |
| L3-01, L4-03, L6-02, L10-02, L11-02, | Criterio 19. Promover el uso abonos orgánicos en áreas agrícolas. | |
| L3-1,02,03, L6-02, L10-02, L11-01, L18-03,04, | Criterio 20. Prevenir la erosión eólica a través de la estabilización de los suelos con cobertura vegetal y el establecimiento de cortinas rompe vientos. | Para el control de la erosión del suelo por el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal, se propone el desarrollo de acciones de reforestación en una superficie de 14.05 hectáreas, así también, se propone la construcción de terrazas individuales, cuya función principal consiste en la conservación de humedad a través de acumulación e infiltración del agua de lluvia, para evitar la erosión y retener el suelo de las escorrentías. |
| L3-02, L4-03, L11-02, L18-02, | Criterio 21. Promover acciones de remediación en sitios contaminados (minas, jales, canteras, entre otros). | <p>Para evitar y/o reducir la contaminación de los suelos, se propone llevar a cabo diversas acciones, como las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Plan integral de manejo de residuos: <ul style="list-style-type: none"> a. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos. b. Identificación y separación de residuos de obra. c. Manejo y disposición de residuos urbanos. d. Manejo y disposición de residuos peligrosos. e. Almacén temporal. |

| Criterios de regulación ecológica que aplican al proyecto | | |
|---|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> f. Transporte y disposición final. g. Manejo y disposición de residuos de manejo especial. h. Residuos producto de los sanitarios portátiles. ❖ Mantenimiento de los servicios ambientales: <ul style="list-style-type: none"> a. Creación de brechas corta fuegos. b. Rehabilitación de suelos contaminados. c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. d. Reforestación en 14.05 hectáreas. e. Control de la erosión. f. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. |
| L3-01, L4-03, L6-02, L10-02, | Criterio 22. Impulsar el manejo sustentable del suelo pecuario mediante el cumplimiento de los coeficientes de agostadero. | Estos criterios ecológicos no son aplicables a los trabajos de remoción de vegetación forestal que se proponen, toda vez que promueven el manejo sustentable del suelo pecuario, y las áreas verdes urbanas. |
| L6-02, L11-01, L19-01, | Criterio 23. Promover que las áreas verdes urbanas se establezcan sobre suelos con una calidad adecuada. | Estos criterios ecológicos no son aplicables a los trabajos de remoción de vegetación forestal que se proponen, toda vez que promueven el manejo sustentable del suelo pecuario, y las áreas verdes urbanas. |
| L3-01,03, L6-02, | Criterio 24. En la realización de actividades de aprovechamientos forestales, se deberá evitar la erosión o degradación del suelo, para lo cual dichas actividades se realizaran de manera tal que mantenga su integridad, su capacidad productiva forestal, y que no se comprometa su biodiversidad y los servicios ambientales que presta, para hacerlo consistente con los criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola a que se refiere el Artículo 33 fracciones V y | <p>El proyecto de extracción de piedra de caliza no refiere trabajos de aprovechamiento forestal y de aprovechamiento de tierra de monte; sin embargo, para evitar la erosión o la degradación de los suelos por los trabajos de remoción de vegetación forestal proyectados, se llevarán a cabo diversas medidas de mitigación con la finalidad de proteger los suelos, entre las que se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Plan integral de manejo de residuos: <ul style="list-style-type: none"> a. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos. b. Identificación y separación de residuos de obra. c. Manejo y disposición de residuos urbanos. d. Manejo y disposición de residuos peligrosos. e. Almacén temporal. f. Transporte y disposición final. g. Manejo y disposición de residuos de manejo especial. h. Residuos producto de los sanitarios portátiles. |

| Criterios de regulación ecológica que aplican al proyecto | | |
|---|---|--|
| | VI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. | ❖ Mantenimiento de los servicios ambientales: a. Creación de brechas corta fuegos. b. Rehabilitación de suelos contaminados. c. Limitar la afectación solo a áreas exclusivamente autorizadas. d. Reforestación en 14.05 hectáreas. e. Control de la erosión. f. Creación de 313 barreras de piedra acomodada. |
| L3-03 L6-01,02, L11-01, | Criterio 25. El aprovechamiento de tierra de monte debe hacerse de manera que se mantenga la integridad física y la capacidad productiva del suelo, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación. | Medidas que se describen ampliamente en el contenido del presente documento técnico unificado (DTU). |
| L3-01, L6-02, L11-01,02, | Criterio 26. Crear y/o fortalecer los centros de compostaje municipal. | Los criterios ecológicos que aquí se describen no son aplicables a los trabajos de remoción de vegetación forestal que se proyectan para la extracción de piedra de caliza; toda vez que promueven el crear o fortalecer los centros de compostaje y el establecimiento y mantenimiento de áreas verdes en zonas urbanas. |
| L6-02, L11-01, L19-01, | Criterio 27. Promover el establecimiento y mantenimiento de áreas verdes en zonas urbanas (entre 9 y 16 m ² /habitante). | |
| Lineamientos y Objetivos | Sector COBERTURA VEGETAL | Vinculación con el proyecto |
| L6-01,02,03, L11-03, | Criterio 28. Promover la conservación de espacios con vegetación forestal en las zonas de aprovechamiento productivo. | Para cumplir con este objetivo se realizó la delimitación correspondiente del área estrictamente necesaria para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para evitar mayores afectaciones a la flora circundante del lugar, principalmente de los predios aledaños donde la vegetación se observa mejor conservada. |
| L3-03, L6-01,02,03, L11-01,03, | Criterio 29. Fortalecer y extender los programas que inciden sobre el control de incendios, plagas y enfermedades. | Para contribuir al objetivo del presente criterio, se prohibirá la realización de fogatas para evitar incendios forestales. |
| L3-02, L6-03, L11-01, L18-02, | Criterio 30. Impulsar la restauración de las áreas afectadas por las explotaciones industriales, mineras y otras que provoquen la degradación de los suelos y de la cobertura vegetal. | Si bien el proyecto realizará acciones de remoción de vegetación forestal para la extracción de piedra de caliza, para la restauración de la zona de estudio del proyecto se realizarán las medidas de mitigación que se describen ampliamente en el contenido del presente documento técnico unificado (DTU), entre las que se encuentra el desarrollo de acciones de reforestación en una superficie de 14.05 hectáreas. |

| Criterios de regulación ecológica que aplican al proyecto | | |
|--|--|--|
| L6-02,03, L10-01, | Criterio 32. Privilegiar la siembra de pastos nativos sobre los pastos exóticos. | El criterio ecológico aquí descrito no es aplicable a los trabajos de remoción de vegetación que se proyectan para la extracción de piedra caliza, toda vez que impulsa la siembra de pastos nativos sobre los pastos exóticos. |
| L18-01, L19-01, | Criterio 33. En aquellas zonas colindantes a las áreas naturales protegidas de competencia federal, o que se determinen como zonas de influencia de las mismas en los programas de manejo respectivos, privilegiar actividades compatibles con la zonificación y subzonificación de dichas Áreas Naturales Protegidas. | El predio donde se proyectan las actividades de remoción de vegetación forestal para la extracción de piedra de caliza, no se localiza dentro del polígono territorial de algún área natural protegida de competencia federal, estatal y municipal, pero sí se localiza junto o contiguo a los límites del área natural protegida federal Cuenca Alimentadora de los Distritos Nacionales de Riego (CADNR) 026 Bajo Río San Juan, misma que no cuenta con Zona de Influencia, ni con Programa de Manejo, por lo que, los trabajos de cambio de uso de suelo en terreno forestal propuestos no contravienen el criterio ecológico aquí descrito. No obstante, se realizarán diversas medidas de mitigación a fin de prevenir, mitigar, y compensar impactos ambientales. Cabe señalar que, de acuerdo al presente ordenamiento ecológico, el uso de suelo dominante en la zona a intervenir es el de Actividades Extractivas, lo que es acorde o compatible con las obras y actividades que se proyectan. |
| L6-01,02,03, L10-01, L11-03, | Criterio 31. Mantener y extender las áreas de pastizales nativos o endémicos. | En la zona del proyecto, donde se desarrollarán las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal, no se tiene la presencia de pastizales endémicos o nativos, ni de matorral espinoso tamaulipeco, mezquiales o matorral submontano, por lo que, la ejecución de los trabajos proyectados para la extracción de piedra de caliza no contradice lo dispuesto en estos criterios ecológicos. La vegetación existente en el polígono a intervenir es el correspondiente a matorral desértico rosetófilo (MDR). No obstante, pese a lo anterior, se realizarán diversas medidas de mitigación para prevenir, reducir y compensar impactos ambientales en la zona de estudio del proyecto. |
| L3-03, L4-02, L6-01,02,03, L10-01, L11-01,03, L18-01, L19-01, | Criterio 34. Fomentar la conservación del matorral espinoso tamaulipeco, de los mezquiales y el matorral submontano. | Para contribuir con la movilización y dispersión de la vida silvestre se ampliará la cobertura forestal (acciones de reforestación en una superficie de 14.05 hectáreas) para crear mayor movimiento de la fauna y refugio de aquellas especies que cruzan la Carretera 57D hacia las laderas de la montaña o sierra. |
| L3-03, L6-01,02,03, L10-01, L11-01,03, | Criterio 35. Promover la conectividad entre parches de vegetación para establecer corredores biológicos que faciliten la movilización y dispersión de la vida silvestre. | |

| Criterios de regulación ecológica que aplican al proyecto | | |
|---|---|--|
| L3-03, L6-01,02, L10-02, L11-01,03, | Criterio 36. Promover que la producción de carbón vegetal utilice madera proveniente de plantaciones forestales. | El criterio ecológico que aquí se describe no es aplicable a los trabajos de remoción vegetal que se proponen para la extracción de piedra de caliza en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. |
| L3-01,03, L10-01, L11-01,03, L18-01, | Criterio 37. Promover la reforestación con especies nativas y con obras de conservación de suelos. | Con la finalidad de contribuir con lo dispuesto en estos criterios ecológicos, en compensación por los trabajos de remoción de vegetación que se proponen para la extracción de piedra de caliza, se ejecutarán acciones de reforestación en una superficie de 14.05 hectáreas en compensación por la superficie de vegetación de matorral desértico rosetófilo (MDR) que será afectada. |
| L4-02, L6-03, L10-01,02, L11-01,03, | Criterio 38. Promover la reforestación con especies adecuadas para la recuperación de las zonas riparias. | |
| L3-03, L10-01, L11-01,03, | Criterio 39. Promover que la reforestación considere los escenarios de cambio climático. | |
| L3-03, L6-01,02, L10-01, | Criterio 40. Considerar métodos de cosecha de especies no maderables, que garanticen la permanencia de sus poblaciones. | El criterio ecológico que aquí se describe no es aplicable a los trabajos de remoción de vegetación forestal que se proyectan para la extracción de piedra de caliza. |
| Lineamientos y Objetivos | Sector FAUNA | Vinculación con el proyecto |
| L3-02,03, L4-02, L6-02,03, L8-01,03, L10-01,02, L11-01,03, | Criterio 43. Recuperar las poblaciones de fauna acuática nativa mediante la restauración de las condiciones de los ecosistemas acuáticos. | El proyecto que se propone no involucra obras y actividades que impliquen afectación a fauna acuática, por lo que, el presente criterio ecológico no es aplicable a los trabajos de cambio de uso de suelo en terreno forestal que se proponen para la extracción de piedra de caliza. |
| L10-01,02, L11-01, | Criterio 44. Promover la preservación y recuperación de las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial. | Sobre las especies de fauna encontradas en la zona de estudio del proyecto se identificó que ninguna de estas se encuentra en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. |

XVI.2 Normas Oficiales Mexicanas

Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación (Artículo 37 Bis, LGEEPA). Se clasifican en agua, ruido, atmósfera (por industria o vehículos automotores), recursos naturales, residuos peligrosos, materia fitosanitaria, materia zoonosanitaria, salud ambiental, pesca, ordenamiento ecológico e impacto ambiental, normas de emergencia o emergentes, entre otras.

A continuación, se presenta el análisis de cumplimiento con las normas vigentes en materia de flora y fauna, residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera, ruido y suelos.

XVI.2.1 En materia de flora y fauna

NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada DOF 30/12/2010.

OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN: Esta norma tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la república mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta norma.

DEFINICIONES:

- ❖ 2.2. Categorías de riesgo.
- ❖ 2.1.1. Probablemente extinta en el medio silvestre (E). Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- ❖ 2.2.2. En peligro de extinción (P). Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- ❖ 2.2.3. Amenazadas (A). Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- ❖ 2.2.4. Sujetas a protección especial (Pr). Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

ENTRE LAS ESPECIFICACIONES A OBSERVAR, SE ENCUENTRAN:

- 4. Especificación general.
- 5. Especificaciones de las categorías e integración de la lista.

- 6. Criterios para la inclusión, cambio o exclusión de especies, subespecies y poblaciones en las categorías de riesgo.

Vinculación: Previo a la elaboración del DTU se realizaron visitas de campo en la zona de estudio con la finalidad de obtener datos e identificar las especies de flora y fauna que habitan en el Sistema Ambiental (SA) delimitado, y se efectuó una revisión de las bases de datos botánicos, libros y artículos científicos publicados. Los resultados obtenidos, se describen en el contenido del Capítulo V del presente documento. También, para contribuir con el cuidado y protección de las especies de vida silvestre identificadas en el sitio a intervenir, principalmente de las catalogadas en esta norma, se propone la realización de las medidas de mitigación que se describen ampliamente en el capítulo XII del presente Documento Técnico Unificado Modalidad A (DTU-A), entre las que se encuentran:

- ❖ Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre.
- ❖ Acciones de rescate y reubicación de fauna y flora silvestre.
- ❖ Reforestación en una superficie de 14.05 hectáreas.

XVI.2.2 En materia de residuos peligrosos

NOM-052-SEMARNAT-2005. Publicada en el DOF 23/jun/06.

OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN: Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales. Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.

DEFINICIONES:

- ❖ 5.5 Fuente específica. Las actividades que generan residuos peligrosos y que están definidas por giro o proceso industrial.
- ❖ 5.6 Fuente no específica. Las actividades que generan residuos peligrosos y que por llevarse a cabo en diferentes giros o procesos se clasifican de manera general.
- ❖ 5.9 Residuos peligrosos resultado del desecho de productos fuera de especificaciones o caducos. Sustancias químicas que han perdido, carecen o presentan variación en las características necesarias para ser utilizados, transformados o comercializados respecto a los estándares de diseño o producción originales.

ENTRE LAS ESPECIFICACIÓN A OBSERVAR, SE ENCUENTRA:

- ❖ 7. Características que definen a un residuo como peligroso.

Vinculación: Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se generarán diversos tipos de residuos, por lo que, para un adecuado manejo y control de los mismos se propone la realización de medidas de mitigación que se describen ampliamente en el contenido del capítulo XII del presente Documento Técnico Unificado (DTU), como las siguientes:

- ❖ Plan integral de manejo de residuos:
 - a. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos.
 - b. Identificación y separación de residuos de obra.

- c. Manejo y disposición de residuos urbanos.
- d. Manejo y disposición de residuos peligrosos.
- e. Almacén temporal.
- f. Transporte y disposición final.
- g. Manejo y disposición de residuos de manejo especial.
- h. Residuos producto de los sanitarios portátiles.

XVI.2.3 En materia de emisiones a la atmósfera

NOM-041-SEMARNAT-2015. Publicada en el DOF 10/junio/2015.

OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN: Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

DEFINICIONES:

- ❖ 3.9. Vehículo automotor en circulación. Vehículo de transporte terrestre de carga o de pasajeros, propulsado por su propia fuente motriz, enajenado por lo menos en una ocasión y que cuenta con permiso para circular por vialidades públicas.

ENTRE LAS ESPECIFICACIONES A OBSERVAR, SE ENCUENTRAN:

- ❖ 4.2 Límites máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en circulación en el país, que usan gasolina como combustible.
- ❖ 4.2.1 Los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape; así como el valor de Factor Lambda de vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba dinámica y el año modelo, son los establecidos en la TABLA 1 de la presente Norma Oficial Mexicana.

TABLA 1.- Límites Máximos Permisibles de Emisión del Método Dinámico

| Año - modelo vehicular | Hidrocarburos (HC hppm) | Monóxido de Carbono (CO % vol.) | Oxígeno (O ₂ % vol.) | Óxidos de Nitrógeno (NO _x ppm) | Dilución (CO + CO ₂ % vol.) | | Factor Lambda Máx. |
|------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|--|------|--------------------|
| | | | | | Min. | Máx. | |
| 1990 y Anteriores | 350 | 2,5 | 2,0 | 2 500 | 13 | 16,5 | 1,05 |
| 1991 y posteriores | 100 | 1,0 | 2,0 | 1 500 | 13 | 16,5 | 1,05 |

Nota de equivalencias: 1.- ppm o hppm (μmol/mol) y 2.- % vol. (cmol/mol).

- ❖ 4.2.2 Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, los límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en el Método de prueba estática procedimiento de medición, de la NOM-047-SEMARNAT-2014 o la que la sustituya; en función del año-modelo, son los establecidos en el numeral 4.2.2, (TABLA 2) de la presente Norma Oficial Mexicana y serán aplicables de acuerdo al transitorio quinto de la misma.

TABLA 2.- Límites Máximos Permisibles de Emisión del Método Estático

| Año modelo vehicular | Hidrocarburos (HC hppm) | Monóxido de Carbono (CO % vol.) | Oxígeno (O ₂ % vol.) | Dilución (CO + CO ₂ % vol.) | | Factor Lambda |
|----------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|------|---------------|
| | | | | Mín. | Máx. | Máx. |
| 1993 y Anteriores | 400 | 3,0 | 2,0 | 13 | 16,5 | 1,05 |
| 1994 y posteriores | 100 | 1,0 | 2,0 | 13 | 16,5 | 1,05 |

- ❖ 4.5 Los vehículos nuevos podrán quedar exentos de la verificación vehicular obligatoria por un periodo de hasta dos años posteriores a partir de su adquisición, y de acuerdo a lo establecido en las disposiciones expedidas por las autoridades federales y/o locales competentes. Estas autoridades podrán ampliar el beneficio de exención de acuerdo a las políticas de promoción de vehículos con nuevas tecnologías de control de emisiones.

Vinculación: Los vehículos automotores que transiten por la zona de estudio durante la construcción del proyecto, deberán considerar las especificaciones que esta norma oficial mexicana establece para el correcto funcionamiento de los mismos, toda vez que existirán emisiones a la atmósfera por este tipo de transporte. Para ello, se propone dar mantenimiento periódico a la maquinaria y a los vehículos a utilizar durante la construcción del proyecto. La maquinaria y vehículos deberán ser afinados antes de iniciar las obras para evitar la emisión excesiva de gases. La afinación se repetirá de acuerdo al programa de mantenimiento que se tenga programada durante el tiempo que dure la extracción principalmente.

NOM-045-SEMARNAT-2017. Publicada en el DOF 08/03/2018.

OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN: La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición. Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, Centros de Verificación Vehicular, Unidades de Verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

DEFINICIONES:

- ❖ 3.10 Motor. La fuente de potencia que se caracteriza por el combustible que es encendido dentro de la cámara, debido al calor producido por la compresión de aire dentro de la misma.
- ❖ 3.14 Opacidad. Fracción de luz transmita, de una fuente luminosa a través de una corriente de gases de escape, que es impedida de alcanzar el receptor y, se expresa en función de la transmitancia.
- ❖ 3.22 Fracción de luz que logra cruzar una corriente de gases de escape dentro del instrumento de medición y llega al receptor, cuya expresión matemática es en términos de la intensidad de luz.
- ❖ 3.26 Vehículo automotor en circulación. Unidad de transporte terrestre de carga o de pasajeros que transita en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

ENTRE LAS ESPECIFICACIONES A OBSERVAR, SE ENCUENTRAN:

- ❖ 4. Límites máximos permisibles de opacidad del humo, expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad.
- ❖ 4.1 Los límites máximos permisibles de emisión del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3,856 kilogramos, es el establecido en la tabla 1.

TABLA 1.- Límites máximos permisibles de opacidad del humo en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3,856 kg.

| Año-modelo del vehículo | Coefficiente de absorción de luz (m^{-1}) | Por ciento de opacidad (%) |
|-------------------------|---|----------------------------|
| 2003 y anteriores | 2.00 | 57.68 |
| 2004 y posteriores | 1.50 | 47.53 |

- ❖ 4.2. Los límites máximos permisibles de emisión del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año-modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3,856 kilogramos, son los establecidos en la tabla 2.

TABLA 2.- Límites máximos permisibles de opacidad del humo en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea mayor a 3,856 kg.

| Año-modelo del vehículo | Coefficiente de absorción de luz (m^{-1}) | Por ciento de opacidad (%) |
|-------------------------|---|----------------------------|
| 1997 y anteriores | 2.25 | 61.99 |
| 1998 y posteriores | 1.50 | 47.53 |

Vinculación: Los camiones de transporte de material a utilizar durante la construcción del proyecto deberán cumplir con las especificaciones de esta norma oficial mexicana, en virtud de que los motores de estos vehículos trabajan en su gran mayoría con combustible diesel y, en consecuencia, emiten contaminantes a la atmósfera. Para ello, se propone dar mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos a utilizar durante la construcción del proyecto. La maquinaria y vehículos deberán ser afinados antes de iniciar las obras para evitar la emisión excesiva de gases. La afinación se repetirá de acuerdo al programa de mantenimiento que se tenga programada durante el tiempo que dure la extracción principalmente.

XVI.2.4 En materia de emisión de ruido

NOM-080-SEMARNAT-1994. Publicada en el DOF 15/12/1994.

OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN: Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. La presente norma oficial mexicana se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.

DEFINICIONES:

- ❖ 4.12. Ruido. Todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas.
- ❖ 4.17. Vehículo automotor. El vehículo de transporte terrestre de cargo o de pasajeros que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.
- ❖ 4.18. Vehículo en circulación. El Vehículo automotor que transita en la vía pública.

ENTRE LAS ESPECIFICACIONES A OBSERVAR, SE ENCUENTRAN:

- ❖ 5.9. Los límites máximos permisibles de emisión de ruido para los vehículos automotores son:
- ❖ 5.9.1. Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB (A) de acuerdo a su peso bruto vehicular y son mostrados en la Tabla 1.

TABLA 1

| Error! Marcador no definido. PESO BRUTO VEHICULAR (Kg) | LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A) |
|---|--------------------------------------|
| Hasta 3,000 | 86 |
| Más de 3,000 y hasta 10,000 | 92 |
| Más de 10,000 | 99 |

Vinculación: Conforme a esta NOM, los vehículos automotores (camiones de volteo para el material pétreo) a utilizar durante las diferentes etapas del proyecto deberán sujetarse a las especificaciones que esta NOM establece para el correcto funcionamiento de los mismos. Para el control de la emisión de ruido se propone realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos a utilizar durante la construcción del proyecto, para minimizar la generación de niveles altos de ruidos. También se plantea trabajar únicamente en el día. Esto será con motivos de protección de la fauna, de tal modo que no se afecte más de lo debido a sus conductas y hábitos, ya que muchas especies tienen actividad durante la noche. Además, la visibilidad es mejor durante el día, lo que prevendrá accidentes tanto para los trabajadores como para los animales. La maquinaria y vehículos deberán ser afinados antes de iniciar las obras para evitar la emisión excesiva de ruido. La afinación se repetirá de acuerdo al programa de mantenimiento que se tenga programada durante el tiempo que dure la extracción principalmente.

XVI.2.5 En materia de suelos

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Publicada DOF 10/septiembre/2013.

OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN: Establecer los límites máximos permisibles de los hidrocarburos en suelos, incluidos en la TABLA 1 y los lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación en suelos con los hidrocarburos incluidos en la TABLA 1.

DEFINICIONES:

- ❖ 4.1 Características del sitio de muestreo. Son aquellos elementos físicos, biológicos, geográficos y socioeconómicos de un sitio presumiblemente contaminado a considerar en la planeación y ejecución del muestreo, que representan un factor a tomar en cuenta en la determinación del número y localización de los puntos de muestreo, así como en la determinación de la extensión de la contaminación.
- ❖ 4.2 Derrame. Descarga, liberación, rebose o vaciamiento de hidrocarburos en el suelo.
- ❖ 4.3 Hidrocarburos. Compuestos químicos orgánicos, constituidos principalmente por átomos de carbono e hidrógeno.
- ❖ 4.16 Suelo. Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.
- ❖ 4.17 Suelo contaminado con hidrocarburos. Aquel en el cual se encuentran presentes los hidrocarburos incluidos en la TABLA 1, en una concentración mayor a los límites máximos permisibles establecidos en las TABLAS 2 y 3.

ENTRE LAS ESPECIFICACIONES A OBSERVAR, SE ENCUENTRAN:

- ❖ 6. Límites máximos permisibles.
- ❖ 6.1 Los productos asociados a los derrames de hidrocarburos, para los que se establecen límites máximos permisibles de contaminación en suelos, se enlistan en la TABLA 1.

TABLA 1.- Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante

| PRODUCTO CONTAMINANTE | HIDROCARBUROS | | | | |
|---|-----------------|----------------|-----|-----------------|------|
| | FRACCIÓN PESADA | FRACCIÓN MEDIA | HAP | FRACCIÓN LIGERA | BTEX |
| Mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo | X | X | X | X | X |
| Petróleo crudo | X | X | X | X | X |
| Combustóleo | X | | X | | |
| Parafinas | X | | X | | |
| Petrolatos | X | | X | | |
| Aceites derivados del petróleo | X | | X | | |
| Gasóleo | | X | X | | |
| Diesel | | X | X | | |
| Turbosina | | X | X | | |
| Queroseno | | X | X | | |
| Creosota | | X | X | | |
| Gasavión | | | | X | X |
| Gasolvente | | | | X | X |
| Gasolinas | | | | X | X |
| Gas nafta | | | | X | X |

- ❖ 6.2. Los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos se presentan en las tablas 2 y 3.

TABLA 2.- Límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo

| FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS | USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA) | | | MÉTODO ANALÍTICO |
|---------------------------|--|--------------------------|------------------------|----------------------|
| | Agrícola, forestal, pecuario y de conservación | Residencial y recreativo | Industrial y comercial | |
| Ligera | 200 | 200 | 500 | NMX-AA-105-SCFI-2008 |
| Media | 1 200 | 1 200 | 5 000 | NMX-AA-145-SCFI-2008 |
| Pesada | 3 000 | 3 000 | 6 000 | NMX-AA-134-SCFI-2006 |

NOTA 1:

1. Para usos de suelo mixto, deberá aplicarse el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrados.

TABLA 3.- Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo

| HIDROCARBUROS ESPECÍFICOS | USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA) | | | MÉTODO ANALÍTICO |
|----------------------------|--|--------------------------|------------------------|----------------------|
| | Agrícola, forestal, pecuario y de conservación | Residencial y recreativo | Industrial y comercial | |
| Benceno | 6 | 6 | 15 | NMX-AA-141-SCFI-2007 |
| Tolueno | 40 | 40 | 100 | NMX-AA-141-SCFI-2007 |
| Etilbenceno | 10 | 10 | 25 | NMX-AA-141-SCFI-2007 |
| Xilenos (suma de isómeros) | 40 | 40 | 100 | NMX-AA-141-SCFI-2007 |
| Benzo[a]pireno | 2 | 2 | 10 | NMX-AA-146-SCFI-2008 |
| Dibenzo[a,h]antraceno | 2 | 2 | 10 | NMX-AA-146-SCFI-2008 |
| Benzo[a]antraceno | 2 | 2 | 10 | NMX-AA-146-SCFI-2008 |
| Benzo[b]fluoranteno | 2 | 2 | 10 | NMX-AA-146-SCFI-2008 |
| Benzo[k]fluoranteno | 8 | 8 | 80 | NMX-AA-146-SCFI-2008 |
| Indeno (1,2,3-cd)pireno | 2 | 2 | 10 | NMX-AA-146-SCFI-2008 |

NOTA 2:

1. Para usos de suelo mixto deberá aplicarse el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrados.

- ❖ 7. lineamientos para el plan de muestro en la caracterización.
- ❖ 8. Especificaciones ambientales para la remediación.

Vinculación: En caso de que por alguna circunstancia durante la ejecución del proyecto se produzca alguna actividad que pueda incidir en la composición natural del suelo, como, por ejemplo, el derrame de hidrocarburos (diesel, gasolina), se realizaran las acciones que refiere esta norma oficial mexicana para ello, las cuales, estarán a cargo de la empresa responsable designada para la ejecución del proyecto. Así también, se ejecutarán las siguientes:

- ❖ Plan integral de manejo de residuos:
 - a. Elección de sitios para colocar contenedores para residuos.
 - b. Identificación y separación de residuos de obra.
 - c. Manejo y disposición de residuos urbanos.
 - d. Manejo y disposición de residuos peligrosos.
 - e. Almacén temporal.
 - f. Transporte y disposición final.
 - g. Manejo y disposición de residuos de manejo especial.
 - h. Residuos producto de los sanitarios portátiles.

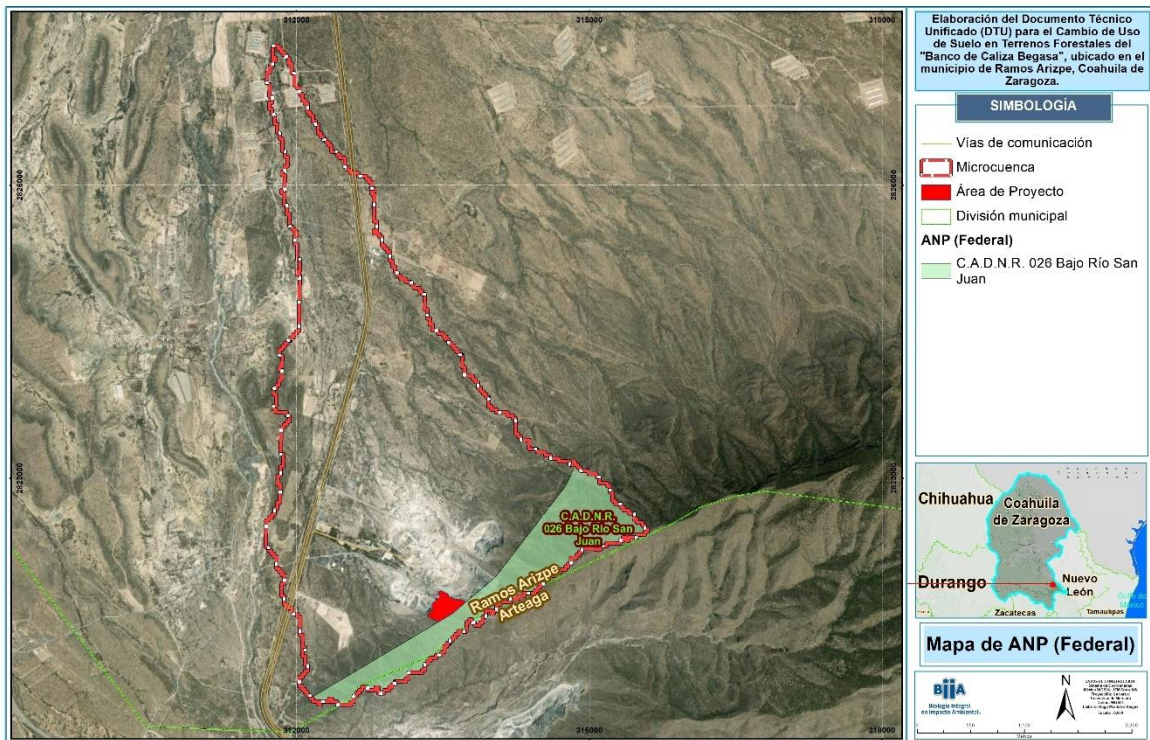
XVI.3 Áreas Naturales Protegidas

Las áreas naturales protegidas son las zonas de un territorio que han quedado sujetas al régimen de protección para preservar ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies

silvestres, lograr el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios brindados por los ecosistemas y mejorar la calidad de vida en los centros de población y sus alrededores.

El sitio del proyecto no se ubica dentro de los polígonos territoriales de algún área natural protegida de competencia federal, estatal o municipal, por lo que, el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales no contraviene disposiciones legales como decretos y programas de manejo, las cuales, regulan el desarrollo de obras y actividades en las áreas naturales protegidas. No obstante, es preciso señalar que la superficie delimitada para llevar a cabo las actividades de extracción de material caliza, se encuentra al límite y/o contigua al área natural protegida federal denominada: "Cuenca de Alimentación Distrito Nacional de Riego CADNR 026 Bajo Río San Juan", es decir, el terreno a intervenir se ubica junto pero fuera de los límites territoriales de dicha ANP-Federal, misma que no cuenta con Zona de Influencia ni Programa de Manejo.

Lo anterior, se aprecia en la siguiente imagen.



Ubicación del predio a intervenir con las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal, fuera de los límites territoriales del ANP Federal Cuenca de Alimentación Distrito Nacional de Riego CADNR 026 Bajo Río San Juan.

XVI.4 Regiones CONABIO

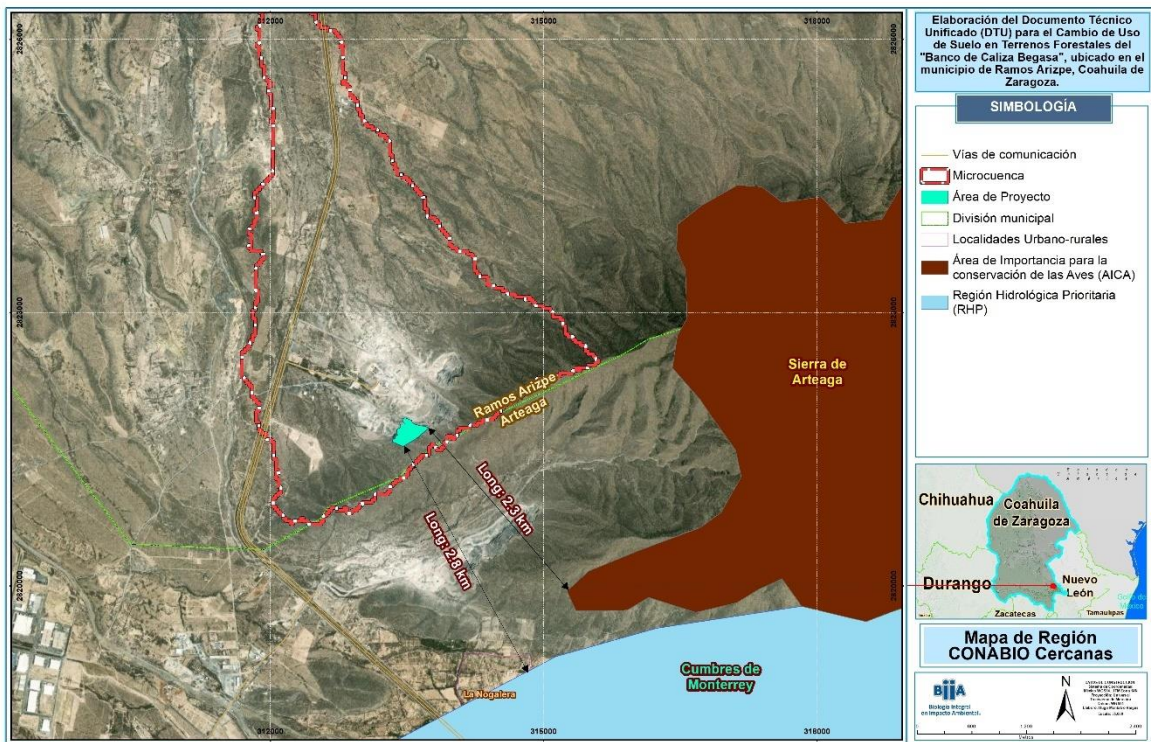
La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable, en beneficio de la sociedad. Por tal motivo, promueve el programa de identificación de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en México; en el cual, identifica y agrupa zonas según las características físicas y biológicas del entorno que las constituyen, y las clasifica en: regiones terrestres prioritarias (RTP); regiones marinas prioritarias (RMP); regiones hidrológicas prioritarias (RHP); y áreas de

importancias para la conservación de aves (AICAS). Cada región y área, tiene el cometido, de destacar la riqueza natural e integridad ecológica con mayor importancia en nuestro país; además, de constatar que cuentan con las características idóneas para su conservación.

Cabe resaltar que, las áreas o regiones prioritarias, no cuentan con Decretos, Planes de Manejo u Ordenamientos que reglamente los usos de suelo y las actividades económicas que ahí se pretendan, son programas para la conservación de la biodiversidad, las cuales, orientan a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad; por lo tanto, en ese contexto, la realización del proyecto minero no presenta limitaciones legales para su ejecución.

Con respecto al proyecto, se identificó que el predio sujeto a las actividades de remoción de vegetación forestal se localiza fuera de regiones prioritarias terrestres, marinas, hidrológicas y de áreas de importancia para la conservación de las aves.

En la siguiente imagen, puede corroborarse lo antes expuesto.



Ubicación del proyecto fuera de áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA) y de regiones prioritarias de la CONABIO. El área de importancia para la conservación de las aves más cercana al sitio del proyecto es el "AICA-Sierra de Arteaga" que se encuentra a una distancia aproximada de 2.3 km. La región hidrológica prioritaria más cercano al sitio del proyecto es la "RHP- Cumbres de Monterrey" que se encuentra a una distancia aproximada de 2.8 km.

XVI.5 Conclusiones

Las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal que se proponen en una superficie puntual de 6.23 hectáreas para la extracción de piedra caliza se encuentran reguladas por el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila y el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos.

En relación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila se tiene que la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales se encuentra regulada por lo establecido en los criterios ecológicos de una (1) unidad de gestión ambiental (UGA 16. APS-RH24B-192APS). En dichas acciones, no se establecen prohibición alguna para la ejecución de las obras y actividades propuestas, pero sí la condicionan al desarrollo de diversas acciones para la conservación, protección y restauración del ecosistema; en ese sentido, se llevarán a cabo las medidas de prevención, mitigación y compensación que se describen en el presente documento técnico unificado.

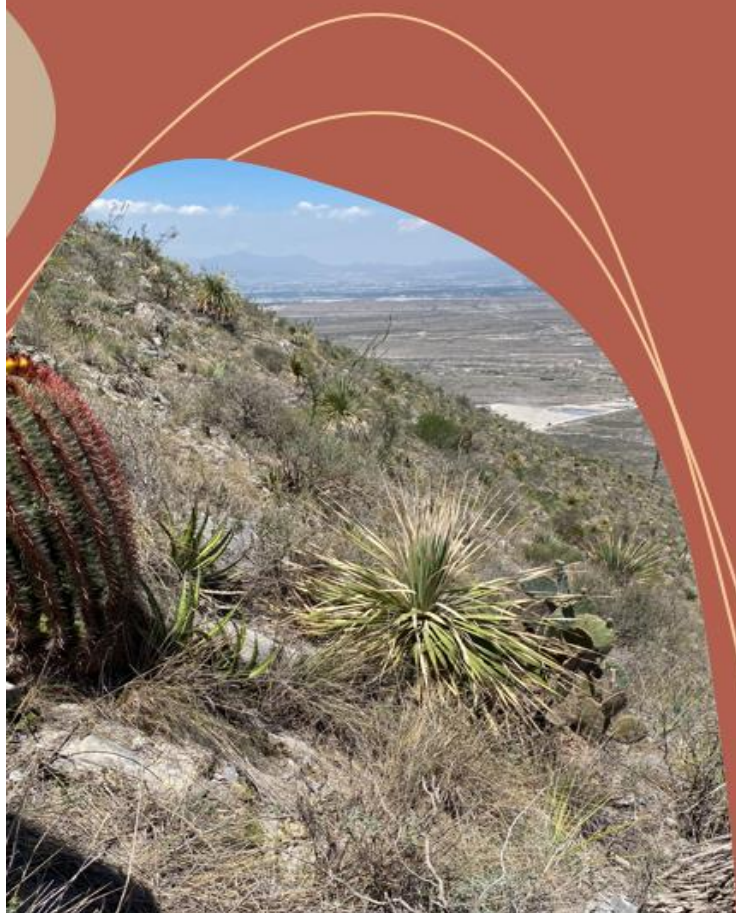
Sobre el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos, Coahuila, la unidad de gestión ambiental (UGA RES-509) que regula la zona donde se llevarán a cabo las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestales presenta como Uso de Suelo Dominante el de Actividades Extractivas. La construcción del proyecto está condicionado a las disposiciones de los criterios ecológicos de esta unidad (UGA), misma que, no establece prohibiciones para el desarrollo de trabajos relacionados con la extracción de piedra de caliza y el cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF), pero sí establecen acciones para el cuidado del medio ambiente, por lo que, se ejecutarán las medidas de mitigación implementadas para la conservación, protección y restauración de la zona de estudio del proyecto minero.

De manera que, las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal que se proponen para extraer material de caliza no contravienen lo dispuesto en los ordenamientos ecológicos analizados.

XVI.6 Bibliografía

- ❖ Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).
- ❖ Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila.
- ❖ Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos, Coahuila.
- ❖ NOM-059-SEMARNAT-2010. Flora y fauna.
- ❖ NOM-052-SEMARNAT-2005. Residuos peligrosos.
- ❖ NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017. Emisiones a la atmósfera.
- ❖ NOM-080-SEMARNAT-1994. Ruido.
- ❖ NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Suelos.

Modalidad A - Particular



**Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)**
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO XVII

**LOS DEMÁS REQUISITOS QUE ESTABLEZCAN OTRAS
DISPOSICIONES JURÍDICAS, Y SU VINCULACIÓN CON EL
PROYECTO.**



Contenido

| | |
|---|----|
| XVII. LOS DEMÁS REQUISITOS QUE ESTABLEZCAN OTRAS DISPOSICIONES JURÍDICAS, Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO..... | 3 |
| XVII.1 Leyes y Reglamentos..... | 3 |
| XVII.1.1 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable | 3 |
| XVII.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente | 11 |
| XVII.1.3 ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar n un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignas las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan | 15 |
| XVII.1.4. Ley General de Vida Silvestre..... | 18 |
| XVII.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos..... | 20 |
| XVII.1.6 Ley General de Cambio Climático | 25 |
| XVII.1.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental | 26 |
| XVII.1.8 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza | 30 |
| XVII.2 Planes y Programas de Desarrollo Urbano | 31 |
| XVII.2.1 Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 de Coahuila | 32 |
| XVII.2.2 Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila de Zaragoza 2011-2017 | 33 |
| XVII.2.3 Plan Municipal de Desarrollo 2022-2024 de Ramos Arizpe, Coahuila. | 38 |
| XVII.3 Bibliografía | 39 |

XVII. LOS DEMÁS REQUISITOS QUE ESTABLEZCAN OTRAS DISPOSICIONES JURÍDICAS, Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO.

XVII.1 Leyes y Reglamentos

Para el cumplimiento de las leyes ambientales que regulan las obras y actividades relacionadas con las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales fue necesario considerar en primer instancia la ubicación, dimensión, características y alcances del proyecto que se pretende, así como las condiciones actuales del medio biótico, abiótico y antrópico de la región o zona donde se llevará a cabo el CUSTF, lo anterior para identificar y analizar la compatibilidad del proyecto con los lineamientos establecidos en el articulado de las disposiciones ambientales y así sustentar la viabilidad y soporte jurídico del mismo.

XVII.1.1 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Última reforma publicada DOF 28-abril-2022.

Fundamento legal.

TITULO PRIMERO. Disposiciones Generales. Capítulo I. Objeto y Aplicación de la Ley.

ARTÍCULO 1. La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

ARTÍCULO 3, fracciones II, XI y XXVII. Son objetivos específicos de esta Ley:

- ❖ Regular la protección, conservación, uso sustentable y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y sus servicios ambientales; así como la zonificación, el manejo y la ordenación forestal;
- ❖ Promover la conservación de los ecosistemas forestales, impulsando su delimitación y manejo sostenible, evitando que el cambio de uso de suelo con fines agropecuarios o de cualquier otra índole afecte su permanencia y potencialidad;
- ❖ Promover acciones con fines de conservación y restauración de suelos.

ARTÍCULO 7, fracciones VI, XXXVIII Bis, LII, LVI, LXX, LXXI, LXXI Bis, LXXX y LXXXI. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

- ❖ Cambio de uso de suelo en terreno forestal: la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.
- ❖ Otros terrenos forestales: terrenos cubiertos de vegetación forestal que no reúnen las características para ser considerados terrenos forestales arbolados.
- ❖ Reforestación: establecimiento de especies forestales en terrenos forestales.
- ❖ Restauración forestal: conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal para recuperar parcial o totalmente sus funciones originales.
- ❖ Terreno diverso al forestal: es el que no reúne las características y atributos biológicos definidos para los terrenos forestales.
- ❖ Terreno forestal: es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales.
- ❖ Terreno forestal arbolado: terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características.
- ❖ Vegetación forestal: es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.
- ❖ Vegetación secundaria nativa: aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico.

TÍTULO SEGUNDO. De la Concurrencia y la Coordinación Interinstitucional. Capítulo I. De la Distribución de Competencias en Materia Forestal.

ARTÍCULO 10, fracción XXX. Son atribuciones de la Federación:

- ❖ Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.

ARTÍCULO 14, fracción XI. La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:

- ❖ Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

TÍTULO CUARTO. De los Procedimientos en Materia Forestal. Capítulo I. Disposiciones Comunes a los Procedimientos en Materia Forestal.

ARTÍCULO 54. Las autorizaciones y actos previstos en los artículos 68 y 69 de esta Ley, sólo se otorgarán a los propietarios de los terrenos y a las personas legalmente facultadas para poseerlos y usufructuarlos, así como a quienes legalmente se encuentren autorizados para los efectos.

Cuando la solicitud de una autorización o aviso en materia forestal sobre terrenos propiedad de un ejido o comunidad o comunidad indígena sea presentada por un tercero, éste deberá acreditar el

consentimiento del núcleo agrario mediante el acuerdo de asamblea que lo autorice, de conformidad con la Ley Agraria.

La autoridad, con la participación del Consejo correspondiente, podrá habilitar mecanismos de apoyo al dictamen de las solicitudes, avisos y atención de contingencias conforme a lo que establezca el Reglamento.

Los titulares de los derechos de propiedad uso o usufructo de terrenos en donde exista un área de protección, deberán de hacerlo del conocimiento del adquirente, del fedatario o autoridad, ante quien se vaya a realizar el acto de transmisión de estos derechos y deberá hacerse constar esta situación en la escritura correspondiente.

El Reglamento de esta Ley establecerá los documentos con los que se considerará acreditada la posesión o derecho para realizar las actividades señaladas en los artículos 68 y 69 de esta Ley.

SECCIÓN PRIMERA. De los Trámites en Materia Forestal.

ARTÍCULO 68, fracción I. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones:

- ❖ Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;

SECCIÓN SEGUNDA. Del aprovechamiento de recursos forestales maderables.

ARTÍCULO 75. Los siguientes aprovechamientos forestales requieren la autorización en materia de impacto ambiental, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente:

- I. En selvas tropicales mayores a 20 hectáreas;
- II. En aprovechamientos de especies forestales de difícil regeneración, conforme al Reglamento y a las Normas Oficiales Mexicanas, y
- III. En áreas naturales protegidas.

El procedimiento de la autorización en materia de impacto ambiental se integrará al procedimiento de autorización del aprovechamiento forestal para seguir un solo trámite administrativo, presentando en un solo documento la manifestación de impacto ambiental correspondiente, así como su programa de manejo forestal ante la autoridad competente y se realizará de conformidad con las guías y normas que se emitan en la materia.

SECCIÓN SÉPTIMA. Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

ARTÍCULO 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de 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 cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

ARTÍCULO 95. La Secretaría podrá autorizar la modificación de una autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o bien, la ampliación del plazo de ejecución del cambio de uso de suelo establecido en la autorización respectiva, siempre que lo solicite el interesado, en los términos que se establezcan en el Reglamento de la presente Ley.

ARTÍCULO 96. Los titulares de autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán presentar los informes periódicos sobre la ejecución y desarrollo del mismo, en los términos que establezca el Reglamento de la presente Ley.

ARTÍCULO 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

XVII.1.1.1 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Nuevo reglamento publicado en el DOF el 09 de diciembre de 2020.

Fundamento legal.

TITULO PRIMERO. De las Disposiciones Generales. Capítulo Único. Objeto de la Aplicación.

ARTÍCULO 1. El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

Su aplicación corresponde a la Secretaría, a través de las unidades administrativas que señale su Reglamento Interior o de los órganos administrativos desconcentrados denominados Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, según el ámbito de competencias que establezca la Ley, este Reglamento y otros ordenamientos jurídicos aplicables, así como a la Comisión en las materias cuyo ejercicio directo le atribuyan la Ley, el presente Reglamento y las disposiciones jurídicas que de ellos emanen.

ARTÍCULO 2, fracciones I y XXV. Para efectos del presente reglamento, además de las definiciones previstas en el artículo 7 de la Ley, se entenderá por:

- ❖ Acahual, asociaciones vegetales que se localizan en áreas originalmente ocupadas por Selvas que han sido sometidas al establecimiento de praderas artificiales y cultivos anuales o perennes mediante un sistema de producción tradicional, en subsecuentes años de cultivo que al estar en periodos de descanso recuperan la vegetación de Selva a través de un proceso de sucesión ecológica y que presentan diferencias de estructura, composición, tamaño o densidad con respecto a las Selvas maduras;
- ❖ Vegetación forestal de zonas áridas y semiáridas, aquella que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, Selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

TITULO TERCERO. De los Procedimientos en Materia Forestal. Capítulo I. Disposiciones Comunes.

ARTÍCULO 30 fracciones I y II. Los documentos con los que la Secretaría o la Comisión considerarán acreditados los derechos de propiedad o posesión sobre predios en aquellos casos en los que, conforme a lo dispuesto en los artículos 68 y 69 de la Ley o en el presente Reglamento, deba acreditarse ese derecho, son:

- ❖ Copia certificada del título que acredite el derecho de propiedad o posesión respecto del terreno o terrenos objeto de la solicitud inscrito en el registro público correspondiente; tratándose de ejidos y comunidades, bastará con que se presente copia simple de dicho título y, en su caso, el número de folio de inscripción correspondiente, y
- ❖ Copia certificada del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

CAPÍTULO II. Autorizaciones, Avisos y Registros. Sección I. Aprovechamiento de recursos forestales maderables.

ARTÍCULO 49. Tratándose de los aprovechamientos forestales a que se refiere el artículo 75 de la Ley, las solicitudes se acompañarán, además de lo previsto en el artículo 38 del presente Reglamento, de un documento técnico unificado que contendrá la información correspondiente a la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, prevista en el artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como la información relativa al Programa de manejo forestal, de conformidad con el artículo 39 del presente Reglamento y demás disposiciones jurídicas aplicables.

La Secretaría emitirá la guía para la integración del documento técnico unificado a que se refiere el párrafo anterior.

Asimismo, se anexará al documento técnico unificado, un resumen de su contenido, el archivo electrónico de dicho documento y sus anexos y, en su caso, información adicional, así como una

declaración bajo protesta de decir verdad respecto a que los resultados se obtuvieron mediante la aplicación de las mejores técnicas y metodologías utilizadas por la comunidad científica del país y uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:

- ❖ Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;
- ❖ Lugar y fecha;
- ❖ Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y
- ❖ Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:

- ❖ Copia simple de la identificación oficial del solicitante;
- ❖ Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;
- ❖ 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 de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y
- ❖ El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.

Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

- ❖ Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;
- ❖ Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM;
- ❖ Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;

- ❖ Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;
- ❖ Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;
- ❖ Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;
- ❖ Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;
- ❖ Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;
- ❖ Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;
- ❖ Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;
- ❖ Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;
- ❖ Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;
- ❖ Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;
- ❖ Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y
- ❖ Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.

La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.

Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.

Artículo 143. La Secretaría o, en su caso la ASEA, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 140, segundo párrafo, resolverá las solicitudes de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, conforme al procedimiento siguiente:

- ❖ La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá por única vez al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que presente la información o documentación faltante, la cual deberá entregarse dentro del término de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;
- ❖ Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;
- ❖ La Secretaría o la ASEA enviarán copia del estudio técnico justificativo al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión técnica dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción. En caso de no emitir dicha opinión dentro del plazo establecido, se entenderá que no tiene objeción.
- ❖ En las autorizaciones de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, la Secretaría o la ASEA deberán dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate;
- ❖ Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría o la ASEA notificarán al solicitante de la visita técnica al área objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación.
- ❖ Al término de la visita técnica se levantará un acta circunstanciada debidamente firmada por el solicitante o por quién este designe y por el personal autorizado por la Secretaría o la ASEA para la realización de la visita, y
- ❖ Realizada la visita técnica, la Secretaría o la ASEA dentro de los quince días hábiles siguientes y sólo en caso de que el Cambio de uso de suelo solicitado actualice los supuestos a que se refiere el primer párrafo del artículo 93 de la Ley, determinará el monto de la Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 144 del presente Reglamento. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría o la ASEA haya formulado el requerimiento de depósito ante el Fondo, se entenderá que la solicitud se resolvió en sentido negativo.

Cuando en cualquier estado del procedimiento previsto en el presente artículo, se considere que alguno de los actos no reúne los requisitos necesarios, la Secretaría o la ASEA lo pondrán en conocimiento de la parte interesada, concediéndole un plazo de cinco días para su cumplimiento. Los interesados que no cumplan con lo dispuesto en este artículo, se les podrá declarar la caducidad del ejercicio de su derecho, en los términos previstos en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Artículo 144. La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación.

Una vez que el solicitante haya comprobado que realizó el Depósito a que se refiere el párrafo anterior, mediante copia simple de la ficha de depósito o del comprobante de transferencia electrónica, la Secretaría o la ASEA, expedirán la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, esta se entenderá concedida.

La solicitud de autorización será negada en caso de que el interesado no acredite ante la Secretaría o la ASEA haber realizado el Depósito en los términos previstos en el presente artículo.

Artículo 145. La autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento.

La Secretaría o la ASEA asignarán el Código de identificación y lo informarán al particular en el mismo oficio de autorización del Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales.

Vinculación: La construcción del presente proyecto minero implica efectuar previamente acciones de remoción de vegetación forestal, lo que en términos de los presentes preceptos significa un cambio de uso de suelo de terrenos forestales por la modificación de la superficie a intervenir para ser destinada de forma definitiva a actividades no forestales. Por lo que, en observancia a estas disposiciones jurídicas, el promovente del proyecto solicita el permiso correspondiente de cambio de uso del suelo en terrenos forestales a la Dirección General de Gestión Forestal, Suelos y Ordenamiento Ecológico (DGGFSOT) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales mediante la presentación del documento técnico unificado modalidad A (DTU-A) correspondiente, el cual para ser autorizado en materia forestal deberá dar cumplimiento a las disposiciones establecidas en la Nueva Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Nuevo Reglamento en materia forestal.

XVII.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
Última reforma publicada DOF 11-abril-2022.

Fundamento legal.

TITULO PRIMERO. Disposiciones Generales. Capítulo I. Normas Preliminares.

ARTÍCULO 1, fracciones I, III, V y VI. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- ❖ Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
- ❖ La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;

- ❖ El aprovechamiento sustentable, la preservación y restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.
- ❖ La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

ARTICULO 3, fracciones III, XXV, XXVI, XXVII y XXXIV. Para los efectos de esta Ley se entiende por:

- ❖ Aprovechamiento sustentable: la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que dormán parte dichos recursos, por periodos indefinidos;
- ❖ Preservación: el conjunto de políticas y medidas anticipadas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales;
- ❖ Prevención: el conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente;
- ❖ Protección: el conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.
- ❖ Restauración: conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

CAPÍTULO II. Distribución de Competencias y Coordinación.

ARTICULO 5, fracción X. Son facultades de la federación:

- ❖ La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

CAPÍTULO III. Política Ambiental.

ARTICULO 15, fracción III, IV, XII y XIII. Para la formulación y conducción de la política ambiental, la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

- ❖ Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;
- ❖ Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueve o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.
- ❖ Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de esta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar ese derecho;
- ❖ Garantizar el derecho de las comunidades, incluyendo a los pueblos indígenas, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y

la salvaguarda y uso de la biodiversidad, de acuerdo a lo que determine la presente Ley y otros ordenamientos aplicables;

CAPÍTULO IV. Instrumentos de la Política Ambiental. Sección V. Evaluación del Impacto Ambiental.

ARTÍCULO 28, fracción I. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente de la autorización en materia de impacto ambiental de la secretaría:

- ❖ Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

ARTÍCULO 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

ARTÍCULO 35 BIS 3. Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con autorización de inicio de obra; se deberá verificar que el responsable cuente con la autorización de impacto ambiental expedida en términos de lo dispuesto en este ordenamiento.

Asimismo, la Secretaría, a solicitud del promovente, integrará a la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este artículo.

TÍTULO CUARTO. Protección al ambiente. Capítulo I. Disposiciones generales.

ARTÍCULO 109 BIS 1. La Secretaría deberá establecer los mecanismos y procedimientos necesarios, con el propósito de que los interesados realicen un solo trámite, en aquellos casos en que, para la operación y funcionamiento de establecimientos industriales, comerciales o de servicios se requiera obtener diversos permisos, licencias o autorizaciones que deban ser otorgados por la propia dependencia.

XVII.1.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (REIA)
Última reforma publicada DOF 31-octubre-2014.

Fundamento legal.

CAPÍTULO I. Disposiciones Generales.

ARTÍCULO 1. El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

ARTÍCULO 3, fracciones I TER, XIII y XIV. Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la Ley y, entre otras, las siguientes:

- ❖ Cambio de uso de suelo: como la modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación;
- ❖ Medidas de prevención: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente y;
- ❖ Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

ARTÍCULO 4, fracciones I. Compete a la secretaría:

- ❖ Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento.

CAPÍTULO II. De las Obras o Actividades que requieren autorización en materia de Impacto Ambiental y de las Excepciones.

ARTÍCULO 5, incisos O). Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente de la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

- ❖ Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

CAPÍTULO III. Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental.

Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

- I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;
- II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;
- III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y
- IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos,

sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

CAPÍTULO VII. De la emisión de la resolución sobre la evaluación del impacto ambiental.

ARTÍCULO 47. (...) En todo caso, el promovente podrá solicitar que se integren a la resolución los demás permisos, licencias y autorizaciones que sean necesarios para llevar a cabo la obra o actividad proyectada y cuyo otorgamiento corresponda a la Secretaría.

Vinculación: Por su ubicación, dimensión, características y alcance, las obras y actividades que forman parte del presente proyecto se encuentran reguladas en materia de impacto ambiental por el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por lo que, en cumplimiento a estas disposiciones se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental (PEIA) el contenido del presente documento técnico unificado modalidad A (DTU-A) para su análisis y dictaminación correspondiente, toda vez que se proponen obras y actividades para la extracción de piedra de caliza, para lo cual, será necesario desarrollar actividades de cambio de uso de suelo de áreas forestales.

Así también, en observancia a los principios de política ambiental establecidos en el Artículo 15 de la LGEEPA, en el contenido del DTU-A del proyecto se describen detalladamente las medidas de mitigación que se ejecutarán con la finalidad de evitar o reducir al mínimo los impactos sobre el ambiente, mismas que, resultan del análisis efectuado a los posibles efectos de las obras y actividades planteadas, y en los que fueron considerados de forma conjunta las características ambientales de la zona de estudio donde se ubica el proyecto.

XVII.1.3 ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar n un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignas las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan

Publicado en el DOF el 22/12/2010.

Algunos CONSIDERANDOS de este Acuerdo son:

- ❖ QUE existen obras y actividades que para su ejecución requieren de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y en materia de impacto ambiental o de esta última y de aprovechamiento de recursos forestales, lo que implica la tramitación de dos autorizaciones y la elaboración de dos estudios y representa para los intereses un incremento en costos y tiempo invertido en dos tramites individuales.
- ❖ QUE si bien es cierto que las autorizaciones señaladas en el párrafo que antecede se tramitan en procedimientos distintos, también es cierto que comparten identidad de propósitos y alcances, por lo que conforme a lo ordenado en los artículos 35 Bis y 109 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como 76 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 127 de su Reglamento, es posible unificar en un solo procedimiento los trámites relativos a dichas autorizaciones.

- ❖ QUE la simplificación de los trámites y de los tiempos de respuesta benefician a los interesados en la realización de obras o actividades que requieren las autorizaciones antes indicadas, por tanto, es necesario emitir los lineamientos que permitan tal unificación y faciliten su tramitación ante una sola autoridad administrativa (...)

Entre los ACUERDOS establecidos, están los siguientes:

PRIMERO. Se establecen los tramites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal, este último en sus modalidades A y B, los cuales son opcionales para los interesados y, por lo tanto, no anulan o limitan el derecho de éstos para solicitar las autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, de cambio de uso de suelo forestal y en materia de impacto ambiental de manera separada.

SEGUNDO. Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por:

- ❖ Autoridad Resolutora, la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos; la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental o las Delegaciones Federales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, unidades administrativas a las que se les asigna la atribución de resolver los trámites unificados objeto del presente Acuerdo, conforme a lo previsto en los artículos Tercero, Cuarto y Quinto de este instrumento.
- ❖ Documento técnico unificado, el que integra la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades regional o particular, señaladas en los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, con el estudio técnico justificativo señalado en el artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable y cuyo contenido se describe en los artículos Sexto y Séptimo del presente Acuerdo.
- ❖ Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad A: es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades descritas solo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo forestal previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

QUINTO. Las Delegaciones Federales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, resolverán:

- ❖ El trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, cuando los solicitantes sean particulares, y
- ❖ El trámite unificado de aprovechamiento forestal, cuando el aprovechamiento se realice dentro de su circunscripción territorial.

SEXTO. El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal modalidad A, contendrá la información indicada en los artículos 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 121 de su Reglamento, así como la señalada en el artículo 12 fracciones I, III V y VIII, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

NOVENO. A la solicitud de trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, se anexará:

- ❖ Documento técnico unificado, en original impreso y en formato electrónico.
- ❖ Copia simple de la identificación oficial del solicitante.
- ❖ Resumen del contenido del documento técnico unificado, en formato electrónico.
- ❖ Copia de la constancia del pago de derechos correspondientes.
- ❖ Cuando se trate de actividades altamente riesgosas, el estudio de riesgo correspondiente.
- ❖ Original o copia certificada del título de propiedad inscrito en el Registro Público que corresponda o del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar las actividades que impliquen el cambio de suelo en terrenos forestales. En ambos casos se anexará 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 de uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo; y
- ❖ Cuando se trate del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, la documentación que acredite el derecho a realizar las actividades propuestas.

DÉCIMO. Los trámites unificados, objeto del presente Acuerdo, se llevarán a cabo en un procedimiento único el cual se desarrollará conforme a las etapas y plazos establecidos para la evaluación del impacto ambiental descritos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En el caso del trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidad A y B, una vez integrado el expediente respectivo y paralelamente al procedimiento descrito en el artículo 34 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Autoridad Resolutora enviará copia del documento técnico unificado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación.

Transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación.

Concluido el procedimiento, la Autoridad Resolutora otorgará la autorización, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguiente. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, esta se entenderá concedida.

DÉCIMO SEGUNDO. El plazo de respuesta de los tramites unificados señalados en el artículo Primero del presente Acuerdo será de sesenta días hábiles contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud y sus anexos, el cual podrá ser ampliado por un periodo similar en el supuesto previsto en el artículo 35 Bis de la Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

DÉCIMO TERCERO. Quienes realicen los tramites unificados establecidos en el presente Acuerdo pagarán los derechos que correspondan conforme a lo ordenado en el artículo 194-X de la Ley Federal de Derechos.

Vinculación: La construcción del presente proyecto minero implica efectuar previamente acciones de remoción de vegetación forestal. Lo anterior, se desarrollará dentro de un predio que cuenta con una mina en operación constituida por áreas de extracción de piedra caliza, área de producción (planta), caminos de acarreo (internos) y áreas de construcción (oficinas y almacenes), por lo que, durante el desarrollo del proyecto no se considera la construcción y/o instalación permanente de obra civil, sólo se utilizará la infraestructura existente, toda vez que, únicamente se hará la extracción y aprovechamiento de piedra caliza para ser trasladada al área de producción. Es decir, para la realización del presente proyecto sólo se requiere ejecutar previamente actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal, para continuar con la extracción de piedra de caliza.

Por lo que, en términos de este Acuerdo, el promovente del proyecto presenta a la Dirección General de Gestión Forestal, Suelos y Ordenamiento Ecológico (DGGFSOT) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales el contenido del presente Documento Técnico Unificado, Modalidad A (DTU-A) del proyecto de extracción de piedra de caliza, para solicitar y obtener la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales en materia ambiental y en materia forestal, el cual para ser autorizado deberá dar cumplimiento a las disposiciones establecidas en este Acuerdo.

XVII.1.4. Ley General de Vida Silvestre

Última reforma publicada DOF 20-mayo-2021.

Fundamento legal.

TITULO I. Disposiciones Preliminares.

ARTÍCULO 1. La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

ARTÍCULO 3, fracciones I, II, IX y XX. Para efectos de esta Ley se entenderá por:

- ❖ Aprovechamiento extractivo: la utilización de ejemplares, partes o derivados de especies silvestres, mediante colecta, captura o caza
- ❖ Aprovechamiento no extractivo: las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres.
- ❖ Conservación: la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.
- ❖ Especies y poblaciones en riesgo: aquellas identificadas por la Secretaría como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, con arreglo a esta Ley.

ARTÍCULO 4, Primer Párrafo. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

TÍTULO II. Política Nacional en materia de Vida Silvestre y su Hábitat.

ARTÍCULO 5, fracciones I y II. El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país. En la formulación y la conducción de la política nacional en materia de vida silvestre se observarán, por parte de las autoridades competentes, los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Además, dichas autoridades deberán prever, entre otros, lo siguiente:

- ❖ La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres
- ❖ Las medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales. En ningún caso la falta de certeza científica se podrá argumentar como justificación para postergar la adopción de medidas eficaces para la conservación y manejo integral de la vida silvestre y su hábitat.

TÍTULO V. Disposiciones Comunes para la Conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.

ARTÍCULO 19. También, esta Ley establece que las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean

necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

CAPÍTULO VI. Trato Digno y Respetuoso a la Fauna Silvestre.

ARTÍCULO 29. Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

XVII.1.4.1 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Última reforma publicada DOF 09-mayo-2014.

Fundamento legal.

TÍTULO PRIMERO. Disposiciones Generales. Capítulo Único.

ARTÍCULO 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.

ARTÍCULO 2, fracciones VIII y XV. Además de las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para efectos del presente Reglamento se entenderá por:

- ❖ Especie: la unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaz de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, que comparten rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales.
- ❖ Medidas de contingencia: las acciones que se aplicarán cuando se presenten situaciones que pudieran tener efectos sobre los ejemplares, poblaciones o especies de la vida silvestre y su hábitat, afectando negativamente el logro de las metas de que se traten y que se encuentran incorporadas en el plan de manejo.

Vinculación: El presente proyecto requiere de la oportuna observancia de esta ley adjetiva como sustantiva, por ello, mediante el estudio en campo de la zona a intervenir se pudo tener un conocimiento claro de las condiciones del ecosistema de la zona, de las especies lugareñas, de la cantidad de individuos, así como, de las estrategias a seguir para el manejo de la vida silvestre y de su hábitat; de ahí que, en el contenido del presente documento técnico unificado modalidad A se proponen medidas de mitigación con la finalidad de evitar, atenuar o compensar los impactos ambientales que el proyecto pudiese ocasionar durante su realización.

XVII.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Última reforma publicada DOF 18-enero-2021.

Fundamento legal.

TÍTULO PRIMERO. Disposiciones Generales. Capítulo Único. Objeto y Aplicación de la Ley.

ARTÍCULO 1, fracciones II y X. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social, con el objeto de garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano, propiciando el desarrollo sustentable con la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

- ❖ Determinar los criterios a considerar en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana.
- ❖ Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetara su remediación.

ARTÍCULO 2, fracciones III, IV, V y X. En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:

- ❖ La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;
- ❖ Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;
- ❖ La responsabilidad compartida de los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno es fundamental para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible;
- ❖ La realización inmediata de acciones de remediación de los sitios contaminados, para prevenir o reducir los riesgos inminentes a la salud y al ambiente.

ARTÍCULO 5, fracciones XXX, XXXII, XXXIII y XXXIV. Para los efectos de esta Ley se entiende por:

- ❖ Residuos de manejo especial: son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;
- ❖ Residuos peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;
- ❖ Residuos sólidos urbanos: los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos

que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

- ❖ Responsabilidad compartida: principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social;

TÍTULO TERCERO. Clasificación De Los Residuos. Capítulo Único. Fines, Criterios y Bases Generales.

ARTÍCULO 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

ARTÍCULO 19, fracciones I y VII. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

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

TÍTULO QUINTO. Manejo Integral de Residuos Peligrosos. Capítulo I. Disposiciones Generales.

ARTÍCULO 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

ARTÍCULO 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

ARTÍCULO 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus

procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

CAPÍTULO II. Generación de Residuos Peligrosos.

ARTÍCULO 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

CAPITULO IV. Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.

ARTÍCULO 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

CAPÍTULO V. Responsabilidad acerca de la Contaminación y Remediación de Sitios.

ARTÍCULO 68. Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

ARTÍCULO 69. Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

TÍTULO SEXTO. De la Prevención y Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. Capítulo Único.

ARTÍCULO 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.

XVII.1.5.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
Última reforma publicada DOF 31-octubre-2014.

Fundamento legal.

TÍTULO PRIMERO. Disposiciones Preliminares.

ARTÍCULO 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (...)

ARTÍCULO 2, fracciones I, II, X y XVII. Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por:

- ❖ Almacenamiento de residuos peligrosos: acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos.
- ❖ Acopio: acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo.
- ❖ Instalaciones: aquéllas en donde se desarrolla el proceso generador de residuos peligrosos o donde se realizan las actividades de manejo de este tipo de residuos. Esta definición incluye a los predios que pertenecen al generador de residuos peligrosos o aquéllos sobre los cuales tiene una posesión derivada y que tengan relación directa con su actividad.
- ❖ Recolección: acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral.

ARTÍCULO 14. El principio de responsabilidad compartida, establecido en la Ley, se aplicará igualmente al manejo integral de los residuos de manejo especial y sólidos urbanos que no se encuentren sujetos a plan de manejo conforme a la Ley, este Reglamento y las normas oficiales mexicanas.

Vinculación: La observancia de esta Ley y su Reglamento son de carácter obligatorios para el desarrollo de los trabajos que forman parte del proyecto, y es que, en dichos ordenamientos se mencionan las actividades relacionadas con la generación de residuos y las obligaciones para quienes los produzcan a fin de evitar daños en el ambiente.

En los trabajos para la realización del presente proyecto se van a generar diversos residuos, mismos que pueden ser originadas por voluntad o involuntariamente dependiendo de la naturaleza propia de las acciones a realizar y de los sujetos que han de intervenir, por lo que, con el fin de evitar y reducir los efectos en el medio ambiente a intervenir, en el presente documento técnico unificado modalidad A se han dispuesto un conjunto de medidas de prevención y de mitigación.

XVII.1.6 Ley General de Cambio Climático

Última reforma publicada DOF 11-mayo-2022.

Fundamento legal.

TÍTULO PRIMERO. Disposiciones Generales. Capítulo Único.

ARTÍCULO 1. La presente ley es de orden público, interés general y de observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, por ende, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

ARTÍCULO 2, fracciones I y III. Esta Ley tiene por objeto:

- ❖ Garantizar el derecho a un medio ambiente sano, estableciendo la concurrencia de facultades entre los tres órdenes de gobierno en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;
- ❖ Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

ARTÍCULO 3, fracciones II, IV, XVI, XXII, XXIII y XXVIII. Para efectos de esta Ley se entenderá por:

- ❖ Adaptación: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos.
- ❖ Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.
- ❖ Emisiones: Liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos.
- ❖ Fuentes emisoras: Todo proceso, actividad, servicio o mecanismo que libere un gas o compuesto de efecto invernadero a la atmósfera.
- ❖ Gases de efecto invernadero: Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación infrarroja.
- ❖ Mitigación: Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero.

TÍTULO CUARTO. Política Nacional de Cambio Climático. Capítulo I. Principios.

ARTÍCULO 26, fracciones I, II, III, IV y VIII. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:

- ❖ Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;
- ❖ Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;
- ❖ Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;
- ❖ Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;
- ❖ Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;

CAPÍTULO II. Adaptación.

ARTÍCULO 29, fracciones III. Se considerarán acciones de adaptación:

- ❖ El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos;

CAPÍTULO III. Mitigación.

ARTÍCULO 33, fracciones I y II. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación, son:

- ❖ Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;
- ❖ Reducir las emisiones nacionales, a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo- eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico.

Vinculación: El proyecto refiere obras y actividades que implican la presencia de impactos ambientales en el ecosistema involucrado, los cuales son prevenibles, mitigables y compensables, por lo que, los actos del promovente deben conducirse conforme a los principios de sustentabilidad, corresponsabilidad, precaución, prevención y responsabilidad ambiental que observa la política nacional de cambio climático señalado en la presente Ley General que se analiza.

El presente proyecto, atendiendo a los principios ya mencionados propone en el contenido del presente documento técnico unificado modalidad A, la ejecución de diversas medidas de mitigación para prevenir y disminuir impactos sobre el ecosistema a intervenir.

XVII.1.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Última reforma publicada DOF 20-mayo-2021.

Fundamento legal.

TÍTULO PRIMERO. De la Responsabilidad Ambiental. Capítulo Primero. Disposiciones Generales.

ARTÍCULO 1. La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4º. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

El proceso judicial previsto en el presente Título se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales.

ARTÍCULO 2, fracciones III y XIV. Para los efectos de esta Ley, se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por:

- ❖ Daño al ambiente: pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables del hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6o. de esta Ley.
- ❖ Sanción económica: El pago impuesto por la autoridad judicial para penalizar una conducta ilícita dañosa, dolosa con la finalidad de lograr una prevención general y especial e inhibir en el futuro comportamientos prohibidos.

ARTÍCULO 5. Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.

ARTÍCULO 6, fracciones I y II. No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

- ❖ Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes,

y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,

- ❖ No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.

CAPÍTULO SEGUNDO. Obligaciones Derivadas de los Daños Ocasionados al Ambiente.

ARTÍCULO 10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.

De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

ARTÍCULO 11. La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.

En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.

Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.

ARTÍCULO 13. La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su estado base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación.

La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño.

Los propietarios o poseedores de los inmuebles en los que se haya ocasionado un daño al ambiente, deberán permitir su reparación, de conformidad a esta Ley. El incumplimiento a dicha obligación dará lugar a la imposición de medios de apremio y a la responsabilidad penal que corresponda.

Los propietarios y poseedores que resulten afectados por las acciones de reparación del daño al ambiente producido por terceros, tendrán derecho de repetir respecto a la persona que resulte responsable por los daños y perjuicios que se les ocasionen.

ARTÍCULO 14, fracciones I y II, incisos a), b) y c). La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos:

- ❖ Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño, o
- ❖ Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes:
- ❖ Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales;
- ❖ Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente, y las obras y actividades asociadas a esos daños que se encuentren aún pendientes de realizar en el futuro, y
- ❖ Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y las actividades ilícitas, como las que se realizarán en el futuro, resultan en su conjunto sustentables, y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental (...)

En los casos referidos en la fracción II del presente artículo, se impondrá obligadamente la sanción económica sin los beneficios de reducción de los montos previstos por esta Ley. Asimismo, se iniciarán de manera oficiosa e inmediata los procedimientos de responsabilidad administrativa y penal a las personas responsables.

Las autorizaciones administrativas previstas en el inciso c) de este artículo no tendrán validez, sino hasta el momento en el que el responsable haya realizado la compensación ambiental, que deberá ser ordenada por la Secretaría mediante condicionantes en la autorización de impacto ambiental, y en su caso, de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La compensación por concepto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se llevará a cabo en términos de lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Los daños patrimoniales y los perjuicios sufridos podrán reclamarse de conformidad con el Código Civil Federal.

ARTÍCULO 15. La compensación ambiental podrá ser total o parcial. En este último caso, la misma será fijada en la proporción en que no haya sido posible restaurar, restablecer, recuperar o remediar el bien, las condiciones o relación de interacción de los elementos naturales dañados.

ARTÍCULO 16. Para la reparación del daño y la compensación ambiental se aplicarán los niveles y las alternativas previstas en este ordenamiento y las Leyes ambientales. La falta de estas disposiciones no será impedimento ni eximirá de la obligación de restituir lo dañado a su estado base.

ARTÍCULO 17. La compensación ambiental consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al ambiente, según corresponda, y equivalente a los efectos adversos ocasionados por el daño.

Dicha inversión o acciones deberán hacerse en el ecosistema o región ecológica en donde se hubiese ocasionado el daño. De resultar esto materialmente imposible la inversión o las acciones se llevarán a cabo en un lugar alternativo, vinculado ecológica y geográficamente al sitio dañado y en beneficio de la comunidad afectada. En este último caso serán aplicables los criterios sobre sitios prioritarios de reparación de daños, que en su caso expida la Secretaría en términos de lo dispuesto por la Sección 5, Capítulo Tercero del presente Título.

El responsable podrá cumplir con la obligación prevista en el presente artículo, mediante la contratación de terceros.

ARTÍCULO 24. Las personas morales serán responsables del daño al ambiente ocasionado por sus representantes, administradores, gerentes, directores, empleados y quienes ejerzan dominio funcional de sus operaciones, cuando sean omisos o actúen en el ejercicio de sus funciones, en representación o bajo el amparo o beneficio de la persona moral, o bien, cuando ordenen o consientan la realización de las conductas dañosas.

Las personas que se valgan de un tercero, lo determinen o contraten para realizar la conducta causante del daño serán solidariamente responsables, salvo en el caso de que se trate de la prestación de servicios de confinamiento de residuos peligrosos realizada por empresas autorizadas por la Secretaría.

No existirá responsabilidad alguna, cuando el daño al ambiente tenga como causa exclusiva un caso fortuito o fuerza mayor.

Vinculación: En cumplimiento a las disposiciones contenidas en esta Ley, se presenta a la SEMARNAT del Estado de Coahuila el Documento Técnico Unificado Modalidad A del proyecto minero para ser sujeto al procedimiento de evaluación y obtener la autorización respectiva en materia ambiental y en materia forestal de los trabajos de cambio de uso de suelo en terreno forestal que se proponen para la ejecución de las obras y actividades de extracción de material de piedra de caliza.

La resolución que al respecto emita la autoridad competente la deberá de acatar el promovente del proyecto, conforme a los Términos y Condicionantes establecidos en ella, y serán la pauta a seguir para el promovente a fin de no incurrir en una conducta que pudiera derivar a una responsabilidad en materia ambiental y sus consecuencias.

Las acciones u omisiones que ocasionen daños en el ambiente conforme a la Ley en estudio, deberán ser reparadas, o en su caso, compensadas cuando la reparación no sea posible, y se estará obligado a la realización de acciones para evitar que el daño se incremente, y serán responsabilidad del promovente o de quién de manera directa voluntaria o involuntariamente cometa la conducta a sancionar.

XVII.1.8 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza

Fundamento legal:

TÍTULO PRIMERO. Disposiciones Generales. Capítulo II. De la distribución y coordinación de competencias. Sección I. de las atribuciones de las autoridades.

ARTÍCULO 1 fracción I. La presente ley es reglamentaria del artículo 172 de la Constitución Política del Estado de Coahuila de Zaragoza, de orden público e interés social, así como de observancia general en la entidad y tiene por objeto establecer las bases jurídicas necesarias para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.

ARTÍCULO 10, fracciones XII y XXXIII. Además, la Secretaría tendrá las siguientes atribuciones:

- ❖ Evaluar, en la esfera de su competencia, el impacto ambiental y los riesgos que se puedan generar con la ejecución de obras y actividades públicas, privadas y sociales, así como, en su caso, autorizar su realización cuando así resulte procedente en los términos previstos por esta Ley y sus reglamentos.
- ❖ Evaluar el impacto ambiental generado por el aprovechamiento de las sustancias no reservadas a la federación que constituyan depósitos de naturaleza similar a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición que sólo pueden utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento de obras, a fin de dictar y ejecutar las medidas correspondientes.

Vinculación: Las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal es competencia de la autoridad federal según lo establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Sin embargo, se vincula la presente Ley estatal por ser de orden público e interés social, así como de observancia general en la entidad, la cual coincide con los objetivos de la legislación federal en materia ambiental, siendo uno de ellos garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano propicio para su desarrollo, salud y bienestar. Así, las actividades a realizar, si bien es cierto sólo la autoridad federal podrá emitir la resolución en cuanto a la autorización del presente proyecto, no implica desconocer los lineamientos pronunciados por la normatividad local, por lo que, para poder llevar a cabo los trabajos de extracción de piedra de caliza se realizaran el o los trámites correspondientes, una vez obtenida la autorización en materia ambiental y en materia forestal.

XVII.2 Planes y Programas de Desarrollo Urbano

Los planes y programas de desarrollo son instrumentos formales y legales por medio del cual la administración pública encabezada por el órgano ejecutivo fija los objetivos de su gobierno durante su gestión, por lo que es un instrumento que sirve de base en la creación y aplicación de políticas públicas en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, según las necesidades presentes y futuras del país, con el fin de lograr una transición positiva del país en áreas de importancia.

A continuación, se presenta la observancia de los siguientes documentos de planeación:

- ❖ Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 de Coahuila de Zaragoza.

- ❖ Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila de Zaragoza 2011-2017.
- ❖ Plan Municipal de Desarrollo 2022-2024 de Ramos Arizpe, Coahuila.

XVII.2.1 Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 de Coahuila

Dividida en cuatro ejes rectores, los cuales dieron nombre a los grandes capítulos del Plan; en cada uno se plantean objetivos generales y específicos, así como estrategias. El primero, Integridad y Buen Gobierno, se refiere a los aspectos relacionados con la gestión administrativa y de los recursos públicos; hace referencia, en particular, a las áreas de seguridad jurídica y respeto a los derechos humanos y, en general, al estado de derecho. El segundo, Seguridad y Justicia, atiende uno de los temas de mayor importancia para la sociedad, toda vez que se relaciona con la eficacia con que la autoridad protege la integridad física y patrimonial de los individuos y las unidades económicas y sociales; tiene que ver, asimismo, con los eslabones que componen la procuración de justicia y la ejecución de sanciones. El tercer eje, Desarrollo Económico Sustentable, contiene los planteamientos del Plan respecto al fomento económico, el empleo, el desarrollo urbano y la protección al medio ambiente. El cuarto, Desarrollo Social Incluyente y Participativo, comprende los temas de pobreza, oportunidades de desarrollo, servicios educativos, científicos y tecnológicos, culturales, deportivos, de salud y los relacionados con la vivienda y los servicios básicos, así como la atención a personas en situación de vulnerabilidad y el desarrollo integral de las familias.

De lo anterior, el eje rector, los objetivos generales, específicos y las estrategias que se relacionan con el presente proyecto son los siguientes:

EJE RECTOR 3. Desarrollo Económico Sustentable.

Respecto a la estructura de la producción, la industria es, por mucho, el sector más importante, pues representa poco más de la mitad del PIB estatal. Le siguen en importancia el de los servicios (34%) y el comercio (13%); el sector agropecuario representa 2% de la producción total.

Fomentar la productividad es un área de oportunidad para el desarrollo y la vía más eficiente para aumentar los salarios. En el estado hay sectores como la industria maquiladora de exportación que tiene una alta productividad, y otros que aun requieren fortalecerla; en ambos casos, es fundamental impulsar la democratización de la productividad para que así se refleje en ingresos dignos para los trabajadores, de esta forma se reduce la rotación de personal que implica un costo para las empresas. En este sentido, resulta imprescindible fortalecer e impulsar la capacitación para y en el trabajo, de tal forma que la productividad sea sostenible y que los coahuilenses cuenten con más y mejores competencias ocupacionales para incorporarse a trabajar.

En Coahuila, 99% de las empresas son micro, pequeñas y medianas (MiPyMEs). Estas desempeñan un papel importante en el proceso de transformación porque complementan las cadenas de valor; son flexibles para adoptar nuevos procesos productivos, tecnologías e innovaciones. Además, muchos de los servicios modernos pueden ser suministrados por este tipo de empresas. El fomento a las MiPyMEs representa un reto muy importante; es necesario consolidar una política que permita favorecer el desarrollo de proveedores, adoptar medidas para apoyar la organización de las empresas de sectores prioritarios para propiciar su crecimiento y mejorar su competitividad.

OBJETIVO GENERAL:

- ❖ 3. Orientar la estructura productiva hacia los sectores más competitivos, en un marco de crecimiento económico sostenido y de respeto a los derechos laborales y al medio ambiente.

OBJETIVO ESPECÍFICO: 3.3. Gestión Empresarial y Apoyo a las MIPYMES

- ❖ Consolidar a las MiPyMEs mediante el establecimiento de una cultura emprendedora y apoyos para su desarrollo.

ESTRATEGIAS:

- ❖ 3.3.2 Facilitar a los emprendedores el acceso a fondos para innovación y desarrollo de patentes.
- ❖ 3.3.3. Promover y fortalecer el desarrollo de incubadoras de negocios para atender las demandas de empresas en todas las regiones del estado.
- ❖ 3.3.4. Crear un fideicomiso estatal de garantías que favorezca el acceso al crédito a proyectos de inversión.
- ❖ 3.3.11. Promover la formalización de las micro, pequeñas y medianas empresas a través de la asesoría para la constitución y operación, ante los tres niveles de gobierno.
- ❖ 3.3.12. Establecer un programa de capacitación que apoye a la competitividad y crecimiento de las micro y pequeñas empresas.

OBJETIVO ESPECÍFICO: 3.6. Industria Energética y Minería.

- ❖ Aprovechar los recursos energéticos y mineros disponibles en el estado para diversificar la actividad económica.

ESTRATEGIAS:

- ❖ 3.6.1 Atraer inversiones que generen empleos altamente productivos y bien remunerados, a partir del potencial energético del estado.
- ❖ 3.6.2 Dar prioridad a la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, como la solar, eólica y biomasa.
- ❖ 3.6.3 Apoyar a los productores mineros, en particular a los del carbón, en las gestiones de contratos de compra y mejores precios, así como en la capacitación y prevención de accidentes.

Vinculación: El presente proyecto refiere obras y actividades para la extracción de piedra de caliza en el municipio Ramos Arizpe del Estado de Coahuila. Lo anterior, presenta correlación con lo que propone este plan estatal en materia de productividad minera, pues establece como uno de sus objetivos el de aprovechar los recursos energéticos y minero disponibles en el estado para diversificar la actividad económica, a través de proporcionar apoyo a los productores mineros.

XVII.2.2 Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila de Zaragoza 2011-2017

El PDUOT de Coahuila tiene como objetivo general, establecer las disposiciones y lineamientos para avanzar en la distribución equilibrada de la población y de las actividades económicas en la entidad,

conforme al Sistema Estatal de Asentamientos Humanos, como instrumento rector en materia de ordenamiento territorial que determina las estrategias para orientar el desarrollo urbano y regional del estado a través de un proceso institucional, participativo e incluyente de la sociedad civil, la iniciativa privada, el gobierno, la academia y el Consejo Consultivo Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila.

Imagen Objetivo. En congruencia con la política territorial a nivel nacional, la imagen objetivo para Coahuila, el modelo de desarrollo que se pretende alcanzar es el desarrollo urbano ordenado, integral y sustentable. según este modelo, "es la posibilidad de que una población determinada satisfaga sus necesidades básicas: alimentación, salud, educación, trabajo, vivienda, cultura.

Estrategias. Las estrategias que se plantean requieren de la coordinación y concertación de los tres órdenes de gobierno y la sociedad, conforme al cuadro siguiente:

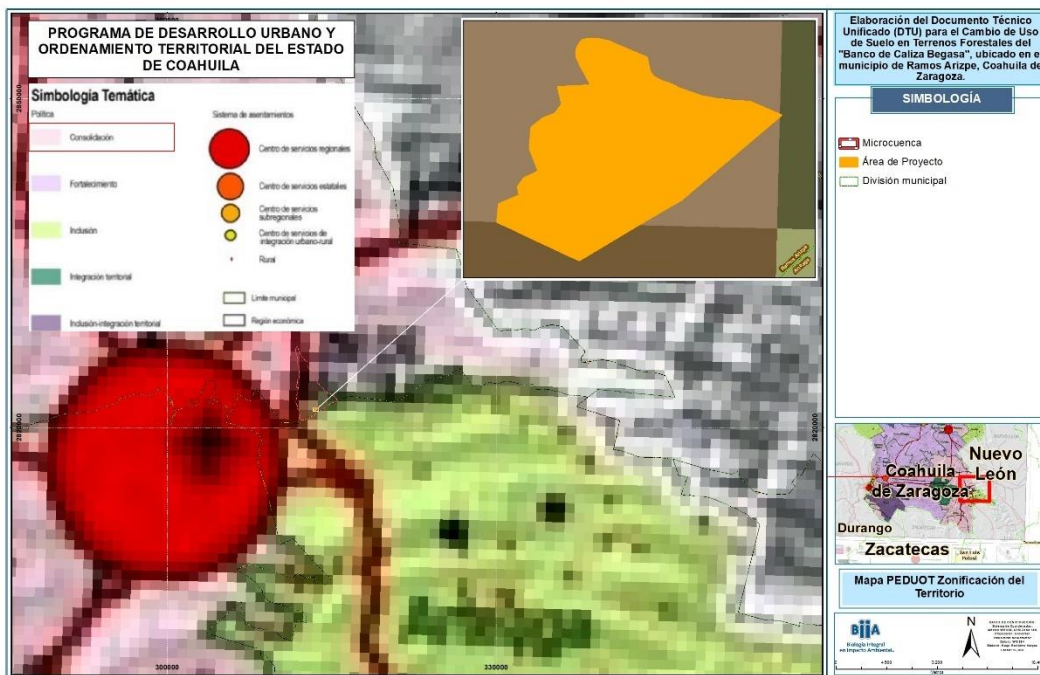


Políticas. Se identifican cuatro políticas para el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial de Coahuila. Están orientadas a optimizar el desarrollo en relación con el aprovechamiento racional de los recursos naturales, el patrimonio ecológico y cultural, y maximizando a su vez el valor agregado regional, generando oportunidades de empleo e ingreso en las regiones. Se busca con su consecución; lograr el equilibrio regional aprovechando las áreas de oportunidad en los sistemas de conectividad para la integración regional, estatal y nacional.

1. Política de Consolidación. Dar solidez al ordenamiento y mejorar la estructura básica a través de promover el acceso equitativo de la infraestructura y servicios, atendiendo la gestión ambiental urbana en temas como movilidad intraurbana e interurbana, y problemas de contaminación. Se trata de municipios metropolitanos que son nodos neurálgicos para la integración de las dinámicas económicas, sociales, políticas, culturales, de su región y el estado.
2. Política de Fortalecimiento: Impulsar el desarrollo urbano integral y sustentable a través de la creación y mejoramiento de infraestructura y equipamiento para potenciar su desarrollo,

- aplicable a los municipios con niveles de desarrollo intermedio que pueden aprovechar elementos del patrimonio cultural y natural entre otros.
3. Política de Inclusión: Promover el bienestar de población a través de mejores oportunidades de empleo, educación e ingresos que garanticen la inclusión al modelo de desarrollo urbano integral, sustentable y territorial. Se trata de municipios en franca desventaja económica en relación al resto del estado.
 4. Política de Integración Territorial: Impulsar un sistema integrado de conectividad y movilidad que permita un desarrollo ordenado, sustentable y competitivo en los municipios que presentan aislamiento y baja conectividad con la red de comunicaciones y transportes.

En el siguiente Mapa E36. Zonificación del Territorio del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial (PEDUyOT) de Coahuila de Zaragoza, se aprecia que la zona del proyecto se encuentra dentro de la Política de Consolidación.



Mapa E36. Zonificación del Territorio. Ubicación del proyecto en la Política de Consolidación.
Página 11 de la versión abreviada del PEDUyOT de Coahuila.

Líneas de Acción y Proyectos Estratégicos. Se identificaron y consensuaron 11 líneas de acción para el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial de Coahuila.

A continuación, se presentan por orden prioritario y de manera general, las que aplican al municipio de Ramos Arizpe, Coahuila:

| Clave | Líneas de acción |
|-------|--|
| 1 | Ordenamiento Hidráulico Metropolitano para la Sustentabilidad del Agua |
| 2 | Actualización y Alineación de la Normatividad sobre Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial |
| 5 | Creación y Mejoramiento de Infraestructura Ambiental |

| | |
|----|--|
| 6 | Ciudades Sustentables |
| 8 | Prevención y Mitigación de los Riesgos Hidrometeorológicos |
| 10 | Vivienda Digna en Entornos Habitables |

En el siguiente Mapa E39. Líneas de Acción Estratégicas del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial (PEDUyOT) de Coahuila de Zaragoza, se aprecia que la zona del proyecto se establece como "Sin Prioridad" para la realización de las líneas de acción estratégicas determinadas para el desarrollo urbano de la entidad.



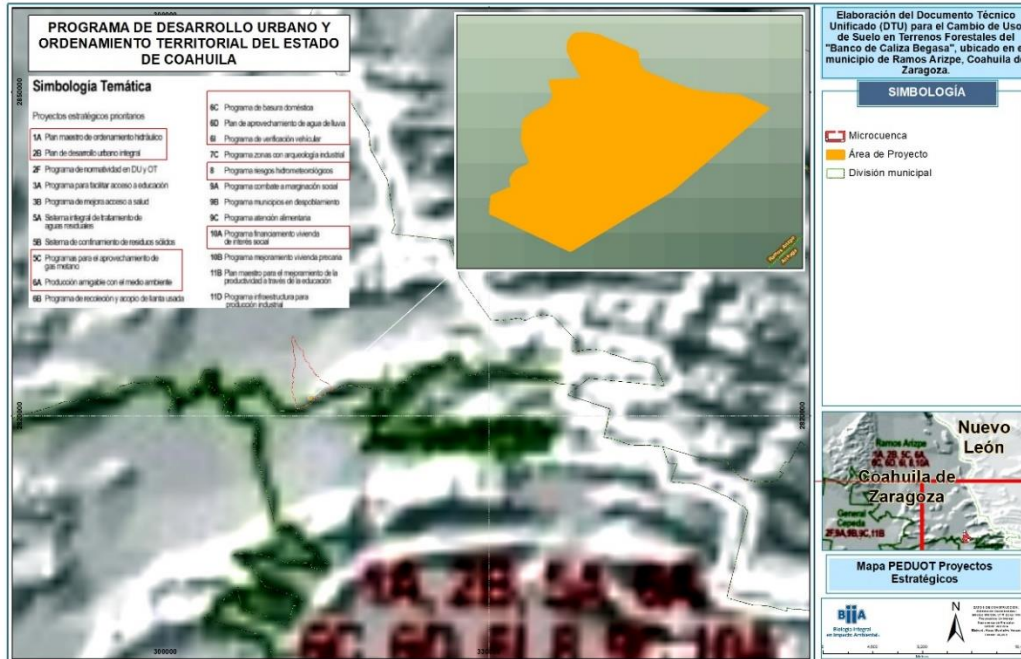
Mapa E39. Líneas de Acción Estratégicas. La zona del proyecto se establece "Sin Prioridad" en la realización de las líneas de acción estratégicas determinadas para el desarrollo urbano del estado.

Página 12 de la versión abreviada del PEDUyOT de Coahuila.

En el siguiente Mapa E40. Proyectos Estratégicos del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial (PEDUyOT) de Coahuila de Zaragoza se aprecia que, en el municipio de Ramos Arizpe, donde se ubica la zona del proyecto, se proponen los siguientes proyectos estratégicos prioritarios:

| Clave | Proyectos Estratégicos Prioritarios |
|-------|--|
| 1 | Ordenamiento Hidráulico Metropolitano para la Sustentabilidad del Agua |
| 1A | <u>Plan Maestro de Ordenamiento Hidráulico.</u> |
| 2 | Actualización y Alineación de la Normatividad sobre Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial |
| 2B | <u>Plan de Desarrollo Urbano Integral.</u> |
| 5 | Creación y Mejoramiento de Infraestructura Ambiental |
| 5C | <u>Programas para el Aprovechamiento de Gas Metano.</u> |
| 6 | Ciudades Sustentables |

| Clave | Proyectos Estratégicos Prioritarios |
|-------|---|
| 6A | <u>Producción Amigable con el Medio Ambiente.</u> |
| 6C | <u>Programa de Basura Doméstica.</u> |
| 6D | <u>Plan de Aprovechamiento de Agua de Lluvia.</u> |
| 6I | <u>Programa de Verificación Vehicular.</u> |
| 8 | <u>Programa Riesgos Hidrometeorológicos</u> |
| 10 | Vivienda Digna en Entornos Habitables |
| 10A | <u>Programa Financiamiento de Vivienda de Interés Social.</u> |



Mapa E40. Proyectos Estratégicos. En el municipio de Ramos Arizpe, donde se ubica la zona del proyecto, se establecen diversos programas estratégicos prioritarios, los cuales, no presentan relación alguna con los trabajos que forman parte del presente proyecto minero. Página 13 de la versión abreviada del PEDUyOT de Coahuila.

Vinculación: Las obras y actividades que se proyectan para la extracción de piedra de caliza, no contradicen lo dispuesto en la política de consolidación, las líneas de acción estratégicas y los proyectos estratégicos prioritarios establecidos en este Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial (PDUyOT) del Estado de Coahuila, específicamente para el Municipio de Ramos Arizpe.

Cabe señalar que, dentro del predio existe un área comprendida por la mina con varios elementos, como son: áreas de extracción de piedra caliza, área de producción (planta), caminos de acarreo (internos) y áreas de construcción (oficinas y almacenes), por lo que, en el proyecto no se considera la construcción de obra civil, sólo se utilizará la infraestructura existente. Es así que durante el desarrollo del mismo no se considera la instalación de alguna obra permanente, ya que únicamente se hará la extracción y aprovechamiento de piedra caliza para ser trasladada al área de producción.

XVII.2.3 Plan Municipal de Desarrollo 2022-2024 de Ramos Arizpe, Coahuila.

Los ejes rectores que forman este Plan son los siguientes:

- ❖ Eje 1. Agua y servicios municipales.
- ❖ Eje 2. Infraestructura y competitividad.
- ❖ Eje 3. Desarrollo social y bienestar de la familia.
- ❖ Eje 4. Seguridad y buen gobierno.

Cada uno de estos ejes cuenta con objetivos, estrategias y líneas de acción específicamente diseñadas para atender los problemas de la ciudadanía; sobre las mismas se sientan las bases de los programas sociales y proyectos de inversión pública municipal.

De lo anterior, para el presente proyecto se relaciona lo siguiente:

Eje 2. Infraestructura y competitividad.

Objetivo general: Proveer al municipio de Ramos Arizpe del marco jurídico, condiciones e infraestructura sostenible, resiliente y necesaria para promover su desarrollo económico y social, su competitividad, innovación y conectividad.

2.4. Objetivo específico: Desarrollo Económico.

- ❖ Desarrollar políticas que impulsen la creación, crecimiento y desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa, en las zonas rural y urbana de Ramos Arizpe; las cuales permitan la creación de empleos y nuevas fuentes de trabajo en comunidades locales, diversificando los giros y actividades económicas en las que se desempeña la población.

2.4.1. Estrategia 1.

- ❖ Promover la creación y desarrollo de unidades económicas, en sus diferentes tamaños y giros, para impulsar la economía local y la creación de empleo.

Línea de acción 1.

- ❖ 2.4.1.2. Impulsar, en conjunto con las cámaras empresariales, la incorporación de negocios locales a las cadenas productivas de la región.

2.4.3. Estrategia 3.

- ❖ Incentivar la inversión extranjera inclusiva y sostenible, así como el impulso a los negocios con RSE (Responsabilidad Social Empresarial) en beneficio de las y los ramosarizpenses.

Línea de acción 3.

- ❖ 2.4.3.1. Dar apertura al diálogo constante con empresas socialmente responsables nacionales e internacionales, organizaciones de la sociedad civil y grupos de interés; con el objetivo de que más empresas se sumen a la sostenibilidad en su gestión de riesgos y oportunidades, la cual supone siempre un camino de mejora continua donde la iniciativa privada ya no busca ser la mejor del mundo, sino ser mejor para el mundo.

Vinculación: El presente proyecto refiere obras y actividades para la extracción de piedra de caliza en el municipio Ramos Arizpe del Estado de Coahuila. Lo anterior, presenta correlación con lo que propone este plan municipal en materia de desarrollo económico, pues establece como objetivo el desarrollar políticas que impulse la creación, crecimiento y desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa en las zonas rural y urbana, las cuales permitan la creación de empleos y nuevas fuentes de trabajo en comunidades locales, esto, a través de la incorporación de negocios locales a las cadenas productivas de la región, y el impulso a los negocios con Responsabilidad Social Empresarial (RSE) en beneficio de las y los ramosarizpenses.



XVII.3 Conclusiones

El presente documento técnico unificado modalidad A (DTU-A) se somete a consideración de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Coahuila con el fin de demostrar que el cambio de uso de suelo en terreno forestales a ejecutar, puede ser autorizado por excepción, en virtud de que la biodiversidad del ecosistema a intervenir se mantendrá, y la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitigarán y compensarán a través de la realización de las diversas medidas y programas ambientales que se proponen y describen detalladamente en el contenido del DTU-A, cumpliendo así, con lo establecido en el Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Vigente.

De manera que, hecho el análisis de compatibilidad jurídica, se tiene que en todos y cada uno de las disposiciones normativas examinados no existen incongruencias ni incompatibilidades respecto al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, al contrario, se observa un proceso armonioso de observancia jurídica aplicable con el que se cumple, por lo que, se puede afirmar que las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se proponen para la extracción de material pétreo, en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, son jurídicamente viables de llevarse a cabo, al cumplir con todos estos elementos

XVII.3 Bibliografía

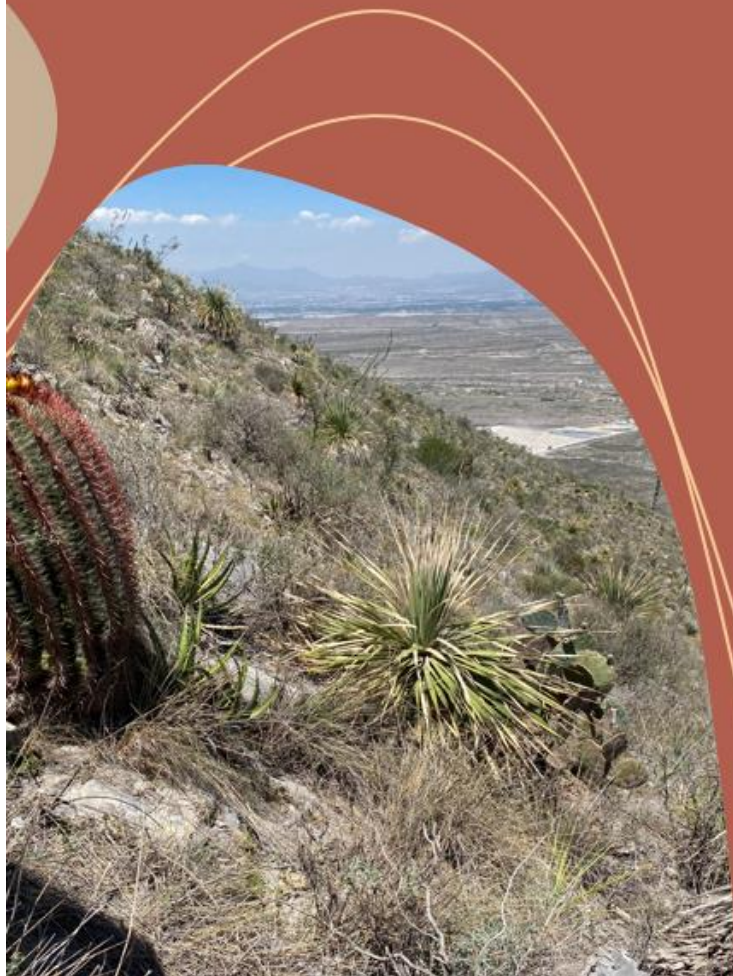
- ❖ LEY General de Desarrollo Forestal Sustentable y
- ❖ Reglamento.
- ❖ LEY General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y
- ❖ Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental.
- ❖ ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar n un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignas las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan
- ❖ LEY General de Vida Silvestre y
- ❖ Reglamento.
- ❖ LEY General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y
- ❖ Reglamento.
- ❖ LEY General de Cambio Climático.
- ❖ LEY Federal de Responsabilidad Ambiental.
- ❖ LEY del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza.
- ❖ Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 de Coahuila.



Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, del "Banco de Calizas Begasa", ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

- ❖ Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila de Zaragoza 2011-2017.
- ❖ Plan Municipal de Desarrollo 2022-2024 de Ramos Arizpe, Coahuila.

Modalidad A - Particular



Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.

CAPÍTULO XVIII

**IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y
ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA
EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**



XVIII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

XVIII.1 Cartografía.

1. Ubicación
2. Normatividad
3. Microcuencia
4. Predio
5. Muestreos
6. Mitigación

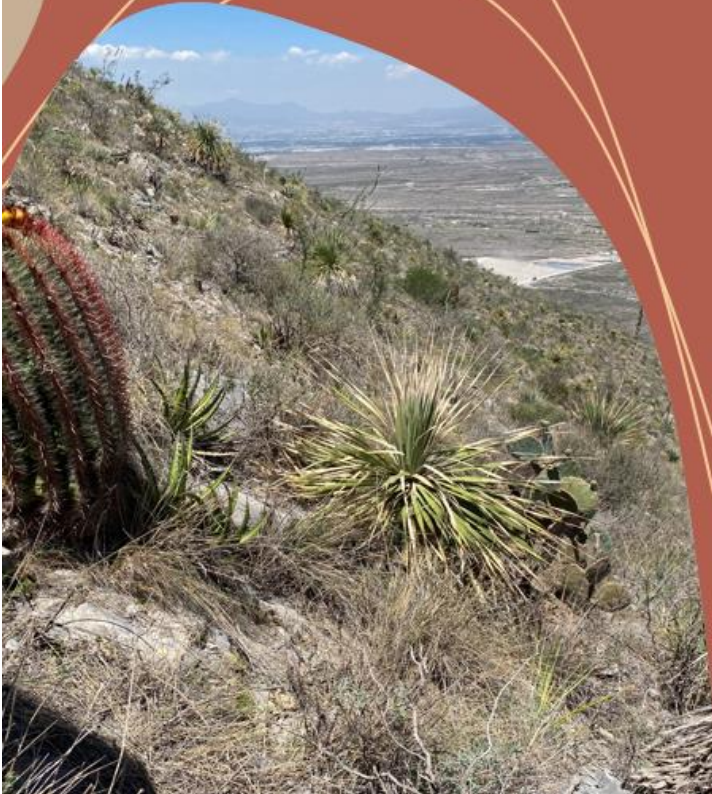
XVIII.2 Anexos digitales Coordenadas

XVIII.3 Memorias de cálculo

XVIII.4 Reporte fotográfico

Modalidad A - Particular

Elaboración del
Documento Técnico
Unificado (DTU)
para el Cambio de Uso de
Suelo en Terrenos Forestales,
del “Banco de Calizas Begasa”
ubicado en el Municipio de
Ramos Arizpe, Coahuila.



REPORTE FOTOGRÁFICO





Figura 1. Realización de un punto de conteo en campo



Figura 2. Realización del levantamiento de toque ligero en campo



Figura 3. Trampa tipo Sherman instalada en campo



Figura 4. Avistamiento de un rastro de mamífero en campo



Figura 5. Paisaje con varios individuos del *Agave lechuguilla*



Figura 6. Ejemplar de peyote (*Lophophora williamsii*)



Figura 7. Paisaje detrás de un individuo de *Feroactus pilosus*

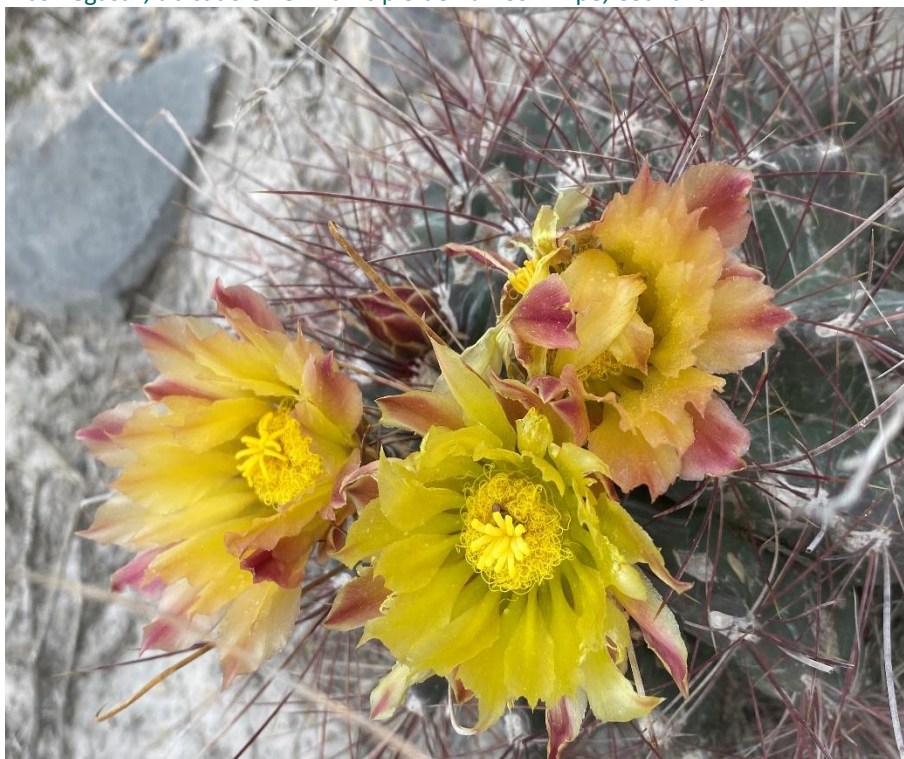


Figura 8. Cactáceas encontradas en la microcueva



Figura 9. Avistamiento de *Sceloporus cowlesi*