I. **Nombre del Área que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT en el estado de Baja California.

II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

III. **Partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente al 1) Nombre, Domicilio Particular, Teléfono Particular y/o Correo Electrónico de Particulares.

IV. **Fundamento legal y razones:** Se clasifica como **información confidencial** con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de **datos personales** concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Firma del titular:** MTRO. RICARDO JAVIER CÁRDENAS GUTIÉRREZ

VI. **Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión** pública.**ACTA_18_2024_SIPOT_2T_2024_ART69**,en la sesión celebrada el **12 de julio del 2024**.

Disponible para su consulta en:

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_18_2024_SIPOT_2T_2024_ART69

RESUMEN EJECUTIVO

DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO
MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO

APROVECHAMIENTO DE MATERIALES PETREOS GALLEGO KM 40

UBICACIÓN
Polígono Arrendado en Áreas de Uso Común
del Ejido Adolfo López Mateos
Mexicali, Baja California

Mexicali, Baja California
Junio de 2022

RESUMEN EJECUTIVO

1. USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO

El proyecto extractivo de materiales pétreos aquí presentado consistirá en una explotación a cielo abierto de una porción de terreno, ubicada en la parte baja de la Sierra Cucapá y dentro de un polígono arrendado al ejido Adolfo López Mateos. La zona está constituida de boleos y rocas riolíticas potencialmente explotables, así como capas de conglomerados con clastos de rocas.

La totalidad de la superficie del proyecto (5 hectáreas) y por lo tanto, la superficie total solicitada para cambio de uso de suelo (5 hectáreas) serán destinadas para el aprovechamiento de materiales pétreos.

No se construirá infraestructura complementaria, como son las calles o accesos, ya que éstos ya existen en un área colindante.

2. 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

2.1. Predio

El proyecto se desarrollará en un polígono arrendado, sin nombre, del área de uso común del ejido Adolfo López Mateos, ubicado 2,100 metros al Oeste del Km 40 de la Carretera Mexicali – San Felipe, Municipio de Mexicali, Baja California.

La principal vía de acceso al área del proyecto es la carretera Federal No. 5 Mexicali- San Felipe, la cual pasa a 1,600 metros al Oeste del área del proyecto. De allí al área del proyecto se accede mediante una brecha de terracería.

2.2. Ubicación y superficie del área para cambio de uso de suelo

De la superficie total del Polígono de Arrendamiento (40.3831 hectáreas), el proyecto se desarrollará en una superficie de solo 5 hectáreas, misma superficie que se solicita para cambio de uso de suelo.

3. 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 Área de Estudio se localiza en la Región Hidrológica 7 "Río Colorado" y dentro de la cuenca Río Colorado y la Subcuenca Río Colorado.

Dentro de la cuenca del proyecto se identificaron dos especies de flora con categoría de riesgo, según la norma mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual es el Palo Fierro (*Olneya tesota*) y Biznaga (*Ferocactus cylindraceus*), ambas sujetas a Protección Especial (Pr). Estas especies tienen una amplia distribución a lo largo de la cuenca.

4. 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

4.1. Ubicación del proyecto en áreas protegidas y de importancia ecológica

El área del proyecto no se encuentra ubicada dentro de algún área natural protegida. La más cercana es la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, la cual se encuentra aproximadamente a 32 kilómetros al Sur del área del proyecto.

4.2. Clima

Tal como se muestra en la siguiente figura, en el área del proyecto se presenta un clima del tipo Muy árido semicálido BWh(x').

4.3. Edafología

El tipo principal de suelo que se encuentra en el área del proyecto es el Regosol Calcárico de textura gruesa.

4.4. Geología

Tal como se muestra en la siguiente figura, el principal tipo de roca que se puede encontrar en el área del proyecto es del tipo Gneis.

4.5. Relieve

El relieve en el área del proyecto es ligeramente inclinado, ya que forma parte de un aluvión por el cual bajan corrientes intermitentes de la sierra Cucapá.

4.6. Pendiente media

La pendiente media en el área del proyecto es de aproximadamente 25%.

4.7. Tipos de Vegetación

El principal tipo de vegetación que se encuentra en el área del proyecto, es el Matorral Desértico Micrófilo.

En el siguiente cuadro se presentan las especies que se encontraron en el área del proyecto, ordenadas por su forma de crecimiento.

Cuadro 1. Especies encontradas en el área del proyecto por forma de crecimiento.

Forma de crecimiento	Nombre común	Nombre científico
Herbácea	Eriogonum	*Eriogonum contiguum*
Herbácea arbustiva	Incienso	*Encelia farinosa*
	Chamicillo	*Ambrosia dumosa*
	Yerba del queso	*Ambrosia salsola*
Arbustiva	Gobernadora	*Larrea tridentata*
	Ocotillo	*Fouquieria splendens*
	Frutilla	*Lycium andersonii*
Arbórea	Palo fierro	*Olneya tesota*
	Palo verde	*Cercidium microphyllum*

Especies en estatus

Dentro del área del proyecto se identificó una especie de flora, la cual es Palo Fierro (*Olneya tesota*), sujeta a protección especial (Pr) de acuerdo a la norma mexicana NOM-059- SEMARNAT2010.

4.8. Tipos de Fauna

El área del proyecto se ubica en el Distrito Faunístico del Desierto del Colorado. Durante los recorridos de campo no fue posible observar individuos de fauna, ya que normalmente se esconden ante la presencia humana o solo salen a alimentarse por la tarde y noche.

4.9. Condiciones en el área del proyecto

El área del proyecto se ubica a más de 35 kilómetros al sur del centro de población de Mexicali, por lo que solo existen pequeñas localidades cercanas.

La localidad más cercana al área del proyecto es el poblado del ejido Adolfo López Mateos, misma que se ubica a una distancia de 1,100 metros hacia el Noreste.

Las principales características del área del proyecto son:

- En los alrededores, desde hace años se han venido realizando aprovechamientos de materiales pétreos.
- No existen localidades a menos de 500 metros del área del proyecto.
- La vegetación natural existente tiene una muy baja densidad.
- La fauna silvestre es muy escasa.
- La topografía es de lomerío suave.
- No existen comunidades indígenas cercanas.

- En la colindancia se cuenta con energía eléctrica, sin embargo, es necesario llevarla hasta el área del proyecto.
- No se cuenta con servicios como agua potable y drenaje.
- El agua necesaria se llevaría por medio de pipas.
- A una distancia aproximada de 2.1 kilómetros al Este del proyecto se ubica la carretera federal No. 5 Mexicali – San Felipe.
- En el área del proyecto no existen escurrimientos, manantiales ni pozos para la extracción de agua subterránea.
- Los medios de transporte son terrestres, siendo la principal vía de acceso la carretera libre Mexicali – San Felipe.
- Colinda en todas direcciones con la misma área de uso común del ejido Adolfo López Mateos.
- La actividad económica principal que se desarrolla en la zona es el aprovechamiento de materiales pétreos, actividad principal desde hace muchos años para el desarrollo del ejido.

El desarrollo del proyecto provocará cambios muy puntuales y de baja intensidad en los siguientes aspectos:

- Demanda de mano de obra
- Demanda de servicios públicos.
- Aumento de la población

El desarrollo del proyecto no provocará cambios en los siguientes aspectos:

- Migración
- Demanda de servicios como medios de comunicación, medios de transporte, zonas de recreo, centros educativos, centros de salud, vivienda, etc.

El desarrollo del proyecto no causará aislamiento de núcleos de población ni modificación en los patrones culturales de la zona.

El área del proyecto no se encuentra dentro ni cerca de alguna zona definida como patrimonio arqueológico, antropológico, histórico y/o paleontológico.

En el área del proyecto no se aprovechan actualmente los recursos naturales, ni se tienen aprovechamientos autorizados para aprovechar los recursos forestales.

El nivel de aceptación del proyecto en la zona es bueno, ya que generará empleos permanentes para habitantes de los asentamientos vecinos, así como regalías al ejido Adolfo López Mateos.

4.10. Diagnóstico ambiental

En el siguiente cuadro se presentan las condiciones naturales y socioeconómicas que se presentan en el área del proyecto.

Cuadro 2. Condiciones presentes en el área del proyecto

MEDIO	FACTOR	CONDICIONES EN EL AREA DEL PROYECTO
Natural	Ubicación	A 12.8 km al Sur del límite del centro de población de la ciudad de Mexicali
	Clima	Muy seco semicálido con lluvias todo el año
	Geología	Roca metamórfica del tipo Gneis
	Edafología	Suelos del tipo Regosol Calcárico de textura fina con fase física pedregosa
	Relieve	Ladera con pendientes promedio de 30%
	Fallas o fracturas	La más cercana se ubica a 4.3 km al Norte
	Susceptibilidad a riesgos	No es susceptible a inundaciones, derrumbes o deslizamientos
	Hidrología	No existen corrientes intermitentes ni cuerpos de agua. No existen pozos de agua cercanos
	Vegetación	Del tipo Matorral desértico micrófilo con densidad Muy Baja. Existen dos especies de flora en alguna categoría de riesgo
	Fauna	Típica de las zonas áridas con un nivel Medio de antropización
	Paisaje	Con calidad Baja
Socio-económico	Población	Muy Baja alrededor del proyecto y Baja en las cercanías
	Indigenismo	No hay pueblos indígenas en el área del proyecto ni sus alrededores
	Migración	Muy Alta
	Zonas habitacionales	A 1100 metros al Noreste del área del proyecto
	Zonas industriales	Otros aprovechamientos de materiales pétreos en los alrededores
	Servicios públicos	Sin agua y drenaje. Energía eléctrica en las cercanías
	Factores socioculturales	No existen en el área del proyecto

5. 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

5.1. Análisis comparativo de la composición florística

En el predio se presenta una composición florística menor a la cuenca, ya que en el predio se observaron solo 9 de las 30 especies que se registraron para la cuenca, lo que representa solo el 30%.

Tomando en cuenta el número de especies observadas para la cuenca y su correspondiente orden de importancia, se determinó que el orden de importancia que van de 1 al 12 cuentan con niveles de distribución Alto y Muy Alto en la cuenca, por lo que estas especies no tendrían una afectación mayor al ser eliminadas por el cambio de uso de suelo en el área del proyecto.

Cuadro 3. Orden de importancia y nivel de distribución de las especies en la cuenca

Nivel	Orden de Importancia	Nivel de Distribución
1	1-6	Muy Alto
2	7-12	Alto
3	13-18	Medio
4	19-24	Bajo
5	25-30	Muy Bajo

Siete de las 9 especies (77.8%) presentes en el área del proyecto cuentan con un orden de importancia en la cuenca que va del 1 al 12, siendo las siguientes:

- *Cercidium microphyllum*
- *Larrea tridentata*
- *Olneya tesota*
- *Ambrosia dumosa*
- *Ambrosia salsola*
- *Encelia farinosa*
- *Lycium andersonii*

Por lo anterior y tomando en cuenta la medida de mitigación que implica el rescate y reforestación de individuos, se concluye que el desarrollo del proyecto no afectará la biodiversidad.

6. 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

6.1. No se deteriora la calidad del agua o disminuye su captación

Aplicando la fórmula para el cálculo de la infiltración, mencionada anteriormente, se obtiene que la infiltración en el área del proyecto, previo a su desarrollo es de 11.94 m^3/ha/año.

Aplicando la fórmula para el cálculo de la infiltración, mencionada anteriormente, se obtiene que la infiltración en el área del proyecto, posterior a su desarrollo será de 17.19 m^3/ha/año, lo que resulta en 5.25 m^3/ha/año más que en la actualidad.

Si se toma en cuenta que el área solicitada para cambio de uso de suelo es de 5 hectáreas, se estima que la ganancia total de infiltración sea de 26.25 m3/año.

Dada la cantidad de agua que se incrementaría, se puede concluir que el desarrollo del proyecto no afectará negativamente la infiltración del agua, sino que la mejoraría un poco.

6.2. No se provocará erosión de los suelos

En los siguientes cuadros se presentan los niveles y rangos de erosión para la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.

Cuadro 4. Niveles de erosión actual en el área del proyecto

Nivel Erosión	Superficie (ha)	Rango Erosión (Ton/ha)	Valor Intermedio (Ton/Ha)	Erosión Total (Ton)	Rango Erosión Promedio (Ton/ha)	Nivel Erosión Promedio
Nula	5	0 – 5	2.5	12.5	2.5	Nula

Cuadro 5. Niveles de erosión potencial en el área del proyecto

Nivel Erosión	Superficie (ha)	Rango Erosión (Ton/ha)	Valor Intermedio (Ton/Ha)	Erosión Total (Ton)	Rango Erosión Promedio (Ton/ha)	Nivel Erosión Promedio
Nula	1.5332	0 – 5	2.5	3.833	14.947	Moderada
Ligera	0.7884	5 - 10	5	3.942		
Moderada	2.6784	10 - 50	25	66.96		
TOTAL	5			74.735		

El resultado de erosión potencial considera la eliminación de la vegetación, pero sin realizar modificaciones en las formas y pendientes del terreno, tampoco en la estructura física de los suelos.

Las obras que contempla el proyecto (aprovechamiento de materiales pétreos) requieren modificar la forma del terreno y reducir las pendientes a un promedio del 10% (reducción del 70% en las pendientes), lo que se traducirá en una reducción aproximada del 50% en el nivel de erosión potencial obtenido.

Además de lo anterior, el proyecto contempla realizar la eliminación de la vegetación de forma paulatina, conforme se vaya avanzando en el aprovechamiento de los materiales, y no de una sola vez, lo que se estima reduzca en un porcentaje de 10% el nivel de erosión potencial obtenido.

Por otro lado, las actividades preventivas y de mitigación también reducirán la pérdida de suelo por erosión, en un estimado del 10%.

Sin la ejecución del proyecto, la pérdida de suelo por erosión en la superficie solicitada para cambio de uso de suelo (5 hectáreas) es de 12.5 toneladas.

Una vez aplicadas las medidas preventivas y de mitigación de la erosión se obtuvo una pérdida de suelo de 22.4205 toneladas.

Tomando en cuenta que con la ejecución del proyecto y las medidas preventivas la pérdida de suelo será muy similar a la actual, se puede concluir que con la ejecución del proyecto no se provocará la erosión de los suelos.

7. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN EN METROS CÚBICOS, POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

7.1. Individuos por especie derivados del cambio de uso de suelo

Cuadro 6. Individuos por especie estimados por hectárea tipo y área del proyecto.

No. de Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos por Hectárea Tipo	Individuos Totales
1	*Encelia farinosa*	Incienso	10	50
2	*Larrea tridentata*	Gobernadora	105	525
3	*Cercidium microphyllum*	Palo verde	45	225
4	*Ambrosia dumosa*	Chamicillo	35	175
5	*Eriogonum contiguum*	Eriogonum	5	25
6	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	5	25
7	*Lycium andersonii*	Frutilla	5	25
8	*Ambrosia salsola*	Yerba del queso	5	25
9	*Olneya tesota*	Palo fierro	5	25
Total			**220**	**1,100**

De las 9 especies que se encontraron en el muestreo, 3 de ellas ocupan el 84.09% del número total de individuos, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Especies que presentan mayor número de individuos estimados.

No. de Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Porcentaje de los Individuos totales
2	*Larrea tridentata*	Gobernadora	47.73
3	*Cercidium microphyllum*	Palo verde	20.45
4	*Ambrosia dumosa*	Chamicillo	15.91
Total			**84.09**

8. PLAZO PROPUESTO Y LA PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

El rescate de los individuos propuestos tomará un tiempo máximo aproximado de cuatro meses, considerando los preparativos. Para lo anterior se elaboró el correspondiente programa de rescate, mismo que se anexa.

El tiempo requerido para realizar el cambio de uso de suelo, es decir, el despalme, será de aproximadamente 15 años, ya que se realizará de manera paulatina conforme se avance con el aprovechamiento de materiales pétreos, además de considerar imprevistos que pudieran surgir.

La fecha estimada de inicio de actividades en el área del Proyecto es a finales del año 2022, una vez que se hayan obtenido los permisos correspondientes. Por lo anterior, se solicita una vigencia de 15 años para la ejecución del cambio de uso de suelo.

9. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

9.1. Ponderación y avaluación de impactos

Para la ponderación se realizó una matriz en la que se realizan las interacciones de las etapas del proyecto con las actividades a ejecutar en cada una de ellas asignándoles una ponderación de acuerdo a la metodología antes descrita. Esta operación es importante para clarificar aspectos que la propia simplificación del método conlleva. Para llevar a cabo lo anterior se realizó la valoración de los impactos a través de la construcción de una matriz impacto-ponderación, para determinar la importancia del impacto, de acuerdo a parámetros y valores descritos.

Cuadro 8. Ponderación de impactos ambientales

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	Atributo e Intensidad				Ponderación				Valor		Clase
							Negativo		Positivo				
			Intensidad	Irreversibilidad	Extensión	Duración	Magnitud	Importancia	Magnitud	Importancia	Negativo	Positivo	
Preparación del área	Remoción de vegetación y Despalme	Suelo	A	M	P	M	-8	-2			-10		Severo
		Flora	MA	A	P	P	-10	-3			-13		Severo
		Fauna	M	M	P	M	-5	-2			-7		Moderado
		Hidrología	M	B	P	M	-4	-2			-6		Moderado
		Atmósfera	B	B	L	T	-1	-4			-5		Menor
		Paisaje	A	M	P	P	-8	-3			-11		Severo
		Socioeconómico	M	B	L	T			4	4		8	Medio
	Operación de maquinaria y equipo	Fauna	B	B	P	T	-1	-1			-2		Menor
		Atmósfera	B	B	P	T	-1	-1			-2		Menor
		Socioeconómico	B	B	L	T			1	4		5	Bajo
	Ejecución de programa de rescate y reforestación	Flora	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Paisaje	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Socioeconómico	M	B	P	T			2	1		3	Bajo
Abandono del sitio	Estabilización de taludes	Suelo	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Flora	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Fauna	B	M	P	T			2	1		3	Bajo
		Hidrología	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Atmósfera	B	B	P	T			1	1		2	Bajo
		Paisaje	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Socioeconómico	M	B	P	T			4	1		5	Bajo
	Reforestación del área	Suelo	B	A	P	P			3	3		6	Medio
		Flora	B	A	P	P			3	3		6	Medio
		Fauna	M	B	P	M			4	2		6	Medio
		Hidrología	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Atmósfera	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Paisaje	B	M	P	P			2	3		5	Bajo
		Socioeconómico	M	M	P	T			5	1		6	Medio

	Menor		Moderado		Severo	Crítico	Clasificación de impactos negativos
	Bajo		Medio		Alto	Muy Alto	Clasificación de impactos positivos

9.2. Análisis de impactos

La actividad de aprovechamiento de materiales pétreos, como la mayor parte de las actividades que el hombre realiza para su subsistencia, crea alteraciones en el medio natural, desde las más imperceptibles hasta las que representan claros impactos sobre el medio en que se desarrollan.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen del número de impactos por tipo y clase.

Cuadro 9. Cantidad de impactos ambientales por tipo y clase

Impactos Positivos			**Impactos Negativos**		
Clase	**Cantidad**	**%**	**Clase**	**Cantidad**	**%**
Bajo	14	77.8	Menor	3	37.5
Medio	4	22.2	Moderado	2	25
Alto			Severo	3	37.5
Muy Alto			Crítico		
TOTAL	18	100	TOTAL	8	100

Se identificaron un total de 8 impactos negativos, de los cuales, con base en su valor, tres de ellos fueron de clase Menor, dos de clase Moderado y tres de clase Severo.

El mayor impacto lo causará la actividad de Eliminación de la vegetación sobre los factores Suelo, Flora y Paisaje. Los factores ambientales que resultan más impactados son la flora, el suelo y la atmósfera.

Para el caso de la afectación al factor Flora, se considera que es necesario, ya que debajo de ella se encuentra el recurso suelo propuesto para aprovechar y dicho aprovechamiento no podría realizarse sin afectar a la vegetación.

Para el caso de la afectación al factor Fauna, se considera que la eliminación de la vegetación se realizará por etapas, lo que aunado a las medidas de ahuyentamiento y en su caso rescate de individuos, permitirá que una buena parte de la población pueda moverse y restablecerse en sitios seguros.

El factor ambiental que resulta más impactado negativamente es el Suelo, debido a que es ese factor el que será aprovechado por el proyecto. En contraparte a lo anterior, el factor socioeconómico resulta ser el más benéfico, ya que con el aprovechamiento del recurso Suelo se crean empleos, se generan servicios y productos, además de que se generan ganancias y derrama económica.

Considerando que el impacto significativo es el que permanece en el ambiente después de aplicar ciertas medidas, se determina que los factores ambientales que presentan una afectación residual, previo a la aplicación de las medidas de prevención son: Suelo, Flora y Atmósfera.

10. 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

Cuadro 10. Actividades preventivas y de mitigación por actividad del proyecto

FACTOR	ACTIVIDAD	Actividad preventiva o de mitigación	
		Tipo	Descripción
Suelo	Remoción de vegetación y Despalme	Preventiva	a. Se instalarán contenedores de residuos de grasas y aceites para su posterior traslado y disposición.
		Preventiva	b. Se instalarán contenedores con tapa para residuos sólidos urbanos
		Preventiva	c. Se designará un área para colocar los residuos del desmonte y la tierra vegetal.
		Preventiva	d. Prohibir verter aceite quemado e hidrocarburos en general en el sitio del proyecto.
		Remediación	e. Recolección y limpieza de derrames de aceites y otros residuos peligrosos.
		Preventiva	f. Instalación de sanitarios portátiles para el personal.
		Reducción	g. El derribo de la vegetación se realizará de manera paulatina.
Flora	Remoción de vegetación y Despalme	Preventiva	a. Delimitar el área sujeta a maniobras de cambio de uso de suelo, para garantizar que no se afecte superficie no autorizada.
		Reducción	b. El derribo de la vegetación se realizará de manera paulatina
		Remediación	c. Realizar el picado, almacenado o dispersión de los productos del desmonte,
		Reducción	d. Recuperar y conservar la capa superficial del suelo.
Fauna	Remoción de vegetación y Despalme	Reducción	a. Realizar el ahuyentamiento de fauna, previo a las actividades de desmonte.
		Reducción	b. Realizar la eliminación de la vegetación de manera paulatina.
	Operación de maquinaria y equipo	Preventiva	a. Prohibir que los trabajadores practiquen la cacería o afecten a la fauna silvestre.
		Reducción	b. Evitar en lo posible el trabajo nocturno que afecte especies de hábitos de éste tipo.
		Preventiva	c. Evitar la presencia de animales domésticos como gatos y perros en el área del proyecto.
		Preventiva	d. Prohibir la circulación de vehículos automotores fuera del área del proyecto
Hidrología	Remoción de vegetación y Despalme	Reducción	a. Dejar con una pendiente ligera las áreas intervenidas.
		Preventiva	b. Evitar dejar montones de suelo que interfieran con el flujo de escurrimientos.
Atmósfera	Remoción de vegetación y Despalme	Reducción	a. Se evitará trabajar de noche, con lo cual se reducirán las molestias a los a los habitantes de las zonas cercanas.
		Reducción	b. Se evitará, en la medida de lo posible, laborar durante los días en los que se presenten vientos fuertes.
		Preventiva	c. Se prohibirá la quema de cualquier tipo de residuos.
	Operación de maquinaria y equipo	Reducción	a. La velocidad de circulación de los vehículos de carga será menor a 30 Km/h.
		Preventiva	b. Monitoreo de los niveles de ruido perimetral
		Reducción	c. Ejecutar un buen programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo.
Paisaje	Remoción de vegetación y Despalme	Preventiva	a. Delimitar el área sujeta a maniobras de cambio de uso de suelo, para garantizar que no se afecte superficie no autorizada.
		Reducción	b. Realizar el cambio de uso de suelo por etapas

10.3. Impactos Residuales

A continuación, se mencionan los impactos residuales que persisten después de aplicar las medidas preventivas y de mitigación.

- Pérdida temporal de la cobertura vegetal, por el desmonte en el área del proyecto, ya que, con el tiempo, la aplicación de medidas y una vez abandonado el sitio, se podrá obtener una cobertura vegetal similar a la original.
- Pérdida temporal de la cubierta fértil del suelo, ocasionada por la misma situación asentada en el párrafo anterior.
- El paisaje será afectado por la eliminación de la vegetación y de una capa de suelo, tardando tiempo en que recupere su estado actual.

11. 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

A continuación, se presenta un resumen del programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre, así como de la actividad complementaria de reforestación. El documento completo se presenta en el **Anexo 5**.

Debido al suelo presente en el área del proyecto, al tipo de especies y su forma de crecimiento, resulta muy complicado realizar el rescate de la mayor parte de ellas y obtener un buen porcentaje de sobrevivencia, incluyendo los individuos de palo fierro. Lo anterior ya que las raíces no pueden extraerse sin ser afectadas, debido a que son muy extensas o se desarrollan entre las rocas. Además, solo de algunas pocas especies se tiene conocimiento que pueden ser reproducidas vegetativamente mediante enraizamiento de estacas.

Por lo anterior, tomando en cuenta el tamaño promedio de los individuos y de su sistema radicular, se realizará el rescate y trasplante de individuos de las siguientes especies *Larrea tridentata, Encelia farinosa y Fouquieria splendens.*

Cuadro 11. Individuos a rescatar por especie

Especie	Nombre Común	Individuos Totales	Individuos a Rescatar	% a Rescatar
Encelia farinosa	Incienso	50	15	30
Fouquieria splendens	Ocotillo	25	15	60
Larrea tridentata	Gobernadora	525	10	1.9
TOTAL		**600**	**40**	**6.6**

Adicionalmente a la actividad de rescate de individuos de flora silvestre, se realizará una reforestación en línea, considerando el acceso principal y la periferia de algunas zonas. Se considera plantar un total de 30 individuos, 15 de cada una de las siguientes especies: *Prosopis glandulosa* y *Cercidium microphyllum.*

12. SERVICIOS AMBIENTALES QUE SERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

Como resultado del análisis, se obtuvo que con el desarrollo del proyecto pudieran resultar afectados 5 tipos de servicios ambientales, mismos que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 12. Servicios ambientales afectados con el desarrollo del proyecto

Servicio Ambiental Afectado	Nivel de Afectación
7. Control de la erosión	Bajo
8. Polinización de plantas	Bajo
9. Control biológico de plagas	Bajo
10. Paisaje y recreación	Bajo
11. Conservación de la biodiversidad	Bajo

14. ANÁLISIS QUE DEMUESTREN QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DEL USO DE SUELO SE MANTENGA

14.1. Resultados de los índices de biodiversidad

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos para los índices analizados, separados para el área del proyecto y la cuenca.

Cuadro 13. Resultado de los índices de biodiversidad

Índice	Valor	Biodiversidad	Proyecto	Cuenca	Diferencia
Simpson (1-D)	0 a 0.4	Baja			
	0.4 a 0.7	Media			
	0.7 a 1	Alta	0.7004	0.8055	0.1051
Shannon	1 a 2	Baja	1.541		
	2 a 3	Media		2.171	0.63
	Mayor a 3	Alta			
Margalef	Menor a 2	Baja	1.483		
	2 a 5	Media		3.807	2.324
	Mayor a 5	Alta			

En dos de los tres índices, las diferencias obtenidas para el área del proyecto y la cuenca fueron significativas, siendo solo el índice de Simpson donde se obtuvo la menor diferencia. Puede concluirse lo siguiente:

- La biodiversidad en la cuenca es Media-Alta, mientras que en el proyecto es Baja-Media
- La biodiversidad en al área del proyecto es menor que en la cuenca
- El desarrollo del proyecto no afectará la biodiversidad en la cuenca

15. 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

Para la elaboración de este apartado, y con la finalidad de verificar la congruencia entre el uso que se dará al suelo con la realización de este proyecto y lo establecido en los ordenamientos legales aplicables, se ha hecho una revisión de los siguientes instrumentos de observación pública:

1. Programa de Ordenamiento Ecológico de Baja California 2014
2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mexicali

15.1. Programa de Ordenamiento Ecológico de Baja California 2014 (POEBC)

De acuerdo a lo establecido en este programa el proyecto se encuentra ubicado dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 7.h, tal como se muestra en la siguiente figura.

La UGA 7.h cuenta con una política ambiental de Conservación. Para el sector Minero le aplican los criterios MIN 1 al MIN22.

Para el sector Conservación le aplican los criterios CON01, CON02 y CON06.

15.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mexicali

De manera específica el área del proyecto se encuentra dentro de la Unidad 4. Sierras de Origen Ígneo Intrusivo y la subunidad de gestión ambiental 4.1. "Sierra Cucapáh" en la que la política ambiental es de Aprovechamiento con Regulación.

DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO
MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO

APROVECHAMIENTO DE MATERIALES PETREOS GALLEGO KM 40

UBICACIÓN
Polígono Arrendado en Áreas de Uso Común
del Ejido Adolfo López Mateos
Mexicali, Baja California

Mexicali, Baja California
Junio de 2022

INDICE

	Página
A. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE	1
Nombre del proyecto	1
Nombre o razón social del Promovente	1
Ubicación (dirección) del Promovente	1
Predio en el que se desarrollará el proyecto	1
Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal	1
Duración del proyecto	1
1. USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO	2
1.1. Descripción general del nuevo uso del terreno	2
1.2. Descripción del nuevo uso del suelo por superficie para cada actividad	2
2. 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
2.1. Predio	3
2.1.1. Ubicación del Predio	3
2.1.2. Vías de acceso	5
2.1.3. Superficie del Predio	6
2.1.4. Colindancias del Predio	6
2.1.5. Infraestructura existente	6
2.2. Ubicación y superficie del área para cambio de uso de suelo	6
3. 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	9
3.1. Hidrología superficial	9
3.2. Hidrología subterránea	11
3.3. Climas	12
3.3.1. Tipos de climas	12
3.3.2. Fenómenos climatológicos	13
3.3.3. Vientos	14
3.4. Edafología	14
3.4.1. Tipos de suelo	14
3.4.2. Procesos erosivos	16
3.5. Geohidrología	17
3.6. Geología	17
3.7. Topografía y relieve	19
3.8. Vegetación	20
3.8.1. Tipos de vegetación	20
3.8.2. Flora en la cuenca	23
3.8.3. Especies en estatus	29
3.9. Fauna	30
3.9.1. Especies características	30
3.9.2. Especies en estatus	32

3.9.3. Descripción del hábitat de fauna silvestre 33
4. 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 34
4.1. Ubicación del proyecto en áreas protegidas y de importancia ecológica 34
4.2. Clima 35
4.2.1. Fenómenos climatológicos 36
4.2.2. Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos 37
4.3. Edafología 38
4.3.1. Procesos erosivos 39
4.4. Geología 40
4.5. Relieve 41
4.6. Pendiente media 41
4.7. Exposición 41
4.8. Hidrología superficial 42
4.9. Hidrología subterránea 42
4.10. Tipos de Vegetación 43
4.11. Tipos de Fauna 46
4.12. Condiciones en el área del proyecto 47
4.13. Diagnóstico ambiental 49
5. 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 50
5.1. Superficie a afectar de vegetación en relación a la superficie de la cuenca 50
5.2. Análisis comparativo de la composición florística 51
5.3. Biodiversidad de fauna 55
6. 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 56
6.1. No se deteriora la calidad del agua o disminuye su captación 56
6.1.1. Calidad del agua 56
6.1.2. Captación o Infiltración del agua 56
6.2. No se provocará erosión de los suelos 60
7. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN EN METROS CÚBICOS, POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO 76
7.1. Metodología de estimación 76
7.2. Individuos por especie derivados del cambio de uso de suelo 79
7.3. Volumen de cobertura por especie 80
7.4. Cobertura por especie 80
7.5. Descripción de los productos resultantes 81
7.6. Destino final de las materias primas 81
8. PLAZO PROPUESTO Y LA PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO 82
8.1. Método para la remoción de la vegetación 82

8.2. Operación 82
8.3. Abandono del sitio 82
8.4. Cronograma de actividades 83
9. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 84
9.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 84
9.1.1. Listas de Chequeo 85
9.1.2. Elaboración de Matrices de identificación de impactos 85
9.1.3. Ponderación y valoración de impactos ambientales 85
9.2. Identificación de impactos ambientales 89
9.2.1. Listas de chequeo 89
9.2.2. Indicadores de impacto 91
9.3. Descripción de impactos causados por actividad 92
9.3.1. Etapa de Preparación del área 92
9.3.2. Etapa de abandono del sitio 93
9.4. Evaluación de impactos 94
9.4.1. Ponderación y avaluación de impactos 94
9.4.2. Ponderación de impactos por factor ambiental 95
9.4.3. Análisis de impactos 96
10. 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 97
10.1. Vegetación 98
10.2. Fauna 98
10.3. Suelo 99
10.4. Hidrología 100
10.5. Atmósfera 101
10.6. Paisaje 101
10.7. Impactos Residuales 104
11. 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 105
12. SERVICIOS AMBIENTALES QUE SERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO 106
12.1. Descripción de los servicios ambientales 106
12.1.1. Regulación climática 108
12.1.2. Conservación de ciclos hidrológicos 109
12.1.3. Fijación de nitrógeno 109
12.1.4. Captura de carbono 109
12.1.5. Degradación de desechos orgánicos 109
12.1.6. Formación de suelo 110
12.1.7. Control de la erosión 110
12.1.8. Polinización de las plantas 110
12.1.9. Control biológico de plagas 110
12.1.10. Paisaje y recreación 111
12.1.11. Conservación de la biodiversidad 111
12.1.12. Generación de Oxígeno 111
12.1.13. Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales 112

12.1.14. Valores religiosos 112
12.1.15. Patrimonio cultural 112
12.1.16. Alimentos 113
12.1.17. Materias primas 113
12.1.8. Agua 113
12.2. Determinación de los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo 113
12.3. Grado de afectación de los servicios ambientales 118
13. 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 120
13.1. Responsable de la Elaboración del Estudio 120
13.2. Responsable de la Ejecución 120
14. ANÁLISIS QUE DEMUESTREN QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DEL USO DE SUELO SE MANTENGA 121
14.1. Índices de biodiversidad 121
14.1.1. Índice de Shannon 122
14.1.2. Índice de Simpson 122
14.1.3. Índice de Margalef 123
14.2. Resultados de los índices de biodiversidad 123
15. 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 124
15.1. Programa de Ordenamiento Ecológico de Baja California 2014 (POEBC) 124
15.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mexicali 129
15.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas 130
15.4. Normas Oficiales Mexicanas 131
15.5. Planes o programas de desarrollo urbano 132
15.5.1. Programa de desarrollo urbano de Mexicali 132
15.6. Leyes y Reglamentos 133
15.6.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 133
15.6.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto ambiental. 133
15.6.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 133
15.6.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 133
16. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 134
16.1. Citas bibliográficas de la cartografía utilizada 134
16.2. Anexos 135
Anexo 1. Documentación legal de la empresa promovente y del Representante Legal
Anexo 2. Documentación legal de la propiedad
Anexo 3. Información del muestreo forestal
Anexo 4. Compendio Fotográfico
Anexo 5. Documentación del responsable técnico del documento técnico unificado y del responsable en materia forestal
Anexo 6. Programa de rescate y reforestación de individuos de flora silvestre

A. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

Nombre del proyecto

APROVECHAMIENTO DE MATERIALES PETREOS GALLEGO KM 40

Nombre o razón social del Promovente

Ubicación (dirección) del Promovente

Predio en el que se desarrollará el proyecto

El proyecto se desarrollará en un polígono arrendado al ejido Adolfo López Mateos, con superficie de 40.3831 hectáreas. Dicho polígono forma parte del área de uso común del ejido, ubicado al Sur de la ciudad de Mexicali, Baja California.

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

Se solicita una superficie de 5 hectáreas para el cambio de uso de suelo. Según la clasificación de CONABIO, la totalidad de la superficie del predio se encuentra catalogada como Matorral Desértico Micrófilo, por lo cual si se toma dicha clasificación, se afectará una superficie de 5 hectáreas de este tipo de vegetación.

Duración del proyecto

La duración estimada para el proyecto es de 15 años.

1. USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO

1.1. Descripción general del nuevo uso del terreno

En el norte del Estado de Baja California, así como en buena parte de costas y tierras interiores actualmente se está requiriendo de material pétreo para la construcción, tanto por las empresas constructoras privadas como del Gobierno del Estado ya que en su Programa Estatal de Desarrollo 2009-2030 es prioridad el acondicionamiento, reparación y construcción de nuevas carreteras, calles y avenidas.

De la misma manera, por el creciente desarrollo de la zona urbana de Mexicali, las empresas constructoras requieren de materiales pétreos para la edificación de conjuntos habitacionales, y así poder solventar la demanda de vivienda por parte de instituciones como el INFONAVIT, FOVISSSTE y empresas particulares.

El proyecto extractivo de materiales pétreos aquí presentado consistirá en una explotación a cielo abierto de una porción de terreno, ubicada en la parte baja de la Sierra Cucapá y dentro de un polígono arrendado al ejido Adolfo López Mateos. La zona está constituida de boleos y rocas riolíticas potencialmente explotables, así como capas de conglomerados con clastos de rocas.

De manera particular se señala, que uno de los objetivos principales de la empresa promovente es la extracción y comercialización de agregados para construcción. El promovente de este Estudio señala que su actividad será la extracción, triturado, acarreo y comercialización de materiales pétreos.

Por lo anterior, el uso de suelo que se le dará al proyecto es el de aprovechamiento de materiales pétreos.

1.2. Descripción del nuevo uso del suelo por superficie para cada actividad

La totalidad de la superficie del proyecto (5 hectáreas) y por lo tanto, la superficie total solicitada para cambio de uso de suelo (5 hectáreas) serán destinadas para el aprovechamiento de materiales pétreos.

No se construirá infraestructura complementaria, como son las calles o accesos, ya que éstos ya existen en un área colindante.

2. 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

2.1. Predio

2.1.1. Ubicación del Predio

El Área de Estudio se localiza en la Región Hidrológica 7 "Rio Colorado" y dentro de la cuenca Río Colorado y la Subcuenca Río Colorado.

El área del proyecto no se encuentra ubicada dentro de algún tipo de área natural protegida.

El proyecto se desarrollará en un polígono arrendado, sin nombre, del área de uso común del ejido Adolfo López Mateos, ubicado 2,100 metros al Oeste del Km 40 de la Carretera Mexicali – San Felipe, Municipio de Mexicali, Baja California.

A continuación se muestran algunos planos donde se indica la ubicación del proyecto.

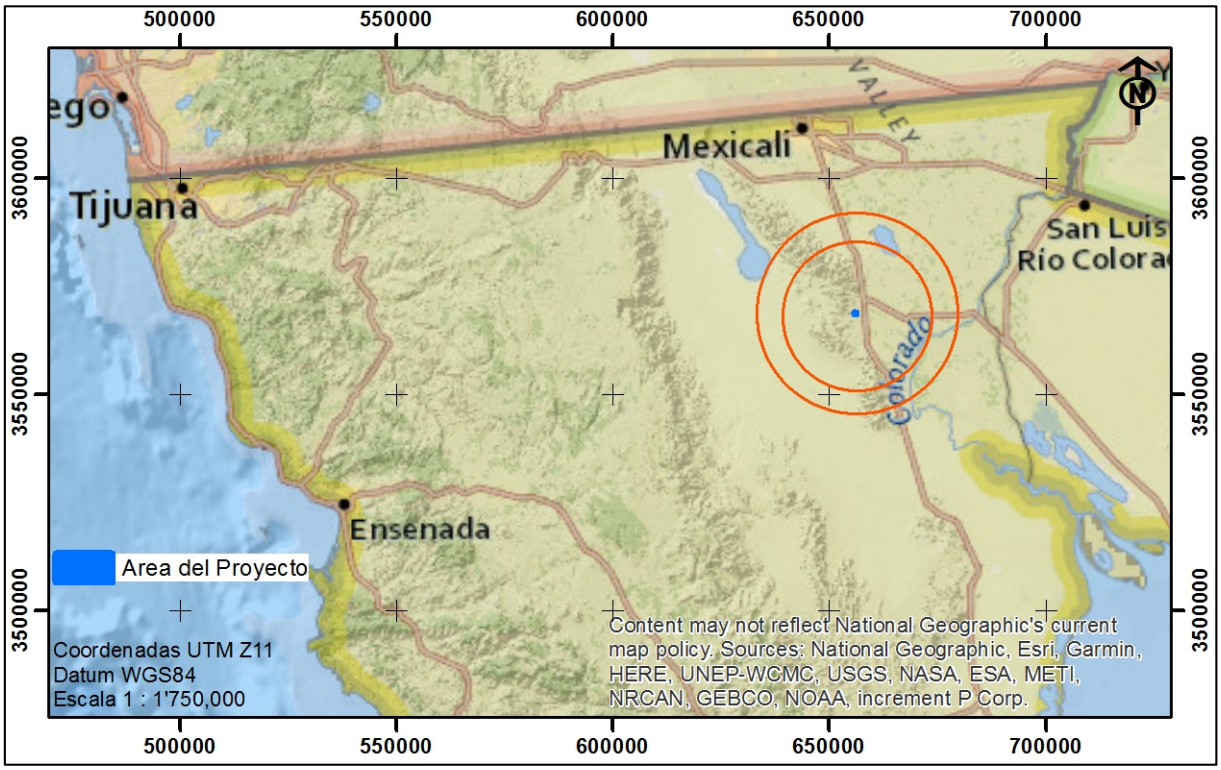

Figura 1. Macrolocalización del predio del proyecto

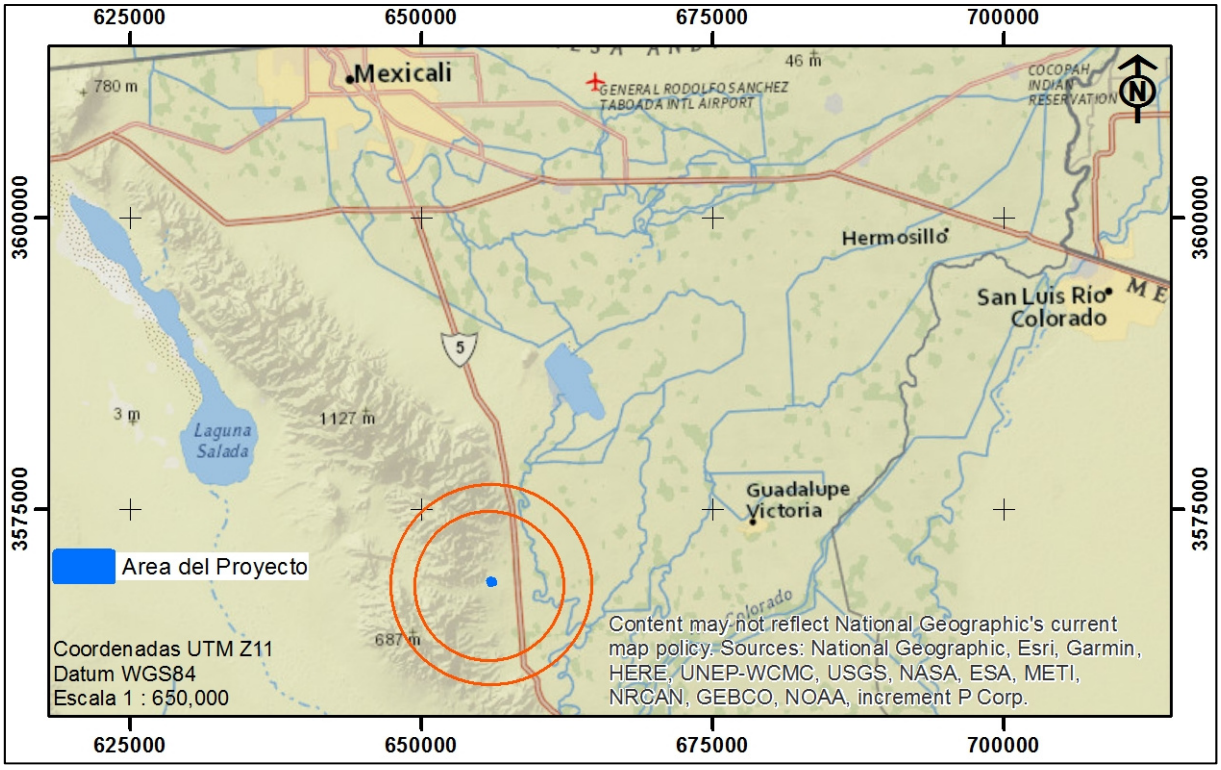

Figura 2. Localización regional del proyecto

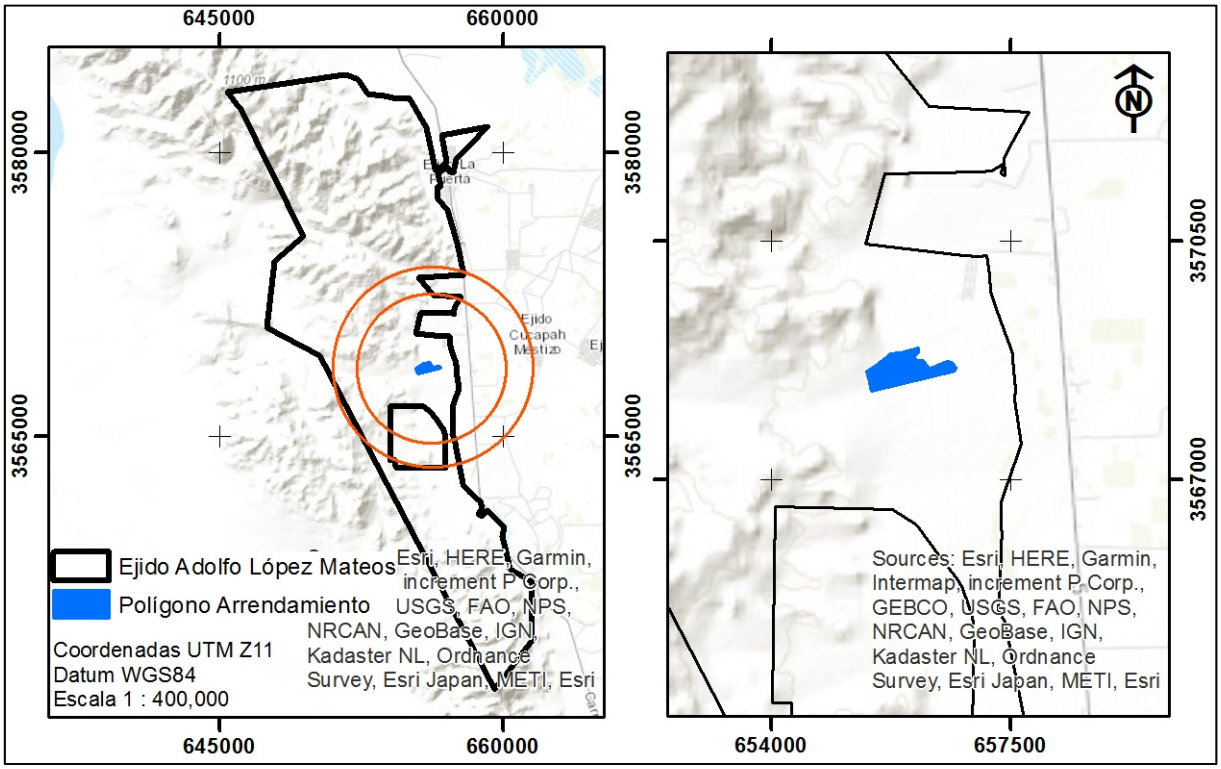

Figura 3. Polígono de arrendamiento dentro del límite del ejido Adolfo López Mateos

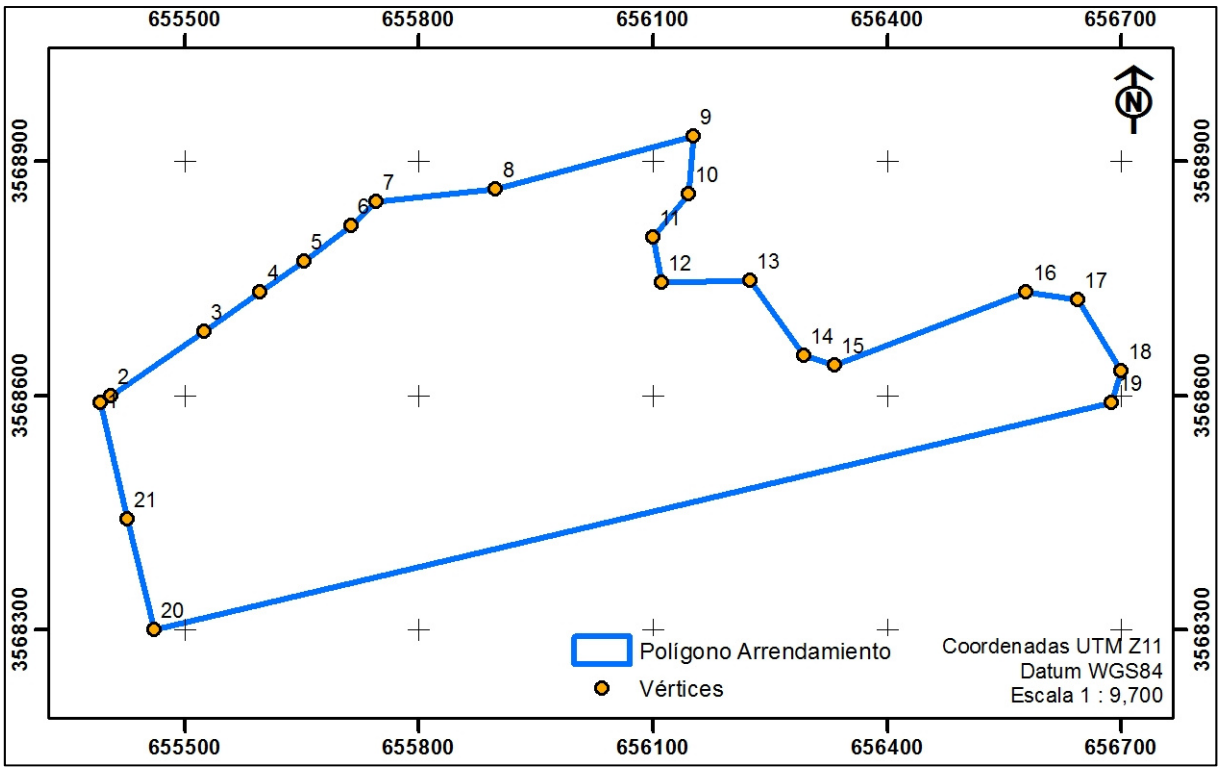

Figura 4. Localización y vértices del polígono de arrendamiento

Las coordenadas de los vértices del polígono de arrendamiento en el que se ubica el proyecto se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Coordenadas de los vértices del polígono de arrendamiento.

Coordenadas UTM Zona 11, WGS84					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	655391.6	3568591.1	12	656100.7	3568802.6
2	655405.2	3568599.1	13	656111.1	3568745.2
3	655524.7	3568682.0	14	656224.5	3568747.3
4	655597.1	3568732.7	15	656293.3	3568651.7
5	655653.0	3568771.6	16	656332.6	3568638.4
6	655713.9	3568817.7	17	656578.6	3568732.6
7	655743.5	3568845.7	18	656644.7	3568722.4
8	655745.3	3568848.1	19	656700.6	3568631.2
9	655898.8	3568863.9	20	656688.2	3568591.4
10	656152.0	3568932.3	21	655460.8	3568299.7
11	656145.4	3568858.0	22	655425.9	3568441.9

2.1.2. Vías de acceso

La principal vía de acceso al área del proyecto es la carretera Federal No. 5 Mexicali- San Felipe, la cual pasa a 1,600 metros al Oeste del área del proyecto. De allí al área del proyecto se accede mediante una brecha de terracería.

2.1.3. Superficie del Predio

El proyecto se desarrollará en un polígono arrendado, sin nombre, del área de uso común del ejido Adolfo López Mateos.

El ejido Adolfo López Mateos cuenta con una superficie de 19,558 hectáreas, sin embargo, el polígono de arrendamiento, mismo en el cual se desarrollará el proyecto, cuenta con una superficie de solo 40.3831 hectáreas.

2.1.4. Colindancias del Predio

El predio del proyecto, que en este caso está representado por el polígono de arrendamiento, se encuentra inmerso en el área de uso común del ejido Adolfo López Mateos, por lo que en todas direcciones colinda con la misma área de uso común.

2.1.5. Infraestructura existente

En el predio y área del proyecto no se cuenta con infraestructura como energía eléctrica, agua potable ni alcantarillado.

Para el acceso desde la carretera federal hasta el área del proyecto se utiliza una brecha de terracería ya existente.

2.2. Ubicación y superficie del área para cambio de uso de suelo

De la superficie total del Polígono de Arrendamiento (40.3831 hectáreas), el proyecto se desarrollará en una superficie de solo 5 hectáreas, misma superficie que se solicita para cambio de uso de suelo.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del área del proyecto, dentro del Polígono de Arrendamiento.

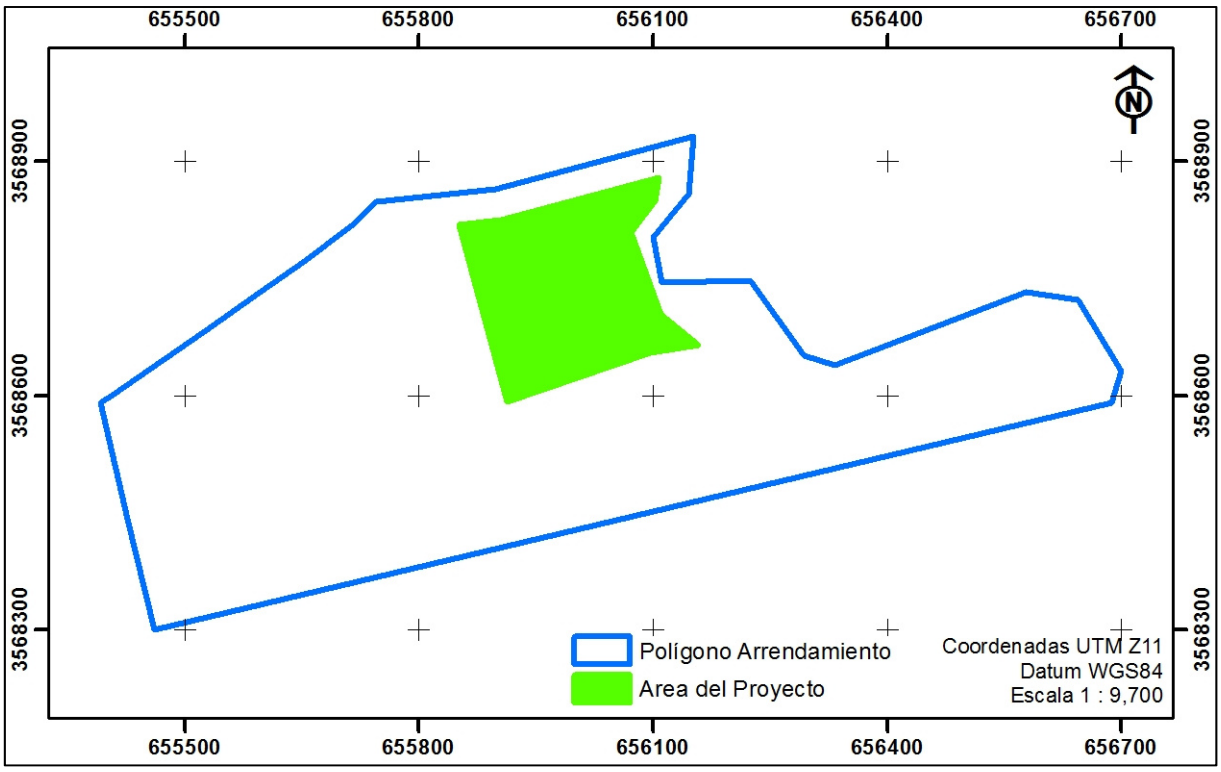

Figura 5. Localización del área del proyecto dentro del polígono de arrendamiento

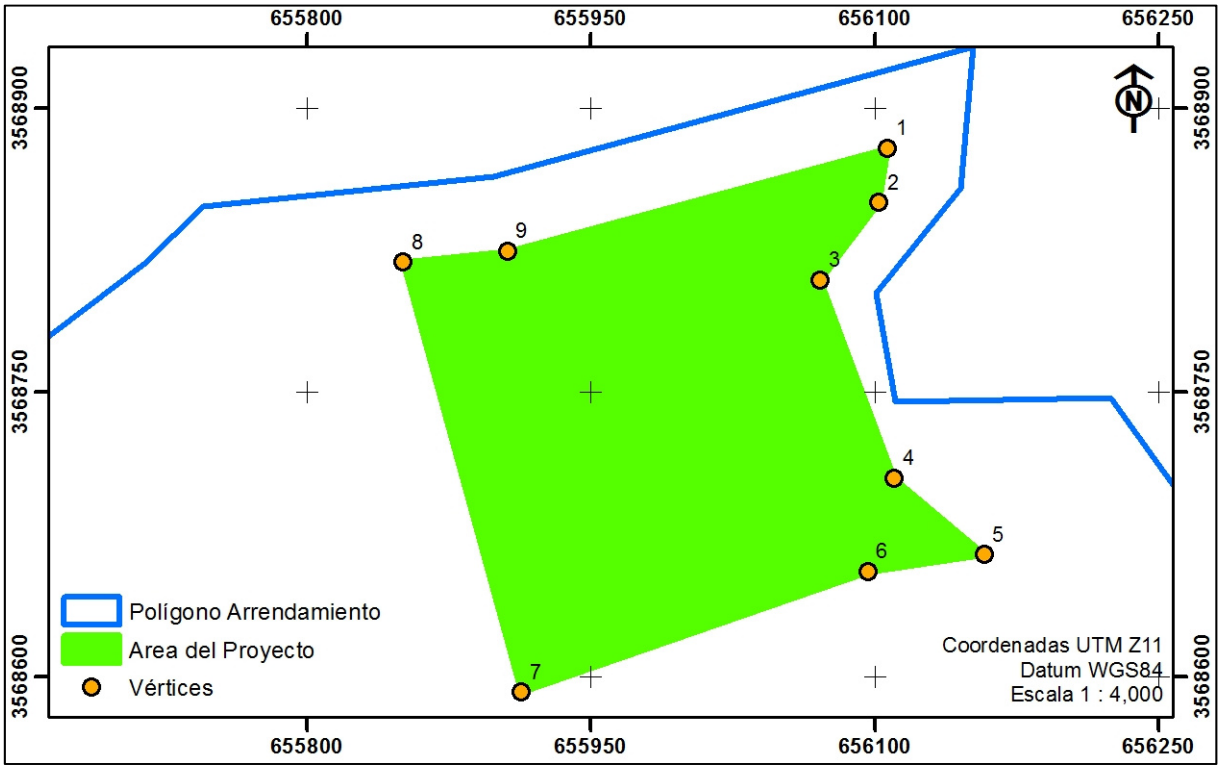

Figura 6. Ubicación y vértices de del área solicitada para cambio de uso de suelo

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas de los vértices del área del proyecto o área solicitada para cambio de uso de suelo (5 hectáreas).

Cuadro 2. Coordenadas de los vértices del área para cambio de uso de suelo

Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
1	656107.1	3568878.7	6	656096.5	3568655.4
2	656102.3	3568850.0	7	655913.5	3568591.6
3	656071.5	3568809.2	8	655851.1	3568818.8
4	656110.5	3568704.7	9	655906.1	3568824.4
5	656158.0	3568664.2			

3. 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 Área de Estudio se localiza en la Región Hidrológica 7 "Río Colorado" y dentro de la cuenca Río Colorado y la Subcuenca Río Colorado.

La Comisión Nacional del Agua ya tiene delimitadas en formato Shape File las cuencas y subcuencas de todo el país.

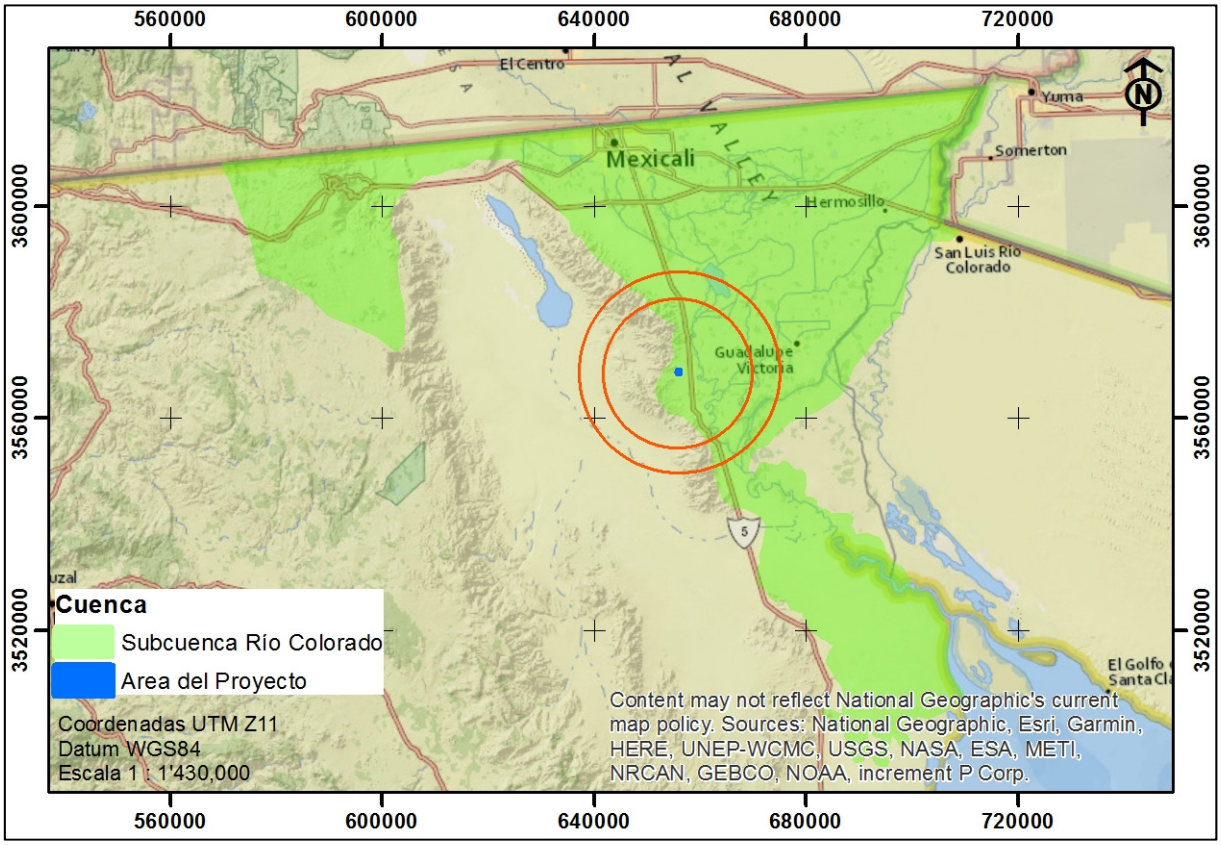

Figura 7. Ubicación del área del proyecto dentro de la subcuenca.

3.1. Hidrología superficial

El Área de Estudio se localiza en la Región Hidrológica 7 "Río Colorado" y dentro de la cuenca Río Colorado y la Subcuenca Río Colorado.

Esta región se localiza en la porción noreste de la entidad, misma que abarca parte de la Unión Americana y Parte del estado de Sonora. Ocupa el 8.3% de la superficie estatal. En la entidad los límites de la región son: al norte con los Estados

Unidos de América, al este con el estado de Sonora, al sur con la RH4 y al oeste con la RH1. En ella queda incluida la corriente superficial más importante del estado (Río Colorado) que tiene su origen en el vecino país del norte y desemboca en el Golfo de California; sus aguas son utilizadas en la actividad agrícola y para consumo humano. Esta región para efecto de mayor control se divide en dos cuencas: Margen derecha denominada Río Colorado y margen izquierda Bacanora-Mejorada.

La cuenca Río Colorado se ubica en la porción noreste del estado, al norte limita con los Estados Unidos de América, en su porción este con la cuenca Bacanora-Mejorada, hacia el oeste con la cuenca (B) de la RH4 y al sureste con el Golfo de California. Cubre una superficie de 7.67% de la entidad, y está conformada por las subcuencas Rio Colorado, Río las abejas, Del Álamo, Cerro Prieto, Río Nuevo, Río Hardy y Río Pescadores. La precipitación media anual es de 74.433 mm.

El rasgo hidrográfico más sobresaliente es el río Colorado. Esta corriente sirve de límite internacional con el país vecino del norte en un tramo de 20 km; al cabo de los cuales el colector general, tienen un recorrido de 185 km en territorio mexicano, y en su caudal aporta 1,850 millones de m^3 anuales; que son aprovechados para la agricultura, en el distrito de riego 14 Río Clorado y para uso doméstico.

Las obras hidráulicas de mayor importancia son la presa derivadota José María Morelos y una profusa red de canales, con 470 km de drenes, destinada principalmente para uso agrícola.

Para esta cuenca se ha establecido un coeficiente de escurrimiento de 4.912% y un volumen medio drenado de 18.473 millones de m^3, generados a partir de un volumen medio anual precipitado de 376.082 millones de m^3.

3.2. Hidrología subterránea

El recurso agua en Baja California es escaso en relación con las bajas precipitaciones que se presentan. En general la infraestructura hidráulica superficial es escasa exceptuando el Valle de Mexicali.

La escasa precipitación escurre al mar, en tanto un mínimo porcentaje, permanece en el continente y se infiltra recargando los acuíferos dando origen al manantialismo. Es entonces el agua subterránea, la fuente más importante para el apoyo de múltiples actividades que se desarrollan en el estado.

La importancia del recurso, su creciente e intensa extracción y predominante naturaleza subterránea, hacen indispensable que se analicen sus características, para comprender el comportamiento de los acuíferos, desde el punto de vista natural, aspectos físicos y de la relación humana.

La gran mayoría de los acuíferos son costeros. Los materiales que constituyen estas zonas son por lo general sedimentos clásticos, cuya edad varia del Terciario al Cuaternario, que se alternan o combinan en capas de diversos espesores. La permeabilidad de ellos es alta, media alta, media, baja media y baja.

De estas áreas de extracción de agua subterránea, doce están abiertas y en contacto con el Océano Pacifico, tres con el Golfo de California y cinco quedan dentro del territorio estatal.

La recarga anual del estado se estima en el orden de 961.2 millones de m^3 de agua y da como resultado un déficit de 232 millones de m^3, de este corresponde 86.2% al Valle de Mexicali y 12.5% a los valles de Maneadero y San Quintín para dar un total de 98.7%.

3.3. Climas

3.3.1. Tipos de climas

Los climas que pueden encontrarse en la cuenca Río Colorado son los siguientes:

a) Muy seco cálido con lluvias en invierno BW(h')(x')

Las zonas que tiene este clima están localizadas en los alrededores de la Laguna Saldada, en el valle de Mexicali y en la parte norte del delta del Río Colorado. Su régimen de lluvias es de invierno, pues el mes con mayor precipitación se encuentra en el periodo de noviembre a marzo; aun así, una cantidad más o menos considerable de la escasa lluvia se produce en verano.

La precipitación total anual, de acuerdo con los reportes de las estaciones meteorológicas, va de 32.3 mm (estación Bataques 02-006), que es uno de los valores promedio más bajos registrados en el país, a 75.8 mm (estación Mexicali Campo Agrícola 02-020); la mayor incidencia de lluvias se produce en enero, cuyo rango va de 8.1 a 10.5 mm, o en diciembre con 13.7 mm; el mes con menor precipitación es mayo, en él se registran de 0 a 0.3 mm. La temperatura media anual va de 22° a 23.1°C; el mes más cálido es julio, con valores de 32.6° a 32.9°C temperatura media; y el más frío es enero, con un rango de 11.9° a 14.0°C.

b) Muy seco semicálido con lluvias en verano BWh(x')

Este clima se presenta desde el límite estatal sur, del oriente de la localidad El Arco a las proximidades de la costa del Golfo de California, hasta el noreste de la Sierra Las tinajas, en una franja estrecha ubicada en el oriente de la Cordillera Peninsular. La temperatura media anual en esta zona, con base en estaciones meteorológicas, oscila entre 19.8° y 20.6°C, el mes más caliente es julio con temperaturas medias de 27.8° a 30.4°C, y los meses más fríos son diciembre y enero, con promedios mensuales entre 10° y 15.6°C. En lo que respecta a la precipitación, la total anual va de 117.2 a 147.7 mm; la mayor incidencia de lluvia ocurre en agosto y septiembre con cantidades mensuales de 40.4 y 27.0 mm respectivamente. El mes más seco es junio o abril, cuyo promedio mensual con regularidad es menor de 1 mm. En la estación meteorológica El Arco (02-005) la temperatura media anual es da 20.1°C, la temperatura media del mes más cálido llega a 26.1°C y corresponde a agosto, la temperatura media del mes más frío es de 15.6°C y pertenece a enero; la precipitación total anual suma 117.2 mm en promedio, el mes de mayor precipitación es septiembre, con 27.0 mm y el de menor, abril, con 0.4 mm. La precipitación y la temperatura de los terrenos que conforman estas áreas sólo han favorecido el crecimiento de matorrales.

c) Árido templado con lluvias en invierno BSks.

Este clima presente una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de invierno, el porcentaje de lluvia invernal es mayor del 36% del total anual.

d) Muy Seco Templado con lluvias en invierno BWks

En general, la temperatura media anual va de 12 a 18ºC, la temperatura media mensual más baja varía entre -3 y 18ºC y la temperatura media del mes más cálido es superior a 18ºC.

La temperatura de las zonas de mayor altitud donde se manifiesta este clima es más extremosa, pues la oscilación térmica anual, es decir la diferencia entre la temperatura media del mes más frío y la del mes más cálido, es mayor de 14ºC: la temperatura media anual en ellas, según sus estaciones meteorológicas, varía entre 15.1 y 17.9ºC, la media del mes más caliente, con valores de 20.9 a 26.9ºC, corresponde a julio y agosto, y la del mes más frío, con valores de 6.4 a 13.8ºC, pertenece a enero.

La precipitación total anual fluctúa entre 94.7 y 186 mm, el porcentaje de lluvia invernal es menor de 36, los meses más lluviosos son enero, con un rango entre 16.4 y 23.9 mm, o diciembre, con valores de 19.2 a 31.2 mm; el mes más seco generalmente es junio, con menos de 1 mm.

3.3.2. Fenómenos climatológicos

Debido al predominio de climas extremosos resulta natural la incidencia de heladas, en proporción apreciable, en la totalidad de la superficie estatal. Las granizadas, en cambio, son escasas o inapreciables ya que, en el verano, estación en que esas precipitaciones convectivas se producen con regularidad, llueve muy poco en la entidad porque los climas son muy secos, o bien, porque la precipitación pluvial se concentra en el invierno en el caso de los climas secos.

Heladas. Este fenómeno ocurre en toda la entidad durante el periodo comprendido entre noviembre y febrero principalmente, pero con mayor frecuencia sucede en diciembre y enero. Sobre gran parte de la superficie de Baja California, en las zonas de climas muy secos se producen heladas en un promedio de 0 a 20 días del año. Los promedios más bajos se reportan en la zona cercana a la costa del pacífico, donde el clima es menos extremoso y en las zonas más cálidas del delta del río Colorado.

Granizadas. En poco más de la mitad del estado, sobre todo en las zonas bajo la influencia de climas muy secos, las granizadas son inapreciables.

3.3.2. Vientos

A escala sinóptica, la orografía local causa una reducción del viento costero con respecto al medido en el centro de la cuenca. El viento en la costa es de menor magnitud que mar adentro, lo cual es debido a que el saliente rocoso con alturas de 300 m que se encuentra al norte del poblado San Felipe actúa como obstáculo físico al flujo de aire del Noroeste, produciendo una estela a sotavento de este saliente, asociada con el forzamiento sinóptico atmosférico La orientación de las elipses componentes diurna y semidiurna, aproximadamente normal a la costa, muestra que se trata de un típico régimen de brisas.

3.4. Edafología

3.4.1. Tipos de suelo

Los principales tipos de suelo que se encuentran en la cuenca son los siguientes:

a) Regosol

Del griego *reghos*, manto; connotativo de un manto de material suelto sobrepuesto a la capa dura de la tierra. Suelos formados de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presenten propiedades flúvicas; no tienen otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A ócrico o úmbrico; careen de propiedades gléyicas en los 50 cm superficiales; carecen de las características que son diagnóstico para los Vertisoles y Andosoles; carecen de propiedades sálicas. Este suelo se considera poco desarrollado y en general está constituido por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas, dunas y, en mayor o menor grado, en las laderas de las sierras, muchas veces acompañados de litosoles y de roca o tepetate que aflora. Su fertilidad es variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. En este tipo de suelo se pueden desarrollar diferentes tipos de vegetación y clima.

b) Litosol

Se distinguen por tener una profundidad menor a los 10 cm. Se localizan en las sierras, en laderas, barrancas y malpaís, así como en lomeríos y algunos terrenos planos. Tiene características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo. En Baja California estos suelos se distribuyen con más frecuencia en la subprovincia sierras de Baja California Norte, en donde coronan a las sierras San Pedro Mártir, Juárez, Santa Isabel, Las Tinajas; como también en las subprovincias Sierra de la Giganta, Desierto de Altar y en la discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno. Son suelos menores de diez centímetros de profundidad que se presentan además asociados a otros suelos

(regosoles, vertisoles, feozems), predominantemente tienen textura media y pH que oscila entre 6 y 8.3. Su escasa profundidad y predregosidad impiden su utilización agrícola, pero sí es posible el aprovechamiento de la vegetación natural que sustentan, ya sea con fines pecuarios o forestales.

c) Feozems

Del griego *phaios*, oscuro y del ruso *zemlja*, tierra; connotativo de suelos ricos en materia orgánica que tienen un color oscuro. Suelos con horizonte A mólico; carecen de un horizonte cálcico, de un horizonte gypsico y de concentraciones de aliza pulveruleta blanda y tiene un grado de saturación de bases por acetato de amonio del 50% como mínimo en los 125 cm superiores del perfil; carecen de un horizonte B ferrálico; carecen de un horizonte B nítrico; carecen de las características que son diagnóstico para Vertisoles, Nitisoles, Planosoles o Andosoles; carecen de propiedades sálicas; carecen de propiedades gléyicas en los 50 cm superficiales, cuando no existe un horizonte B ártico y carecen de granos de arena y limo sin revestimientos sobre las superficies de las unidades estructurales, cuando el horizonte A mólico tiene una intensidad de color, húmedo, de 2, o menos, hasta una profundidad de 15 cm por lo menos. Se encuentran generalmente en zonas templadas y semiáridas.

d) Vertisol

Del latín *vertere*, invertir; connotativo de volver hacia la superficie del suelo. Suelos que tienen como promedio e los 18 cm superficiales, 30% o mas, de arcilla en todos los horizontes, hasta una profundidad de 50 cm por lo menos; presentan fisuras, desde la superficie del suelo hacia abajo, que, en algún periodo de la mayor parte de los años (excepto si el suelo tiene riego) son de 1 cm de ancho, como mínimo, hasta una profundidad de 50 cm, que tiene caras de deslizamiento que se entrecruzan en forma de cuñas o agregados estructurales paralelepípedos a cualquier profundidad comprendida entre los 25 y 100 cm a partir de la superficie, con o sin microrelieve gilgai. Estos suelos son arcillosos, generalmente de color negro, gris o pardo rojizo, debido al tipo de arcilla expandible presenta grietas anchas y profundas cuando está seco y es pegajoso en húmedo.

e) Fluvisol

Del latín *fluvius*, río; connotativo de depósitos aluviales. Suelos que presentan propiedades flúvicas y que no tienen otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A ócrico, mólico o úmbrico, o un horizonte H místico o un horizonte sulfúrico, o material sulfuroso dentro de una profundidad de 125 cm a partir de la superficie. Se les distingue por estar formados siempre por materiales acarreados por el agua. Están constituidos por materiales disgregados, es decir, son suelos poco desarrollados. Se encuentran en todos los climas y regiones de México, cercanos siempre a los lagos o sierras, desde donde escurre el agua a los llanos, así como en los lechos de los ríos. Muchas veces presentan capas alternadas de arena, arcilla o gravas. Pueden ser

someros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles, en función del tipo de materiales que lo forman.

e) Solonchak

Del ruso *sol*, sal y *chak*; connotativo de áreas salinas. Suelos que no muestran propiedades flúvicas, que tienen propiedades sálicas y que no tienen otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A, un horizonte H místico, un horizonte B cámbico, un horizonte cálcico o un horizonte gypsico. Suelo con alto contenido de sales en alguna parte o en todo el perfil. Su uso agrícola está limitado a cultivos muy resistentes a las sales. El uso pecuario de estos suelos depende de la vegetación que sostienen; sin embargo, los rendimientos son bajos. Algunos de estos suelos se utilizan como salinas. Tienen poca susceptibilidad a la erosión.

3.4.2. Procesos Erosivos

De acuerdo con la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O.), los procesos de desertificación son siete, y se pueden clasificar en: procesos primarios, los que corresponden a la degradación de la cubierta vegetal, erosión hídrica, erosión eólica, y salinización y sodificación; y procesos secundarios, que son la degradación física (compactación, encostramiento y afloramiento de horizontes subsuperficiales), degradación biológica (disminución y pérdida de la materia orgánica del suelo), y degradación química (pérdida de nutrimentos y concentración de sustancias tóxicas para los seres vivos).

El problema de erosión en la entidad se debe principalmente al efecto del viento. Según estimaciones de la Comisión Nacional de Zonas Áridas, la velocidad de la erosión eólica en la mayor parte del territorio estatal es de más de 200 Ton/ha/año, la que lo clasifica como un área con erosión eólica extrema. La excepción a esta condición se encuentra en la Sierra de Juárez, la cual tiene una velocidad promedio de erosión eólica que va de 50 a 200 Ton/ha/año, es decir, se clasifica como severa. Otra de las causas de la erosión son los escurrimientos; las estimaciones para la mayor parte del territorio indican que la tasa de erosión hídrica es moderada (de 10 a 50 Ton/ha/año), con excepción de las zonas del Valle de Mexicali y del área Tijuana-Tecate hasta la ciudad de Ensenada, donde la tasa de erosión hídrica es ligera (menor de 10 Ton/ha/año). La salinización de los suelos también es un factor que coadyuva a la desertificación; en el Estado este fenómeno se presenta con mayor intensidad en el Valle de Mexicali. Existen otros factores que agravan el problema de la erosión, como el cambio de uso del suelo en áreas conurbadas y agrícolas, los asentamientos humanos no planificados, el ensalitramiento y el abandono de grandes superficies agrícolas.

En el medio rural, uno de los factores que incide en la erosión del suelo es la ganadería de bajo nivel de tecnificación, debido al manejo inadecuado del ganado, lo que provoca la sobreexplotación de la cubierta vegetal y el cambio en la composición

de la flora del área. En algunos casos las quemas indiscriminadas reducen la cubierta vegetal, provocando graves problemas de erosión.

3.5. Geohidrología

Las principales formas geológicas que pueden encontrarse en la cuenca Rió Colorado, son las siguientes:

Rocas intrusivas graniticas, granodioritas y doleritas con permeabilidad baja (localizada), originadas durante el Cenozoico, mesozoico y paleozoico intrusivo.

Rocas metamórficas: esquistos, cuarcitas y gneiss de permeabilidad baja (localizada), originadas en el Mesozoico, paleozoico y precambrico.

Terrazas marinas, gravas, arenas y limos; depósitos aluviales y lacustres de permeabilidad media a alta (generalizada), originadas en el Pleistoceno y reciente.

3.6. Geología

Los principales tipos de rocas que se pueden encontrar en la cuenca son las siguientes.

a) Rocas Ígneas Intrusivas

Las rocas ígneas se forman por el enfriamiento y la solidificación de materia rocosa fundida, el magma. Según las condiciones bajo las que el magma se enfríe, las rocas que resultan pueden tener granulado grueso o fino. Las rocas intrusivas fueron formadas a partir de un enfriamiento lento y en profundidad del magma. Las rocas se enfriaron muy despacio, permitiendo así el crecimiento de grandes cristales de minerales puros. Algunos ejemplos de estos son el granito y la sienita.

b) Rocas Ígneas Extrusivas

Las rocas ígneas extrusivas, son formadas en la superficie de la Tierra como resultado de la fusión parcial de rocas dentro del manto, y corteza. Las rocas ígneas, pueden ser clasificadas, de acuerdo a parámetros químicos, ó mineralógicos. Las rocas ígneas extrusivas acidas son aquellas con un alto contenido de silicio, mayor al 63%, de SiO_2 (ejemplos riolita y dacita). Las rocas ígneas extrusivas intermedias contienen entre 52 - 63%, de SiO_2 (ejemplo andesita). Las rocas ígneas extrusivas básicas tienen bajo silicio, 45 - 52%, y típicamente alto contenido de hierro -magnesio (ejemplo basalto).

c) Gneis

Se denomina gneis a una roca metamórfica compuesta por los mismos minerales que el granito (cuarzo, feldespato y mica) pero con orientación definida en bandas. Roca metamórfica de grano grueso, compuesta por cuarzo, feldespato y mica. Su estructura presenta capas alternas de minerales claros y oscuros. A veces presenta concreciones feldespáticas distribuidas con regularidad (gneis ocelado). Los gneis reciben diferentes denominaciones en función de los componentes (gneis biotitico, moscovítico), el origen (ortogneis si es producto del metamorfismo de rocas eruptivas y paragneis, si lo es de rocas sedimentarias); o la textura (por ej. gneis ocelares). El gneis se utiliza en construcción para hacer peldaños, adoquines, mampuestos.

d) Conglomerado

Los conglomerados son rocas sedimentarias formadas por consolidación de cantos, guijarros o gravas, de fragmentos superiores a 4 mm. En la composición de los conglomerados intervienen fundamentalmente tres factores: la litología de la zona de alimentación de la cuenca sedimentaria, clima y relieve de la zona sometida a erosión. El clima y la litología determinan que minerales terminarán formando parte del conglomerado, sea por alteración química o disgregación física de las rocas preexistentes. El relieve determina con qué rapidez se producirá el proceso de erosión, transporte y sedimentación, ya que dependiendo de lo abrupto del terreno así existirá mayor o menor tiempo para que la alteración química de los minerales tenga lugar. La clasificación de los conglomerados se hace en función de las características de estas rocas y del tipo de transporte que han sufrido los fragmentos. El agente de transporte más frecuente de estos materiales es el agua. Durante el curso de los ríos se producen clasificaciones de tamaño de los clastos, al ser diferente la energía cinética que se necesita para trasladar fragmentos igualmente diferentes; de esta forma se distingue la formación de los siguientes conglomerados:

e) Arenisca

Roca sedimentaria con granulado grueso formado por masas consolidadas de arena. Su composición química es la misma que la de la arena; así, la roca está compuesta en esencia de cuarzo. El material cimentador que mantiene unidos los granos de arena suele estar compuesto por sílice, carbonato de calcio u óxido de hierro. El color de la roca viene determinado por el material cimentador: los óxidos de hierro generan arenisca roja o pardo rojiza, mientras que los otros producen arenisca blanca, amarillenta o grisácea. Cuando la arenisca se rompe, los granos de arena permanecen enteros, con lo que las superficies cobran un aspecto granular. Areniscas con distintas edades geológicas y con importancia comercial están distribuidas por todo el mundo. Aparte de servir como depósito natural de petróleo y gas, se usan en la construcción y en la fabricación de piedras de afilar y de moler.

3.7. Topografía y relieve

La mayor parte del terreno de la cuenca está dominada por zonas planas, representadas principalmente por el Valle de Mexicali y áreas colindantes, sin embargo, en su límite Oeste colinda con las sierras Cucapá.

La cuenca bajo estudio se encuentra ubicada dentro de la provincia fisiográfica, Llanura Sonorense.

Dentro de esta provincia, la cuenca forma parte de la subprovincia Desierto de Altar, la cual es un desierto arenoso casi en su totalidad, en el que se han registrado las precipitaciones más bajas del país. Todas sus llanuras tienen una altitud inferior a los 200 msnm; en su parte occidental se encuentra una penetración de la Cordillera Peninsular con sus sierras escarpadas de Cucapá y El Mayor, ambas orientadas nornoroeste-sursureste y con cumbres que sobrepasan los 1000 msnm. Estas sierras separan a la llanura de la Laguna Salada, en el extremo oeste del delta del Colorado; este vaso de aguas salitrosas intermitentes, en su parte norte presenta superficies inferiores al nivel del mar. El delta del Colorado, el mayor del país, se extiende desde la frontera con los Estados Unidos de América, donde tiene un ancho de cerca de 90 km, hasta el Golfo de California. Otro rasgo de la subprovincia son los campos de dunas; estas son semilunares (tipo barján) con la ladera abrupta y los cuernos del lado opuestos (sotavento) a la parte de donde vienen los vientos dominantes.

Los sistemas de topoformas que presenta la subprovincia en su porción bajacaliforniana son: llanura deltaica salina, en el valle de Mexicali; planicie deltaica con inundación, al sur de la desembocadura del río Colorado; vaso lacustre y planicie aluvial, ambas en las inmediaciones de la Laguna Salada; ciénaga, en una pequeña porción del sureste de la subprovincia; campo de dunas, en el norte, oeste y sur; bajada con lomeríos en las zonas de contacto con la Cordillera Peninsular; lomerío complejo con bajadas, al sureste de la Laguna Salada; y lomerío complejo con llanuras, al oriente de la sierra Las Tinajas.

a) Pendientes

Las pendientes mínimas van desde el 0% en la zona del valle de Mexicali, mientras que las máximas van del 100 al 150% en la sierra Cucapá.

b) Altitudes

Las altitudes sobre el nivel del mar, van desde los -4 metros en la zona de valle, hasta los 1130 metros en las laderas de la Sierra Cucapá.

3.8. Vegetación

3.8.1. Tipos de vegetación

Los principales tipos de vegetación que se encuentran en la cuenca, son los siguientes:

a) Matorral Desértico Micrófilo

Se denomina de esta manera, debido a que las hojas de la mayoría de los elementos que lo componen, son de tamaño reducido, puede tener elementos espinosos, inermes (sin espinas) o ambos; además, es común encontrar asociadas a estos, algunas especies de cactáceas. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados. Este tipo de vegetación es poco estratificado, con individuos muy bajos, en donde pueden sobresalir como eminencias los órganos, los palos fierros o los palos verdes, existen especies perennes en una distribución sumamente abierta, cuyos espacios son ocupados por plantas anuales; sin embargo, durante la temporada seca del ano, el suelo se encuentra prácticamente desnudo. En esta cuenca se extiende al Este de la Sierra Juárez por abajo de los 1000 msnm., de forma continua hacia el municipio de Mexicali, es una de las regiones más áridas ya que presenta escasa precipitación, baja humedad del suelo y un alto porcentaje de días soleados tanto en verano como en invierno. La vegetación se caracteriza por la simplicidad de su composición florística, sobre todo en las llanuras arenosas que representan un alto porcentaje del área, sin embargo, en las partes altas de las bajadas, colinas y montanas existe una rica vegetación. En particular la zona del Delta del rió Colorado presenta humedad abundante y propicia la aparición de vastas comunidades vegetales que contrastan con la vegetación desértica circundante. Las dos especies dominantes del Desierto Micrófilo son *Larrea tridentata* y *Franseria dumosa*, ambas especies de arbustos, así mismo se encuentran algunos otros géneros de cactáceas como *Opuntia cineracea* y especies xerorriparias como *Chilopsis linearis* y *Dalea spinosa*.

El matorral desértico micrófilo, se encuentra en el tipo climático muy seco, con los subtipos muy seco, muy cálido y cálido; muy seco semicálido y muy seco templado; con una temperatura media anual de 18 a 23 grados centígrados y una precipitación total anual de 60 a 200 mm. El substrato geológico está dado principalmente por riolitas, conglomerados y depositos aluviales, las cuales dieron origen a yermosoles y regosoles con fases pedregosas y líticas.

El uso más generalizado al que está sometido esta comunidad, es el pecuario de bovinos y caprinos observándose diferentes grados de disturbio hasta llegar a ser una condición de vegetación completamente secundaria. Sin embargo, siendo la gobernadora (*Larrea tridentata*) la principal especie representativa de este tipo de vegetación por su abundancia en el norte del país, a continuación se mencionan los usos potenciales que a nivel de experimentación se le han encontrado, siendo bastantes, los cuales no se han aprovechado en la escala que se debiera tales como: fungicida, antioxidantes, barnices para jabones, grasas para calzado, curtiduría,

alimento animal, medicinal, procesos de germinación, industrial, regulador de letargo en frutales y herbicidas entre otros. A pesar de lo anterior y como ya se mencionó siendo la gobernadora la más abundante dentro de las zonas áridas y semiáridas; no se ha comprobado plenamente la costeabilidad de su aprovechamiento, la eliminación de la resina que contienen sus hojas ha sido una limitante para ser usada como forraje, así mismo debido a la abundancia del arbusto y a la falta de su aprovechamiento ha funcionado casi exclusivamente como protectora del suelo contra la erosión.

b) Vegetación de suelos arenosos

Es una asociación vegetal formada por arbustos que se agrupan por manchones sobre las dunas de arena de las zonas áridas fijándolas progresivamente.

Se tiene un estrato superior de 3 m dado por la presencia de *Yucca valida, Fouquieria columnaris, Prosopis glandulosa y Cercidium microphyllum* (palo verde).

El estrato más abundante es de 0.8 a 2 m donde se encuentra *Machaerocereus gummosus* (pitaya agria), *Lophocereus schottii* (zinita), *Jatropha cinerea* (sangrengado), *Lycium sp. y Opuntia sp*., en el estrato menor se encuentra *Ambrosia sp., Siguiera sp., Asistida sp., Dalea sp. y Atriplex sp*. (chamizo).

Esta población casi no presenta disturbio, debido a que no está sujeta a ningún tipo de explotación.

c) Vegetación Halófila

Está constituida por comunidades vegetales arbustivas o herbáceas que se caracterizan por desarrollarse sobre suelos con alto contenido de sales. En esta cuenca se favorece su crecimiento en terrenos que anteriormente sostenían agricultura de riego y que se han salinizado y abandonado, como sucede en amplios espacios localizados al sur del Valle de Mexicali, sobre suelos salinos tipo Solonchak. En estas áreas se encuentra una población dominada por *Tamarix pentandra* (pino salado) y *Prosopis sp*. (mezquite). La comunidad vegetal se desarrolla sobre suelos del Cuaternario, en menor extensión se encuentran en rocas ígneas intrusivas, extrusivas y metamórficas; todos estos tipos de rocas han dado origen a diversos tipos de suelos, como solonchak, regosoles, xerosoles y yermosoles con fases líticas, pedregosas, sódicas - petrocálcicas y salino- sódicas.

El clima donde se localiza es de tipo muy seco, con los subtipos: muy seco muy cálido y cálido; muy secos semicálidos y muy secos templados, con una temperatura media anual de 22 23 grados centígrados y una precipitación total anual de 50 a 200 mm.

Estas comunidades vegetales generalmente son dominadas por plantas bajas menores de 0.50 m de altura como: *Frankenia sp*. (yerba reuma), *Salicornia sp*. *Atriplex sp*., *Suaeda californica*, *Lycium spp*. (frutilla), *Dudleya sp*. (siempre viva), *Astragalus sp.*, *Mensembryanthemum crystallinum* (vidrillo), sin embargo, en algunos casos se

observa un estrato arbustivo que sobresale por encima del metro de altura dado principalmente por las siguientes especies: *Atriplex spp.*

El uso principal que se le ha dado a varias de las especies que viven en estas condiciones es el forrajero, ya que constituyen una buena fuente de alimentación para el ganado, tal es el caso del chamizo, o costilla de vaca y algunas especies de pastos halófilos como el *Distichlis spicata*, que también viven asociados.
Matorral Sarco-crasicaule

d) Chaparral

Es una asociación densa de arbustos de aproximadamente 0.6 a 4 m, caracterizados porque suelen ser rígidos y densos, con hojas cortas, delgadas y perennes, en algunos casos cutinizadas (cerosas). Esta comunidad se encuentra adaptada al fuego, a tal grado que algunos de los arbustos ramifican sólo después de haber sufrido una quema, y algunas semillas requieren del fuego para germinar. Se desarrolla principalmente en laderas de cerros por arriba del nivel de los matorrales de zonas áridas y semiáridas, de pastizales naturales y en ocasiones mezclados con los bosques de pino y encino. Las poblaciones de chaparral están dominadas por una asociación de arbustos no mayores de 3 ó 4 m de altura, entre los principales se encuentran *Adenostoma fasciculatum, Adenostoma sparcifolium y Juniperus californica* (guata). El estrato mediano lo constituyen arbustos compactos, principalmente de *Rhus ovata, Tus laurina, Ceanothus greggii, Quercus palmeri* (encino), *Berberis sp. y Arctostaphylos sp*. (manzanita); dentro del estrato herbáceo *Ephedra sp., Rosa minutifolia, Arsitida sp., Eriogonum fasciculatum, Lotus sp., Krameria sp., Artemisia tridentata, Bergerocactus emoryi y Echinocereus sp.*

Los chaparrales se encuentran sometidos a la actividad ganadera extensiva de bovinos y en función de ello presentan diversos grados de alteración. De manera general imperan las áreas con escaso disturbio, sin embargo, existen lugares profundamente alterados, donde la fisonomía de la vegetación ha cambiado debido a que las especies dominantes son invasoras o bien fueron favorecidas por sobreexplotación, desmontes, erosión y nulo manejo de los agostaderos, propiciando que los elementos originales del chaparral queden aislados o confinados a ciertos lugares más o menos inaccesibles.

e) Vegetación de Galería

Es una forma de vida que crece y se desarrolla sobre los márgenes de ríos o arroyos, en condiciones favorables de humedad local. Fisonómicamente es diferente al resto de la vegetación que la rodea, principalmente por la altura, porte y cobertura densa que poseen los individuos que la componen. Las comunidades que se encuentran más al sur de la península, tienen la siguiente composición florística: *Lysiloma candida* (palo blanco), *Cercidium microphyllum* (palo verde), *Bursera microphylla* (torote), *Olneya tesota* (palo fierro) y *Pachicereus pringlei* (cardón), como las especies de mayores alturas que alcanzan hasta los 5 m; en el estrato medio de 1

a 3 m se encuentran: *Lophocereus schottii* (garambullo), *Acacia sp*., *Cercidium sp.* (dipúa), *Lycium sp*. (frutilla).

3.8.2. Flora en la cuenca

En el siguiente cuadro se presentan las especies de flora que se mencionan en la literatura como presentes en la cuenca donde se ubica el proyecto y para todos los tipos de vegetación.

Cuadro 3. Listado de especies citadas para la Cuenca Hidrológica

FAMILIA	**ESPECIE**
SELAGINELLACEAE	*Selaginella eremophila* Maxon
PTERIDACEAE	*Adiantum capillusvris* L.
	Astrolepis cochisensis (Goodd.) D.M.Benham & Windham
	Cheilanthes deserti Mickel
	Cheilanthes lindheimeri (J.Sm.) Hook.
	Cheilanthes parryi (D.C.Eaton) Domin.
	Pellaea mucronata var. *mucronata* (D.C.Eaton) D.C.Eaton
	Pentagramma triangularis (Kaulf.) Yatsk., M.D.Windhan & E.Wollenw
EPHEDRACEAE	*Ephedra aspera* S.Watson
	Ephedra nevadensis S.Watson
	Ephedra trifurca Torr.
ACANTHACEAE	*Carlowrightia arizonica* A.Gray
	Justicia californica (Benth.) D.N.Gibson
AIZOACEAE	*Mesembryanthemum nodiflorum* L.
AMARANTHACEAE	*Aanthus fimbriatus* (Torr.) Benth.
	Aanthus lepturus S.F.Blake
	Aanthus pringlei S.Watson
	Aanthus watsonii Standl.
	Tidestromia oblongifolia (S.Watson) Standl.
ANACARDIACEAE	*Rhus kearneyi* F.A.Barkley var. *kearneyi*
ASCLEPIADACEAE	*Asclepias albicans* S.Wats.
	Asclepias subulata Decne.
	Sarcostemma hirtellum (A.Gray) R.W.Holm T
ASTERACEAE	*Ambrosia carduacea* (Gre) Payne
	Ambrosia dumosa (A.Gray) Payne
	Ambrosia flexuosa (A.Gray) Payne
	Ambrosia ilicifolia (A.Gray) Payne
	Baccharis emoryi A.Gray
	Baccharis salicifolia (Ruiz & .) Pers.
	Baileya pauciradiata A.Gray
	Baileya pleniradiata A.Gray
	Bebbia cea (Benth.) Gre var. *aspera* K. Chambers
	Brickellia frutescens A.Gray
	Brickellia vollmeri Wiggins
	Calycoseris parryi A.Gray
	Chaenactis stevioides Hook. & Arn.
	Coreocarpus parthenioides Benth. var. *parthenioides*
	Dicoria clarkae Kenn.
	Encelia farinosa Torrey & A.Gray var. *farinosa*
	Encelia frutescens (A.Gray) A.Gray
ASTERACEAE	*Encelia ravenii* Wiggins
	Erigeron divergens Torr. & A.Gray
	Geraea canescens A.Gray
	Gnaphalium straminium Kunth

FAMILIA	**ESPECIE**
	Haplopappus spinulosus (Pursh) DC. subsp. *scellus* (Gre) S. F. Blake
	Hymenoclea x platyspina Seaman
	Hymenoclea salsola A.Gray var. *pentalepis* (Rydb.) L.D.Benson
	Isocoma tenuisecta Gre
	Machaeranthera pinnatifida (Hook.) Shinners var. *gooddingii* B.L.Turner & R.L.Hartman
	Malacothrix californica DC.
	Malacothrix clevelandii A.Gray
	Malacothrix glata A.Gray
	Malperia tenuis S.Watson
	Nicolletia trifida Rydb.
	Palafoxia arida B.L.Turner & M.I.Morris var. *arida*
	Pectis palmeri S.Watson
	Pectis papposa Harv. & A.Gray var. *papposa*
	Perityle emoryi Torr.
	Peucephyllum schottii A.Gray
	Pleurocoronis pluriseta (A.Gray) R.M.King & H.Rob.
	Psilostrophe cooperii (A.Gray) Gre
	Rafinesquia neomexicana A.Gray
	Scio californicus DC.
	Sonchus oleraceus L.
	Stephanomeria pauciflora (Torr.) A. Nelson
	Trichoptilium incisum A.Gray
	Trixis californica Kellogg var. *californica*
	Viguiera parishii Gre
	Viguiera triangularis M.E.Jones
BIGNONIACEAE	*Chilopsis linearis* (Cav.) Sweet var. *arcuata* (Fosberg.) Henrickson
BORAGINACEAE	*Cryptantha angustifolia* (Torr.) Gre
	Cryptantha costata Brandegee
	Cryptantha decipiens (M.E.Jones) A.Heller
	Cryptantha holoptera (A.Gray) J.F.Macbr.
	Cryptantha itima var. *pilosa* I.M.Johnst.
	Cryptantha micrantha (Torr.) I. M.Johnst. subsp. *lepida* (A.Gray)
	Mathew & P.H.Raven
	Cryptantha nevadensis A.Nelson & P.B.Kenn. var. *nevadensis*
	Cryptantha pterocarya (Torr.) Gre
	Cryptantha racemosa (S.Watson) Gre
	Pectocarya heterocarpa (I.M.Johnst.) I.M.Johnst.
	Pectocarya platycarpa Munz & I.M.Johnst.
	Pectocarya recurvata I.M.Johnst.
	Tiquilia canescens (DC.) A.T.Richardson var. *canescens*
	Tiquilia palmeri (A.Gray) A.T.Richardson
	Tiquilia plicata (Torr.) A.T.Richardson
BRASSICACEAE	*Brassica tournefortii* Gouan
	Descurainia incisa (A.Gray) Britton
BRASSICACEAE	*Dithyrea californica* Harv. var. *californica*
	Eruca vesicaria (L.) Cav. subsp. *sativa* (Mill.) Thell.
	Guillenia lasiophylla (Hook. & Arm.) Gre
	Lepidium flavum Torr. var. flavum
	Lepidium lasiocarpum Torr. & A.Gray var. *lasiocarpum*
	Lyrocarpa coulteri Hook. & Harv. var. *coulteri*
	Sibara angelorum (S.Watson) Gre
	Sibara brandegeana (Rose) Gre
	Sisymbrium irio L.
	Sisymbrium orientale L.
	Streptanthella longirostris (S.Watson) Rydb. var. *longirostris*
	Thysanocarpus curvipes Hook.
BURSERACEAE	*Bursera hindsiana* (Benth.) Engl.
	Bursera microphylla A.Gray

FAMILIA	**ESPECIE**
CACTACEAE	*Echinocereus engelmannii* (Parry ex Engelm.) Ruempler var. *engelmannii*
	Ferocactus acanthodes (Engelm.) Orcutt.
	Lophocereus schottii (Engelm.) Britton & Rose var. *schottii*
	Mammillaria dioica K. Brandegee
	Mammillaria hutchisoniana (H.E.Gates) Boed.
	Mammillaria milleri (Britton & Rose) Boed.
	Mammillaria tetrancistra Engelm.
	Cylindropuntia bigelovii (Engelm.) F. M. Knuth var. *bigelovii*
	Cylindropuntia delgadilloana J. Rebman & D. Pinkava
	Cylindropuntia ganderi (C.B. Wolf) J.Rebman & Pinkava var. *ganderi*
	Cylindropuntia munzii (C.B.Wolf) Backeb
	Cylindropuntia ramosissima (Engelm.) F. M. Knuth
	Cylindropuntia sanfelipensis (J. Rebman) J. Rebman
	Cylindropuntia tesajo J.M.Coulter
	Grusoniaia kunzei (Rose) Pinkava
	Pachycereus pringlei (S.Watson) Britton & Rose
CAMPANULACEAE	*Nemacladus glanduliferus* Jeps. var. *glanduliferus*
CAPPARIDACEAE	*Wislizenia refracta* Engelm. subsp. *palmeri* (A.Gray) C. S. Keller
CARYOPHYLLACEAE	*Achyronychia cooperi* Torr. & A.Gray
	Arenaria lanuginosa (Michx.) Rohrb. subsp. saxosa (A.Gray) Maguire
	Dryia holosteoides Benth. var. *crassifolia* (Benth.) J.A.Duke
CHENOPODIACEAE	*Allenrolfea occidentalis* (S.Watson) Kuntze
	Atriplex barclayana (Benth.) D. Dietr. subsp. *palmeri* (S.Watson) H. M. Hall & Clem.
	Atriplex canescens (Pusrh) Nutt. subpp. linearis (S.Watson) H.M.Hall & Clem.
	Atriplex hymlytra (Torr.) S.Watson
	Atriplex lentiformis (Torr.) S.Watson subsp. *torreyi* (S.Watson) H.M. Hall & Clements
	Atriplex polycarpa (Torr.) S.Watson
	Salicornia subterminalis Parish
	Salsola tragus L.
	Aeda moquinii (Torr.) Gre
CONVOLVULACEAE	*Convolvulus arvensis* L.
CRASSULACEAE	*Dudleya arizonica* Rose
CUCURBITACEAE	*Brandegea bigelovii* (S.Watson) Cogn.
	Cucurbita digitata A.Gray
CUCURBITACEAE	*Cucurbita palmata* S.Watson
CUSCUTACEAE	*Cuscuta denticulata* Engelm.
EUPHORBIACEAE	*Acalypha californica* Benth.
	Chamaesyce melanadenia (Torr.) Millsp.
	Chamaesyce micromera (Boiss.) Wooton & Standl.
	Chamaesyce parishii (Gre) Millsp.
	Chamaesyce peulifera (Engelm.) Rose & Standl. var. *peulifera*
	Chamaesyce polycarpa (Benth.) Millsp. var. *hirtella* (Boiss.) Paris
	Chamaesyce setiloba (Torr.) Millsp.
	Croton californicus Müll.Arg.
	Ditaxis lanceolata (Benth.) Pax & K.Hoffm.
	Euphorbia bartolomaei Gre
	Euphorbia eriantha Benth.
	Euphorbia petrina S.Watson
	Euphorbia tomentulosa S.Watson
	Jatropha cuneata Wiggins & Rollins
	Stillingia linearifolia S.Watson
	Stillingia spinulosa Torr.
FABACEAE	*Acacia greggii* A.Gray
	Amorpha fruticosa L.
	Astragalus aridus A.Gray
	Astragalus magdalenae Gre var. *niveus* (Rydb.) Barneby
	Astragalus orcuttianus S.Watson
	Astragalus prorifer M.E.Jones

FAMILIA	**ESPECIE**
	Caesalpinia peninsularis (Britton) Eifert
	Caesalpinia virgata Fischer
	Calliandra eriophylla Benth.
	Cercidium microphyllum (Torr.) Rose & I.M.Johnst.
	Dalea bicolor Willd. var. *orcuttiana* Barneby
	Dalea cea (Rydb.) Wiggins
	Dalea mollissima (Rydb.) Munz
	Dalea purpusii Brandegee
	Errazurizia megacarpa (S.Watson) I.M.Johnst.
	Lotus rigidus (Benth.) Gre
	Lotus strigosus (Nutt.) Gre
	Lupinus arizonicus (S.Watson) S.Watson
	Lupinus concinnus J.Agardh
	Lupinus sparsiflorus Benth.
	Marina orcuttii (S. Wats) Barneby var. orcuttii
	Marina parryi (Torr. & A.Gray) Barneby
	Olneya tesota A.Gray A
	Phaseolus filiformis Benth.
	Prosopis glandulosa Torr. var. *torreyana* (L. Benson) M.C.Johnston
	Psorothamnus emoryi (A.Gray) Rydb.
	Psorothamnus schottii (Torr.) Barneby
	Psorothamnus spinosus (A.Gray) Barneby
	Senna armata (S.Watson) Irwin & Barneby
	Senna covesii (A.Gray) Irwin & Barneby
FOUQUIERIACEAE	*Fouquieria splendens* Engelm.
FRANKENIACEAE	*Frankenia palmeri* S.Watson
GENTIANACEAE	*Eustoma exaltatum* (L.) Don
GERANIACEAE	*Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. ex Aiton
HYDROPHYLLACEAE	*Eriotyon angustifolium* Nutt.
	Eucrypta micrantha (Torr.) A.A. Heller
	Nama demissum A.Gray var. demissum
	Nama demissum A.Gray var. *lineare* C.L.Hitchc.
	Phacelia affinis A.Gray
	Phacelia parryi Torr.
	Phacelia pauciflora S.Watson
KOEBERLINIACEAE	*Koeberlinia spinosa* Zucc.
KRAMERIACEAE	*Krameria grayi* Rose & Painter
	K. erecta Willd. ex Schult.
LAMIACEAE	*Hyptis emoryi* Torr. var. *emoryi*
	Hyptis emoryi Torr. var. *palmeri* (S.Watson) I.M.Johnst.
	Salvia apiana Jeps.
	Salvia columbariae Benth.
LENNOACEAE	*Pholisma arenarium* Hook.
LOASACEAE	*Eucnide cordata* (Kellog) Kellog ex Curran
	Eucnide rupestris (Baill.) H.J.Thomps. & W.R.Ernst
	Mentzelia adhaerens Benth.
	Mentzelia albicaulis Hook.
	Mentzelia desertorum (Davidson) H. J. Thomps. & J.Roberts
	Mentzelia involucrata S.Watson
	Mentzelia multiflora (Nutt.) A.Gray subsp. longiloba (Darl.) Felger
	Mentzelia puberula J.Darl.
	Mentzelia veatchiana Kellogg
	Petalonyx linearis Gre
	Petalonyx thurberi A.Gray ssp. thurberi
MALPIGHIACEAE	*Janusia gracilis* A.Gray
MALVACEAE	*Abutilon palmeri* A.Gray
	Eremalche rotundifolia (A.Gray) Gre
	Herissantia crispa (L.) Brizicky

FAMILIA	**ESPECIE**
	Hibiscus denudatus Benth.
	Horsfordia newberryi (S.Watson) A.Gray
	Sphaeralcea orcuttii Rose
MARTYNIACEAE	*Proboscidea arenaria* (Engelm.) Decne.
	Proboscidea parviflora (Wooton) Wooton. & Standl.
MOLLUGINACEAE	*Mollugo cerviana* (L.) Ser.
NYCTAGINACEAE	*Abronia gracilis* Benth. subsp. *platyphylla* (Standl.) Ferris
	Abronia villosa S.Watson var. *villosa*
	Allionia incarnata L.
	Boerhavia coulteri (Hook.) S.Watson
	Boerhavia gracillima Heimerl
	Boerhavia spicata ChoisyAl
	Boerhavia wrightii A.Gray
	Commicarpus scandens (L.) Standl.
NYCTAGINACEAE	*Mirabilis laevisi* (Benth.) Curran var. *villosa (*Kellogg) Spellanb.
	Mirabilis laevis (Benth.) var. *crassifolia* (Choby) Spellanb.
	Mirabilis tenuiloba S.Watson
ONAGRACEAE	*Camissonia boothii* (Douglas) P.H.Raven subsp. *condensata* (Munz) P.H.Raven
	Camissonia californica (Torrey & A. Gray.) P.H.Raven
	Camissonia cardiophylla (Torr.) P.H.Raven subsp. *cardiophylla*
	Camissonia chaioides (A.Gray) P.H.Raven
	Camissonia claviformis (Torr. & Frém.) P.H.Raven subsp. *peirsonii* (Munz) P.H.Raven
	Camissonia claviformis subsp. *yumae* (P.H.Raven) P.H.Raven
	Oenothera californica (S.Watson) S.Watson subsp. *avita* W.M.Klein
	Oenothera deltoides Torr. & Frém. subsp. *deltoides*
	Oenothera elata Kunth subsp. *hirsutissima* (S.Watson) W. Dietr.
	Oenothera primiveris A.Gray subsp. *caulescens* (Munz) Munz
OXALIDACEAE	*Oxalis albicans* Kunth
PAPAVERACEAE	*Argemone subintegrifolia* G. B. Ownbey
	Eschscholzia californica Cham.
	Eschscholzia minutiflora S.Watson
	Eschscholzia parishii Gre
PASSIFLORACEAE	*Passiflora palmeri* Rose
PHYTOLACCACEAE	*Stegnosperma halimifolium* Benth.
PLANTAGINACEAE	*Plant ovata* Forssk.
POLEMONIACEAE	*Bryanthella palmeri* (S. Watson) J.M.Porter
	Gilia stellata A.Heller
	Leptosiphon pygmaeus (Brand) J. M. Porter
	Linanthus bigelovii (A.Gray) Gre
	[*Gilia bigelovii* (A.Gray)]
	Loeseliastrum schottii (Torrey) S. Timbrook
POLYGALACEAE	*Polygala macradenia* A.Gray
POLYGONACEAE	*Chorizanthe brevicornu* Torr. var. *brevicornu*
	Chorizanthe corrugata (Torr.) Torr. & A.Gray
	Chorizanthe rigida (Torr.) Torr. & A.Gray
	Eriogonum deflexum Torr. var. deflexum
	Eriogonum fasciculatum Benth. var. *flavoviride* Munz & I.M.Johnst.
	Eriogonum galioides I.M.Johnston
	Eriogonum inflatum Torr. & Frémont
	Eriogonum orcuttianum S.Watson
	Eriogonum reniforme Torr. & Frém.
	Eriogonum thurberi Torr.
	Eriogonum wrightii Benth. var. *nodosum* (Small) Reveal
	Nemacaulis denudata Nutt.
PORTULACACEAE	*Calyptridium monandrum* Nutt.
RAFFLESIACEAE	*Pilostyles thurberi* A.Gray
RESEDACEAE	*Oligomeris linifolia* (M. Vahl) J.F.Macbr
RHAMNACEAE	*Condalia globosa* I.M.Johnst. var. *pubescens* I.M.Johnst.

FAMILIA	**ESPECIE**
	Ziziphus obtusifolia (Torr. & A.Gray) A.Gray var. *canescens* (A.Gray) I.M.Johnst.
RUTACEAE	*Thamnosma montana* Torr. & Frémont
SAPINDACEAE	*Cardiospermum corindum* L.
SAPOTACEAE	*Sideroxylon leucophyllum* S.Watson
SCROPHULARIACEAE	*Antirrhinum cyathiferum* Benth.
	Antirrhinum kingii S.Watson var. *watsonii* (Vasey & Rose) Munz
	Castilleja foliolosa Hook. & Arn.
	Castilleja minor (A. Gray) A. Gray subsp. *spiralis* (Jepson) Chuang & Heckard
	Galvezia cea Benth. var. *pubescens* (Brandegee) I.M.Johnst.
	Mimulus guttatus DC.
	Mohavea confertiflora (Benth.) A. A. Heller
	Penstemon eximius Keck
SIMMONDSIACEAE	*Simmondsia chinensis* (Link) C.K.Schneid.
SOLANACEAE	*Datura discolor* Bernh.
	Lycium andersonii A.Gray
	Lycium torreyi A.Gray
	Nicotiana obtusifolia M.Martens & Galeotti
	Physalis crassifolia Benth. var. *infundibularis* I.M.Johnston
	Physalis hederifolia A.Gray
	Solanum americanum Mill.
	Solanum hindsianum Benth.
STERCULIACEAE	*Ayenia compacta* Rose
TAMARICACEAE	*Taix ramosissima* Ledeb.
VISCACEAE	*Phoradendron californicum* Nutt.
ZYGOPHYLLACEAE	*Fnia barclayana* (Benth.) Rydb.
	Fnia pachyacantha Rydb.
	Kallstroemia californica (S.Watson) Vail
	Larrea tridentata (DC.) Coville
	Viscainoa geniculata (Kellogg) Gre var. *geniculata*
AGAVACEAE	*Agave deserti* Engelm. subsp. *deserti* Gentry R
	Agave deserti Engelm. subsp. *pringlei* (Engelm. ex Baker) Gentry R
	Agave moranii Gentry R
	Nolina bigelovii (Torr.) S.Watson R
	Yucca schidigera Roezl ex Ortgies R
CYPERACEAE	*Carex spissa* L.H.Bailey
	Cyperus niger Ruiz López & ón var. *capitatus* (Britton) O'Neill
	Eleocharis montevidensis Kunth
	Eleocharis parishii Britton
	Scirpus americanus Pers.
	Scirpus itimus L.
JUNCACEAE	*Juncus oxymeris* Engelm.
LILIACEAE	*Hesperocallis undulata* A.Gray
ORCHIDACEAE	*Epipactis gigantea* Hook.
POACEAE	*Andropogon glomeratus* (Walter) Britton, Sterns & Poggenb.
	Aristida adscensionis L.
	Avena fatua L.
	Bothriochloa barbinodis (Lagasca) Herter
	Bouteloua aristidoides (Kunth) Griseb.
	Bouteloua barbata Lag. var. *barbata*
	Cenchrus palmeri Vasey
	Cenchrus tribuloides L.
	Distichlis spicata (L.) Gre
POACEAE	*Erioneuron pulchellum* (Kunth) Tateoka
	Heteropogon contortus (L.) Roem. & Schult.
	Monanthochloe littoralis Engelm.
	Hilaria rigida (Thurb.) Benth.
	Schismus barbatus (L.) Thell.
	Tridens muticus (Torr.) Nash

3.8.3. Especies de flora en estatus

Dentro de la cuenca del proyecto se identificaron dos especies con categoría de riesgo, según la norma mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual es el Palo Fierro (*Olneya tesota*) y Biznaga (*Ferocactus cylindraceus*), ambas sujetas a Protección Especial (Pr). Estas especies tienen una amplia distribución a lo largo de la cuenca.

3.9. Fauna

3.9.1. Especies características

La cuenca forma parte del Distrito Faunístico del Desierto del Colorado, el cual reviste toda la parte noreste de Baja California, a partir del nivel del mar hasta alcanzar lo 1,400 msnm en los linderos de la Sierra de Juárez, y se extiende hasta los 1,700 msnm en la parte este de la Sierra de San Pedro Mártir. Por el sur cubre hasta Bahía de Los Ángeles, desde Matomí y Punta San Fermín hacia el sur y se despliega como una estrecha banda hacia el este de la sucesión montañosa que emerge paralela a la costa. Por el occidente, -al sur de San Pedro Mártir- colinda con el Distrito San Dieguense. Por el norte, conquista la Planicie del Delta y las llanuras de inundación del Río Colorado, solamente interrumpida por algunas elevaciones montañosas, como las sierras Cucapá, Las Pintas, San Felipe y Santa Clara.

Entre las especies más características de este distrito es posible encontrar: codorniz de Gambel *(Callipepla gambelli),* lince, algunas especies de murciélagos *(Myotis californicus stephens, Pizonix vivesi, Antrozous pallidus pallidus),* conejos *(Sylvilagus audubonii arizonae, Lepus californicus deserticola),* ardillas *(Ammospermophilus leucururs leucurus, Spermophilus tereticaudus tereticaudus)* ratones *(Pherognatus baileyi hueyi, Pherognathus arenatus paralios),* coyote *(Canis latrans mearnsi, Canis latrans clepticus),* zorros *(Macrotis vulpes arsipus, Urocyon cinereoargenteus scottii),* mapache *(Proscyon lotor pallidus),* puma *(Felis concolor browni)*

A continuación, se presenta una serie de listados de fauna de la cuenca y región que se reportan en la literatura, pero que no necesariamente han sido observadas en el predio o en el área en influencia del proyecto.

Cuadro 4. Aves que según la literatura se distribuyen en la cuenca de la cuenca

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT 2010
Accipiter cooperi	Gavilán pollero	-
Aeronautes saxatalis	Vencejo de garganta blanca	-
Amphispiza bilineata	Gorrión garganta negra	-
Athene cunicularia	Búho excavador	-
Auriparus flaviceps	Verdín	-
Bubo irginianus	Búho de cuernos grandes	-
Bubulcus ibis	Garcilla bueyera	-
Buteo jamaicensis	Halcón cola roja	Sujeta a Protección Especial
Callipepla californica	Codorniz de California	-
Campylorhynchus brunneicapillus	Reyezuelo de los cactus	-
Carduelis psaltria	Dominico dorado	-
Carpodacus mexicanus	Gorrión común	-
Cathartes aura	Zopilote	-

Cuadro 4. Aves que según la literatura se distribuyen en el área de la cuenca (final)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT 2010
Oreortyx pictus	Codorniz de montaña	-
Otus kennicottii	Lechuza del Oeste	-
Phainopepla nitens	Capulinero negro	-
Phalaenentilus nuttallii	Zumaya	-
Picoides scalaris	Carpintero dorso rayado	-
Polioptila caerulea	Perlita común	-
Polioptila melanura	Tacuarita de cola negra	-
Pyrocephalus rubinus	Mosquero Cardenalito	-
Salpinetes obsoletus	Reyezuelo de las rocas	-
Sayornis nigricans	Mosquero Negro	-
Sayornis saya	Mosquero Llanero	-
Thryomanes bewickii	Saltapared tepetatero	-
Tyto alba	Lechuza	-
Catherpes mexicanus	Reyezuelo de los cañones	-
Colaptes auratus	Carpintero Alas-rojas	-
Corvus corax	Cuervo común	-
Eremophila alpestris	Alondra cornuda	-
Falco mexicanus	Halcón de las praderas	-
Falco sparverius	Halconcillo	-
Geococcyx californianus	Correcaminos	-
Lanius ludovicianus	Alcaudón americano	-
Melanerpes uropygialis	Carpintero gila	-
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	-
Myiarchus cinerascens	Mosquero Copetón-cenizo	-

Cuadro 5. Reptiles que según la literatura se distribuyen en el área de la cuenca

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT 2010
Arizona elegans	Serpiente brillosa	-
Callisaurus draconoides	Lagartija cola de zebra	-
Cnemidophorus tigris	Lagartija cola de látigo	-
Coleonyx swaitaki	Gecko descalzo	-
Coleonyx variegatus	Gecko bandeado del Oeste Salvadora	-
Crotalus cerastes	Serpiente de cascabel de cuernitos	-
Dipsosaurus dorsalis	Iguana del desierto	-
Gambelia wislizenii	Lagartija leopardo	-
Hypsiglena torquata	Serpiente nocturna	-
Leptotyphlops humilis	Serpiente o culebrita ciega	-
Phrynosoma platyrhinos	Lagartija cornuda del desierto	-

Cuadro 5. Reptiles que según la literatura se distribuyen en la cuenca (final)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT 2010
Phyllodactylus xanti	Gecko	-
Pituophis melanoleucus	Serpiente topera	-
Rhinocheilus lecontei	Serpiente de nariz alargada	-
hexalepis	Serpiente nariz de parche	-
Sceloporus magister	Lagartija espinosa	-
Uma notata	Lagartija del Colorado	-
Urosaurus graciosus	Lagartija cepillo de cola alargada	-
Uta stansburiana	Lagartija de manchas costales	Amenazada A- endémica
Xantusia vigilis	Lagartija nocturna del desierto	-

Cuadro 6. Mamíferos que según la literatura se distribuyen en el área de la cuenca

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT 2010
Ammospermophilus leucurus	Ardilla antílope cola-blanca	-
Antrozous pallidus	Murciélago pálido	-
Canis latrans	Coyote	-
Choeronycteris mexicana	Murciélago lengua larga	-
Dipodomys merriami	Rata canguro	-
Macrotus californicus	Murciélago nariz de hoja de California	-
Lynx rufus	Gato montés	-
Lepus californicus	Liebre cola-negra	-
Eumops perotis	Murciélago gigante	-
Microtus californicus	Ratón de campo	-
Neotoma lepida	Rata de campo	Amenazada A- endémica
Ovis canadensis	Borrego Cimarrón	Protección Especial
Perognathus longimembris	Ratón de bolsillo	-
Perognathus spinatus	Ratón bolsillo espinoso	-
Peromyscus eremicus	Ratón de cactus	-
Reithrodontomys megalotis	Ratón	-
Pipistrellus hesperus	Murciélago de cañon	-
Peromyscus maniculatus	Ratón venado	-
Sylvilagus audubonii	Conejo cola de algodón	-
Thomomys bottae	Topo	-
Taxidea taxus	Tejón	Amenazada no endémica
Myotis californicus	Murciélago de California	-

3.9.2. Especies de fauna en estatus

Se tiene información para indicar que el área de la cuenca del proyecto es sitio de distribución de las siguientes especies enlistadas en la norma mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: *Buteo jamaicensis, Taxidea taxus, Neotoma lepida, Uta stansburiana y Ovis canadensis.*

3.9.3. Descripción del hábitat de fauna silvestre

Ovis canadensis. Habita praderas alpinas, generalmente con suelo de tipo rocoso y sobre pendientes inclinadas de las cadenas montañosas; en sitios de clima árido. Puede estar presente también en pendientes montañosas con pastizales. Dentro de su distribución exótica habita montañas con vegetación de tipo matorral xerófilo subinerme, montañoso y desértico micrófilo.

Neotoma lepida. Las ratas de campo o cambalacheras desérticas viven en matorrales en áreas desérticas y semidesérticas. A diferencia de algunos de los otros roedores que viven en regiones con recursos de agua limitados, las ratas cambalacheras desérticas no tienen adaptaciones fisiológicas para conservar el agua. Las ratas cambalacheras resuelven este problema al comer hojas jugosas que les proporcionan las grandes cantidades de agua que requieren. Con frecuencia, construyen sus nidos en grupos de plantas de la familia del agave y en los cactus de tunas, los cuales les proporcionan alimento y agua.

Taxidea taxus. Los tejones parecen perros chaparros, peludos y de tamaño mediano. Son excavadores muy potentes. Excavan persiguiendo a - y se alimentan de - ardillas y tuzas, además comen sapos, ranas, aves, serpientes, insectos, larvas, avispas, abejas y lombrices. Duermen casi todo el invierno en una madriguera, pasan alrededor de 29 horas seguidas en estado de adormecimiento, se despiertan brevemente y se vuelven a dormir.

Buteo jamaicensis. El gavilán colirrojo se caracteriza por ser variable y versátil. El gavilán colirrojo es el más grande y robusto que se encuentra desde la parte central de Alaska y Canadá hasta el sur de Panamá, pudiéndose observar a lo largo de Norteamérica. Es una de las rapaces que se observa más frecuentemente ya que tolera ambientes antropizados y a que tienden a sobrevolar y a posarse en áreas abiertas.

Uta stansburiana. Es un saurio terrestre generalista y se le puede encontrar desde regiones con arbustos de salvia hasta en bosques de confieras. Aparentemente, este saurio no prefiere ningún sustrato o microhábitat, aunque, sus abundancias son mayores cerca de zonas rocosas. Cuando se ve amenazada corre a la base de los arbustos y se entierra en la arena o busca un escondite para escapar.

Importancia de uso de la fauna silvestre

Aunque la mayoría de la fauna silvestre en la región ha venido cumpliendo con un fin ecológico, en algunos de los ejidos cercanos al área del proyecto se encuentran registradas unidades de manejo para el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y donde se puede llevar acabo de manera legal la actividad cinegética.

4. 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

4.1. Ubicación del proyecto en áreas protegidas y de importancia ecológica

a) Región hidrológica prioritaria

Tal como se muestra en la siguiente figura, el área del proyecto se encuentra ubicada en la porción Noroeste de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) Delta del Río Colorado.

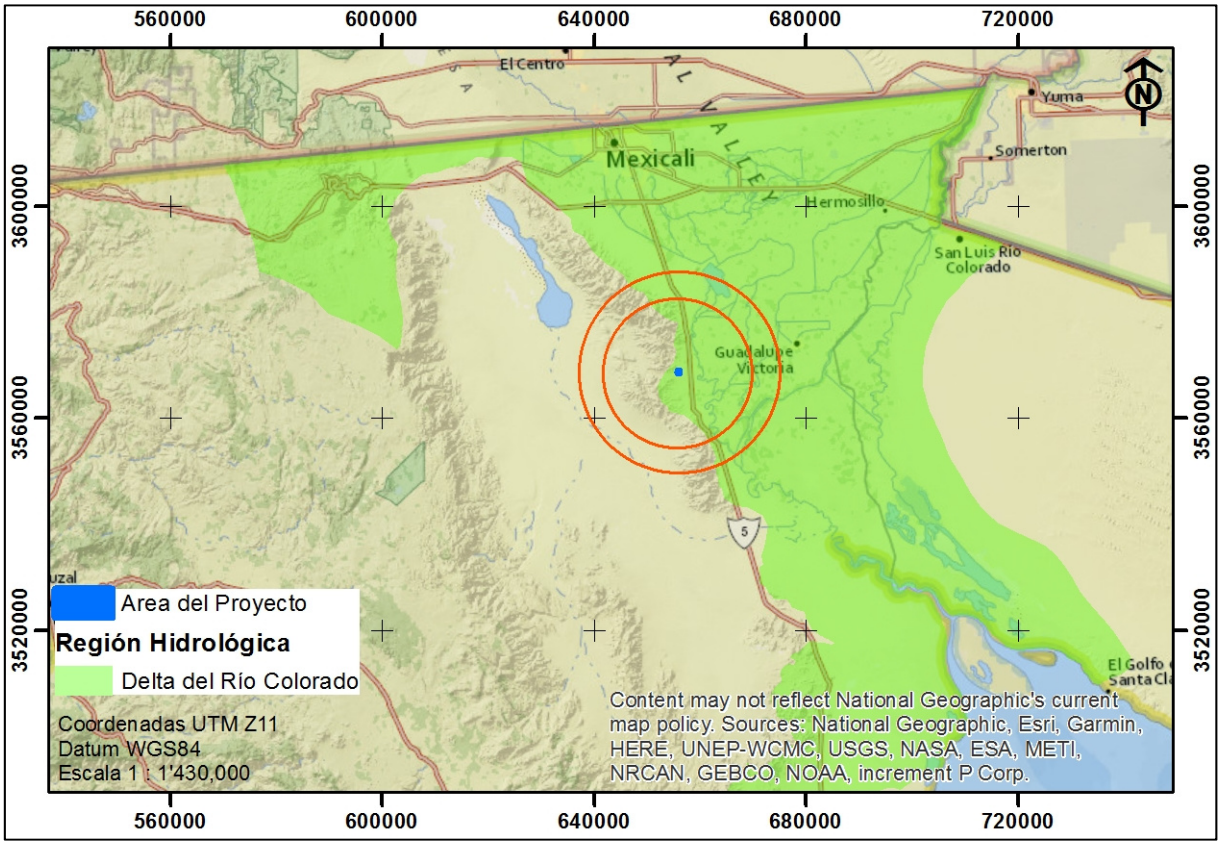

Figura 8. Ubicación del área del proyecto en la RHP Delta del Río Colorado

b) Áreas naturales protegidas

El área del proyecto no se encuentra ubicada dentro de algún área natural protegida. La más cercana es la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, la cual se encuentra aproximadamente a 32 kilómetros al Sur del área del proyecto.

c) Región terrestre prioritaria

El área del proyecto no se encuentra ubicada dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria. La más cercana es la Delta del Río Colorado, la cual, al igual que la reserva de la biósfera, se encuentra aproximadamente a 32 kilómetros al Sur del área del proyecto.

d) Región prioritaria para la conservación de aves

El área del proyecto no se encuentra ubicada dentro de alguna Región Prioritaria para la Conservación de Aves. La más cercana es la Sierra Juárez, la cual se encuentra aproximadamente a 46 kilómetros hacia el Oeste del área del proyecto.

4.2. Clima

Tal como se muestra en la siguiente figura, en el área del proyecto se presenta un clima del tipo Muy árido semicálido BWh(x').

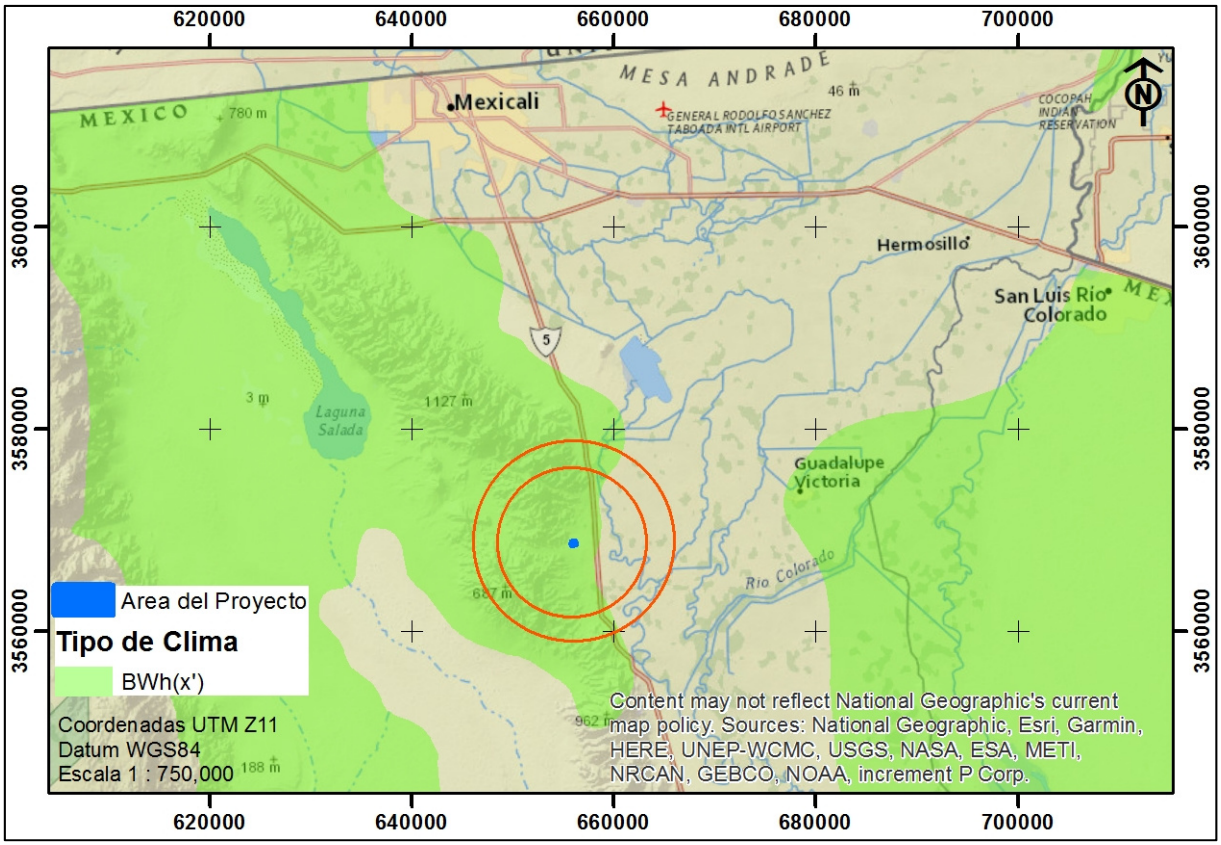

Figura 9. Clima en el área del proyecto

Este clima se presenta desde el límite estatal sur, del oriente de la localidad El Arco a las proximidades de la costa del Golfo de California, hasta el noreste de la Sierra Las tinajas, en una franja angosta ubicada en el oriente de la Cordillera Peninsular.

La temperatura media anual en esta zona, con base en estaciones meteorológicas, oscila entre 19.8° y 20.6°C, el mes más caliente es julio con temperaturas medias de 27.8° a 30.4°C, y los meses más fríos son diciembre y enero, con promedios mensuales entre 10° y 15.6°C.

En lo que respecta a la precipitación, la total anual va de 117.2 a 147.7 mm; la mayor incidencia de lluvia ocurre en agosto y septiembre con cantidades mensuales de 40.4 y 27.0 mm respectivamente. El mes más seco es junio o abril, cuyo promedio mensual con regularidad es menor de 1 mm.

La lluvia es causada por: Precipitaciones monzónicas y por las masas de aire polar invernal. Las precipitaciones monzónicas son llamadas localmente chubascos y ocurren en el verano, causadas por corrientes húmedas tropicales que penetran por el embudo del golfo de California. A estos fenómenos se deben los lavados y bajadas de cauces cambiantes en las cuencas hidrológicas. De acuerdo con los informantes locales, los chubascos ocurren en períodos de aproximadamente 2.5 años. Dado lo aleatorio del curso de las nubes, existen áreas que pueden no recibir lluvia en períodos de hasta 5 años.

El índice de evaporación anual rebasa los 2000 mm anuales y llega a 300 mm mensuales durante el verano, lo que imposibilita la agricultura de temporal y la ganadería de agostadero.

4.2.1. Fenómenos climatológicos

Debido al predominio de climas extremosos resulta natural la incidencia de heladas, en proporción apreciable, en la totalidad de la superficie estatal. Las granizadas, en cambio, son escasas o inapreciables ya que, en el verano, estación en que esas precipitaciones convectivas se producen con regularidad, llueve muy poco en la entidad porque los climas son muy secos, o bien, porque la precipitación pluvial se concentra en el invierno en el caso de los climas secos.

Heladas. Este fenómeno ocurre en toda la entidad durante el periodo comprendido entre noviembre y febrero principalmente, pero con mayor frecuencia sucede en diciembre y enero. Sobre gran parte de la superficie de Baja California, en las zonas de climas muy secos se producen heladas en un promedio de 0 a 20 días del año.
Granizadas. En poco más de la mitad del estado, sobre todo en las zonas bajo la influencia de climas muy secos, las granizadas son inapreciables.

Durante el invierno se presentan eventos de 3 a 6 días de vientos Noroeste (8-12 m/s), dirigidos a lo largo del eje del Golfo, los cuales son fríos y traen aire del Desierto sobre el Golfo. Los vientos que cruzan al Golfo desde el Pacífico, están relacionados a los efectos topográficos al pasar sobre Baja California y son particularmente intensos en el Noroeste del Golfo. En el verano las presiones a gran escala dirigen vientos débiles del sureste (2-5 m/s), orientados principalmente a lo largo del Golfo.

En sitio en donde se encuentra ubicado el proyecto históricamente se han presentado los siguientes fenómenos: el 2 de septiembre de 1967 el huracán Katrina cruzó prácticamente todo el Golfo de California hacia el norte y aún con fuerza de huracán 1 llegó al delta del Colorado; el 25 de septiembre de 1997 el huracán Nora pasó justo por esta zona, con categoría de Huracán 1, sin embargo, no se tienen registros de precipitación para ese periodo; y entre septiembre y octubre del 2001 el huracán Juliette alcanzó la cabecera del Golfo de California como depresión tropical, tocando tierra californiana unos 60 km al sur de San Felipe.

4.2.2. Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos

Vientos máximos

El promedio, o la media, de la velocidad de vientos máximos sostenidos para ciclones tropicales que se han presentado en el Pacífico, se encuentra representada en el siguiente mapa como líneas con puntos de igual valor (llamadas isolíneas) que separan áreas que han sido coloreadas para indicar, en rojo, los valores más grandes (del orden de los 115 km/h) de la media de la velocidad de vientos máximos sostenidos y, en verde, la zona donde se presentan los valores más bajos del promedio. Los valores fueron obtenidos como resultado de analizar los ciclones que cruzan celdas de 1° latitud por 1° longitud.

En el mapa se puede ver que la zona de color rojo se encuentra alejada de las costas de México; sin embargo, las isolíneas que cruzan casi paralelamente la costa, tienen valores de velocidades promedio de vientos máximos sostenidos entre 85 km/h y 100 km/h, equivalentes a los de una tormenta tropical, excepto Baja California, Chiapas y parte de Oaxaca. Esto quiere decir que en esa zona se han presentado velocidades de vientos máximos sostenidos de magnitud tal que pueden ocasionar daños en las casas y estructuras costeras, por lo que deben llevarse a cabo las medidas adecuadas de prevención y protección contra efectos de viento y oleaje, principalmente en el Baja California Sur, sur de Sonora, Sinaloa y Guerrero.

Para el caso del área del proyecto, las velocidades promedio máximas de los vientos van de los 75 a los 80 km/hora. La información fue obtenida del Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México.

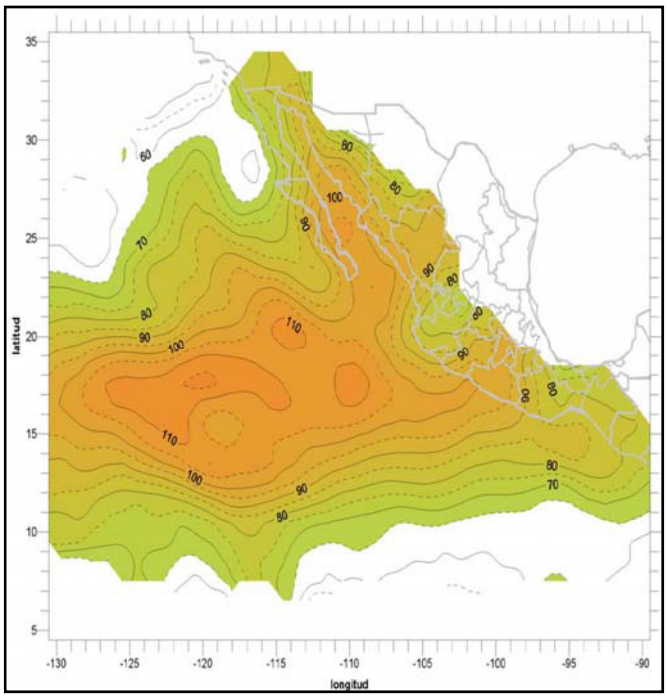

Figura 10. Media de la "velocidad de vientos máximos sostenidos" [km/h]

4.3. Edafología

El tipo principal de suelo que se encuentra en el área del proyecto es el Regosol Calcárico de textura gruesa.

Regosol. Del griego *reghos*, manto; connotativo de un manto de material suelto sobrepuesto a la capa dura de la tierra. Suelos formados de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presenten propiedades flúvicas; no tienen otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A ócrico o úmbrico; careen de propiedades gléyicas en los 50 cm superficiales; carecen de las características que son diagnóstico para los Vertisoles y Andosoles; carecen de propiedades sálicas. Este suelo se considera poco desarrollado y en general está constituido por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas, dunas y, en mayor o menor grado, en las laderas de las sierras, muchas veces acompañados de litosoles y de roca o tepetate que aflora. Su fertilidad es variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. En este tipo de suelo se pueden desarrollar diferentes tipos de vegetación y clima.

Calcárico: que tiene material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

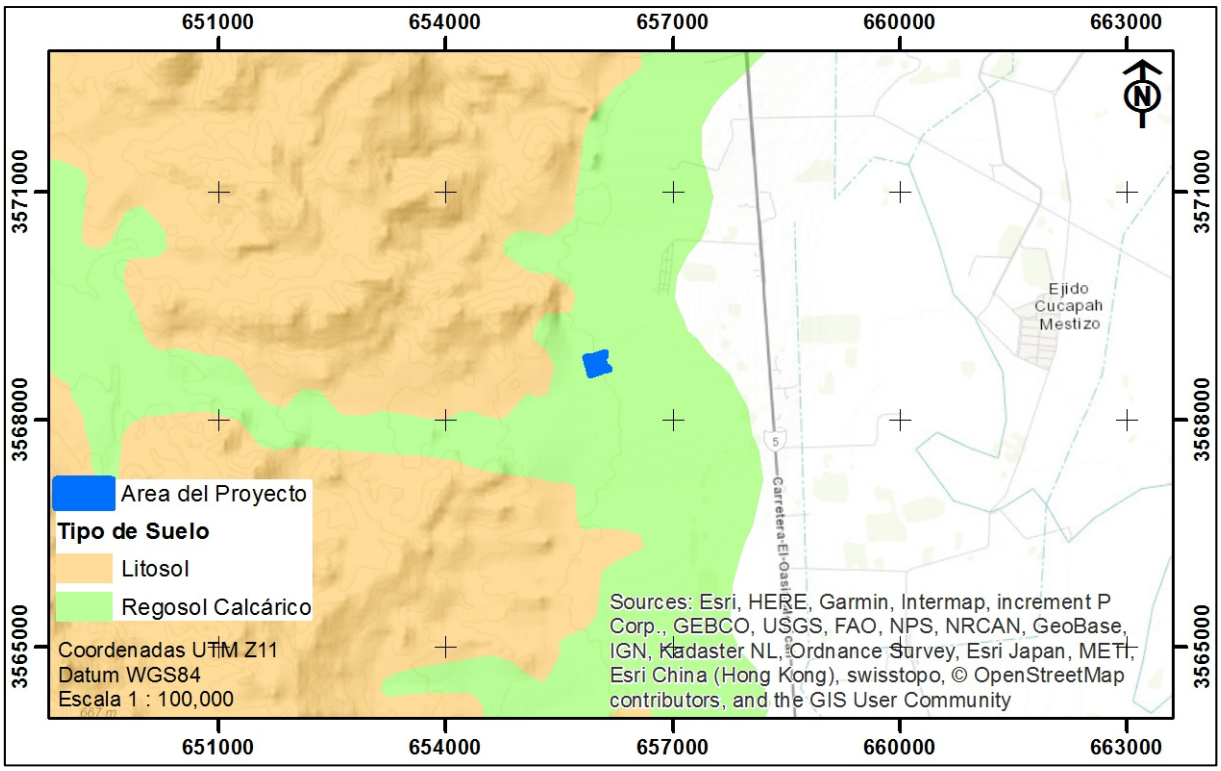

Figura 11. Tipos de suelo en el área del proyecto

4.3.1. Procesos erosivos

De acuerdo con la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O.), los procesos de desertificación son siete, y se pueden clasificar en: procesos primarios, los que corresponden a la degradación de la cubierta vegetal, erosión hídrica, erosión eólica, y salinización y dosificación; y procesos secundarios, que son la degradación física (compactación, encostramiento y afloramiento de horizontes subsuperficiales), degradación biológica (disminución y pérdida de la materia orgánica del suelo), y degradación química (pérdida de nutrimentos y concentración de sustancias tóxicas para los seres vivos).

El problema de erosión en la entidad y área del proyecto se debe principalmente al efecto del viento. Según estimaciones de la Comisión Nacional de Zonas Áridas, la velocidad de la erosión eólica en la mayor parte del territorio estatal es de más de 200 Ton/ha/año, la que lo clasifica como un área con erosión eólica extrema. La excepción a esta condición se encuentra en la Sierra de Juárez, la cual tiene una velocidad promedio de erosión eólica que va de 50 a 200 Ton/ha/año, es decir, se clasifica como severa. Otra de las causas de la erosión son los escurrimientos; las estimaciones para la mayor parte del territorio indican que la tasa de erosión hídrica es moderada (de 10 a 50 Ton/ha/año), con excepción de las zonas del Valle de Mexicali y del área Tijuana-Tecate hasta la ciudad de Ensenada, donde la tasa de erosión hídrica es ligera (menor de 10 Ton/ha/año). La salinización de los suelos también es un factor que coadyuva a la desertificación; en el Estado este fenómeno se presenta con mayor intensidad en el

Valle de Mexicali. Existen otros factores que agravan el problema de la erosión, como el cambio de uso del suelo en áreas conurbadas y agrícolas, los asentamientos humanos no planificados, el ensalitramiento y el abandono de grandes superficies agrícolas.

4.4. Geología

Tal como se muestra en la siguiente figura, el principal tipo de roca que se puede encontrar en el área del proyecto es del tipo Gneis.

Gneis. Se denomina gneis a una roca metamórfica compuesta por los mismos minerales que el granito (cuarzo, feldespato y mica) pero con orientación definida en bandas. Roca metamórfica de grano grueso, compuesta por cuarzo, feldespato y mica. Su estructura presenta capas alternas de minerales claros y oscuros. A veces presenta concreciones feldespáticas distribuidas con regularidad (gneis ocelado). Los gneis reciben diferentes denominaciones en función de los componentes (gneis biotitico, moscovítico), el origen (ortogneis si es producto del metamorfismo de rocas eruptivas y paragneis, si lo es de rocas sedimentarias); o la textura (por ej. gneis ocelares). El gneis se utiliza en construcción para hacer peldaños, adoquines, mampuestos.

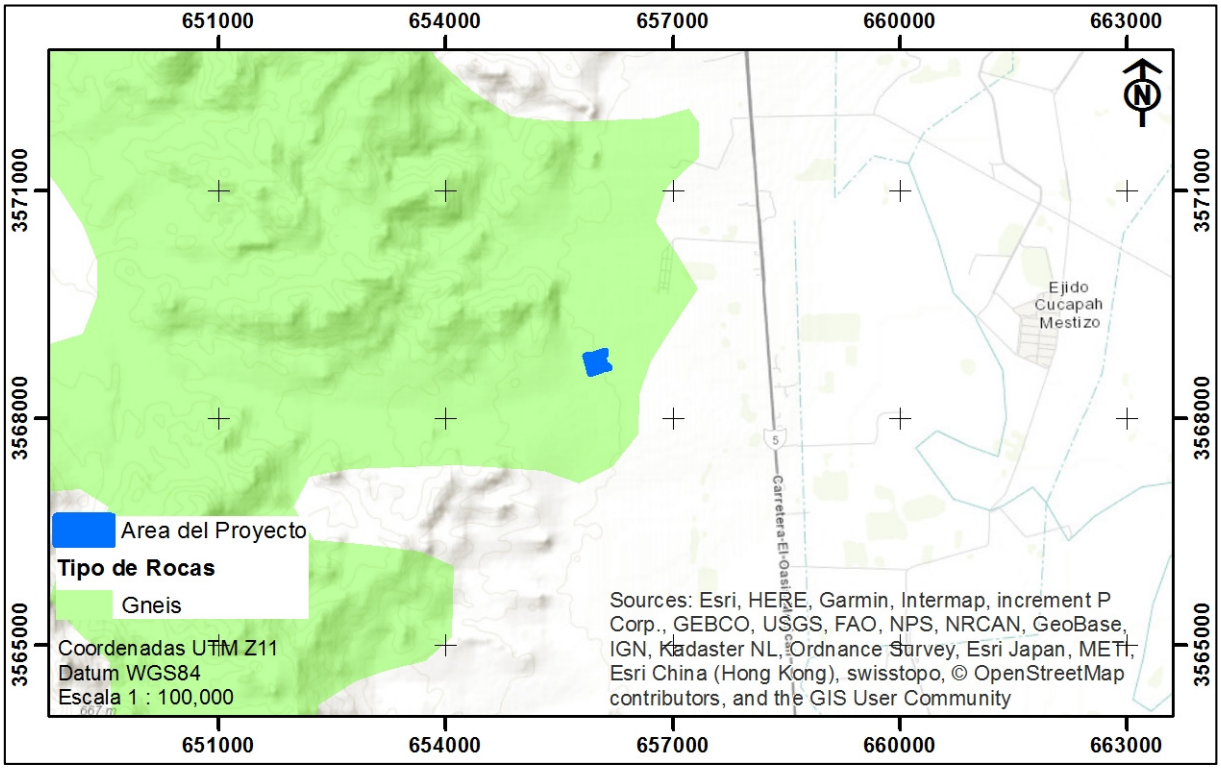

Figura 12. Tipos de rocas presentes en el área del proyecto

4.5. Relieve

El área del proyecto se encuentra dentro de la Provincia Llanura Sonorense y de la subprovincia Desierto de Altar, esta última localizada a lo largo de la frontera con los Estados Unidos, desde la Cordillera Peninsular bajacaliforniana hasta el oriente del río Sonoyta.

El relieve en el área del proyecto es ligeramente inclinado, ya que forma parte de un aluvión por el cual bajan corrientes intermitentes de la sierra Cucapá.

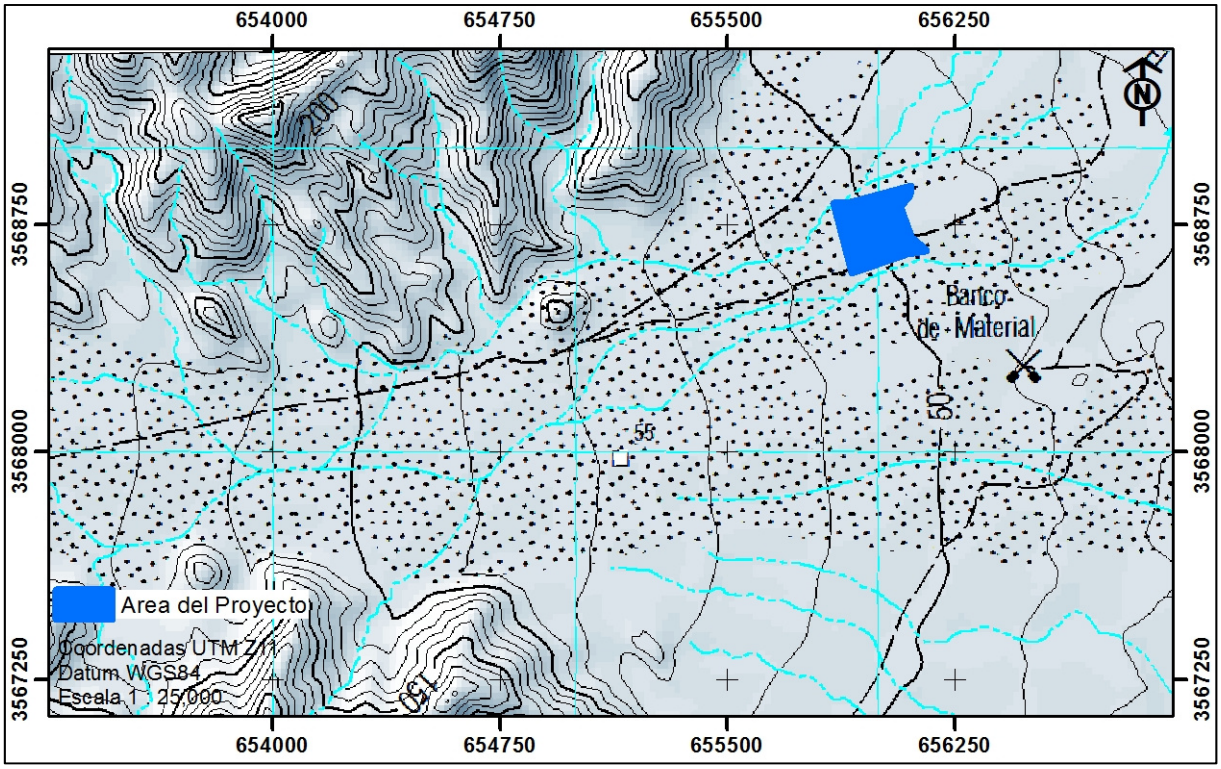

Figura 13. Relieve e hidrología presente en el área del proyecto

4.6. Pendiente media

La pendiente media en el área del proyecto es de aproximadamente 25%.

4.7. Exposición

La exposición dominante es hacia el Este.

4.8. Hidrología superficial

El Área de Estudio se localiza en la Región Hidrológica 7 "Río Colorado" y dentro de la cuenca Río Colorado y la Subcuenca Río Colorado.

La cuenca Río Colorado se ubica en la porción noreste del estado, al norte limita con los Estados Unidos de América, en su porción este con la cuenca Bacanora-Mejorada, hacia el oeste con la cuenca (B) de la RH4 y al sureste con el Golfo de California. Cubre una superficie de 7.67% de la entidad, y está conformada por las subcuencas Río Colorado, Río las abejas, Del Álamo, Cerro Prieto, Río Nuevo, Río Hardy y Río Pescadores. La precipitación media anual es de 74.433 mm.

El rasgo hidrográfico más sobresaliente es el río Colorado. Esta corriente sirve de límite internacional con el país vecino del norte en un tramo de 20 km; al cabo de los cuales el colector general, tienen un recorrido de 185 km en territorio mexicano, y en su caudal aporta 1,850 millones de m^3 anuales; que son aprovechados para la agricultura, en el distrito de riego 14 Río Clorado y para uso doméstico.

En el área del proyecto no existen corrientes perenes, lagos o lagunas. Como se mencionó anteriormente, forma parte de un aluvión por el que, cuando llueve, circulan corrientes intermitentes.

4.9. Hidrología subterránea

El área del proyecto se ubica en el acuífero 210, denominado Valle de Mexicali. Se ubica en el extremo norte del estado de Baja California, en el municipio de Mexicali. Colinda al norte con Estados Unidos de América, al este con el acuífero Valle de San Luis Río Colorado, Sonora, al oeste con el acuífero Laguna Salada y al sur con el acuífero El Chinero y el Golfo de California. El acuífero Valle de Mexicali cubre una superficie de 4908 km^2.

Con la información piezométrica correspondiente a 2004 se elaboró el mapa de curvas de igual profundidad al nivel estático. Las menores profundidades se localizan bordeando la Mesa de Andrade en la porción norte del acuífero, donde el nivel se encuentra entre 0 y 2 m de profundidad. La mayor profundidad es de 13 m y se encuentra al oeste del poblado Ciudad Morelos.

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, la disponibilidad de aguas subterráneas se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA. La cifra indica que no existe

volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Mexicali en el Estado de Baja California.

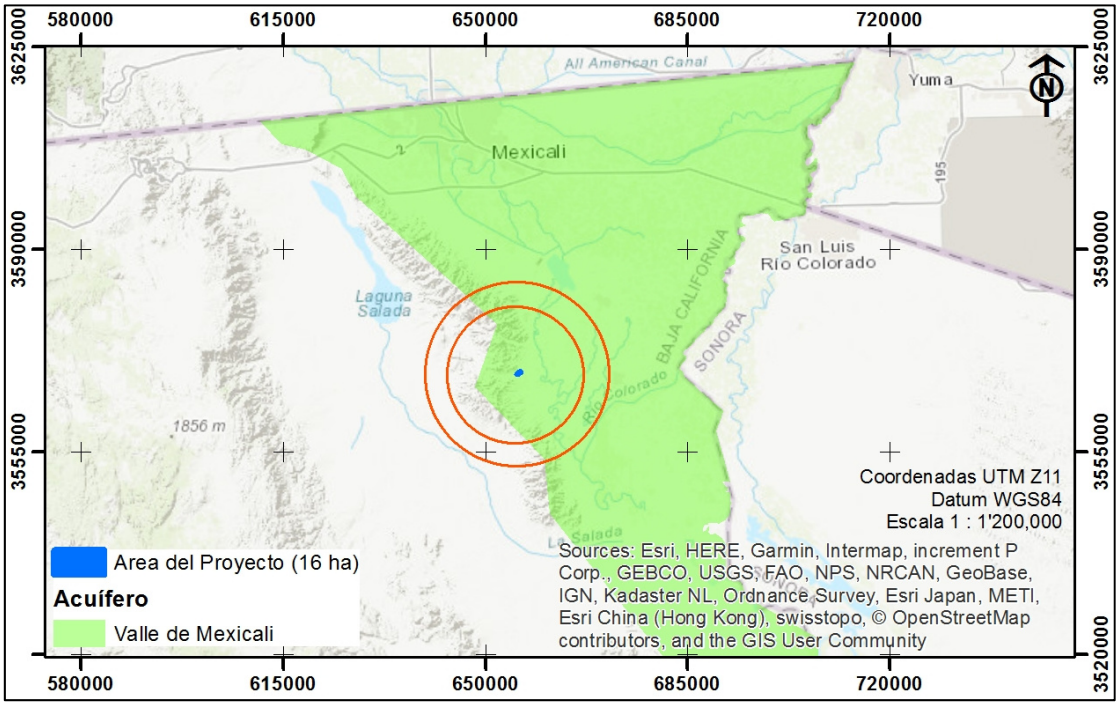

Figura 20. Ubicación del área del proyecto en el acuífero Valle de Mexicali

4.10. Tipos de Vegetación

El principal tipo de vegetación que se encuentra en el área del proyecto, es el Matorral Desértico Micrófilo.

El Matorral Desértico Micrófilo se denomina de esta manera, debido a que las hojas de la mayoría de los elementos que lo componen, son de tamaño reducido, puede tener elementos espinosos, inermes (sin espinas) o ambos; además, es común encontrar asociadas a estos, algunas especies de cactáceas. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados. Este tipo de vegetación es poco estratificado, con individuos muy bajos, en donde pueden sobresalir como eminencias los órganos, los palos fierros o los palos verdes, existen especies perennes en una distribución sumamente abierta, cuyos espacios son ocupados por plantas anuales; sin embargo, durante la temporada seca del ano, el suelo se encuentra prácticamente desnudo. En esta cuenca se extiende al Este de la Sierra Juárez por abajo de los 1000 msnm., de forma continua hacia el municipio de Mexicali, es una de las regiones más áridas ya que presenta escasa precipitación, baja humedad del suelo y un alto porcentaje de días soleados tanto en verano como en invierno. La vegetación se caracteriza por la simplicidad de su composición florística, sobre todo en las llanuras arenosas que representan un alto porcentaje del área, sin embargo, en las partes altas de las bajadas, colinas y montanas existe una rica vegetación. En particular la zona del Delta del río Colorado presenta humedad

abundante y propicia la aparición de vastas comunidades vegetales que contrastan con la vegetación desértica circundante. Las dos especies dominantes del Desierto Micrófilo son *Larrea tridentata* y *Franseria dumosa*, ambas especies de arbustos, así mismo se encuentran algunos otros géneros de cactáceas como *Opuntia cineracea* y especies xerorriparias como *Chilopsis linearis* y *Dalea spinosa*.

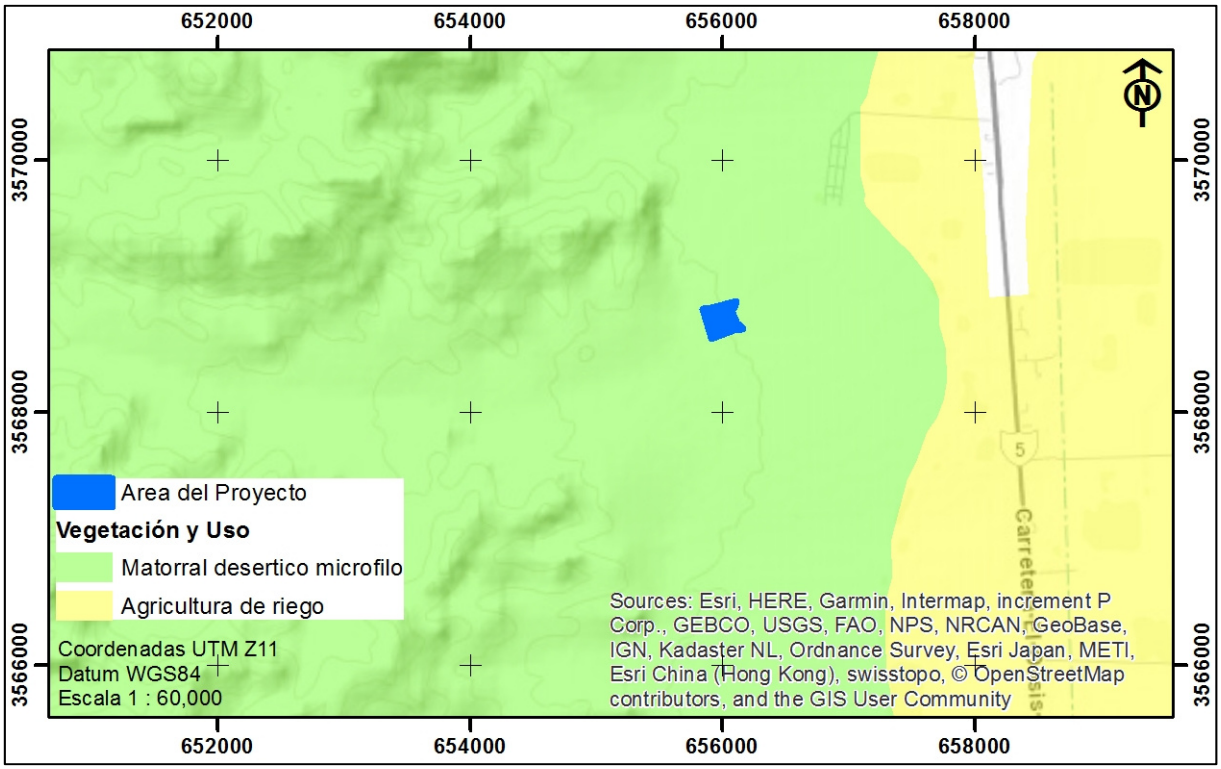

Figura 14. Tipo de vegetación en el área del proyecto

El matorral desértico micrófilo, se encuentra en el tipo climático muy seco, con los subtipos muy seco, muy cálido y cálido; muy seco semicálido y muy seco templado; con una temperatura media anual de 18 a 23 grados centígrados y una precipitación total anual de 60 a 200 mm. El substrato geológico está dado principalmente por riolitas, conglomerados y depósitos aluviales, las cuales dieron origen a yermosoles y regosoles con fases pedregosas y líticas.

Sin embargo, siendo la gobernadora (*Larrea tridentata*) la principal especie representativa de este tipo de vegetación por su abundancia en el norte del país, a continuación se mencionan los usos potenciales que a nivel de experimentación se le han encontrado, siendo bastantes, los cuales no se han aprovechado en la escala que se debiera tales como: fungicida, antioxidantes, barnices para jabones, grasas para calzado, curtiduría, alimento animal, medicinal, procesos de germinación, industrial, regulador de letargo en frutales y herbicidas entre otros. A pesar de lo anterior y como ya se mencionó siendo la gobernadora la más abundante dentro de las zonas áridas y semiáridas; no se ha comprobado plenamente la costeabilidad de su aprovechamiento, la eliminación de la resina que contienen sus hojas ha sido una limitante para ser usada como forraje, así mismo debido a la abundancia del arbusto y a la falta de su

aprovechamiento ha funcionado casi exclusivamente como protectora del suelo contra la erosión.

En el siguiente cuadro se presentan las especies que se encontraron en el área del proyecto, ordenadas por su forma de crecimiento.

Cuadro 7. Especies encontradas en el área del proyecto por forma de crecimiento.

Forma de crecimiento	**Nombre común**	**Nombre científico**
Herbácea	Eriogonum	*Eriogonum contiguum*
Herbácea arbustiva	Incienso	*Encelia farinosa*
	Chamicillo	*Ambrosia dumosa*
	Yerba del queso	*Ambrosia salsola*
Arbustiva	Gobernadora	*Larrea tridentata*
	Ocotillo	*Fouquieria splendens*
	Frutilla	*Lycium andersonii*
Arbórea	Palo fierro	*Olneya tesota*
	Palo verde	*Cercidium microphyllum*

A continuación, se describen las especies que presentan un mayor número de individuos en el área del proyecto.

Ambrosia dumosa. Es una hierba o arbusto muy ramificado con alturas que van de los 20 a los 90 centímetros. Los tallos jóvenes están cubiertos con vellos blancos o grises. Las hojas son pinadas de una a tres ocasiones, de 0.5 a 4 centímetros de largo, cubiertas por vellos. Su inflorecencia es amarilla de 3 a 5 centímetros de diametro y 8 cm de largo. Es común encontrarla en comunidades de *Larrea tridentata*.

Larrea tridentata. Es un arbusto perennifolio que mide de 1 a 3 m de altura, y raramente alcanza los 4 m. Los tallos de la planta llevan hojas resinosas, verde oscuras. Se distribuye abundantemente en el norte de país, de la Península de Baja California a Tamaulipas e Hidalgo. Crece en los sitios más secos de México, en terrenos planos, laderas, lomeríos bajos (originados de materiales geológicos del cretácico superior e inferior) y en planicies aluviales.

***Cercidium microphyllum*.** Arbusto o árbol pequeño hasta de 8 m de altura, el tronco llega a tener hasta 0.3 m de diámetro, la amplitud de la copa es desde los 3.7 hasta 5.5 m. La corteza es delgada y fotosintética. Las flores son numerosas y se encuentran en racimos de 2.5 cm de largo. Las hojas son pinadas y compuestas de 2.5 cm de largo las cuales en temporada de secas son deciduas. Los frutos de 4-8 cm de largo contienen de 1-5 semillas con presencia de constricciones entre las semillas.

Especies en estatus

Dentro del área del proyecto se identificó una especie de flora, la cual es Palo Fierro (*Olneya tesota*), sujeta a protección especial (Pr) de acuerdo a la norma mexicana NOM-059- SEMARNAT2010.

4.11. Tipos de Fauna

El área del proyecto se ubica en el Distrito Faunístico del Desierto del Colorado.

Durante los recorridos de campo no fue posible observar individuos de fauna, ya que normalmente se esconden ante la presencia humana o solo salen a alimentarse por la tarde y noche.

Sin embargo, en el punto **3.9. Fauna**, se muestran listados de fauna de distribución en la cuenca del proyecto.

Especies en estatus

Aunque no se observó fauna en el área del proyecto, con base en la información bibliográfica se podría indicar que el área del proyecto es sitio de distribución de las siguientes especies enlistadas en la norma mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010: *Buteo jamaicensis, Taxidea taxus, Neotoma lepida y Uta stansburiana.*

Hábitat de fauna silvestre

Neotoma lepida. Las ratas de campo o cambalacheras desérticas viven en matorrales en áreas desérticas y semidesérticas. A diferencia de algunos de los otros roedores que viven en regiones con recursos de agua limitados, las ratas cambalacheras desérticas no tienen adaptaciones fisiológicas para conservar el agua. Las ratas cambalacheras resuelven este problema al comer hojas jugosas que les proporcionan las grandes cantidades de agua que requieren. Con frecuencia, construyen sus nidos en grupos de plantas de la familia del agave y en los cactus de tunas, los cuales les proporcionan alimento y agua.

Taxidea taxus. Los tejones parecen perros chaparros, peludos y de tamaño mediano. Son excavadores muy potentes. Excavan persiguiendo a - y se alimentan de - ardillas y tuzas, además comen sapos, ranas, aves, serpientes, insectos, larvas, avispas, abejas y lombrices. Duermen casi todo el invierno en una madriguera, pasan alrededor de 29 horas seguidas en estado de adormecimiento, se despiertan brevemente y se vuelven a dormir.

Buteo jamaicensis. El gavilán colirrojo se caracteriza por ser variable y versátil. El gavilán colirrojo es el más grande y robusto que se encuentra desde la parte central de Alaska y Canadá hasta el sur de Panamá, pudiéndose observar a lo largo de Norteamérica. Es una de las rapaces que se observa más frecuentemente ya que tolera ambientes antropizados y a que tienden a sobrevolar y a posarse en áreas abiertas.

Uta stansburiana. Es un saurio terrestre generalista y se le puede encontrar desde regiones con arbustos de salvia hasta en bosques de confieras. Aparentemente, este saurio no prefiere ningún sustrato o microhábitat, aunque, sus abundancias son mayores cerca de zonas rocosas. Cuando se ve amenazada corre a la base de los arbustos y se entierra en la arena o busca un escondite para escapar.

Importancia de la fauna silvestre

En el área del proyecto, la fauna silvestre ha venido cumpliendo con un fin ecológico, ya que no se le ha dado un uso comercial.

4.12. Condiciones en el área del proyecto

El área del proyecto se ubica a más de 35 kilómetros al sur del centro de población de Mexicali, por lo que solo existen pequeñas localidades cercanas.

La localidad más cercana al área del proyecto es el poblado del ejido Adolfo López Mateos, misma que se ubica a una distancia de 1,100 metros hacia el Noreste.

Las principales características del área del proyecto son:

- En los alrededores, desde hace años se han venido realizando aprovechamientos de materiales pétreos.
- No existen localidades a menos de 500 metros del área del proyecto.
- La vegetación natural existente tiene una muy baja densidad.
- La fauna silvestre es muy escasa.
- La topografía es de lomerío suave.
- No existen comunidades indígenas cercanas.
- En la colindancia se cuenta con energía eléctrica, sin embargo, es necesario llevarla hasta el área del proyecto.
- No se cuenta con servicios como agua potable y drenaje.
- El agua necesaria se llevaría por medio de pipas.
- A una distancia aproximada de 2.1 kilómetros al Este del proyecto se ubica la carretera federal No. 5 Mexicali – San Felipe.
- En el área del proyecto no existen escurrimientos, manantiales ni pozos para la extracción de agua subterránea.
- Los medios de transporte son terrestres, siendo la principal vía de acceso la carretera libre Mexicali – San Felipe.
- Colinda en todas direcciones con la misma área de uso común del ejido Adolfo López Mateos.
- La actividad económica principal que se desarrolla en la zona es el aprovechamiento de materiales pétreos, actividad principal desde hace muchos años para el desarrollo del ejido.

El desarrollo del proyecto provocará cambios muy puntuales y de baja intensidad en los siguientes aspectos:

- Demanda de mano de obra
- Demanda de servicios públicos.
- Aumento de la población

El desarrollo del proyecto no provocará cambios en los siguientes aspectos:

- Migración
- Demanda de servicios como medios de comunicación, medios de transporte, zonas de recreo, centros educativos, centros de salud, vivienda, etc.

El desarrollo del proyecto no causará aislamiento de núcleos de población ni modificación en los patrones culturales de la zona.

El área del proyecto no se encuentra dentro ni cerca de alguna zona definida como patrimonio arqueológico, antropológico, histórico y/o paleontológico.

En el área del proyecto no se aprovechan actualmente los recursos naturales, ni se tienen aprovechamientos autorizados para aprovechar los recursos forestales.

El nivel de aceptación del proyecto en la zona es bueno, ya que generará empleos permanentes para habitantes de los asentamientos vecinos, así como regalías al ejido Adolfo López Mateos.

4.13. Diagnóstico ambiental

En este punto se realizará un análisis con la información que se recopilo en la fase de caracterización ambiental, con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental previo a la realización del proyecto, en donde se identificaran y analizaran las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación.

Integración e interpretación del inventario ambiental

En el siguiente cuadro se presentan las condiciones naturales y socioeconómicas que se presentan en el área del proyecto.

Cuadro 8. Condiciones presentes en el área del proyecto

MEDIO	FACTOR	CONDICIONES EN EL AREA DEL PROYECTO
Natural	Ubicación	A 12.8 km al Sur del límite del centro de población de la ciudad de Mexicali
	Clima	Muy seco semicálido con lluvias todo el año
	Geología	Roca metamórfica del tipo Gneis
	Edafología	Suelos del tipo Regosol Calcárico de textura fina con fase física pedregosa
	Relieve	Ladera con pendientes promedio de 30%
	Fallas o fracturas	La más cercana se ubica a 4.3 km al Norte
	Susceptibilidad a riesgos	No es susceptible a inundaciones, derrumbes o deslizamientos
	Hidrología	No existen corrientes intermitentes ni cuerpos de agua. No existen pozos de agua cercanos
	Vegetación	Del tipo Matorral desértico micrófilo con densidad Muy Baja. Existen dos especies de flora en alguna categoría de riesgo
	Fauna	Típica de las zonas áridas con un nivel Medio de antropización
	Paisaje	Con calidad Baja
Socio-económico	Población	Muy Baja alrededor del proyecto y Baja en las cercanías
	Indigenismo	No hay pueblos indígenas en el área del proyecto ni sus alrededores
	Migración	Muy Alta
	Zonas habitacionales	A 1100 metros al Noreste del área del proyecto
	Zonas industriales	Otros aprovechamientos de materiales pétreos en los alrededores
	Servicios públicos	Sin agua y drenaje. Energía eléctrica en las cercanías
	Factores socioculturales	No existen en el área del proyecto

5. 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

5.1. Superficie a afectar de vegetación en relación a la superficie de la cuenca

La cuenca en el área del proyecto es la denominada Río Colorado, misma que cuenta con una superficie de 537,036 hectáreas. En el área del proyecto se distribuye vegetación del tipo Matorral Desértico Micrófilo. Tal como se puede observar en la siguiente figura, este tipo de vegetación se distribuye en varios sitios de la cuenca, ocupando una superficie de 79,162 hectáreas, lo que representa el 14.74% de la vegetación de la cuenca.

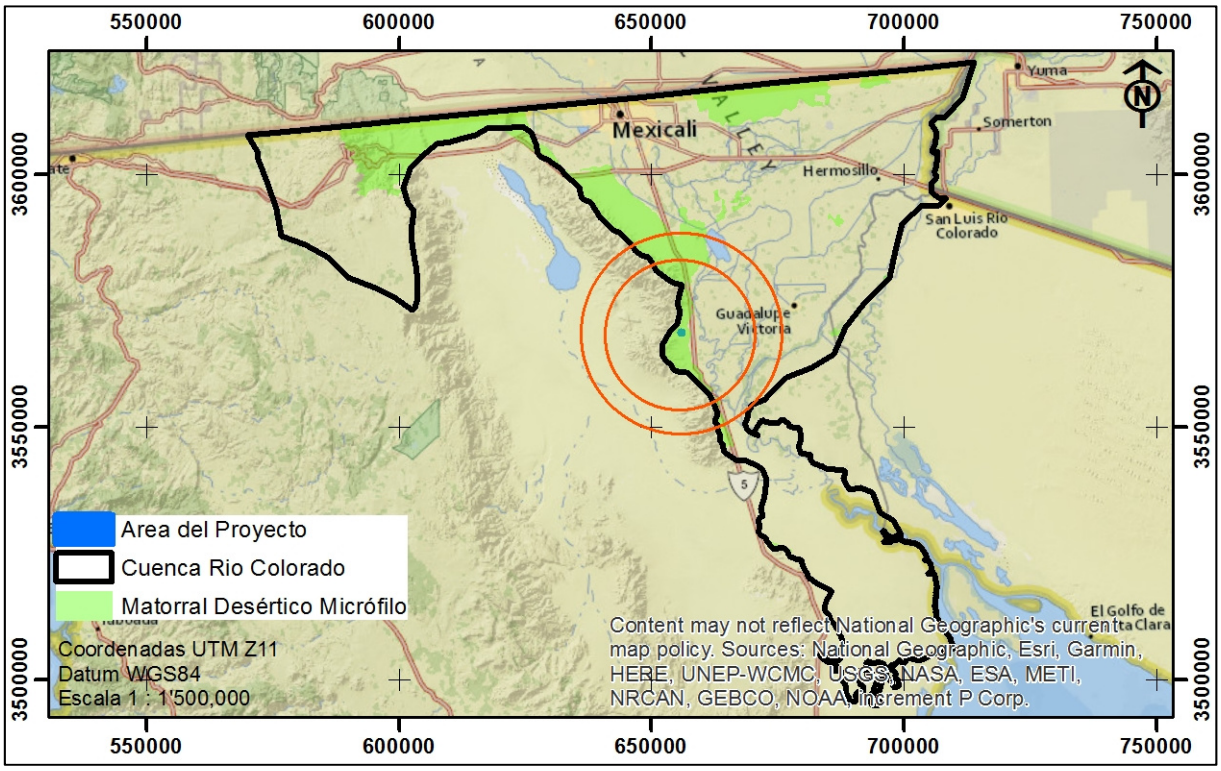

Figura 15. Distribución del Matorral Desértico Micrófilo en la cuenca

La superficie solicitada para cambio de uso de suelo es de 5 hectáreas, superficie que representa solo el 0.0063% de la superficie con este tipo de vegetación en la cuenca.

Tomando en cuenta que el Matorral Desértico Micrófilo se encuentra ampliamente distribuido por la cuenca, ocupando una gran superficie, y a que la superficie a afectar por el cambio de uso de suelo es muy pequeña, se puede concluir que el desarrollo del proyecto no compromete la biodiversidad presente en este tipo de vegetación.

5.2. Análisis comparativo de la composición florística

Para el análisis de la biodiversidad en el área del proyecto se tomó información en 2 sitios de muestreo circulares de 1000 m^2 cada uno, mientras que para la cuenca se muestrearon 31 sitios de muestreo de las mismas dimensiones. Se estimaron los siguientes indicadores.

Densidad relativa

La Densidad es el número de individuos (N) en un área determinada (A) y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada.

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} \text{ X } 100$$

Frecuencia relativa

La frecuencia relativa se estima como el número de unidades de muestreo (parcelas) en las que apareció cada especie y es la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad de muestra en particular**.**

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la especie x}}{\text{Suma de las frecuencias de todas las especies}} \text{ X } 100$$

Dominancia relativa

En árboles y arbustos se puede calcular el área basal y se convierte a porcentaje de cobertura, para las herbáceas y arbustivas se puede expresar únicamente como porcentaje de cobertura.

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Área basal de la especie x}}{\text{Suma de las áreas basales de todas las especies}} \text{ X } 100$$

Valor de Importancia

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio por una especie determinada, con respecto a las demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie. Se calcula mediante la siguiente fórmula.

Valor de importancia = Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia.

Cuadro 9. Indicadores de biodiversidad y valor de importancia por especie para el proyecto

No.	Especie	Nombre Común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
1	*Cercidium microphyllum*	Palo verde	20.45	16.67	47.73	84.85
2	*Larrea tridentata*	Gobernadora	47.73	16.67	10.87	75.26
3	*Olneya tesota*	Palo fierro	2.27	8.33	37.90	48.51
4	*Ambrosia dumosa*	Chamicillo	15.91	16.67	1.13	33.71
5	*Encelia farinosa*	Incienso	4.55	8.33	0.57	13.45
6	*Lycium andersonii*	Frutilla	2.27	8.33	0.77	11.38
7	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	2.27	8.33	0.63	11.23
8	*Ambrosia salsola*	Yerba del queso	2.27	8.33	0.28	10.88
9	*Eriogonum contiguum*	Eriogonum	2.27	8.33	0.12	10.73
			100.00	**100.00**	**100.00**	**300**

Cuadro 10. Indicadores de biodiversidad y valor de importancia por especie para la cuenca

No.	Especie	Nombre Común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
1	*Larrea tridentata*	Gobernadora	30.21	19.50	32.38	82.09
2	*Ambrosia dumosa*	Chamicillo	29.87	14.47	5.51	49.84
3	*Olneya tesota*	Palo fierro	2.95	6.92	39.59	49.47
4	*Cercidium microphyllum*	Palo verde	2.79	5.66	8.44	16.89
5	*Atriplex canescens*	Chamizo	6.80	5.03	3.30	15.13
6	*Ambrosia salsola*	Yerba del queso	4.71	5.66	1.21	11.58
7	*Cylindropuntia ramosissima*	Cholla diamante	3.75	4.40	1.36	9.51
8	*Encelia farinosa*	Incienso	4.65	3.77	0.74	9.16
9	*Justicia californica*	Chuparrosa	1.53	4.40	0.73	6.67
10	*Acacia greggii*	Uña de gato	1.02	1.26	3.28	5.55
11	*Lycium andersonii*	Frutilla	0.97	3.14	0.96	5.07
12	*Dicoria canescens*	Dicoria desértica	2.91	1.89	0.14	4.93
13	*Atriplex hymenelytra*	Acebo desértico	1.70	2.52	0.33	4.55
14	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	0.68	2.52	0.81	4.00
15	*Euphorbia parishii*	Alfombra de arena	1.08	1.89	0.02	2.98
16	*Eriogonum contiguum*	Eriogonum	0.66	1.89	0.04	2.59
17	*Ephedra californica*	Canutillo	0.54	1.89	0.09	2.52
18	*Eriogonum inflatum*	Flor de borrego	0.82	1.26	0.15	2.22
19	*Cylindropuntia echinocarpa*	Cholla	0.22	1.89	0.04	2.15
20	*Psorothamnus spinosus*	Palo de humo	0.16	1.26	0.21	1.63
21	*Ferocactus cylindraceus*	Biznaga	0.27	1.26	0.01	1.53
22	*Hyptis emoryi*	Lavanda desértica	0.16	1.26	0.11	1.53
23	*Peucephyllum schottii*	Cedro pigmeo	0.16	1.26	0.06	1.48
24	*Camissonia cardiophylla*	Hoja corazón	0.20	1.26	0.00	1.46
25	*Asclepias subulata*	Mala hierba de leche	0.61	0.63	0.09	1.33
26	*Krameria grayi*	Ratany blanco	0.35	0.63	0.10	1.07
27	*Bursera microphylla*	Torote rojo	0.06	0.63	0.25	0.94
28	*Ephedra trifurca*	Cola de zorra	0.05	0.63	0.05	0.73
29	*Salsola kali*	Rodadora	0.06	0.63	0.00	0.69
30	*Palafoxia arida*	Palafoxia desértica	0.05	0.63	0.01	0.69
			100.00	**100.00**	**100.00**	**300.00**

Cuadro 11. Comparativo entre los valores de importancia en el proyecto y la cuenca

No.	Especie	Proyecto		Cuenca	
		Valor Imp.	Orden	Valor Imp.	Orden
1	*Cercidium microphyllum*	84.85	1	16.89	4
2	*Larrea tridentata*	75.26	2	82.09	1
3	*Olneya tesota*	48.51	3	49.47	3
4	*Ambrosia dumosa*	33.71	4	49.84	2
5	*Encelia farinosa*	13.45	5	9.16	8
6	*Lycium andersonii*	11.38	6	5.07	11
7	*Fouquieria splendens*	11.23	7	4.00	14
8	*Ambrosia salsola*	10.88	8	11.58	6
9	*Eriogonum contiguum*	10.73	9	2.59	16
10	*Atriplex canescens*			15.13	5
11	*Cylindropuntia ramosissima*			9.51	7
12	*Justicia californica*			6.67	9
13	*Acacia greggii*			5.55	10
14	*Dicoria canescens*			4.93	12
15	*Atriplex hymenelytra*			4.55	13
16	*Euphorbia parishii*			2.98	15
17	*Ephedra californica*			2.52	17
18	*Eriogonum inflatum*			2.22	18
19	*Cylindropuntia echinocarpa*			2.15	19
20	*Psorothamnus spinosus*			1.63	20
21	*Ferocactus cylindraceus*			1.53	21
22	*Hyptis emoryi*			1.53	22
23	*Peucephyllum schottii*			1.48	23
24	*Camissonia cardiophylla*			1.46	24
25	*Asclepias subulata*			1.33	25
26	*Krameria grayi*			1.07	26
27	*Bursera microphylla*			0.94	27
28	*Ephedra trifurca*			0.73	28
29	*Salsola kali*			0.69	29
30	*Palafoxia arida*			0.69	30

En el predio se presenta una composición florística menor a la cuenca, ya que en el predio se observaron solo 9 de las 30 especies que se registraron para la cuenca, lo que representa solo el 30%.

Tomando en cuenta el número de especies observadas para la cuenca y su correspondiente orden de importancia, se determinó que el orden de importancia que van de 1 al 12 cuentan con niveles de distribución Alto y Muy Alto en la cuenca, por lo que estas especies no tendrían una afectación mayor al ser eliminadas por el cambio de uso de suelo en el área del proyecto.

Cuadro 12. Orden de importancia y nivel de distribución de las especies en la cuenca

Nivel	Orden de Importancia	Nivel de Distribución
1	1-6	Muy Alto
2	7-12	Alto
3	13-18	Medio
4	19-24	Bajo
5	25-30	Muy Bajo

Siete de las 9 especies (77.8%) presentes en el área del proyecto cuentan con un orden de importancia en la cuenca que va del 1 al 12, siendo las siguientes:

- *Cercidium microphyllum*
- *Larrea tridentata*
- *Olneya tesota*
- *Ambrosia dumosa*
- *Ambrosia salsola*
- *Encelia farinosa*
- *Lycium andersonii*

La totalidad de las especies presentes en el área del proyecto se distribuyen en la cuenca; al contrario, en la cuenca se registraron 21 especies que no están presentes en el área del proyecto. Lo anterior indica que la biodiversidad en el área del proyecto es menor al que se presenta en la cuenca

De las 9 especies presentes en el área del proyecto, 6 forman parte del grupo con los diez valores de importancia más alto para la cuenca, por lo que puede asumir que la mayor parte de las especies en el área del proyecto tienen mucha distribución en la cuenca.

Las siguientes 4 especies tienen menor o igual valor de importancia en el área del proyecto que en la cuenca, por lo que se obtiene que no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que poseen mayor representatividad en la cuenca que en el área del proyecto.

- *Larrea tridentata*
- *Olneya tesota*
- *Ambrosia dumosa*
- *Ambrosia salsola*

La especie de flora con alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se distribuye en el área del proyecto, es *Olneya tesota*, misma que también se distribuyen en la cuenca, pero por las condiciones del terreno no es factible rescatar individuos.

Para mitigar y reducir la pérdida de individuos, el proyecto contempla el rescate y reubicación de los siguientes individuos y especies.

Cuadro 13. Individuos a rescatar por especie

Especie	Nombre Común	Individuos Totales	Individuos a Rescatar	% a Rescatar
Encelia farinosa	Incienso	50	15	30
Fouquieria splendens	Ocotillo	25	15	60
Larrea tridentata	Gobernadora	525	10	1.9
TOTAL		**600**	**40**	**6.6**

Adicionalmente a la actividad de rescate de individuos de flora silvestre, se realizará una reforestación en línea, considerando el acceso principal y la periferia de algunas zonas. Se considera plantar un total de 30 individuos, 15 de cada una de las siguientes especies: *Prosopis glandulosa* y *Cercidium microphyllum.*

Por lo anterior y tomando en cuenta la medida de mitigación que implica el rescate y reforestación de individuos, se concluye que el desarrollo del proyecto no afectará la biodiversidad.

5.3. Biodiversidad de fauna

En la literatura se reportan para el área de la cuenca, un aproximado de 38 especies de aves, 20 especies de reptiles y 22 especies de mamíferos.

Durante el recorrido realizado en el área del proyecto no fue posible observar especies de fauna.

Por lo anterior, puede asumirse que en la cuenca existe una mayor diversidad de especies de fauna silvestre que en el área del proyecto.

6. 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

6.1. No se deteriora la calidad del agua o disminuye su captación

6.1.1. Calidad del agua

En el área del proyecto no existen corrientes intermitentes de agua (arroyos y ríos), así como tampoco cuerpos de agua como lagos o lagunas.

El proyecto contempla medidas preventivas y de mitigación para evitar impactos ambientales que pudieran poner en riesgo la poca cantidad de agua de lluvia que se presenta en la zona.

Por lo anterior, puede concluirse que con la ejecución del proyecto no se deteriora la calidad del agua ni se disminuye su captación.

6.1.2. Captación o Infiltración del agua

Infiltración actual (previo a la ejecución del proyecto)

Para determinar la cantidad de agua que se infiltra actualmente al subsuelo se utilizó la siguiente fórmula:

Infiltración = Precipitación - (0.95) Evapotranspiración - (0.8) Escurrimiento

Se considera un factor de corrección de 0.95 para la evapotranspiración, debido a que la mayor parte de las plantas de zonas áridas están adaptadas y reducen en gran medida la pérdida de humedad.

Se considera un factor de corrección de 0.8 para el escurrimiento, ya que un porcentaje del mismo, al desplazarse sobre el suelo fuera del área de estudio, lo humedece y se infiltra.

Los datos de precipitación y temperatura se obtuvieron de la base de datos de normales climatológicas para la estación 2137 Colonia Mariana, ubicada en las coordenadas 32°15'31" Norte y 115°19'20" Oeste, ubicada a 2 kilómetros al Noreste del área del proyecto.

El cálculo de la Evapotranspiración Real se realizó utilizando la fórmula de Coutagne. A continuación, se muestran las fórmulas utilizadas.

$p = P/1000$
$Pm^3/ha/año = (P/1000)\ 10000$
$ETR = p - X\ p^2$
$ETRm^3/ha/año = (ETR/1000)\ 10000$
$I = Pm^3/ha/año - ETRm^3/ha/año$

Donde:

p = Precipitación acumulada anual en mm/año
P = Precipitación acumulada anual en m/año
ETR = Evapotranspiración real en m/año
$ETRm^3/ha/año$ = Evapotranspiración real en $m^3/ha/año$
$Pm^3/ha/año$ = Precipitación acumulada anual en $m^3/ha/año$
$X = 1 / (0.8 + 0.14\ t)$
t = Temperatura media anual en °C
I = Evapotranspiración real en $m^3/ha/año$

Cuadro 14. Información climática y resultados de precipitación y evapotranpiración

p (mm)	t (°C)	$Pm^3/ha/año$	X	ETR (m/año)	$ETRm^3/ha/año$
57.6	22.3	576	0.2548	56.75	567.55

Para estimar el escurrimiento se utiliza la siguiente fórmula:

Escurrimiento = Precipitación media anual x Coeficiente de escurrimiento

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Se llevó a cabo la aplicación de una metodología para calcular coeficientes de escurrimiento en el límite costero e internacional de la República Mexicana.

Dicha Norma en su Apéndice Normativo A, "Métodos para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural", considera que dicho volumen podrá determinarse a través de la aplicación del método indirecto y semi-empírico llamado Precipitación-Escurrimiento propuesto en el Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural de la Secretaria de Recurso Hidráulicos. Este método considera como parte de sus variables el cálculo del coeficiente de escurrimiento, éste podrá determinarse en función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación media acumulada anual de la cuenca en estudio. Para ello se clasifican los suelos de la cuenca en estudio en tres diferentes tipos; suelos permeables, medianamente permeables y casi permeables, además de considerar el uso del suelo para determinar el valor de un parámetro, definido como factor k.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a través de su Dirección General de Geografía y Medio Ambiente y con información cartográfica, adopta y adecua la metodología de la NOM-011-CNA-2000 para estimar valores de coeficientes de escurrimiento, considerando una nueva clasificación para los tipos de suelos y rocas en cinco niveles de permeabilidad, de igual forma con la información de uso de suelo y vegetación se clasifican 5 niveles de cobertura vegetal en función de su densidad, clasificación mostrada en la el siguiente cuadro. Esta clasificación se deriva directamente de la información edafológica, geológica y de uso de suelo y vegetación.

Cuadro 15. Claves y niveles de permeabilidad y cobertura vegetal

Permeabilidad		**Cobertura Vegetal**	
Muy Alta	MA	Muy Alta	MA
Alta	A	Alta	A
Media	M	Media	M
Baja	B	Baja	B
Muy Baja	MB	Muy Baja	MB

Resultado de la interacción entre los niveles de permeabilidad y de densidad, el INEGI propone una matriz de 25 valores para el factor k, éstos se encuentran reflejados en el siguiente cuadro.

Cuadro 16. Valores del factor k

Permeabilidad	Cobertura Vegetal				
	MA	A	M	B	MB
Muy Alta	0.10	0.14	0.17	0.20	0.24
Alta	0.15	0.17	0.19	0.22	0.25
Media	0.19	0.21	0.22	0.25	0.27
Baja	0.22	0.24	0.25	0.27	0.28
Muy Baja	0.25	0.27	0.28	0.29	0.30

Estos valores del factor k se establecen en términos de un nivel de permeabilidad y de cobertura vegetal. Finalmente, los coeficientes de escurrimiento se calculan considerando la precipitación mediante las siguientes ecuaciones:

Si el factor $k \leq 0.15$

$$Ce = k \frac{P - 250}{2000}$$

Si el factor $k > 0.15$

$$Ce = k \frac{P - 250}{2000} + \frac{k - 0.15}{1.5}$$

E = Pm^3/ha/año (Ce)

Donde:
Ce = Coeficiente de escurrimiento
K = Factor definido en términos de permeabilidad y densidad de la cobertura vegetal
P = Precipitación acumulada anual en milímetros.
Pm^3/ha/año = Precipitación acumulada anual en m^3/ha/año
E = Escurrimiento en m^3/ha/año

Considerando que la cobertura vegetal en el área del proyecto es Muy Baja (MB) y que la permeabilidad del suelo es Media (M) por ser del tipo Litosol y Regosol.

Cuadro 17. Valores para calcular el coeficiente de escurrimiento actual

Cobertura Veg.	Permeabilidad	Factor K	P (mm)	Ce	Pm^3/ha/año	E (m^3/ha/año)
Muy Baja	Media	0.27	57.6	0.054	576	31.11

Aplicando la fórmula para el cálculo de la infiltración, mencionada anteriormente, se obtiene que la infiltración en el área del proyecto, previo a su desarrollo es de 11.94 m^3/ha/año.

Infiltración futura (posterior a la ejecución del proyecto)

El cálculo de la infiltración futura se realiza utilizando la misma metodología, solo que para la determinación del factor k se tomarán en cuenta las siguientes dos consideraciones.

1. Se eliminará la vegetación. Dado que la cobertura actual de la vegetación es Muy Baja, al eliminarla sigue quedando con el mismo nivel Muy Bajo de cobertura.

2. Se realizará movimiento de tierras y se reducen las pendientes del terreno. Al realizarlo se incrementa la permeabilidad al nivel Alto.

Cuadro 18. Valores para calcular el coeficiente de escurrimiento futuro

Cobertura Veg.	Permeabilidad	Factor K	P (mm)	Ce	Pm^3/ha/año	E (m^3/ha/año)
Muy Baja	Alta	0.25	57.6	0.042	576	24.54

Aplicando la fórmula para el cálculo de la infiltración, mencionada anteriormente, se obtiene que la infiltración en el área del proyecto, posterior a su desarrollo será de 17.19 m^3/ha/año, lo que resulta en 5.25 m^3/ha/año más que en la actualidad.

Si se toma en cuenta que el área solicitada para cambio de uso de suelo es de 5 hectáreas, se estima que la ganancia total de infiltración sea de 26.25 m3/año.

Dada la cantidad de agua que se incrementaría, se puede concluir que el desarrollo del proyecto no afectará negativamente la infiltración del agua, sino que la mejoraría un poco.

6.2. No se provocará erosión de los suelos

El objetivo de la aplicación de la siguiente metodología es estimar la pérdida de suelo por erosión hídrica en el área solicitada para cambio de uso de suelo, tanto la erosión real (actual) como la potencial (posterior a la eliminación de la vegetación.

Erosión del suelo

La erosión del suelo consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo por el agua y el viento. Esta puede ser originada por los factores del medio y acelerada por las actividades productivas que realiza la creciente población. Cuando la erosión del suelo es originada por causas naturales, puede existir una tendencia al equilibrio con los factores formadores del suelo o presentar un proceso de erosión natural o geológica cuando se presenta un evento extraordinario como terremoto, ciclón o fallamientos, etc. Cuando participa el hombre con el uso intensivo de los recursos rompe el equilibrio y se presenta la erosión acelerada o inducida.

La erosión de los suelos es uno de los problemas más serios con los que se enfrenta la humanidad, se encuentra asociada con las prácticas agrícolas inapropiadas y el sobrepastoreo de las áreas de pastizales, la tala inmoderada de los bosques y la apertura de nuevas zonas de cultivo. Los problemas inherentes de la erosión del suelo se reflejan en la reducción de la profundidad del mismo, el abatimiento en la productividad de los terrenos, la acumulación de sedimentos en las obras de infraestructura hidráulica y la presencia de inundaciones. El proceso erosivo representa un alto costo para la riqueza de los países del mundo y se vuelve un reto a resolver, ya que del suelo provienen alimentos, vivienda, abrigo y otros bienes necesarios para el desarrollo y bienestar de la humanidad.

Erosión Hídrica

El tipo de erosión denominada erosión hídrica en general hace referencia a la pérdida de suelo por efecto de la lluvia. El mecanismo consiste en el efecto que tienen las gotas de lluvia al impactar sobre la superficie terrestre las cuales remueven las partículas de suelo y posteriormente al producirse el escurrimiento superficial son transportadas pendiente abajo y depositadas en lugares planos o en los lechos de ríos o lagos.

La degradación de los suelos por erosión hídrica es uno de los procesos más importantes en la pérdida de la capacidad productiva de la tierra. En la estimación de este proceso degradativo, en términos de pérdida de suelo, se han desarrollado y diseñado una serie de procedimientos y modelos.

Existen cinco factores responsables de la erosión hídrica del suelo:

1. La precipitación: en el proceso de erosión hídrica el arranque de material suele producirse por el impacto y salpicadura de las gotas de lluvia, además el transporte de partículas viene dado por los flujos laminares que se crean en superficie.

2. El suelo: La naturaleza de los materiales que lo forman, su textura, profundidad y la permeabilidad del mismo van a determinar el grado de sensibilidad que presenta este frente a la erosión.

3. La topografía: La inclinación y la longitud de la pendiente del terreno juegan un papel fundamental en este proceso, así a mayor inclinación y longitud de pendiente suele existir una mayor erosión.

4. La vegetación que recubre el terreno actúa disminuyendo la erosión ya que protege y sujeta el suelo, y además frena la escorrentía favoreciendo la sedimentación de las partículas transportadas.

5. El uso del suelo es un factor primordial condicionante de la erosión ya que modifica sus condiciones naturales. La erosión dependerá en buena medida del manejo y del tipo de cultivo implantado.

Metodología

Aunque existen una gran cantidad de modelos para calcular la erosión del suelo, la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) es todavía el modelo de estimación de la erosión del suelo con mayor aceptación y de más amplia aplicación.

Este modelo es de gran utilización porque plantea el proceso de erosión basándose en un pequeño número de factores: la erosividad de la lluvia, erosionabilidad del suelo, topografía del terreno y la cobertura vegetal. La estimación de erosión es anual y la USLE sirve como guía metodológica para la toma de decisiones en la planeación de la conservación del suelo.

La herramienta lógica para aplicar un método como la USLE es un sistema de información geográfica (SIG) ya que todos los elementos que forman la ecuación tienen una clara representación geográfica sobre el territorio. Así una vez estructurados todos los factores como capas temáticas o con alguna otra estructura de datos, es posible obtener el resultado con una simple operación de superposición de capas.

La ecuación básica para el cálculo de la erosión hídrica es

A = R * K * L * S * C

Donde:

- **A:** es el promedio anual de pérdida de suelo (t/ha/año)
- **R =** es el factor de erosividad de la lluvia (hJ*mm/m2*h*año)
- **K =** es el factor de erosionabilidad del suelo (ton*h*m2/ha* hJ*mm)
- **L =** es el factor de longitud de la pendiente (Adimensional)
- **S =** es el factor de grado de la pendiente (Adimensional)
- **C =** es el factor de manejo y cobertura de la vegetación (Adimensional)
- **P =** Factor de las prácticas de manejo (Adimensional)

Factor de erosividad de la lluvia (R)

Representa la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas de suelo. Las gotas de lluvia primero mojan el suelo y después remueven las partículas. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y transportar las partículas de suelo.

Las gotas de lluvia al impacto con la superficie del suelo, rompen los agregados y remueven las partículas de suelo, produciendo una ligera compactación. La capa compactada disminuye la capacidad de infiltración, originando el escurrimiento superficial.

La capacidad de arrastre del agua de escorrentia depende esencialmente de su velocidad y volumen. Considerando que es común registrar velocidades de 30 a 50 cm/segundo, dicho flujo puede lograr valores suficientes para arrastrar y transportar a grandes distancias las partículas del suelo. Sin embargo, la cantidad y tipo de material realmente transportado dependerá de las características físicas y químicas del terreno, tales como el tamaño de las partículas, el grado de cohesión, la pendiente, etc. Estas características se analizan en otros factores de la Ecuación Universal («K», «L» y «S», principalmente).

Wischmeier y Smith (1965) señalan que el mejor estimador de la erosividad de la lluvia es el EI30, el cual se obtiene con la siguiente ecuación:

EI30 = (E) (I30)

Donde:

- EI30 = Índice de erosividad para un evento (MJmm/ha hr)
- E = Energía cinética de la lluvia (MJ/ha)
- I30 = Intensidad máxima en 30 minutos continuos de lluvia (mm/hr)

Con la suma de todos los EI30 de cada uno de los eventos del año, se obtiene el índice de erosividad anual (R). Entonces:

$$R = \sum_{j=1}^{n} (EI_{30\ j}):$$

En donde:

- R = Erosividad de la lluvia
- n = Número de eventos durante el año
- EI30 = Índice de erosividad de la lluvia por evento

En México, se evaluó el factor R de la EUPS en la cuenca del Río Texcoco (Arias, 1980) y se encontró que el EI30 fue el índice de erosividad que mostró el mayor coeficiente de correlación con las pérdidas de suelo anuales. Sin embargo, la utilización del EI30 ha sido discutida y cuestionada para diversas condiciones y se han propuesto otros índices para estimar erosividad.

Cortés (1991), estimó el EI30 para las diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores de erosividad que varían de 500 a 29 mil Mega Joules mm/ha hr año. El propone catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual (x) para estimar el valor de R de la EUPS (Cuadro 3 y Figura 4).

Para el caso del presente estudio se empleó la ecuación generada para la región 2 (Siguiente Figura, la cual cubre el estado de Baja California.

Cuadro 19. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.

REGIÓN	ECUACIONES Y = EI_{30}; x = lluvia anual	R^2
1	$Y = 1.20785x + 0.002276x^2$	0.92
2	$Y = 3.45552x + 0.006470x^2$	0.93
3	$Y = 3.67516x - 0.001720x^2$	0.94
4	$Y = 2.89594x + 0.002983x^2$	0.92
5	$Y = 3.48801x - 0.000188x^2$	0.94
6	$Y = 6.68471x + 0.001680x^2$	0.90
7	$Y = 0.03338x + 0.006661x^2$	0.98
8	$Y = 1.99671x + 0.003270x^2$	0.98
9	$Y = 7.04579x - 0.002096x^2$	0.97
10	$Y = 6.89375x + 0.000442x^2$	0.95
11	$Y = 3.77448x + 0.004540x^2$	0.98
12	$Y = 2.46190x + 0.006067x^2$	0.96
13	$Y = 10.74273x - 0.001008x^2$	0.97
14	$Y = 1.50046x + 0.002640x^2$	0.95

Fuente: Cortés, 1991

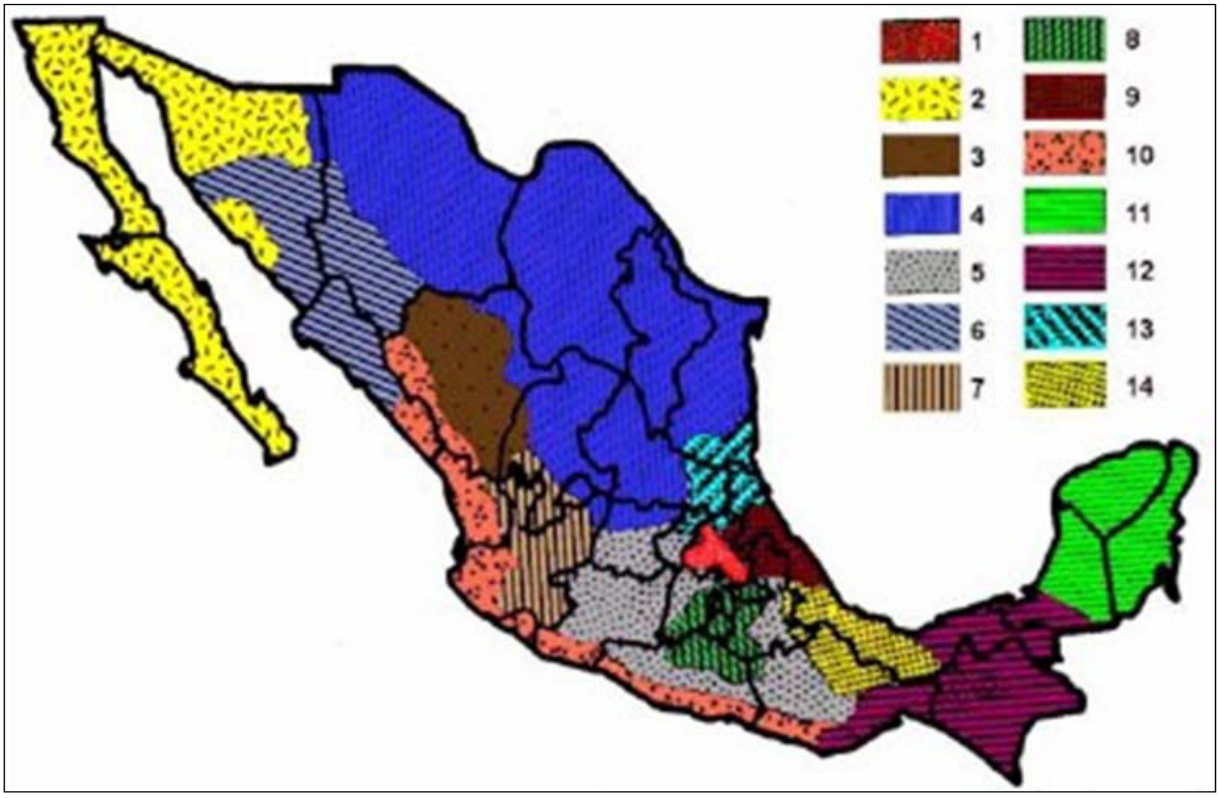

Figura 16. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad

Erosionabilidad del suelo (K)

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erosionabilidad pueden agruparse en dos categorías (Wischmeier y Smith, 1965; Beasley, 1972): las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

Existen varios métodos para estimar la erosionabilidad del suelo; Wischmeier et al., (1971) propusieron una ecuación para determinar su valor, donde se incluyen los siguientes factores: porcentaje de limo + arena fina (partículas de 0.002 a 0.1 mm de diámetro); porcentaje de arena (partículas de 0.1 a 2.0 mm); contenido de materia orgánica (%); estructura; y permeabilidad. Los valores de los primeros cuatro parámetros son valores promedio para los primeros 20 cm y se estiman en laboratorio, a partir de análisis de muestras de suelo. La estructura y permeabilidad se determinan en campo considerando la valoración que se da en un nomograma a estructura en los primeros 20 cm y la permeabilidad en todo el perfil.

Los mismos autores proporcionan la solución gráfica a la ecuación, la cual fue modificada por Foster et al., (1981) para su uso con Unidades del Sistema Métrico Internacional (Figura 38). Ahí podemos observar que la variación de la estructura se expresa con un código que varía de 1 a 4 y de 1 a 6 para expresar la clasificación de permeabilidad. Este método para estimar erosionabilidad presenta limitaciones para su uso y es necesario considerar las siguientes recomendaciones:

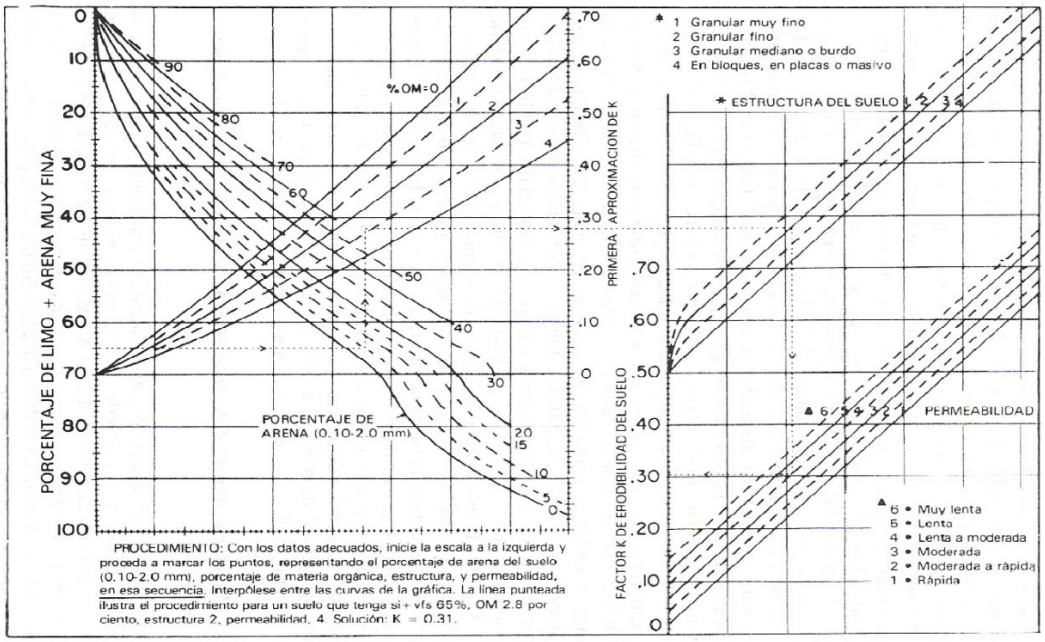

Figura 17. Nomograma para determinar la erosionabilidad del suelo

Con el uso de este nomograma se determinan valores promedio anuales del factor K, sin embargo, es necesario indicar que este factor presenta variaciones de una estación a otra o durante el ciclo de desarrollo del cultivo.

Cuando no se cuenta con los datos necesarios de suelos para utilizar el nomograma, 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 (Cuadro 59), debiendo realizar un ajuste para las fases gravosa o pedregosa. La ventaja de este método radica en su sencillez y en la disponibilidad de la información, considerando que los mapas de edafología por el INEGI contienen esta información (unidad de suelo, grupo textural y fase gravosa o pedregosa).

Para el presente estudio se emplearon los valores propuestos por la FAO los cuales se muestran en el cuadro siguiente, así como el Conjunto de Datos Vectorial Edafológico del INEGI, Escala 1:250,000 Serie II.

Cuadro 20. Valores del Factor de Erosionabilidad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial. Fuente FAO, 1980.

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c,d,e,k)	Cambisol crómico, dístrico, éutrico, cálcico	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013
B (v,x)	Cambisol vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026
C (h,k,l)	Chernozem (háplico, cálcico y lúvico)	0.013	0.020	0.007
D (d,g,e)	Podzoluvisol (dístrico,gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F(a,h,p,o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico)	0.013	0.020	0.007

Cuadro 20. Valores del Factor de Erosionabilidad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial. Fuente FAO, 1980. (Continuación).

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
F(a,h,p,o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.020	0.007
G (d,e)	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.040	0.013
G(h,m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.020	0.007
G(p,x)	Gleysol plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H(c,g,h,l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	0.007
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.040	0.013
Je	Fluvisol eútrico	0.026	0.040	0.013
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
K (h,k,l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	0.013
Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a,g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.040	0.013
N (d,e,h)	Nitosol (dístrico, éutrico, húmico)	0.013	0.020	0.007
O (d,e,x)	Histosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026

Cuadro 20. Valores del Factor de Erosionabilidad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial. Fuente FAO, 1980. (Final).

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
N (d,e,h)	Nitosol (dístrico, éutrico, húmico)	0.013	0.020	0.007
O (d,e,x)	Histosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.040	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a,c,f,l)	Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol éutrico	0.026	0.040	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.040	0.013
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V(c,p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X(k,h,l,g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y(h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gípsico,takírico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takírico	0.053	0.079	0.026

Longitud (L) y Grado (S) de la pendiente

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie. A su vez, la velocidad depende del grado y longitud de la pendiente (Ríos, 1987). En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de la pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor.

Este factor combina dos parámetros distintos: la longitud de la pendiente (L) y su ángulo de inclinación(S). LS representa la relación de pérdida de suelo que se espera por unidad de área en una pendiente determinada x en relación con la pérdida correspondiente en una pendiente del 9% y de 22,13 metros de longitud.

La longitud de la pendiente está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente. La acumulación del volumen escurrido a lo largo de la pendiente, incrementa la capacidad de desprendimiento y transporte del escurrimiento (Wischmeier y Smith, 1978). Estos autores propusieron en 1965 una ecuación para estimar L:

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

En donde:
L = Factor longitud de la pendiente (adimensional)
λ = = Longitud de la pendiente (metros)
m = Coeficiente que depende del grado de la pendiente (varía de 0.2 a 0.5, tal como se aprecia en el siguiente Cuadro.

Cuadro 21. Valores que toma m en función del grado de pendiente

Grado de pendiente (%)	Valor de m
Menor a 1	0.2
1 - 3	0.3
3 - 5	0.4
Mayor a 5	0.5

El grado de pendiente es importante porque a medida que el grado de inclinación se incrementa, las pérdidas de suelo también aumentan (McCool et. al., 1987).

La relación para obtener el factor S (grado de pendiente) es la siguiente:

S = 0.065 + 0.45 s + 0.0065 s2

En donde:

- S = Factor por grado de pendiente (adimensional)
- s = Grado de pendiente (%)

Los factores L y S de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, pueden ser calculados en forma combinada (LS) a partir de la siguiente ecuación:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^{m} \quad (0.065+0.045s+0.0065s^2)$$

Para el presente estudio se empleó el Modelo Digital de Elevación (MDE) a escala 1:50,000 generado por el INEGI, mediante el cual se pudieron estimar los valores de L y S en el área de estudio.

Factor por cubierta vegetal (C)

La cobertura del suelo es el factor más importante en el control de la erosión hídrica. La cubierta vegetal, comprende a la vegetación (natural o cultivada) y los residuos de cosecha. Tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de suelo ya que le brinda protección contra la acción de los agentes erosivos.

Una cubierta vegetal abundante reduce la erosión a límites aceptables. La eficiencia de la vegetación para reducir la erosión depende de la altura y continuidad de la cubierta vegetal aérea, de la densidad de la cobertura en el suelo y de la densidad de raíces (Figueroa et al., 1991); los bosques son los más efectivos, aunque un pastizal en buenas condiciones puede tener la misma eficiencia (Loredo, 1994). Los efectos de la vegetación varían de acuerdo al suelo y el clima, así como a la estación de crecimiento de las plantas, clase de raíces, características del follaje, tipo de residuos que originan y grado de maduración.

En las zonas áridas y semiáridas, cuando la cobertura basal es mayor al 70% la erosión hídrica es insignificante (Loredo et al., 2000). Sin embargo, estas zonas son las que presentan una mayor vulnerabilidad a la erosión, debido a la remoción de la cubierta vegetal natural por pastoreo o apertura de tierras al cultivo (Martínez y Fernández, 1983).

La cobertura vegetal que incluye la vegetación en pie y los residuos sobre la superficie, reduce la erosión en tres formas:

1. Proporciona protección al suelo contra el impacto directo de las gotas de lluvia, las cuales producen el salpicado.

2. Reduce la velocidad del escurrimiento por el incremento en la rugosidad superficial.

3. Afecta la estructura y porosidad del suelo en la superficie y perfil del suelo (Wischmeier y Smith, 1965; Figueroa, 1975; Ríos, 1987), ya que incrementa el contenido de materia orgánica, la estabilidad de agregados, la capacidad de infiltración, y reduce la densidad aparente, entre otros efectos (Loredo et al., 1996).

Los efectos sobre la estructura del suelo se aprecian en el efecto sujetador del sistema radical sobre las partículas en el perfil del suelo, lo cual es favorecido con la descomposición de las raíces, incrementando el contenido de materia orgánica y dejando cavidades tubulares que mejoran el movimiento del aire y agua en el suelo. Con relación al efecto de los residuos de cosecha sobre el control de la erosión, éste varía de acuerdo a la cantidad, distribución y durabilidad de los mismos, así como al grado, eficiencia y rapidez de la protección al suelo, dependen del manejo que se dé a dichos residuos (Mannering y Meyer, 1963).

En la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), este factor se ha definido como la relación entre las pérdidas de suelo que se producen bajo un determinado uso (cultivo o vegetación perenne) bajo determinadas condiciones de manejo y las pérdidas correspondientes en ese mismo suelo bajo barbecho continuo. El factor C es considerado factor atenuante y toma valores de 0 a 1, correspondiendo el valor de la unidad al suelo que está desnudo, sin cobertura vegetal y en barbecho. 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.

Para la asignación de los distintos valores del factor C se utilizaron distintas fuentes, con la finalidad de que el resultado fuera lo más real posible. Así mismo, se empleó el Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000 Serie III del INEGI.

Cuadro 22. Valores del factor cobertura (factor C)

Uso de suelo y vegetación	Factor C
Áreas sin vegetación aparente	0.35
Bosque de coníferas distintas a Pinus	0.003
Bosque de encino	0.003
Bosque de pino	0.001
Chaparral	0.031
Ciudades importantes	0
Cuerpos de agua	0
Manejo agrícola, pecuario y forestal (plantaciones)	0.5
Matorral desértico micrófilo	0.1
Matorral desértico micrófilo	0.1
Matorral espinoso tamaulipeco, submontano y subtropical	0.0165
Matorral rosetófilo	0.012
Matorral rosetófilo	0.012
Matorral sarco-crasicaule	0.058
Mezquital-huizachal	0.0165
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	0.0165
Vegetación de galería	0.01
Vegetación de suelos arenosos	0.058
Vegetación halófila y gipsófila	0.038

Factor P

Se asumió un valor del factor P igual a 1.0 al considerarse que en las zonas agrícolas no se aplican las prácticas de conservación evaluadas por este factor.

Calculo de Erosión Hídrica Actual, Potencial y Final

Erosión Actual

Además de los factores empleados en el cálculo de la erosión hídrica potencial, se integra el factor C (Cobertura vegetal) mediante el cual se estima la erosión real que se tiene en el territorio con la protección de la vegetación.

Para la clasificación de la erosión hídrica se tomaron en cuenta los rangos siguientes:

Cuadro 23. Rangos para la clasificación de la erosión hídrica

Rango (Toneladas/ha)	Categoría
0 – 5	Nula a ligera
5 – 10	Ligera
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
> 200	Muy Alta

Erosión potencial (eliminando la vegetación)

Una vez obtenidos los diversos factores se procedió a implementar la formula USLE y a calcular así la erosión hídrica potencial (pronóstico de pérdida de material de un suelo como consecuencia de su topografía, la erodabilidad de los suelos y la erosividad de la lluvia, considerando para esto que el territorio no presenta cubierta vegetal que lo proteja y sin modificar las formas del terreno).

El producto de los cuatro factores (R, K, L, y S), le dan magnitud al nivel potencial de erosión laminar de un suelo, es decir, estiman la erosión media anual para un área sin vegetación.

Erosión Final (aplicando actividades preventivas y de mitigación)

La erosión final se obtiene reduciendo el nivel de erosión potencial, tomando en cuenta actividades preventivas y de mitigación enfocadas a su reducción.

Resultados

En las siguientes dos figuras se muestran planos georeferenciados indicando la erosión actual y la potencial para el área del proyecto.

En los siguientes cuadros se presentan los niveles y rangos de erosión para la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.

Cuadro 24. Niveles de erosión actual en el área del proyecto

Nivel Erosión	Superficie (ha)	Rango Erosión (Ton/ha)	Valor Intermedio (Ton/Ha)	Erosión Total (Ton)	Rango Erosión Promedio (Ton/ha)	Nivel Erosión Promedio
Nula	5	0 – 5	2.5	12.5	2.5	Nula

Cuadro 25. Niveles de erosión potencial en el área del proyecto

Nivel Erosión	Superficie (ha)	Rango Erosión (Ton/ha)	Valor Intermedio (Ton/Ha)	Erosión Total (Ton)	Rango Erosión Promedio (Ton/ha)	Nivel Erosión Promedio
Nula	1.5332	0 – 5	2.5	3.833	14.947	Moderada
Ligera	0.7884	5 - 10	5	3.942		
Moderada	2.6784	10 - 50	25	66.96		
TOTAL	5			74.735		

En el cálculo de ambos tipos de erosión (real y potencial), el factor pendiente es el que mayormente influye en los resultados, debido a que en el área del proyecto las pendientes son moderadas, la variación entre la erosión real y potencial no fue sustancial.

El resultado de erosión potencial considera la eliminación de la vegetación, pero sin realizar modificaciones en las formas y pendientes del terreno, tampoco en la estructura física de los suelos.

Las obras que contempla el proyecto (aprovechamiento de materiales pétreos) requieren modificar la forma del terreno y reducir las pendientes a un promedio del 10% (reducción del 70% en las pendientes), lo que se traducirá en una reducción aproximada del 50% en el nivel de erosión potencial obtenido.

Además de lo anterior, el proyecto contempla realizar la eliminación de la vegetación de forma paulatina, conforme se vaya avanzando en el aprovechamiento de los materiales, y no de una sola vez, lo que se estima reduzca en un porcentaje de 10% el nivel de erosión potencial obtenido.

Por otro lado, las actividades preventivas y de mitigación también reducirán la pérdida de suelo por erosión, en un estimado del 10%.

Cuadro 26. Niveles de erosión final en el área del proyecto, considerando reducciones

Rango Erosión Potencial Promedio (Ton/ha)	Reducciones Contempladas			Erosión Real Final		
	50% Por reducción de pendientes	10% Por desmonte paulatino	10% Por actividades preventivas	Rango Erosión Promedio (Ton/ha)	Nivel Erosión Promedio	Erosión Total 5 ha (Ton)
14.947	7.47	1.5	1.5	4.4841	Ligera	22.4205

Sin la ejecución del proyecto, la pérdida de suelo por erosión en la superficie solicitada para cambio de uso de suelo (5 hectáreas) es de 12.5 toneladas.

Una vez aplicadas las medidas preventivas y de mitigación de la erosión se obtuvo una pérdida de suelo de 22.4205 toneladas.

Tomando en cuenta que con la ejecución del proyecto y las medidas preventivas la pérdida de suelo será muy similar a la actual, se puede concluir que con la ejecución del proyecto no se provocará la erosión de los suelos.

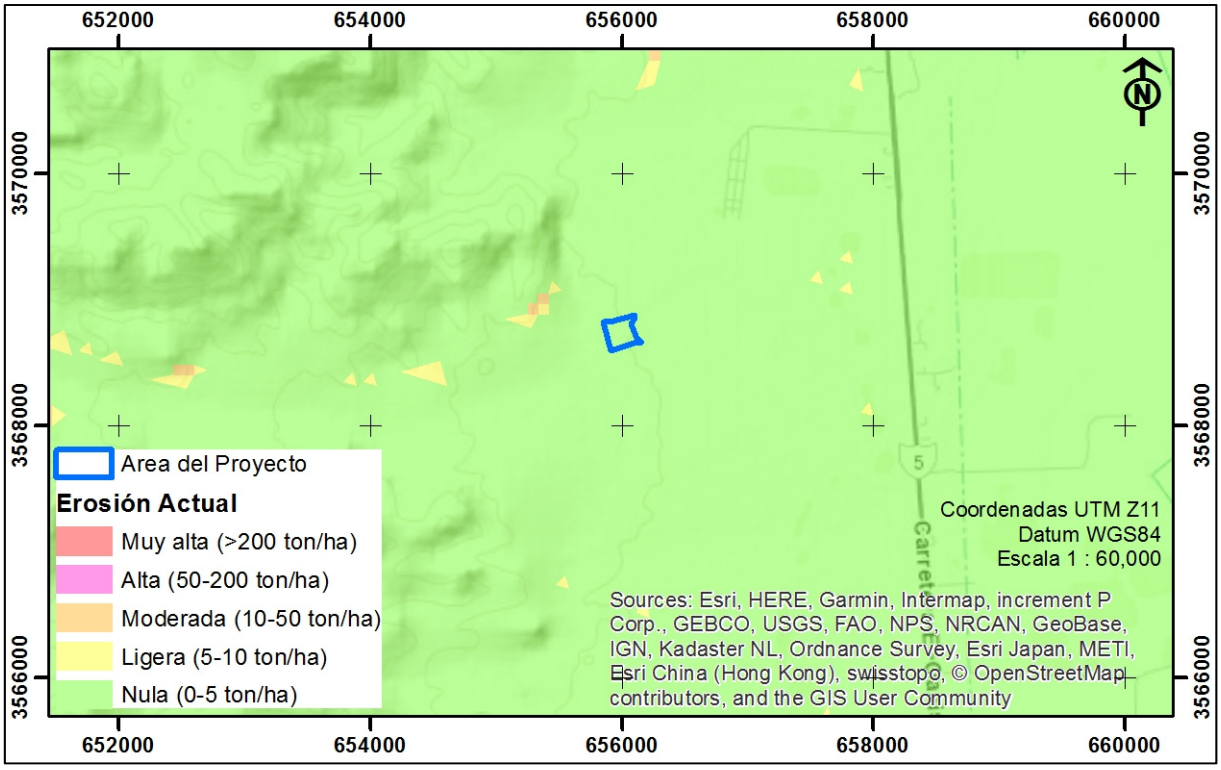

Figura 18. Niveles de erosión actual (sin eliminación de la vegetación)

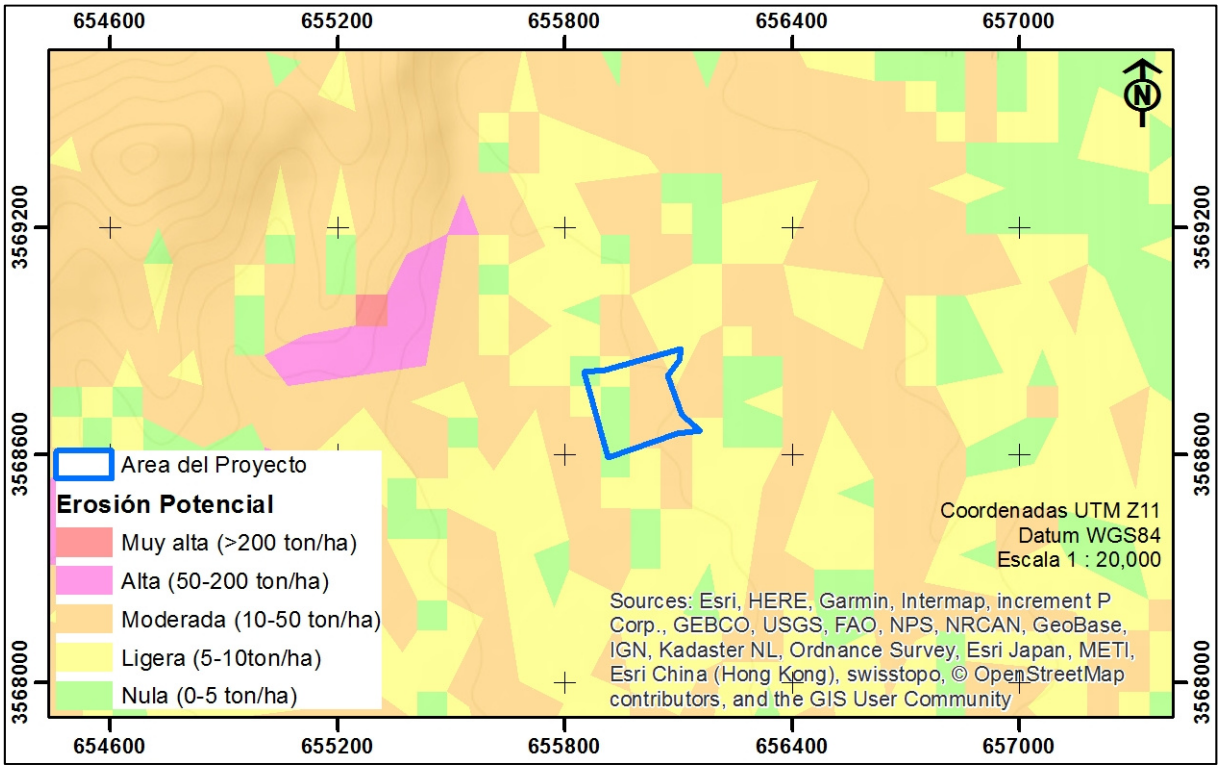

Figura 19. Niveles de erosión potencial (con la eliminación de la vegetación)

7. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN EN METROS CÚBICOS, POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

7.1. Metodología de estimación

La toma de información de las características dasométricas de la vegetación se ha realizado tradicionalmente por medio de muestreo, ya que, si se realizara en todo el recurso forestal, tal es el caso de censo, el tiempo y costo de la toma de información harían de esta actividad incosteable. El muestreo se justifica y estadísticamente se ha comprobado su funcionalidad por lo que no se hace necesario la implementación de censos.

Para la estimación de los volúmenes de cobertura de los productos resultantes del cambio de uso de suelo, se utilizó un muestreo al azar, para esto se realizaron recorridos de campo en los cuales se llevó acabo la ubicación de los sitios de muestreo. Los sitios de muestreo fueron de forma circular, con un radio de 17.84 m, y una superficie de 1000 m^2. La información de los muestreos fue tomada en el mes de Enero de 2022.

Debido a que al momento de muestrear ya se contaba con la ubicación precisa de los sitios de muestreo, mediante el uso de GPS se ubicó cada uno de ellos. En cada sitio se registraron las dimensiones de las especies que se encontraron (Diámetro, Altura, Longitud y Diámetro de Ramas, etc.) para llevar acabo la determinación de los volúmenes de cobertura totales a remover. Además de lo anterior, se registró información ecológica de las zonas recorridas.

Toda la información levantada en los formatos de registro posteriormente fue capturada y almacenada en medios electromagnéticos, los cuales permitieron su procesamiento y análisis en computadoras.

En el siguiente cuadro y plano georeferenciado se muestra la ubicación de los sitios de muestreo. En el **Anexo 3** se muestra la información de la vegetación tomada en los sitios de muestreo.

Cuadro 27. Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo (UTM Z11 WGS84)

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	656031	3568826	2	656005	6558756

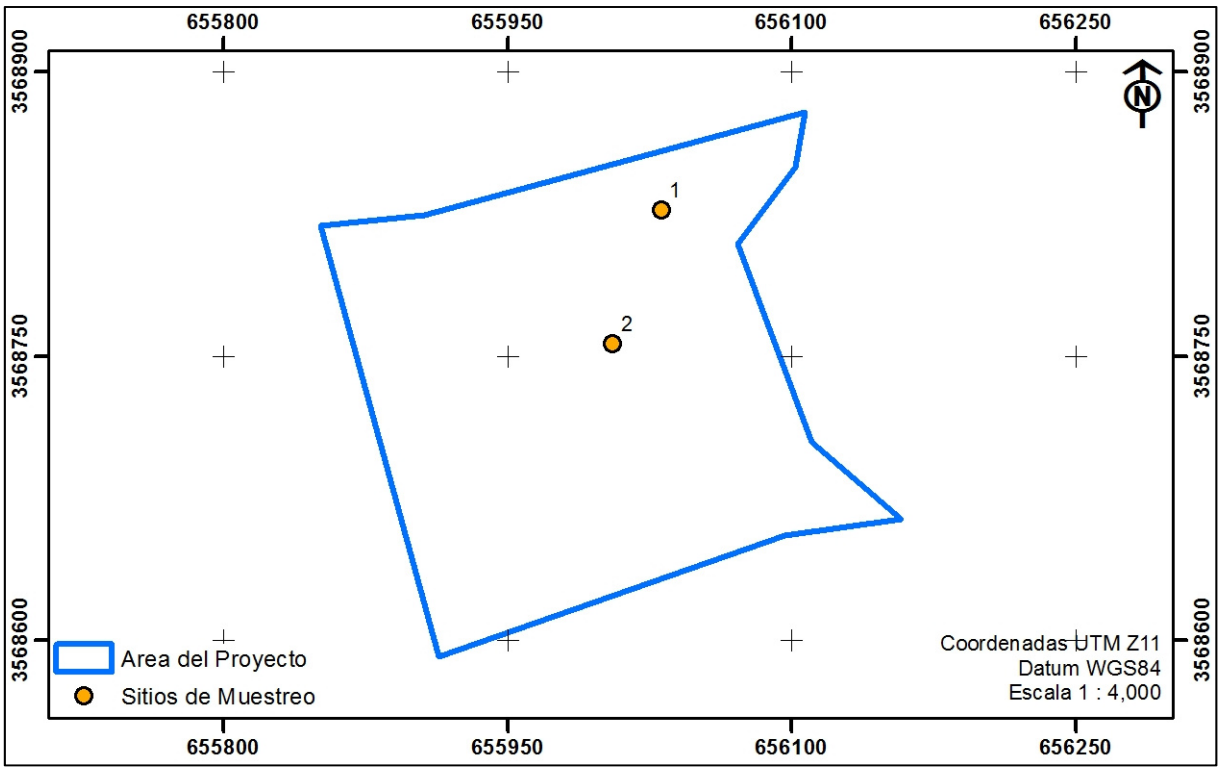

Figura 20. Ubicación de los sitios de muestreo de la vegetación en el área del proyecto

Densidad de la vegetación

Es la abundancia por unidad espacial (superficie o volumen). A menudo resulta más útil que el tamaño absoluto de la población, ya que la densidad determina aspectos fundamentales como la competencia por los recursos. La densidad de población se puede expresar de distintas formas, siendo una de ellas el número de individuos por unidad espacial. Se utiliza cuando la especie en cuestión está formada por individuos que pueden ser fácilmente cuantificables. Para el presente proyecto se obtendrá el número de individuos por especie promedio por hectárea y totales para el área del proyecto.

Cobertura de la vegetación

La vegetación es la expresión evolutiva del agregado de especies vegetales en un lugar y en un tiempo determinado. Como tal es un elemento indicador del estado o condición que guardan los ecosistemas. Su expresión espacio-temporal es la cobertura vegetal, que es una de las más importantes manifestaciones espaciales de los paisajes naturales y culturales de un territorio. La cobertura de la vegetación es un indicador de la superficie del suelo que se encuentra protegida por las plantas o también del espacio disponible que la vegetación tiene para su desarrollo. Es la variable más utilizada para cuantificar la abundancia de especies vegetales. Es la proporción de la superficie muestreada recubierta por la proyección vertical de la vegetación. Para la estimación de este parámetro se utiliza la fórmula matemática del área del círculo, ya que, en la mayoría de los casos, las copas de las plantas tienden

a ser de forma circular. En otros casos, la copa toma una forma elipsoidal, con un diámetro mayor y uno menor, por lo cual, cuando se presente este caso, se tomará el diámetro promedio.

Volumen de cobertura

Es el volumen espacial que representa u ocupa un individuo o una población determinada. Es un indicador de la visibilidad o facilidad de apreciación, de tal forma que una especie que cuente con un mayor volumen de cobertura será más fácilmente apreciable desde cierta distancia. También es un indicador de la fragilidad en cuanto a la competencia que se tiene con otros individuos o especies. Para la estimación de este indicador se le infiere a las plantas una forma similar a una media esfera, en la que su base es un círculo y en la que la altura determina la elongación de dicha media esfera.

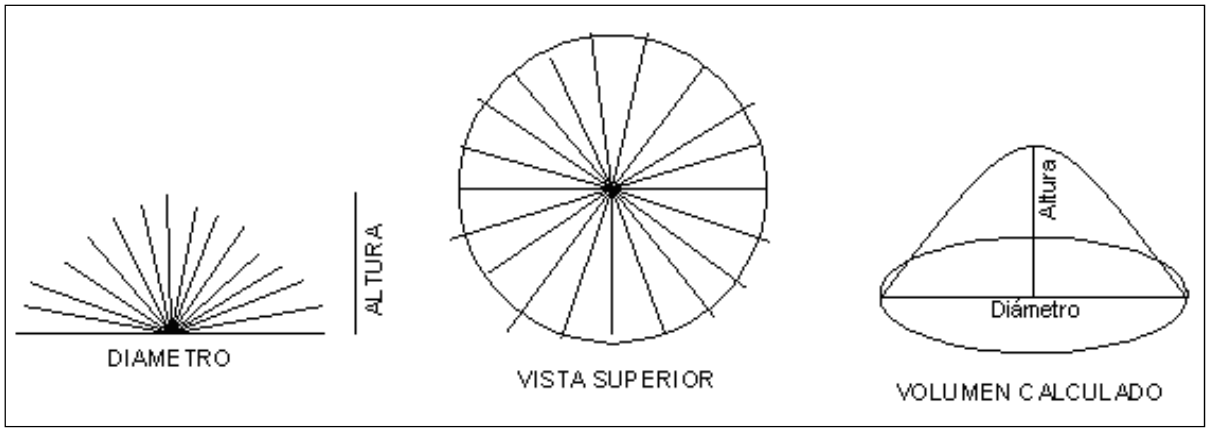

Figura 21. Forma de obtención del volumen de cobertura de las plantas.

Con la información recolectada en campo se estimaron los volúmenes por individuo y especie en cada sitio de muestreo. Para lo anterior, se utilizó la fórmula siguiente:

$$Volumen = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)\left(\frac{2}{3}A\right)$$ Donde D es el diámetro promedio de cobertura de la planta y A es la altura.

Posteriormente se promediaron los volúmenes de los sitios de muestreo para ponderarlos a una hectárea tipo y luego a la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en el área del proyecto (5 hectáreas).

7.2. Individuos por especie derivados del cambio de uso de suelo

Cuadro 28. Especies encontradas en el área del proyecto por forma de crecimiento.

Forma de crecimiento	Nombre común	Nombre científico	Estatus NOM-059
Herbácea	Eriogonum	*Eriogonum contiguum*	-
Herbácea arbustiva	Incienso	*Encelia farinosa*	-
	Chamicillo	*Ambrosia dumosa*	-
	Yerba del queso	*Ambrosia salsola*	-
Arbustiva	Gobernadora	*Larrea tridentata*	-
	Ocotillo	*Fouquieria splendens*	-
	Frutilla	*Lycium andersonii*	-
Arbórea	Palo fierro	*Olneya tesota*	Protección especial
	Palo verde	*Cercidium microphyllum*	-

Cuadro 29. Individuos por especie estimados por hectárea tipo y área del proyecto.

No. de Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos por Hectárea Tipo	Individuos Totales
1	*Encelia farinosa*	Incienso	10	50
2	*Larrea tridentata*	Gobernadora	105	525
3	*Cercidium microphyllum*	Palo verde	45	225
4	*Ambrosia dumosa*	Chamicillo	35	175
5	*Eriogonum contiguum*	Eriogonum	5	25
6	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	5	25
7	*Lycium andersonii*	Frutilla	5	25
8	*Ambrosia salsola*	Yerba del queso	5	25
9	*Olneya tesota*	Palo fierro	5	25
Total			**220**	**1,100**

De las 9 especies que se encontraron en el muestreo, 3 de ellas ocupan el 84.09% del número total de individuos, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 30. Especies que presentan mayor número de individuos estimados.

No. de Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Porcentaje de los Individuos totales
2	*Larrea tridentata*	Gobernadora	47.73
3	*Cercidium microphyllum*	Palo verde	20.45
4	*Ambrosia dumosa*	Chamicillo	15.91
Total			**84.09**

7.3. Volumen de cobertura por especie

En los siguientes dos cuadros se presenta información respecto al volumen de cobertura por especie.

Cuadro 31. Volumen de cobertura por especie para la hectárea tipo y área del proyecto.

No. de Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Volumen por Hectárea (m^3)	Volumen Total en el Proyecto (m^3)
1	*Encelia farinosa*	Incienso	1.1	5.5
2	*Larrea tridentata*	Gobernadora	44.0	219.9
3	*Cercidium microphyllum*	Palo verde	710.3	3551.3
4	*Ambrosia dumosa*	Chamicillo	1.6	7.8
5	*Eriogonum contiguum*	Eriogonum	0.2	0.8
6	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	3.6	18.0
7	*Lycium andersonii*	Frutilla	3.1	15.7
8	*Ambrosia salsola*	Yerba del queso	0.5	2.4
9	*Olneya tesota*	Palo fierro	897.1	4485.4
Total			**1,661.4**	**8,306.8**

De las 9 especies que se encontraron en el muestreo, 2 de ellas ocupan el 96.75% del volumen de cobertura total estimado, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 32. Especies que presentan mayor volumen de cobertura estimado.

No. de Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Porcentaje del Volumen Total (m^3)
9	*Olneya tesota*	Palo fierro	54.0
3	*Cercidium microphyllum*	Palo verde	42.75
Total			**96.75**

7.4. Cobertura por especie

A continuación se presenta información respecto a la cobertura por especie.

Cuadro 33. Cobertura por especie para la hectárea tipo y área del proyecto.

No. de Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Cobertura por Hectárea (m^2)	Cobertura Total en el Proyecto (m^2)
1	*Encelia farinosa*	Incienso	2.9	14.5
2	*Larrea tridentata*	Gobernadora	55.2	275.9
3	*Cercidium microphyllum*	Palo verde	242.3	1211.7
4	*Ambrosia dumosa*	Chamicillo	5.7	28.7
5	*Eriogonum contiguum*	Eriogonum	0.6	3.1
6	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	3.2	15.9
7	*Lycium andersonii*	Frutilla	3.9	19.6
8	*Ambrosia salsola*	Yerba del queso	1.4	7.1
9	*Olneya tesota*	Palo fierro	192.4	962.1
Total			**507.7**	**2,538.6**

Lo anterior indica que un estimado del porcentaje de cobertura de la vegetación en el área del proyecto es del 5%.

De las 9 especies que se encontraron en el muestreo, 3 de ellas ocupan el 96.5% de la cobertura total estimada, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 34. Especies que presentan mayor cobertura.

No. de Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Porcentaje de la Cobertura Total (m^2)
2	*Larrea tridentata*	Gobernadora	47.73
3	*Cercidium microphyllum*	Palo verde	20.45
4	*Ambrosia dumosa*	Chamicillo	15.91
Total			**96.5**

7.5. Descripción de los productos resultantes

En su gran mayoría, los productos resultantes estarán conformados por ramas y plantas de gobernadora, palo verde y chamicillo, así como de arbustos de palo verde y palo fierro. Predominan las ramas semileñosas con diámetros pequeños que van desde 1 a 5 centímetros, a excepción de algunos individuos de palo fierro y palo verde, que cuentan con troncos de hasta 15 cm de diámetro.

7.6. Destino final de las materias primas

A excepción de los individuos de flora silvestre que serán rescatados, las restantes materias primas obtenidas del cambio de uso de suelo no serán utilizadas para algún fin comercial, ya que no se pretende comercializar dichos materiales.

8. PLAZO PROPUESTO Y LA PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

8.1. Método para la remoción de la vegetación

La localización general, lineamientos y niveles de trabajo deberán ser marcados en el campo, constituyendo para ello los bancos de nivel y mojoneras que se requieran, procurando que su localización sea la adecuada para evitar cualquier tipo de desplazamiento y evitar impactar áreas no contempladas en el proyecto.

Primeramente, se realizará el rescate de los individuos de las especies propuestas.

Posteriormente se llevará a cabo la limpieza del terreno del área del proyecto, el trabajo consiste en despalmar el terreno removiendo la capa vegetal entre 10 ó 20 cm de profundidad utilizando maquinaria.

El despalme de arbustos grandes se realizará utilizando maquinaria, implicando el arrastre de materia vegetal, capa orgánica y horizontes superficiales del suelo.

Posteriormente se realizarán las obras y actividades de aprovechamiento de materiales pétreos.

8.2. Operación

El aprovechamiento de materiales pétreos se ejecutará una vez terminada la etapa de despalme y que el material a explotar quede descubierto, este será aprovechado utilizando maquinaria pesada y trasladado directamente a los lugares de destino.

8.3. Abandono del sitio

Se considera la etapa de abandono una vez que cumpla con su vida útil, estimando un periodo de 15 años.

Las actividades principales del plan de abandono serán las siguientes:

- Se notificará mínimamente con 30 días de anticipación a las autoridades de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Se presentará programa de restauración ecológica del sitio:
- Se acreditará que las áreas quedaron totalmente libres de escombros y residuos contaminantes, para su evaluación y/o autorización, por parte de la autoridad ambiental.

- Se presentarán los anexos fotográficos y descripciones de la fase de desmantelamiento de oficinas, talleres, maquinaria, equipo, instalaciones temporales y materiales ajenos al estado original del área del proyecto.
- En el caso de ser necesario, se llevarán a cabo las evaluaciones de Impacto Ambiental, de las áreas utilizadas para el desarrollo de la actividad.
- En el caso de ser necesario se llevarán a cabo los monitoreos y análisis de suelo, acreditándolo con los análisis de laboratorio.
- En caso de ser necesaria la remediación de área, se presentarán las respectivas acreditaciones del saneamiento y la disposición de los residuos generados durante el mismo.
- Presentar los reportes de resultados del programa de abandono del sitio.
- Cumplir con las disposiciones generadas por las autoridades ambientales con motivo de abandono del sitio.

8.4. Cronograma de actividades

El rescate de los individuos propuestos tomará un tiempo máximo aproximado de cuatro meses, considerando los preparativos. Para lo anterior se elaboró el correspondiente programa de rescate, mismo que se anexa.

El tiempo requerido para realizar el cambio de uso de suelo, es decir, el despalme, será de aproximadamente 15 años, ya que se realizará de manera paulatina conforme se avance con el aprovechamiento de materiales pétreos, además de considerar imprevistos que pudieran surgir.

Cuadro 35. Programa de trabajo de cambio de uso de suelo

Actividad	Duración Máxima
Rescate de los individuos propuestos	4 meses
Cambio de uso de suelo (despalme)	15 años

La fecha estimada de inicio de actividades en el área del Proyecto es a finales del año 2022, una vez que se hayan obtenido los permisos correspondientes. Por lo anterior, se solicita una vigencia de 15 años para la ejecución del cambio de uso de suelo.

9. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

9.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Todo personal encargado de predecir los impactos a un ecosistema debería tomar en cuenta que:

- Es más importante encontrar las conexiones significativas entre los elementos de un ecosistema, que cuantificar todas las interacciones;
- Es esencial conocer las características estructurales y funcionales, aunque sólo sea cualitativamente;
- Los cambios en una variable pueden afectar a otras relaciones indirectamente;
- Los eventos en un lugar pueden reemerger como impactos en sitios distantes y/o después de algún tiempo;
- No se pueden predecir impactos, aún si son inminentes y drásticos, si se monitorean las variables equivocadas;
- No todos los impactos son inmediatos y graduales, sino que pueden aparecer abruptamente; y
- La continuidad de los ecosistemas depende de su variabilidad temporal y espacial, incluso la provocada por disturbios poco frecuentes de gran magnitud.

Debido a que es imposible predecir a la perfección la complejidad del mundo real, entonces los esfuerzos deben dirigirse a hacer resaltar sus rasgos más sobresalientes.

La metodología para evaluar los impactos consistió en aplicar las siguientes etapas de análisis al proyecto y a su entorno ambiental:

1. Definición de Listas de Chequeo
2. Elaboración de Matrices de Impacto
3. Ponderación y valorización de Impactos
4. Determinación de Impactos Significativos

Posteriormente se proponen y asignan diferentes medidas preventivas y de mitigación a los impactos ambientales identificados.

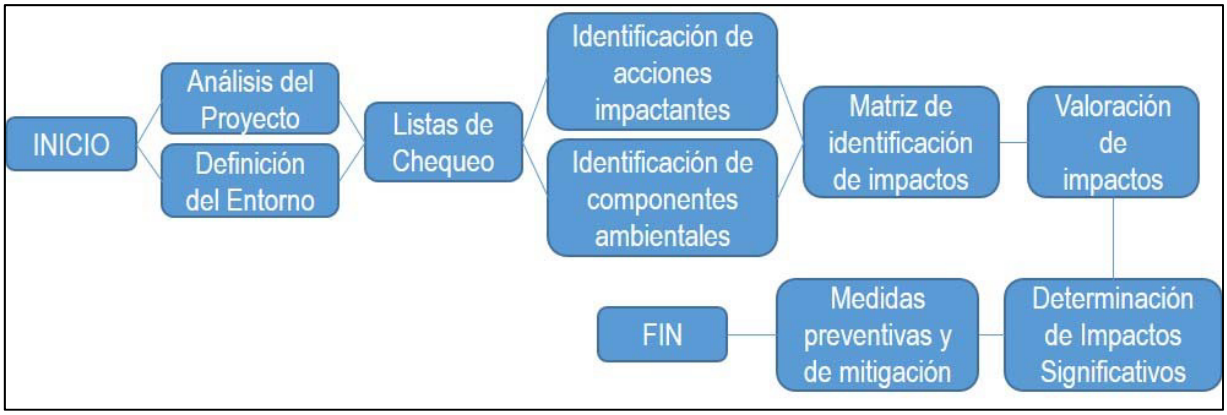

Figura 22. Esquema del proceso de identificación y valoración de impactos ambientales

9.1.1. Listas de Chequeo

Para realizar la evaluación de impactos se desarrollaron en primer lugar listas de chequeo respecto a las actividades y acciones del proyecto factibles de causar impacto ambiental para las distintas etapas del mismo y listas de chequeo de los componentes y elementos ambientales posibles de ser impactados.

• Lista de Chequeo de Factores Ambientales: Se consideran los distintos componentes y elementos ambientales posibles de ser afectados por las actividades del proyecto.

• Listas de Chequeo de las Actividades del Proyecto: Sobre la base de un análisis del proyecto, se determinaron las actividades o acciones factibles de producir impactos ambientales.

9.1.2. Elaboración de Matrices de identificación de impactos

La identificación de impactos utilizada para este proyecto es del tipo matricial causa-efecto, derivada de la matriz de Leopold con resultados cualitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones o actividades impactantes y en las filas los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.

Se determinaron matrices por componentes y por etapa del proyecto.

9.1.3. Ponderación y valoración de impactos ambientales

La importancia del impacto, hace referencia al grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, así como a la caracterización del efecto, el cual responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo. Para este caso la importancia del impacto se determinó mediante los criterios siguientes.

Cuadro 36. Descripción de las medidas de intensidad de los atributos de impactos

Atributo	Intensidad	Descripción
Naturaleza	Positivo	Aquel admitido como tal por la comunidad técnica y científica
	Negativo	Aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, paisajístico o social
Intensidad	Baja	Aquel impacto cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado
	Media	Aquel cuyo efecto se manifiesta como una alteración del medio ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se pueden subsanar mediante la aplicación de medidas de mitigación
	Alta	Aquel cuyo efecto expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto
Extensión	Puntual	Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado (sin que se rebase la superficie del proyecto y su efecto no se registre en el entorno y/o SAR)
	Local	Aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio
	Regional	Aquel cuyo efecto se manifiesta en gran parte del medio considerado
Temporalidad	Temporal	Supone una alteración no permanente en el tiempo
	Media	Supone una alteración en tiempo definido
	Permanente	Supone una alteración indefinida en el tiempo del factor considerado. En la práctica, se considera impacto permanente aquél con una manifestación de efectos superior a diez años
Irreversibilidad	Bajo	Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto
	Media	La alteración puede eliminarse de forma natural o por acciones humanas estableciendo las oportunas medidas correctoras
	Alta	Efecto en el que la alteración puede paliarse o mitigarse de una manera ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras

Posteriormente, relacionando los atributos de intensidad e irreversibilidad se obtiene un estimado de la magnitud del impacto; mientras que relacionando la duración y extensión se obtiene un estimado de la importancia.

A los diferentes niveles se les asigna un valor numérico que va del 1 al 10, que para el caso de los impactos negativos será negativo para la magnitud y positivo para la importancia, mientras que, para los impactos positivos, será positivo para ambos.

Una vez asignado el valor se procede a sumar la magnitud a la importancia, obteniendo el valor final de cada impacto específico.

Para lo anterior se utilizaron los siguientes cuadros.

Cuadro 37. Forma de calificar los impactos negativos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	**Irreversibilidad**	**Calificación**	**Extensión**	**Duración**	**Calificación**
Baja	Baja	-1	Puntual	Temporal	-1
Baja	Media	-2	Puntual	Media	-2
Baja	Alta	-3	Puntual	Permanente	-3
Media	Baja	-4	Local	Temporal	-4
Media	Media	-5	Local	Media	-5
Media	Alta	-6	Local	Permanente	-6
Alta	Baja	-7	Regional	Temporal	-7
Alta	Media	-8	Regional	Media	-8
Alta	Alta	-9	Regional	Permanente	-9
Muy Alta	Alta	-10			

Cuadro 38. Forma de calificar los impactos positivos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	**Irreversibilidad**	**Calificación**	**Extensión**	**Duración**	**Calificación**
Baja	Baja	1	Puntual	Temporal	1
Baja	Media	2	Puntual	Media	2
Baja	Alta	3	Puntual	Permanente	3
Media	Baja	4	Local	Temporal	4
Media	Media	5	Local	Media	5
Media	Alta	6	Local	Permanente	6
Alta	Baja	7	Regional	Temporal	7
Alta	Media	8	Regional	Media	8
Alta	Alta	9	Regional	Permanente	9
Muy Alta	Alta	10			

Cada impacto tendrá un valor final, mismo que se clasificará como indica el siguiente cuadro.

Cuadro 39. Clasificación de los impactos con base en su valor

Impactos Positivos		Impactos Negativos	
Valor del Impacto	**Clase**	**Valor del Impacto**	**Clase**
1-5	Bajo	-1 a -5	Menor
6-10	Medio	-6 a -10	Moderado
11-15	Alto	-11 a -15	Severo
16-19	Muy Alto	-16 a -19	Crítico

Impacto Ambiental Menor

Aquél cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado, mismos que podrían considerarse como poco relevantes.

Impacto Ambiental Moderado

Efecto cuya recuperación no precisa practicas correctoras o protectoras intensivas y en el que en el retorno al estado inicial del medio ambiente no requiere un largo espacio de tiempo.

Impacto Ambiental Severo

Efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa de un periodo de tiempo dilatado.

Impacto Ambiental Crítico

Efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una perdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales sin posibles recuperaciones incluso con la adopción de medidas correctoras o protectoras. Se trata pues de un impacto no recuperable.

9.2. Identificación de impactos ambientales

9.2.1. Listas de chequeo

En el siguiente cuadro se presenta la lista de chequeo de presencia o ausencia de impactos para las actividades del proyecto. El signo (P) significa que si interviene (Presencia) y puede provocar un impacto al ambiente; por otra parte, el signo (A) muestra que no hay efecto (Ausencia) y por lo tanto no se considerará en la construcción y aplicación de la Matriz.

Cuadro 40. Lista de chequeo para las actividades del proyecto

Etapa	Acciones	Presencia
Preparación del sitio	Rehabilitación de caminos	A
	Remoción de vegetación	P
	Despalme	P
	Operación de maquinaria y equipo	P
	Ejecución de programa de rescate y reforestación	P
Abandono del sitio	Arrope y estabilización de taludes	P
	Reforestación del área	P

En el siguiente cuadro se enlistan los componentes ambientales en los que el proyecto causará algún tipo de impacto.

Cuadro 41. Factores ambientales en los que se producen impactos ambientales (inicio)

Factor Ambiental	Elemento	Presencia
Suelo	Características físicas y químicas	P
	Erosión	P
	Uso actual	P
	Uso potencial	P
	Suelo superficial	P
	En pendiente	P
	En planicie	A
Flora	Tipo de vegetación	P
	Diversidad	P
	Arbustos	P
	Herbáceas	P
	Especies de valor comercial	A
	Especies endémicas y/o en categoría de riesgo	P
	Ejecución de programa de rescate y reforestación	P
Fauna	Tipos de fauna	P
	Diversidad	P
	Especies de valor comercial o cinegético	A
	Especies endémicas y/o en categoría de riesgo	P
	Mamíferos	A
	Reptiles	P
	Aves	A
Hidrología superficial	Drenaje	P
	Calidad del agua	A
	Recarga de acuífero	A

Cuadro 41. Factores ambientales en los que se producen impactos ambientales (final)

Factor Ambiental	**Elemento**	**Presencia**
Atmósfera	Partículas suspendidas	P
	Emisión de gases	P
	Emisión de ruido	P
Paisaje	Vista panorámica	P
	Modificación de la composición	P
	Valores estéticos y patrimoniales	A
Socioeconómico	Empleo y mano de obra	P
	Calidad y estilo de vida	P
	Actividad económica	P

Cuadro 42. Matriz de interacción de factores ambientales con actividades a desarrollar

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDADES				
	PREPARACION DEL AREA			ABANDONO DEL SITIO	
	Remoción de vegetación y despalme	Operación de maquinaria y equipo	Ejecución de programa de rescate y reforestación	Estabilización de taludes	Reforestación del área
Suelo	X			X	X
Flora	X		X	X	X
Fauna	X	X		X	X
Hidrología superficial	X			X	X
Atmósfera	X	X		X	X
Paisaje	X		X	X	X
Socioeconómico	X	X	X	X	X

Nota. El símbolo (X) denota la interacción entre la actividad con el factor ambiental la casilla vacía, hace referencia a la ausencia de interacción

9.2.2. Indicadores de impacto

Para facilitar la ponderación de los impactos generados, se toma en cuenta una lista de indicadores de impacto; considerando que impacto es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio.

Cuadro 43. Lista de indicadores de impacto

FACTORES Y SUBFACTORES	INDICADORES
FLORA: 001. Especies vegetales protegidas. Especies vegetales incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de especies enlistadas
FAUNA: 002. Especies animales protegidos. Especies fáusticos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Número de especies enlistadas
PROCESOS DEL MEDIO BIOTICO: 003. Corredores. Zonas de paso por las que se producen movimientos no migratorios de la fauna.	Longitud o superficie de corredores afectados.
PROCESOS DEL MEDIO BIOTICO: 004. Diversidad vegetal. Cantidad de especies que habitan la zona	Índice de Shannon
AIRE: 005. Calidad. Expresada en términos de ausencia y presencia de contaminantes, según la NOM-041-SEMARNAT 1999, NOM-044-SEMARNAT-1993 y NOM-045-SEMARNAT-1996	Niveles de CO2, SO2 y NOx permitidos o tolerados
AIRE: 006. Ruido. Nivel de ruido existente en el sitio, según la NOM-080-SEMARNAT-1994	Niveles permisibles de emisión de ruido.
SUELO: 007. Clases de suelo. Unidades homogéneas de suelo obtenidas mediante alguno de los procedimientos de homologados.	Superficie total afectada
AGUA: 008. Cantidad del recurso. Cantidad de agua disponible	Balance hídrico de la cuenca hidrológica.
PROCESOS DEL MEDIO ABIÓTICO: 09. Transporte de sólidos. Desplazamiento de materiales sólidos en suspensión o arrastrados por otros procedimientos.	Nivel de erosión del suelo
PROCESOS DEL MEDIO ABIÓTICO 010. Drenaje superficial. Red de evacuación de agua por escorrentía	Longitud de la red de drenaje
PROCESOS DEL MEDIO ABIÓTICO: 011. Erosión. Desplazamiento de materiales arrastrados por agua o aire.	Volúmenes de materiales desplazado
PAISAJE: 012. Potencial de vistas. Campo de visión desde el área de influencia del proyecto en términos de profundidad de campo, amplitud de campo y la calidad del tema percibido	Superficie de la microcuenca visible des un ángulo de 90°
PRODUCTIVIDAD: 013. Uso agrícola. Cultivos e instalaciones relacionadas	% de superficie agrícola afectada
PRODUCTIVIDAD: 014. Uso ganadero. Praderas y pastizales e instalaciones relacionadas	% de superficie abierta al pastoreo
CULTURA: 015. Aceptabilidad social del proyecto. Percepción que la sociedad tiene del proyecto y actitud ante él	Porcentaje de población en contra del proyecto
ECONOMIA: 016. Empleo. Población que dispone de un puesto de trabajo remunerado.	Número de empleos a generar

9.3. Descripción de impactos causados por actividad

9.3.1. Etapa de Preparación del área

Ejecución de programa de rescate y reforestación

Esta acción se considera como una actividad del proyecto ya que es obligatoria y el programa se presenta en el **Anexo 6**. Consiste en rescatar un número de individuos de especies nativas presentes en el área del proyecto, así como reforestar con individuos de especies forestales que se distribuyen en la región.

Cuadro 44. Impactos ambientales causados por el rescate y reforestación

Factor Ambiental	Cualidad	Impacto
Flora	Positivo	Establecimiento de individuos de flora brindándoles mantenimiento
Paisaje	Positivo	Mejora de la calidad paisajística del sitio
Socioeconómico	Positivo	Contratación de mano de obra y servicios para realizar las actividades

Remoción de la vegetación y despalme

Su efecto y/o impacto se refiere a la remoción de la vegetación de Matorral Desértico Micrófilo y la extracción de la capa vegetal (10-20 cm) en la totalidad de la superficie del proyecto.

Cuadro 45. Impactos ambientales causados por la remoción de la vegetación

Factor Ambiental	Cualidad	Impacto
Suelo	Negativo	Remoción de la capa vegetal
Flora	Negativo	Eliminación de la vegetación
Fauna	Negativo	Eliminación de madrigueras
Hidrología	Negativo	Modificación de la hidrología superficial
Atmósfera	Negativo	Emisión de polvos fugitivos
Paisaje	Negativo	Modificación del paisaje
Socioeconómico	Positivo	Contratación de mano de obra y servicios

Operación de maquinaria

Esta actividad se remite solo a las labores de despalme y remoción de la vegetación del área del proyecto. El impacto consiste en la generación de polvos por la remoción de la capa superficial de suelo, emisión de gases de combustión y ruido. Se espera que los contaminantes estarán dentro de los niveles máximos permisibles de acuerdo a las Normas Oficiales aplicables para cada caso. La operación de la maquinaria supone un impacto indirecto sobre la fauna del lugar sin que esto se traduzca en la perdida de ejemplares.

Cuadro 46. Impactos ambientales causados por la operación de la maquinaria

Factor Ambiental	Cualidad	Impacto
Fauna	Negativo	Generación de ruido que causa ahuyentamiento
Atmósfera	Negativo	Emisión de polvos fugitivos y gases de combustión
Socioeconómico	Positivo	Contratación de insumos y servicios

Contratación de mano de obra

El impacto es positivo ya que para esta etapa se generarán al menos 6 empleos directos, se generará una demanda por servicios y productos, además de que se satisfará en un porcentaje la demanda de materiales pétreos.

9.3.2. Etapa de abandono del sitio

Estabilización de taludes

La actividad consiste en reducir la pendiente de los taludes hasta un aproximado de 60 grados, lo que permitirá que con el tiempo se establezca sobre ellos vegetación producto de la regeneración natural del matorral desértico micrófilo.

También se distribuirá sobre los taludes una porción de la capa de suelo vegetal removida, separada y conservada durante la actividad de despalme.

Cuadro 47. Impactos ambientales causados por la estabilización de taludes

Factor Ambiental	Cualidad	Impacto
Suelo	Positivo	Reducción de la pérdida de suelo por erosión
Flora	Positivo	Establecimiento de regeneración natural
Fauna	Positivo	Permite su tránsito y movimiento con mayor facilidad
Hidrología	Positivo	Mejora en la hidrología superficial del sitio
Atmósfera	Positivo	Reducción de la emisión de polvos fugitivos
Paisaje	Positivo	Mejora de la calidad paisajística del sitio
Socioeconómico	Positivo	Contratación de mano de obra y servicios para realizar las actividades

Reforestación del área

Consiste en el establecimiento de individuos de especies forestales, tales como mezquite y palo verde en la superficie impactada por el cambio de uso de suelo, brindándoles el mantenimiento suficiente para lograr una sobrevivencia adecuada.

Cuadro 48. Impactos ambientales causados por la reforestación del área

Factor Ambiental	Cualidad	Impacto
Suelo	Positivo	Reducción de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica
Flora	Positivo	Establecimiento de vegetación y mejora de condiciones para el establecimiento de regeneración natural
Fauna	Positivo	Mejora de las condiciones para que la fauna nativa se reestablezca en el sitio
Hidrología	Positivo	Mejora en la hidrología superficial del sitio
Atmósfera	Positivo	Al establecer una cubierta vegetal se reduce la emisión de polvos fugitivos
Paisaje	Positivo	Mejora de la calidad paisajística del sitio
Socioeconómico	Positivo	Contratación de mano de obra y servicios para realizar las actividades

9.4. Evaluación de impactos

9.4.1. Ponderación y avaluación de impactos

Para la ponderación se realizó una matriz en la que se realizan las interacciones de las etapas del proyecto con las actividades a ejecutar en cada una de ellas asignándoles una ponderación de acuerdo a la metodología antes descrita. Esta operación es importante para clarificar aspectos que la propia simplificación del método conlleva. Para llevar a cabo lo anterior se realizó la valoración de los impactos a través de la construcción de una matriz impacto-ponderación, para determinar la importancia del impacto, de acuerdo a parámetros y valores descritos.

Cuadro 49. Ponderación de impactos ambientales

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	Atributo e Intensidad				Ponderación				Valor		Clase
							Negativo		Positivo				
			Intensidad	Irreversibilidad	Extensión	Duración	Magnitud	Importancia	Magnitud	Importancia	Negativo	Positivo	
Preparación del área	Remoción de vegetación y Despalme	Suelo	A	M	P	M	-8	-2			-10		Severo
		Flora	MA	A	P	P	-10	-3			-13		Severo
		Fauna	M	M	P	M	-5	-2			-7		Moderado
		Hidrología	M	B	P	M	-4	-2			-6		Moderado
		Atmósfera	B	B	L	T	-1	-4			-5		Menor
		Paisaje	A	M	P	P	-8	-3			-11		Severo
		Socioeconómico	M	B	L	T			4	4		8	Medio
	Operación de maquinaria y equipo	Fauna	B	B	P	T	-1	-1			-2		Menor
		Atmósfera	B	B	P	T	-1	-1			-2		Menor
		Socioeconómico	B	B	L	T			1	4		5	Bajo
	Ejecución de programa de rescate y reforestación	Flora	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Paisaje	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Socioeconómico	M	B	P	T			2	1		3	Bajo
Abandono del sitio	Estabilización de taludes	Suelo	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Flora	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Fauna	B	M	P	T			2	1		3	Bajo
		Hidrología	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Atmósfera	B	B	P	T			1	1		2	Bajo
		Paisaje	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Socioeconómico	M	B	P	T			4	1		5	Bajo
	Reforestación del área	Suelo	B	A	P	P			3	3		6	Medio
		Flora	B	A	P	P			3	3		6	Medio
		Fauna	M	B	P	M			4	2		6	Medio
		Hidrología	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Atmósfera	B	B	P	M			1	2		3	Bajo
		Paisaje	B	M	P	P			2	3		5	Bajo
		Socioeconómico	M	M	P	T			5	1		6	Medio

	Menor		Moderado		Severo		Crítico	Clasificación de impactos negativos
	Bajo		Medio		Alto		Muy Alto	Clasificación de impactos positivos

9.4.2. Ponderación de impactos por factor ambiental

En el siguiente cuadro se presenta el análisis de los valores de impacto por factor ambiental, considerando algunas actividades que contempla el proyecto y que al ser impactos positivos para el ambiente, disminuyen el valor negativo de los otros impactos. Dicho valor residual aun no contempla la implementación de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen más adelante.

Cuadro 50. Análisis de los valores de impacto por actividad y factor ambiental

FACTOR	ACTIVIDAD	Valor/Impacto	Valor Residual
Suelo	Remoción de vegetación y Despalme	-10	-1
	Estabilización de taludes	3	
	Reforestación del área	6	
Flora	Remoción de vegetación y Despalme	-13	-1
	Ejecución de programa de rescate y reforestación	3	
	Estabilización de taludes	3	
	Reforestación del área	6	
Fauna	Remoción de vegetación y Despalme	-7	0
	Operación de maquinaria y equipo	-2	
	Estabilización de taludes	3	
	Reforestación del área	6	
Hidrología	Remoción de vegetación y Despalme	-6	0
	Estabilización de taludes	3	
	Reforestación del área	3	
Atmósfera	Remoción de vegetación y Despalme	-5	-2
	Operación de maquinaria y equipo	-2	
	Estabilización de taludes	2	
	Reforestación del área	3	
Paisaje	Remoción de vegetación y Despalme	-11	0
	Ejecución de programa de rescate y reforestación	3	
	Estabilización de taludes	3	
	Reforestación del área	5	
Socioeconómico	Remoción de vegetación y Despalme	8	22
	Operación de maquinaria y equipo	3	
	Estabilización de taludes	5	
	Reforestación del área	6	

9.4.3. Análisis de impactos

La actividad de aprovechamiento de materiales pétreos, como la mayor parte de las actividades que el hombre realiza para su subsistencia, crea alteraciones en el medio natural, desde las más imperceptibles hasta las que representan claros impactos sobre el medio en que se desarrollan.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen del número de impactos por tipo y clase.

Cuadro 51. Cantidad de impactos ambientales por tipo y clase

Impactos Positivos			**Impactos Negativos**		
Clase	**Cantidad**	**%**	**Clase**	**Cantidad**	**%**
Bajo	14	77.8	Menor	3	37.5
Medio	4	22.2	Moderado	2	25
Alto			Severo	3	37.5
Muy Alto			Crítico		
TOTAL	18	100	TOTAL	8	100

Se identificaron un total de 8 impactos negativos, de los cuales, con base en su valor, tres de ellos fueron de clase Menor, dos de clase Moderado y tres de clase Severo.

El mayor impacto lo causará la actividad de Eliminación de la vegetación sobre los factores Suelo, Flora y Paisaje. Los factores ambientales que resultan más impactados son la flora, el suelo y la atmósfera.

Para el caso de la afectación al factor Flora, se considera que es necesario, ya que debajo de ella se encuentra el recurso suelo propuesto para aprovechar y dicho aprovechamiento no podría realizarse sin afectar a la vegetación.

Para el caso de la afectación al factor Fauna, se considera que la eliminación de la vegetación se realizará por etapas, lo que aunado a las medidas de ahuyentamiento y en su caso rescate de individuos, permitirá que una buena parte de la población pueda moverse y restablecerse en sitios seguros.

El factor ambiental que resulta más impactado negativamente es el Suelo, debido a que es ese factor el que será aprovechado por el proyecto. En contraparte a lo anterior, el factor socioeconómico resulta ser el más benéfico, ya que con el aprovechamiento del recurso Suelo se crean empleos, se generan servicios y productos, además de que se generan ganancias y derrama económica.

Considerando que el impacto significativo es el que permanece en el ambiente después de aplicar ciertas medidas, se determina que los factores ambientales que presentan una afectación residual, previo a la aplicación de las medidas de prevención son: Suelo, Flora y Atmósfera.

10. 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

Las Medidas de prevención son un conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente, mientras que las medidas de mitigación son un 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 genere con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Las diferentes medidas pueden clasificarse como sigue:

Preventiva. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Remediación. Son medidas que se aplicaran para contrarrestar los efectos negativos de las actividades de la obra para contribuir a la conservación y cuidado de los ecosistemas.

Rehabilitación. Son programas de conservación y cuidado, de los recursos naturales. Estos se llevan a cabo una vez terminado el proyecto para conservar la estructura y funcionalidad de los Ecosistemas afectados.

Reducción. Medidas que se deberán de tomar en cuenta para minimizar los impactos a los ecosistemas.

Compensación. Estas van directamente sobre los impactos irrecuperables e inevitables, su función no evita la aparición del efecto, ni lo anula o atenúa, pero a minora la alteración del factor.

Como medidas preventivas generales se consideran las siguientes:

a. Se designará un encargado ambiental que sea corresponsable de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental.
b. Se brindará capacitación al personal que laborará en el proyecto, con la finalidad de que se lleven a cabo actividades preventivas de impactos ambientales y que, de llegar a presentarse, se resuelvan de la mejor manera y en el menor tiempo posible.

A continuación, se describen las acciones por componente ambiental a realizar para mitigar, prevenir y compensar los impactos generados por la actividad de cambio de uso de suelo.

10.1. Vegetación

En consideración de la superficie por desmontar, se califica el efecto como de magnitud media y extensión puntual, sin embargo, la intensidad del impacto es alta si pensamos en que se elimina el sustrato vegetal del sitio, por lo que se han considerado las siguientes medidas de preventivas y de reducción:

a. El derribo de la vegetación se realizará de manera paulatina, conforme avance el área de explotación. Esto permite que las áreas que no se trabajen no se expongan a las condiciones de intemperismo afectando el suelo.

b. Durante la remoción de vegetación se contempla el picado y almacenado de los productos del desmonte, así como de la capa superficial del terreno, para su posterior incorporación durante las labores de reforestación en la etapa de abandono del sitio.

c. Se delimitará el predio sujeto a maniobras de cambio de uso de suelo, mediante el empleo de banderolas, cinta o cualquier otro indicador visible, para garantizar que las actividades se restrinjan única y exclusivamente al área del proyecto, sin alterar las condiciones de la superficie no autorizada.

d. Como actividad, se ejecutará el programa de rescate y reforestación. Con la aplicación de esta medida de mitigación se estima que en un mediano plazo el aspecto visual (paisaje) será mejorado, acelerando la continuidad de los procesos de sucesión en la recuperación del área, disminuyendo con ello la fragmentación del ecosistema.

10.2. Fauna

Al eliminar la vegetación se incide en la calidad de vida de la fauna del sitio, ya que las posibilidades de alimentos y resguardo se ven disminuidas. Se considera que la fauna menor es la que mayormente se impactará al alterarse también los sitios de madrigueras.

El impacto es directamente proporcional al tamaño de la superficie, adicionado a la importancia del sitio en particular para la fauna.
Las medidas de amortiguamiento para éste caso son:

a. Prohibir que los trabajadores practiquen la cacería o afecten a la fauna silvestre.

b. Evitar en lo posible el trabajo nocturno que afecte especies de hábitos de éste tipo.

c. Evitar la presencia de animales domésticos como gatos y perros en el área del proyecto.

d. Disminuir las posibilidades de daño a la fauna menor por la circulación de vehículos automotores fuera del área del proyecto, lo anterior mediante la concientización del personal.

e. Conforme se avance en el cambio de uso de suelo y se liberen áreas, se reincorporará el material producto del despalme enriquecido con la materia orgánica producto de la remoción de la vegetación, lo que aminorará las condiciones adversas del suelo desnudo, para que sea más fácil utilizarlo por la fauna para la construcción de madrigueras.

f. Realizar actividades de ahuyentamiento de fauna, previo a las actividades de desmonte.

g. Realizar de manera paulatina las actividades de eliminación de la vegetación.

h. Como actividad, ejecutar el programa de rescate y reforestación, que a mediano y largo plazo mejore las condiciones ecológicas.

10.3. Suelo

A pesar de ser un impacto localizado, la magnitud del efecto es considerable si consideramos que se pierde la capa útil de suelo que sustenta la vida de especies vegetales y de fauna.

Actualmente el suelo del sitio sostiene arbustos con una densidad muy baja, pues la ausencia de sustrato fértil y humedad la restringen. Sin embargo, representa un sitio adecuado para la construcción de madrigueras, principalmente de reptiles pequeños.

Las medidas que se han de tomar al respecto se presentan a continuación:

a. Para evitar la contaminación del suelo se instalarán contenedores de residuos de grasas y aceites para su posterior traslado.

b. Se instalarán contenedores con tapa para residuos sólidos (cartón, papel, aluminio, plástico, etc.) y un área destinada para los residuos vegetales (desmonte, podas, etc.) distribuidos estratégicamente.

c. Se realizará periódicamente la recolección, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de grasas y aceites con una empresa autorizada.

d. Establecer la prohibición de verter aceite quemado e hidrocarburos en general, ni químicos líquidos de ninguna índole en el sitio del proyecto, para evitar la contaminación del mismo.

e. Instalación de sanitarios portátiles, a ubicarse en las zonas en donde se

encuentren laborando los obreros, de esta forma se evitará el impacto por la creación de focos de contaminación, proliferación de fauna nociva y malos olores.

f. El derribo de la vegetación se realizará de manera paulatina, conforme avance el área de explotación.

g. Recolectar el suelo impregnado con aceite y otros residuos, así como disponerlo en el sitio designado para tal fin.

h. Como actividad, ejecutar un programa de rescate y reforestación que mejore la cobertura vegetal del suelo y por lo tanto su erosión.

i. Como actividad, durante la etapa de abandono del sitio, realizar el arrope y estabilización de taludes. La actividad la constituye la reincorporación del material producto del despalme enriquecido con la materia orgánica producto de la remoción de la vegetación mismo que se verterá sobre los taludes.

10.4. Hidrología

La microcuenca que se forma en el lugar se verá muy poco modificada, principalmente por el efecto de la captación de agua al eliminarse la capa de suelo y la vegetación del sitio, además de modificarse la pendiente natural puntualmente.

Por las bajas precipitaciones, un riesgo muy bajo, es que el material sea arrastrado aguas abajo a través de escorrentías que se pudieran formar en temporada de lluvias.

Las actividades por realizar para mitigar el impacto son las siguientes:

a. Dejar con una pendiente ligera las áreas intervenidas.

b. Evitar dejar montones de suelo que interfieran con el flujo de escurrimientos.

c. Como actividad, ejecutar el programa de rescate y reforestación

d. Como actividad, realizar el arrope y estabilización de taludes. La actividad la constituye la reincorporación del material producto del despalme enriquecido con la materia orgánica producto de la remoción de la vegetación mismo que se verterá sobre los taludes y en las cepas donde realizará la plantación de los árboles por reforestar.

10.5. Atmósfera

Los efectos en la atmósfera son de 3 tipos:
Emisiones de gases de combustión. En el sitio donde se maneja maquinaria se liberarán gases que en forma temporal estarán en el ambiente del sitio, pero su efecto se diluye con la acción de los vientos.
Polvos producidos durante el cambio de uso de suelo. Al remover la vegetación y con el movimiento del suelo se generan polvos fugitivos hacia la atmósfera.
Ruidos producidos por la maquinaria. El impacto del ruido afecta directamente a los operarios de maquinaria pesada, no así a los centros de población cercanos. El ruido también ahuyenta la fauna del sitio hacia lugares más alejados.

Las medidas para mitigar los efectos en el ambiente son en éste caso:

a. La velocidad de circulación de los vehículos de carga en el área del proyecto y hasta la carretera asfaltada será menor a 30 Km/h.

b. Monitoreo de los niveles de ruido perimetral para verificar el cumplimiento de los límites de la norma NOM-081-SEMARNAT-1994.

c. Para atenuar el impacto ocasionado por el incremento de los niveles de ruido por el uso de maquinaria pesada, en las áreas adyacentes al acceso al predio, se evitará trabajar de noche, con lo cual se reducirán las molestias a los a los habitantes de las zonas cercanas.

d. Mantener un buen programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, para de esta forma mantener dentro de los rangos señalados en las normas oficiales aplicables las emisiones de gases y ruido.

e. Se evitará, en la medida de lo posible, laborar durante los días en los que se presenten vientos fuertes, con lo que se evitará una dispersión excesiva de polvos hacia las áreas aledañas.

f. Se prohibirá la quema de cualquier tipo de residuos.

10.6. Paisaje

Indudablemente que, en el aspecto paisajístico, por la eliminación de la vegetación existente, se sufrirá un impacto visual en el área del proyecto, lo que se considera un daño reversible si consideramos las acciones a realizar y una repoblación natural al paso del tiempo.

Las medidas de mitigación al respecto son:

a. Realizar el cambio de uso de suelo por etapas, esto modificará la fisonomía del lugar de manera paulatina evitando con ello un impacto drástico al paisaje y a la

geomorfología

b. Como actividad, ejecutar el programa de rescate y reforestación.

c. Como actividad, realizar el arrope y estabilización de taludes. La actividad la constituye la reincorporación del material producto del despalme enriquecido con la materia orgánica producto de la remoción de la vegetación mismo que se verterá sobre los taludes y en las cepas donde realizara la plantación de los árboles por reforestar.

Cuadro 52. Actividades preventivas y de mitigación por actividad del proyecto

FACTOR	ACTIVIDAD	Actividad preventiva o de mitigación	
		Tipo	Descripción
Suelo	Remoción de vegetación y Despalme	Preventiva	a. Se instalarán contenedores de residuos de grasas y aceites para su posterior traslado y disposición.
		Preventiva	b. Se instalarán contenedores con tapa para residuos sólidos urbanos
		Preventiva	c. Se designará un área para colocar los residuos del desmonte y la tierra vegetal.
		Preventiva	d. Prohibir verter aceite quemado e hidrocarburos en general en el sitio del proyecto.
		Remediación	e. Recolección y limpieza de derrames de aceites y otros residuos peligrosos.
		Preventiva	f. Instalación de sanitarios portátiles para el personal.
		Reducción	g. El derribo de la vegetación se realizará de manera paulatina.
Flora	Remoción de vegetación y Despalme	Preventiva	a. Delimitar el área sujeta a maniobras de cambio de uso de suelo, para garantizar que no se afecte superficie no autorizada.
		Reducción	b. El derribo de la vegetación se realizará de manera paulatina
		Remediación	c. Realizar el picado, almacenado o dispersión de los productos del desmonte,
		Reducción	d. Recuperar y conservar la capa superficial del suelo.
Fauna	Remoción de vegetación y Despalme	Reducción	a. Realizar el ahuyentamiento de fauna, previo a las actividades de desmonte.
		Reducción	b. Realizar la eliminación de la vegetación de manera paulatina.
	Operación de maquinaria y equipo	Preventiva	a. Prohibir que los trabajadores practiquen la cacería o afecten a la fauna silvestre.
		Reducción	b. Evitar en lo posible el trabajo nocturno que afecte especies de hábitos de éste tipo.
		Preventiva	c. Evitar la presencia de animales domésticos como gatos y perros en el área del proyecto.
		Preventiva	d. Prohibir la circulación de vehículos automotores fuera del área del proyecto
Hidrología	Remoción de vegetación y Despalme	Reducción	a. Dejar con una pendiente ligera las áreas intervenidas.
		Preventiva	b. Evitar dejar montones de suelo que interfieran con el flujo de escurrimientos.
Atmósfera	Remoción de vegetación y Despalme	Reducción	a. Se evitará trabajar de noche, con lo cual se reducirán las molestias a los a los habitantes de las zonas cercanas.
		Reducción	b. Se evitará, en la medida de lo posible, laborar durante los días en los que se presenten vientos fuertes.
		Preventiva	c. Se prohibirá la quema de cualquier tipo de residuos.
	Operación de maquinaria y equipo	Reducción	a. La velocidad de circulación de los vehículos de carga será menor a 30 Km/h.
		Preventiva	b. Monitoreo de los niveles de ruido perimetral
		Reducción	c. Ejecutar un buen programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo.
Paisaje	Remoción de vegetación y Despalme	Preventiva	a. Delimitar el área sujeta a maniobras de cambio de uso de suelo, para garantizar que no se afecte superficie no autorizada.
		Reducción	b. Realizar el cambio de uso de suelo por etapas

10.7. Impactos Residuales

A continuación, se mencionan los impactos residuales que persisten después de aplicar las medidas preventivas y de mitigación.

- Pérdida temporal de la cobertura vegetal, por el desmonte en el área del proyecto, ya que, con el tiempo, la aplicación de medidas y una vez abandonado el sitio, se podrá obtener una cobertura vegetal similar a la original.
- Pérdida temporal de la cubierta fértil del suelo, ocasionada por la misma situación asentada en el párrafo anterior.
- El paisaje será afectado por la eliminación de la vegetación y de una capa de suelo, tardando tiempo en que recupere su estado actual.

11. 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

A continuación, se presenta un resumen del programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre, así como de la actividad complementaria de reforestación. El documento completo se presenta en el **Anexo 5**.

Debido al suelo presente en el área del proyecto, al tipo de especies y su forma de crecimiento, resulta muy complicado realizar el rescate de la mayor parte de ellas y obtener un buen porcentaje de sobrevivencia, incluyendo los individuos de palo fierro. Lo anterior ya que las raíces no pueden extraerse sin ser afectadas, debido a que son muy extensas o se desarrollan entre las rocas. Además, solo de algunas pocas especies se tiene conocimiento que pueden ser reproducidas vegetativamente mediante enraizamiento de estacas.

Por lo anterior, tomando en cuenta el tamaño promedio de los individuos y de su sistema radicular, se realizará el rescate y trasplante de individuos de las siguientes especies *Larrea tridentata, Encelia farinosa y Fouquieria splendens.*

Cuadro 53. Individuos a rescatar por especie

Especie	Nombre Común	Individuos Totales	Individuos a Rescatar	% a Rescatar
Encelia farinosa	Incienso	50	15	30
Fouquieria splendens	Ocotillo	25	15	60
Larrea tridentata	Gobernadora	525	10	1.9
TOTAL		**600**	**40**	**6.6**

Adicionalmente a la actividad de rescate de individuos de flora silvestre, se realizará una reforestación en línea, considerando el acceso principal y la periferia de algunas zonas. Se considera plantar un total de 30 individuos, 15 de cada una de las siguientes especies: *Prosopis glandulosa* y *Cercidium microphyllum.*

El rescate de individuos de flora silvestre se realizará previo o posterior al inicio del desmonte, solo asegurando la cantidad de individuos de las especies propuestas. Para la actividad de reubicación de las plantas y reforestación se considerarán los meses frescos del año, buscando con ello se incremente su adaptación al nuevo sitio.

Las plantas rescatadas serán trasplantadas primeramente en bolsas de polietileno para recibir cuidados y mantenimiento temporal en vivero. Posteriormente serán plantados en su lugar definitivo, mismo que será una zona aledaña o cercana al área del proyecto.

Una vez plantados y reforestados se les brindará mantenimiento en su sitio definitivo durante 2 meses, con lo que se considera se obtendrá un buen porcentaje de sobrevivencia.

12. SERVICIOS AMBIENTALES QUE SERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

12.1. Descripción de los servicios ambientales

Los propietarios y usuarios de los bosques, selvas y zonas áridas saben desde siempre que estos les brindan una amplia variedad de beneficios ambientales, además de bienes inestimables como la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales y los animales de caza.

Los servicios ambientales más conocidos son la protección de las cuencas hidrológicas, la recreación y la belleza del paisaje. Su pérdida es una de las razones principales por las que la deforestación y pérdida de biodiversidad son causa de preocupación. Muchos de estos valiosos servicios no se intercambian en el mercado y, por lo tanto, no son tomados en cuenta cuando se toman decisiones relacionadas con la administración de los recursos naturales.

Los tres principales servicios ambientales que se estima que los bosques, selvas y zonas áridas proporcionan son:

- La protección de las cuencas hidrológicas
- La conservación de la biodiversidad
- La captación de carbono.

Por supuesto, los bosques, selvas y zonas áridas brindan muchos otros beneficios, incluyendo dos servicios ambientales más: el uso recreativo y su aportación a la belleza del paisaje. Dichos servicios, que “se venden” efectivamente mediante empresas de ecoturismo, en las entradas de los parques y en los mercados de bienes raíces residenciales.

Existen muchas maneras de clasificar los beneficios que brindan los bosques y otros ecosistemas naturales. Uno de los marcos de referencia más difundidos distingue entre los diferentes beneficios en términos de si éstos contribuyen directa o indirectamente al bienestar humano y si involucran o no el consumo de los recursos naturales. Este marco de referencia incluye, generalmente, cuatro categorías de valor: los valores de uso directo, los de uso indirecto, los de opción y los de no uso. Se define al valor económico total (VET) de cualquier uso de suelo como la suma de los valores que lo componen, siempre y cuando sean comparables entre sí.

En estos casos, los servicios ambientales forestales, tales como la protección de las cuencas hidrológicas, se clasifican como valores de uso indirecto en vista del papel que juegan en apoyar y proteger la actividad económica y la propiedad. Además de estos valores, se considera que la biodiversidad tiene el valor de opción debido a su papel futuro, aunque incierto, como fuente de información genética para la industria bioquímica. La biodiversidad también puede tener un valor de no uso en tanto que las personas valoren el hecho de saber que una especie o un ecosistema estén siendo preservados, aun cuando no se espere verlos o usarlos alguna vez.

Otro enfoque para calcular el valor es con base en la escala geográfica o política de los valores forestales. Dicho método distingue entre los beneficios que se aprovechan localmente y los que se acumulan a escala nacional o incluso mundial. Por otra parte, podemos fijar nuestra atención en la distinción que existe entre los valores privados y los valores públicos, o entre los valores "instrumentales" y valores "intrínsecos".

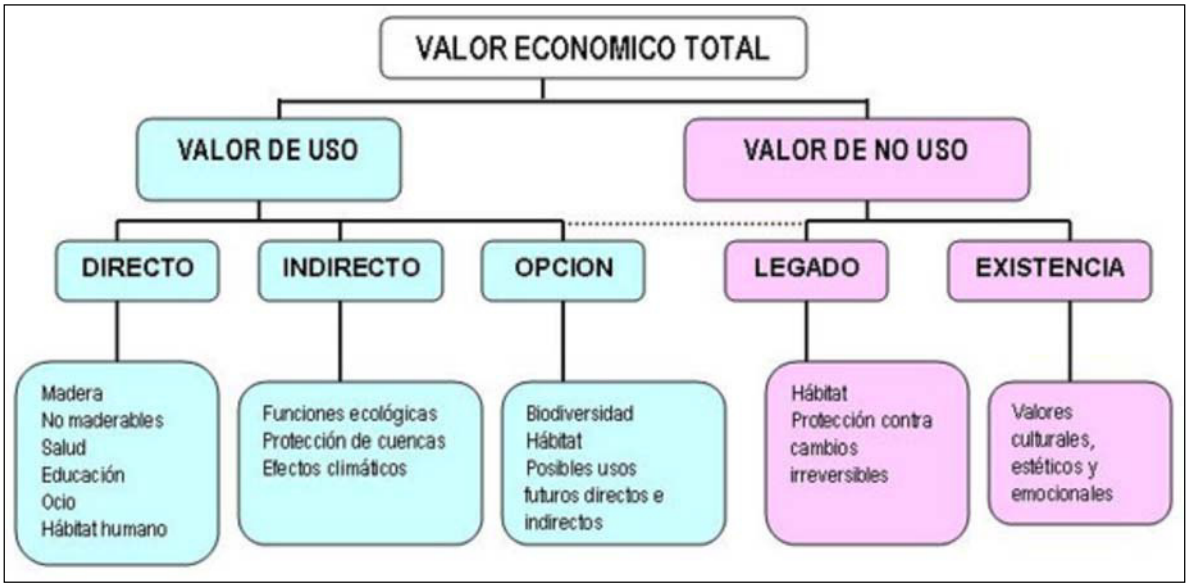

Figura 23. Valoración económica total de los bosques y zonas áridas

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable difine a los Servicios Ambientale como aquellos beneficios que brindan los ecosistemas forestales 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.

Para el presente estudio, en el siguiente cuadro se presentan los principales servicios ambientales para los cuales se analiza su afectación por las actividades del proyecto.

Cuadro 54. Servicios ambientales para los cuales se analiza su afectación

De Provisión	De Regulación	De Soporte	Culturales
Alimento Agua Materias primas	Regulación climática Conservación de ciclos hidrológicos Fijación de Nitrógeno Degradación de desechos orgánicos Control de la erosión Polinización de plantas Control biológico de plagas Amortiguamiento fenómenos naturales	Captura de Carbono Formación de suelo Conservación de la biodiversidad Generación de Oxígeno	Paisaje y recreación Valores religiosos Patrimonio cultural

Servicios de provisión

Agua, alimentos, madera y otros bienes son algunos de los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas y que se conocen como “servicios de abastecimiento”. Muchos de los servicios de abastecimiento se comercializan en los mercados. Sin embargo, en muchas regiones, los hogares rurales también dependen directamente de los servicios de abastecimiento para su subsistencia. En este caso, el valor de los servicios puede ser mucho más importante del que reflejan los precios que alcanzan en los mercados locales.

Servicios de regulación

El mantenimiento de la calidad del aire y del suelo, el control de las inundaciones y enfermedades o la polinización de cultivos son algunos de los “servicios de regulación” proporcionados por los ecosistemas. A menudo son invisibles y, por consiguiente, en la mayoría de los casos se dan por sentados. Cuando se ven dañados, las pérdidas resultantes pueden ser importantes y difíciles de recuperar.

Servicios de soporte

Proporcionar espacios vitales para las plantas o animales y conservar una diversidad de plantas y animales son lo que se denomina “servicios de apoyo”, que constituyen la base de todos los ecosistemas y sus servicios.

Servicios culturales

Los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas se denominan “servicios culturales”. Estos servicios comprenden la inspiración estética, la identidad cultural, el sentimiento de apego al terruño y la experiencia espiritual relacionada con el entorno natural. Normalmente, en este grupo se incluyen también las oportunidades para el turismo y las actividades recreativas. Los servicios culturales están estrechamente interconectados y a menudo están relacionados con los servicios de abastecimiento y de regulación: la pesca en pequeña escala no solo tiene que ver con los alimentos y los ingresos, sino también con el modo de vida de los pescadores. En muchos casos, los servicios culturales figuran entre los valores más importantes que las personas asocian con la naturaleza; es por ello fundamental comprenderlos.

12.1.1. Regulación climática

Los bosques ayudan a regular la temperatura regional, ya que su follaje absorbe, intercepta y refleja los rayos del sol. Además, al moderar la velocidad del viento, los árboles evitan la erosión del suelo y la formación de tolvaneras. A escala mundial, además del oxígeno que proporciona, la vegetación ayuda a regular la presencia en la atmósfera del dióxido de carbono (CO_2), al utilizarlo mediante la fotosíntesis. El CO_2 atrapa en la atmósfera la energía del sol, de esa forma mantiene constante la temperatura de la Tierra. Pero para eso es indispensable mantener en equilibrio el volumen de ese gas, labor que realizan las plantas y las algas.

12.1.2. Conservación de ciclos hidrológicos

Los cambios en la cobertura forestal pueden afectar la cantidad y la calidad de los flujos de agua en la parte baja de la cuenca, además de su dinámica temporal. La disponibilidad de agua depende de la capacidad de los ecosistemas para captarla y mantenerla, del buen manejo de los bosques y de las formas e intensidad de su consumo. La función de captación del mismo recurso es un servicio ambiental que beneficia a la sociedad. El deterioro de los ecosistemas involucrados, afecta directamente la oferta hídrica y la calidad de vida poblacional.

12.1.3. Fijación de nitrógeno

El nitrógeno se encuentra en la Naturaleza fundamentalmente como nitrógeno molecular (N2) gaseoso y es abundante, ya que el 79 % de la atmósfera está constituida por este gas. Sin embargo, pese a su gran abundancia, de poco les sirve a las plantas y animales mientras permanezca en la atmósfera, ya que son incapaces de fijarlo y aprovecharlo. Por fortuna, existen microorganismos que sí son capaces de fijar ese nitrógeno atmosférico y transformarlo en compuestos fácilmente asimilables. El proceso de fijación que realizan consiste en combinar el nitrógeno atmosférico con hidrógeno para formar amoniaco. *Rhizobium leguminosarum* es una bacteria simbiótica que se encuentra en unos nódulos que hay en las raíces de las leguminosas; parte del nitrógeno que fija lo cede a las plantas en forma de un componente soluble en el citoplasma celular.

12.1.4. Captura de carbono

Las plantas verdes toman el bióxido de carbono (CO2) de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo. Las plantas de madera de larga vida almacenan el carbono en la madera y en otros tejidos hasta su muerte, cuando empiezan a descomponerse. Después, pueden liberar el carbono de su madera a la atmósfera en forma de bióxido de carbono (CO2), monóxido de carbono (CO), o de metano (CH4), éste puede integrarse al suelo como materia orgánica.

12.1.5. Degradación de desechos orgánicos

Todos los vegetales necesitan para su desarrollo un alto contenido de materia orgánica. En los nutrientes minerales no está presente el nitrógeno, pero sí en la materia orgánica. Las sustancias orgánicas del suelo provienen de la descomposición de seres animales y vegetales. Los organismos vivos están constituidos por proteínas, que son sustancias cuaternarias porque contienen 4 componentes: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Las plantas al descomponerse liberan el nitrógeno que contienen, formando sales en forma de nitratos, los cuales las plantas pueden absorber. (NO3Ca nitrato de calcio, NO3K2 nitrato de potasio). El humus es el último estadio de la materia orgánica, rico en ácidos orgánicos suaves (ácidos húmicos), y

actúa en las propiedades de agregación de las partículas (estructura), estando también íntimamente ligado a la materia mineral (complejo Arcilla - Humus).

12.1.6. Formación de suelo

Las plantas son las primeras en ocupar un determinado sitio produciendo cambios en el sustrato o suelo en el cual se desarrollan. Las propiedades del suelo pueden variar en función de la distancia a una planta en particular o bien entre diferentes tipos de vegetación. Por ejemplo, la vegetación de las praderas y los bosques ejercen sus propias características al suelo. La vegetación de praderas incorpora la materia orgánica al suelo mediante la descomposición continua de las raíces. En cambio, en los bosques, la materia orgánica es incorporada al suelo principalmente por la caída de hojas y ramas que luego se descomponen en la superficie del suelo.

12.1.7. Control de la erosión

El control de la erosión es otro beneficio para la cuenca hidrológica que se atribuye al bosque. Se plantea que la filtración de agua pluvial es mayor en los bosques naturales y mixtos, lo que permite la reducción del escurrimiento y la erosión. Además, al trabar el suelo, se cree que las raíces de los árboles reducen la vulnerabilidad del suelo a la erosión, especialmente en las pendientes más empinadas. La presencia de árboles también puede ayudar a reducir el impacto de la lluvia en el suelo y, por ende, el nivel de desalojamiento de partículas. En la práctica, es extremadamente difícil establecer una relación clara entre la cubierta forestal y la erosión. La evidencia más clara tiene que ver con el papel que los bosques representan en la reducción de la erosión laminar. Las investigaciones acerca de los determinantes en erosión sugieren que los bosques tienen menos importancia que otros factores, como son la vegetación de la superficie inferior, la composición del suelo, el clima, el tamaño de las gotas de lluvia, el terreno y la inclinación de las pendientes.

12.1.8. Polinización de las plantas

La polinización de plantas por animales es uno de los procesos clave que garantizan la reproducción de las plantas con flores y el mantenimiento de la biodiversidad. Distintas actividades humanas tales como la fragmentación del hábitat, la modificación de hábitats naturales, el cambio climático y la introducción de especies exóticas representan una amenaza para las interacciones planta-polinizador.

12.1.9. Control biológico de plagas

El control biológico se define como una actividad en la que se manipulan una serie de enemigos naturales, también llamados depredadores, con el objetivo de reducir o incluso llegar a combatir por completo a parásitos que afecten a una plantación determinada. La incorporación del control biológico, es un medio de lucha integrada respetando el medio ambiente, debido a que no se emplean insecticidas, lo que da más seguridad, evitar estos productos tóxicos para la salud humana. El método

de control biológico impide las poblaciones de parásitos en plantaciones y cultivos agrícolas y por consiguiente la pérdida de altos niveles de producción. El uso de productos biológicos ya viene ajustado al tipo de parásito y llega a matar una amplia gama de insectos y no producen daño a los insectos benignos.

12.1.10. Paisaje y recreación

La multifuncionalidad en los paisajes se refiere a los diferentes procesos materiales, biológicos y sociales que se llevan a cabo en la naturaleza y la sociedad y que tienen lugar simultáneamente en el paisaje. Significa la coexistencia de funciones ecológicas, económicas, culturales, históricas y estéticas en el paisaje. Esta multifuncionalidad es una expresión de sus diferentes funciones, ecológicas y culturales. Un paisaje, simultáneamente, controla la circulación de materia y energía en el tiempo y en el espacio, mantiene y dispersa diferentes organismos que dependen de su estructura y funciones ecológicas, y contribuye al sostenimiento y a la reproducción de las sociedades humanas a través de los diferentes usos del suelo, de su cobertura vegetal y de los valores ideológicos que integran la diversidad de visiones del mundo elaboradas por las distintas culturas.

12.1.11. Conservación de la biodiversidad

El término biodiversidad se refiere a la variabilidad de la vida, incluyendo los ecosistemas, los complejos ecológicos de que forman parte, la diversidad entre las especies y la que existe dentro de cada especie. Así, este concepto involucra *todos los tipos* de variabilidad biológica, que a grandes rasgos puede dividirse en tres niveles: genes, especies y ecosistemas. Como se sabe, México constituye uno de los 12 países con mayor riqueza y diversidad biológica. De allí proviene, tanto su carácter de país megadiverso como su enorme interés por la conservación y el uso adecuado de tal biodiversidad. Los bosques albergan un porcentaje importante de la biodiversidad del mundo; la pérdida del estos es una de las principales causas de la disminución de especies.

12.1.12. Generación de Oxígeno

El aire está constituido por un 21% de oxígeno, un 78% de nitrógeno y más de un 1% de compuestos gaseosos y sólidos. El dióxido de carbono está presente en el aire en una concentración del 0.03%.

Las plantas en general, y sobre todo los bosques en particular, capturan el carbono del aire gracias a la clorofila y lo devuelven transformado en oxígeno, sintetizando además una molécula de glucosa. Este proceso se denomina fotosíntesis.

En el proceso de la fotosíntesis intervienen diversos elementos, tales como: la energía del sol, el agua de la tierra y el dióxido de carbono del aire. Todos ellos, con la ayuda de la clorofila (el material colorante de las plantas que le da su color verde y que se sitúa preferentemente en las hojas) producen glucosa, almidones y liberan el oxígeno.

Este servicio ambiental está ligado con el proceso de la fotosíntesis que acontece en las plantas, sin embargo, resulta difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día, no obstante, se puede calificar de manera cualitativa considerando el grado de madurez y el tipo de vegetación de que se trate. La afectación a este servicio ambiental se relaciona de manera directa con la fisiología de las plantas y sus procesos biológicos.

12.1.13. Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

Por las características particulares de su geografía, el territorio de México está expuesto a una gran variedad de fenómenos naturales, como huracanes, tormentas tropicales, inundaciones, sequías, incendios forestales, deslizamientos de suelos, terremotos y erupciones volcánicas, que llegan a convertirse en desastres cuando causan daño a las poblaciones humanas y afectan su economía e infraestructura.

Desde el punto de vista de la ecología, estos fenómenos y sus interacciones sinérgicas se consideran perturbaciones que han formado parte de la dinámica de los ecosistemas y del ambiente en el cual han evolucionado las diferentes formas de vida. Sin embargo, el contexto en el que ocurren estas perturbaciones naturales está cambiando debido a la influencia del ser humano sobre el ambiente y los ecosistemas.

Bosques y selvas también ayudan a estabilizar el paisaje y proteger las zonas expuestas a tormentas. Las raíces profundas de los árboles funcionan mucho mejor que otros tipos de vegetación para prevenir deslaves. Se ha demostrado que las zonas transformadas para la agricultura tienen hasta ocho veces más deslaves que las zonas boscosas. Además, estos ecosistemas, particularmente los manglares, sirven como escudos contra los vientos de huracanes y tormentas, no sólo protegiendo la infraestructura humana cercana a la costa, sino reduciendo la considerable erosión que estos fenómenos naturales pueden causar.

12.1.14. Valores religiosos

La naturaleza es un elemento común en la mayoría de las principales religiones. El patrimonio natural, el sentimiento espiritual de pertenencia, el conocimiento tradicional y las costumbres conexas son importantes para crear un sentido de pertenencia.

12.1.15. Patrimonio cultural

Los animales, las plantas y los ecosistemas han sido fuente de inspiración de gran parte de nuestro arte, cultura y diseño; también sirven cada vez más de inspiración para la ciencia.

12.1.16. Alimentos

Prácticamente todos los ecosistemas proporcionan las condiciones necesarias para el cultivo, la recolección, la caza o la cosecha de alimentos.

De todos los servicios ecosistémicos, la producción de alimentos es uno de los que han mostrado una constante tendencia ascendente en la historia reciente. No obstante, en la actualidad se reconoce que los aumentos de la producción y productividad agrícolas fueron acompañados a menudo de efectos adversos sobre la base de recursos naturales de los que depende la agricultura, efectos tan graves que ponen en peligro su potencial productivo en el futuro. En los dos últimos decenios han surgido enfoques ecosistémicos de intensificación agrícola a medida que los agricultores empezaron a adoptar prácticas sostenibles, fundamentales para lograr los beneficios de los servicios ecosistémicos reduciendo al mismo tiempo los efectos negativos de las actividades agrícolas.

12.1.17. Materias primas

Los ecosistemas proporcionan una gran diversidad de materias, como la madera, los biocombustibles y las fibras de especies vegetales y animales cultivadas o silvestres. Ejemplos de materias primas: biocombustible y fibras.

12.1.8. Agua

Los ecosistemas desempeñan un papel fundamental en el suministro y almacenamiento de agua dulce. Los bosques ayudan a mantener ecosistemas acuáticos saludables y proporcionan suministros fiables de agua dulce limpia. Los bosques no solo filtran y limpian el agua, sino que también contribuyen a evitar la erosión del suelo, reducir la sedimentación en los embalses y mitigar el riesgo de desprendimientos de tierras, coladas de barro e inundaciones, problemas todos ellos que pueden poner en peligro el suministro de agua corriente abajo. Y aunque los bosques mismos consumen agua, también mejoran las tasas de infiltración, contribuyendo así a la reposición de los acuíferos subterráneos. La pérdida de la cubierta forestal puede afectar negativamente a las reservas de agua dulce.

12.2. Determinación de los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo

A cada servicio ambiental descrito anteriormente se le asignó dos o más criterios indicadores, para posteriormente valorarlos cualitativamente en tres niveles de intensidad y calificándolos numéricamente del 1 al 3.

Una vez valorados los criterios individualmente para cada servicio ambiental, se sumaron las calificaciones de cada uno de ellos y posteriormente se dividió entre la calificación máxima de afectación, obteniendo un promedio de calificación.

En esta evaluación se proponen los siguientes niveles de afectación, respecto a los promedios de calificación.

Cuadro 55. Nivel de afectación del servicio ambiental

Porcentaje de Calificación	**Nivel de Afectación**
Menor al 40%	No Afectación
41 al 60%	Baja
61 al 80%	Media
Mayor al 80%	Alta

Cuadro 56. Valoración cualitativa de la afectación de servicios ambientales

Servicio Ambiental	Indicador		Calificación				Afectación Relativa
	Criterio	Nivel	Individual	Sumatoria	Máximo	Porcentaje	
1. Regulación Climática	A. Tamaño del predio con enfoque global	Grande	3	2	6	33.3	NO
		Medio	2				
		Chico	1				
	B. Tipo de vegetación	Selva	3				
		Bosque	2				
		Z. árida	1				
2. Conservación de los ciclos hidrológicos	A. Tipo de vegetación	Selva	3	3	12	25	NO
		Bosque	2				
		Z. árida	1				
	B. Cobertura de la vegetación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	C. Cercanía a cuerpos de agua	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	D. Precipitación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
		Muy Baja	0				
3. Fijación de Nitrógeno	A. Presencia de especies fijadoras de nitrógeno	Alta	3	2	6	33.3	NO
		Media	2				
		Baja	1				
	B. Cobertura de especies fijadoras de nitrógeno	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
4. Captura de Carbono	A. Presencia de especies maderables	Alta	3	3	9	33.3	NO
		Media	2				
		Baja	1				
	B. Cobertura de las especies maderables	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	C. Crecimiento de las especies maderables	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				

Cuadro 56. Valoración cualitativa de la afectación de servicios ambientales (continuación)

Servicio Ambiental	Indicador		Calificación				Afectación Relativa
	Criterio	Nivel	Individual	Sumatoria	Máxima	Porcentaje	
5. Degradación de desechos orgánicos	A. Cantidad de materia orgánica en el suelo	Alta	3	3	9	33.3	NO
		Media	2				
		Baja	1				
	B. Producción de follaje en las plantas	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	C. Precipitación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
6. Formación de suelo	A. Producción de follaje en las plantas	Alta	3	3	9	33.3	NO
		Media	2				
		Baja	1				
	B. Tipo de vegetación	Bosque	3				
		Selva	2				
		Z. árida	1				
	C. Cobertura de la vegetación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
7. Control de la erosión	A. Pendiente media del terreno	Alta	3	8	15	53.3	SI Nivel Bajo
		Media	2				
		Baja	1				
	B. Cobertura de la vegetación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	C. Pedregosidad superficial del suelo	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	D. Precipitación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	E. El suelo permanecerá descubierto	Si	3				
		No	0				
8. Polinización de plantas	A. Presencia de plantas que produzcan flores	Alta	3	4	8	50	SI Nivel Bajo
		Media	2				
		Baja	1				
	B. Cercania a zonas agrícolas	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	C. Tamaño del área del proyecto	Grande	2				
		Mediano	1				
		Chico	0				
9. Control biológico de plagas	A. Cercania a zonas agrícolas	Alta	3	4	8	50	SI Nivel Bajo
		Media	2				
		Baja	1				
	B. Biodiversidad	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	C. Tamaño del área del proyecto	Grande	2				
		Mediano	1				
		Chico	0				

Cuadro 56. Valoración cualitativa de la afectación de servicios ambientales (continuación)

Servicio Ambiental	Indicador		Calificación				Afectación Relativa
	Criterio	Nivel	Individual	Sumatoria	Máxima	Porcentaje	
10. Paisaje y recreación	A. Fragmentación del hábitat	Alta	1	4	9	44.4	SI Nivel Bajo
		Media	2				
		Baja	3				
	B. Calidad del paisaje	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	C. Estado de conservación de la vegetación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
11. Conservación de la biodiversidad	A. Biodiversidad	Alta	3	5	12	41.6	SI Nivel Bajo
		Media	2				
		Baja	1				
	B. Estado de conservación de la vegetación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	C. Existencia de especies en riesgo o en peligro	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
		Nula	0				
	D. Fragmentación del hábitat	Alta	1				
		Media	2				
		Baja	3				
12. Generación de Oxígeno	A. Tipo de vegetación	Selva	3	2	8	25	NO
		Bosque	2				
		Z. árida	1				
	B. Cobertura de la vegetación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	C. Tamaño del predio con respecto a la cuenca	Grande	2				
		Medio	1				
		Chico	0				
13. Amortiguamiento del Impacto de Fenómenos Naturales	A. Tipo de vegetación	Selva	3	3	11	27.3	NO
		Bosque	2				
		Z. árida	1				
	B. Altura promedio de la vegetación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	C. Cobertura de la vegetación	Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	D. Tamaño del área del proyecto	Grande	2				
		Medio	1				
		Chico	0				

Cuadro 56. Valoración cualitativa de la afectación de servicios ambientales (final)

Servicio Ambiental	Indicador		Calificación				Afectación Relativa
	Criterio	Nivel	Individual	Sumatoria	Máxima	Porcentaje	
14. Valores religiosos	A. Existencia de un monumento religioso	Si	2	0	4	0	NO
		Colindante	1				
		No	0				
	B. Existencia de alguna tradición religiosa	Si	2				
		Colindante	1				
		No	0				
15. Patrimonio cultural	A. Existencia de un monumento cultural	Si	2	0	4	0	NO
		Colindante	1				
		No	0				
	B. Existencia de alguna tradición cultural	Si	2				
		Colindante	1				
		No	0				
16. Alimento	A. Se obtiene alimento del área del proyecto	Mucho	2	0	4	0	NO
		Poco	1				
		No	0				
	B. Se produce alimento en el área del proyecto	Mucho	2				
		Poco	1				
		No	0				
17. Materias Primas	A. Se obtienen materias primas del área del proyecto	Mucho	2	0	2	0	NO
		Poco	1				
		No	0				
18. Agua	A. Existencia de cuerpos de agua	Si	2	0	4	0	NO
		Colindante	1				
		No	0				
	B. Existencia de manantiales	Si	2				
		Colindante	1				
		No	0				

Como resultado del análisis anterior, se obtuvo que con el desarrollo del proyecto pudieran resultar afectados 5 tipos de servicios ambientales, mismos que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 57. Servicios ambientales afectados con el desarrollo del proyecto

Servicio Ambiental Afectado	**Nivel de Afectación**
7. Control de la erosión	Bajo
8. Polinización de plantas	Bajo
9. Control biológico de plagas	Bajo
10. Paisaje y recreación	Bajo
11. Conservación de la biodiversidad	Bajo

12.3. Grado de afectación de los servicios ambientales

En los siguientes cuadros se presenta la forma en la que el proyecto pudiera poner en riesgo algún servicio ambiental.

Cuadro 58. Forma en que el proyecto pudiera poner en riesgo un servicio ambiental

Servicio Ambiental	Afectación al Servicio Ambiental		
	Actividad	Forma	Nivel
1. Regulación Climática	Eliminación de la vegetación	Menor intercepción de los rayos solares Menor moderación de la velocidad del viento Menor absorción del CO_2 y producción de oxigeno	Área de Influencia
2. Conservación de los ciclos hidrológicos	Eliminación de la vegetación	Menor calidad en los flujos de agua Menor captación de agua hacia el subsuelo	Área de Influencia
3. Fijación de Nitrógeno	Eliminación de la vegetación	Menor fijación de nitrógeno hacia el suelo	Área de Influencia
4. Captura de Carbono	Eliminación de la vegetación	Menor absorción del CO_2	Área de Influencia
5. Degradación de desechos orgánicos	Eliminación de la vegetación	Menor liberación de nitrógeno hacia el suelo	Área de Influencia
6. Formación de suelo	Eliminación de la vegetación Cortes del terreno	No incorporación de materia orgánica al suelo Menor modificación de características físicas al suelo	Área de Influencia
7. Control de la erosión	Eliminación de la vegetación Cortes del terreno	Eliminación de la cubierta vegetal Aumento en el escurrimiento Mayor exposición del suelo al viento	Área de Influencia
8. Polinización de plantas	Eliminación de la vegetación	Eliminación de especies de flora que son alimento de polinizadores Reducción del hábitat de polinizadores	Cuenca
9. Control biológico de plagas	Eliminación de la vegetación	Eliminación de especies de flora que pudieran ser alimento de especies que coadyuvan al control biológico de plagas Reducción del hábitat de dichas especies	Cuenca
10. Paisaje y recreación	Eliminación de la vegetación Cortes del terreno Establecimiento de infraestructura	Modificación de las formas del terreno Modificación de la estructura del paisaje Reducción de la superficie que pudiera utilizarse para recreación	Área de Influencia
11. Conservación de la biodiversidad	Eliminación de la vegetación	Eliminación de especies de flora Reducción del hábitat de fauna silvestre Ahuyento de fauna silvestre Reducción de espacios naturales	Área de Influencia
12. Generación de oxígeno	Eliminación de la vegetación	Menor absorción del CO_2 y producción de oxigeno	Cuenca
13. Amortiguamiento del Impacto de Fenómenos Naturales	Eliminación de la vegetación Movimiento del suelo	Mayor impacto de la lluvia y el viento sobre el suelo. Incremento de la erosión hídrica y eólica Pérdida de suelo y nutrientes.	Área de Influencia
14. Valores religiosos	Eliminación de la vegetación Movimiento del suelo	Afectación a monumentos religiosos o a zonas donde se realiza alguna tradición religiosa	Área de Influencia
15. Valores culturales	Eliminación de la vegetación Movimiento del suelo	Afectación a monumentos culturales o a zonas donde se realiza alguna tradición cultural	Área de Influencia
16. Alimentos	Eliminación de la vegetación	Eliminación de poblaciones vegetales o animales que forman parte de la alimentación de la población.	Área de Influencia
17. Materias primas	Eliminación de la vegetación	Eliminación de la vegetación que proporciona materias primas.	Area del Proyecto
18. Agua	Eliminación de la vegetación Movimiento del suelo	Afectación a cuerpos de agua y manantiales, que demerite la calidad y cantidad de agua generada	Área de Influencia

Cuadro 59. Grado de afectación de los servicios ambientales

Servicio Ambiental	Afectación	Observaciones
1. Regulación Climática	Muy Baja	El área del proyecto es muy pequeña en comparación global. La captación de CO_2 de ese tipo de vegetación es muy pequeña en comparación con bosques o selvas. Debido a que la altura de las plantas es menor a un metro, la influencia para la reducción de las velocidades de viento es muy baja.
2. Conservación de los ciclos hidrológicos	Muy Baja	El predio se encuentra en la parte Media de la cuenca, por lo que la afectación es menor que si se encontrara en la parte alta. La precipitación en el área es muy baja. No existen escurrimientos perenes ni intermitentes. La cobertura de la vegetación es muy baja. Existe poco suelo formado y la capa de materia orgánica es muy delgada.
3. Fijación de Nitrógeno	Muy Baja	Solo existen dos especies catalogadas como eficientes en la captura de Nitrógeno, pero su densidad y cobertura son muy bajas.
4. Captura de Carbono	Muy Baja	En el área del proyecto son solo dos las especies maderables. La vegetación tiene una velocidad baja de crecimiento y por lo tanto de captura de carbono. La cantidad de materia orgánica en el suelo es muy baja.
5. Degradación de desechos orgánicos	Muy Baja	La cantidad de materia orgánica en el suelo es muy baja. La vegetación tiene una velocidad baja de crecimiento. La baja precipitación en la zona restringe la velocidad de degradación de la materia orgánica.
6. Formación de suelo	Muy Baja	La cantidad de materia orgánica en el suelo es muy baja. La vegetación tiene una velocidad baja de crecimiento. La baja precipitación en la zona restringe la velocidad de formación de suelo. La cobertura de la vegetación es baja.
7. Control de la erosión	Media	La pedregosidad superficial del suelo es Media. La cobertura de la vegetación es muy baja. La precipitación en el área es muy baja. No existen escurrimientos perenes. El área del proyecto permanecerá descubierto.
8. Polinización de plantas	Baja	Existen áreas agrícolas cercanas. Existen pocas especies productoras de flor. La producción de flores en la zona está limitada a la temporada de lluvias. El área del proyecto es chica.
9. Control biológico de plagas	Baja	Existen áreas agrícolas cercanas. La producción de flores en la zona está limitada a la temporada de lluvias. La biodiversidad de especies de flora es muy baja en el área del proyecto. El área del proyecto es chica.
10. Paisaje y recreación	Baja	La topografía es colinosa suave y una parte de los alrededores ya fueron impactados por aprovechamientos pétreos. El hábitat en el área del proyecto se encuentra con un nivel de fragmentación Muy Alto. La calidad del paisaje en el área es Baja.
11. Conservación de la biodiversidad	Muy Baja	El número de especies de flora en el área del proyecto es muy bajo. Solo se encontró una especie con categoría de riesgo. El hábitat en el área del proyecto se encuentra con un nivel de fragmentación Medio.
12. Generación de oxígeno	Muy Baja	El área del proyecto es muy pequeña en comparación con la superficie de la cuenca. La generación de Oxígeno de ese tipo de vegetación es muy pequeña en comparación con bosques o selvas. La cobertura de la vegetación es muy baja.
13. Amortiguamiento del Impacto de Fenómenos Naturales	Muy Baja	El tipo de vegetación no cuenta con un follaje denso ni forma una capa de materia orgánica sobre el suelo, que favorezcan la protección contra fenómenos naturales fuertes. La cobertura de la vegetación es muy baja. Debido a que la altura de las plantas es menor a un metro, la influencia para la reducción del impacto del viento y lluvia es muy baja. El área del proyecto es muy pequeña.
14. Valores religiosos	Ninguna	En el área del proyecto no existen monumentos religiosos ni se desarrollan tradiciones religiosas.
15. Valores culturales	Ninguna	En el área del proyecto no existen monumentos culturales ni se desarrollan tradiciones culturales.
16. Alimentos	Ninguna	El promvente y dueño de la propiedad no aprovecha ni produce alimentos en el área del proyecto
17. Materias primas	Ninguna	El promvente y dueño de la propiedad no aprovecha materias primas en el área del proyecto
18. Agua	Ninguna	En el área del proyecto no existen cuerpos de agua ni manantiales que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto.

13. 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

13.1. Responsable de la Elaboración del Estudio

13.2. Responsable de la Ejecución

14. ANÁLISIS QUE DEMUESTREN QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DEL USO DE SUELO SE MANTENGA

14.1. Índices de biodiversidad

La diversidad es una propiedad fenomenológica que pretende expresar la variedad de elementos distintos. Como cualidad fundamental de nuestra percepción, sentimos la necesidad de cuantificarla. El desarrollo de una medida que permita expresar de manera clara y comparable la diversidad biológica presenta dificultades y limitaciones. No se trata simplemente de medir una variación de uno o varios elementos comunes, sino de cuantificar y ponderar cuantos elementos o grupos de elementos diferentes existen. Las medidas de diversidad existentes pues, no son más que modelos cuantitativos o semicuantitativos de una realidad cualitativa con límites muy claros en cuanto a sus aplicaciones y alcances.

El desarrollo de un concepto matemático lógico y coherente para la modelación de la diversidad biológica a nivel específico y genético ha sido bastante explorado y presenta un cuerpo sintético y robusto. La modelación de la diversidad a nivel de ecosistemas es más reciente, y se ha visto beneficiada por los adelantos tecnológicos (como los SIG).

Las medidas de diversidad más sencillas consisten en índices matemáticos que expresan la cantidad de información y el grado de organización de la misma. Básicamente las expresiones métricas de diversidad tienen en cuenta tres aspectos:

Riqueza: Es el número de elementos. Según el nivel, se trata del número de alelos o heterocigosis (nivel genético), número de especies (nivel específico), o del número de hábitats o unidades ambientales diferentes (nivel ecosistémico).
Abundancia relativa: Es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás.
Diferenciación: Es el grado de diferenciación genética, taxonómica o funcional de los elementos.

Cada uno de estos índices de la diversidad es unidimensional y de lectura limitada. Las comparaciones y valoraciones de la diversidad biológica son forzosamente incompletas en estos términos. Se usan por su carácter práctico y sintético, pero insuficiente frente a modelos analíticos alternativos multiescalares y multidimensionales que responden mejor a las necesidades específicas de conservación y manejo. Así, la modelación bidimensional (riqueza y abundancia relativa) puede considerarse como el estándar “clásico” de medida y expresión de la diversidad.

Para el presente análisis de la biodiversidad en el área del proyecto y la cuenca se utilizarán los índices de Shannon, Simpson y Margalef.

14.1.1. Índice de Shannon

El índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas.

La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \log_2 p_i$$

Donde:

- S– número de especies (la riqueza de especies)
- p_i– proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos
- n_i– número de individuos de la especie i
- N– número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia)

14.1.2. Índice de Simpson

El Índice de diversidad de Simpson, también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia, es uno de los parámetros que permiten medir la riqueza de organismos. En ecología es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Donde:

- S es el número de especies
- N es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)
- n es el número de ejemplares por especie

14.1.3. Índice de Margalef

El Índice de Margalef, o índice de biodiversidad de Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Se determina a partir de la siguiente fórmula:

$I=(s-1)/Ln\ N$

Donde:

- I es la biodiversidad
- s es el número de especies presentes
- N es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies)
- Ln es logaritmo neperiano de un número

El mínimo valor que puede adoptar es cero, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra (s=1, por lo que s-1=0).

14.2. Resultados de los índices de biodiversidad

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos para los índices analizados, separados para el área del proyecto y la cuenca.

Cuadro 60. Resultado de los índices de biodiversidad

Índice	Valor	Biodiversidad	Proyecto	Cuenca	Diferencia
Simpson (1-D)	0 a 0.4	Baja			
	0.4 a 0.7	Media			
	0.7 a 1	Alta	0.7004	0.8055	0.1051
Shannon	1 a 2	Baja	1.541		
	2 a 3	Media		2.171	0.63
	Mayor a 3	Alta			
Margalef	Menor a 2	Baja	1.483		
	2 a 5	Media		3.807	2.324
	Mayor a 5	Alta			

En dos de los tres índices, las diferencias obtenidas para el área del proyecto y la cuenca fueron significativas, siendo solo el índice de Simpson donde se obtuvo la menor diferencia. Puede concluirse lo siguiente:

- La biodiversidad en la cuenca es Media-Alta, mientras que en el proyecto es Baja-Media
- La biodiversidad en al área del proyecto es menor que en la cuenca
- El desarrollo del proyecto no afectará la biodiversidad en la cuenca

15. 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

Este capítulo tiene como finalidad analizar el grado de concordancia existente entre las características y alcances del proyecto, con respecto a los diferentes instrumentos de planeación y normativos, identificando aquellos componentes y elementos ambientales que son relevantes para asegurar la sustentabilidad de la zona, así como aquellos que se relacionan con el proyecto y se encuentran sujetos por la normatividad ambiental.

Para la elaboración de este apartado, y con la finalidad de verificar la congruencia entre el uso que se dará al suelo con la realización de este proyecto y lo establecido en los ordenamientos legales aplicables, se ha hecho una revisión de los siguientes instrumentos de observación pública:

1. Programa de Ordenamiento Ecológico de Baja California 2014
2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mexicali

15.1. Programa de Ordenamiento Ecológico de Baja California 2014 (POEBC)

De acuerdo a lo establecido en este programa el proyecto se encuentra ubicado dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 7.h, tal como se muestra en la siguiente figura.

La UGA 7.h cuenta con una política ambiental de Conservación. Para el sector Minero le aplican los criterios MIN 1 al MIN22.

Para el sector Conservación le aplican los criterios CON01, CON02 y CON06.

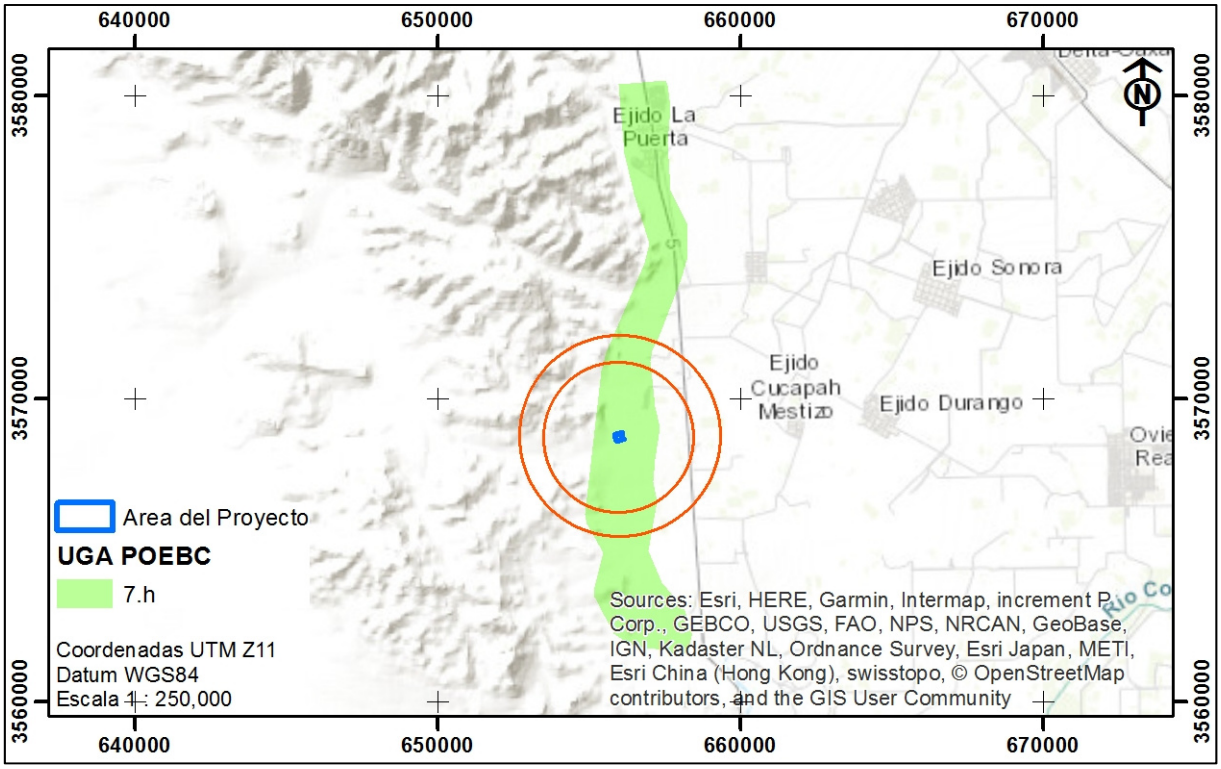

Figura 24. UGA en la que recae el área del proyecto según el POEBC

En el siguiente cuadro se muestran los criterios aplicables al sector Minero.

Cuadro 61. Criterios del POEBC que debe cumplir el sector Minero en la UGA 6.f

CLAVE	CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO.
MIN 01	Las empresas mineras, como parte de su compromiso por la sustentabilidad, realizarán prácticas que permitan respetar los estándares ambientales definidos en la legislación vigente en la materia: a). Rehabilitar las presas de jales ya existentes, previo a la intervención de la empresa, tanto en el predio del proyecto como en los predios aledaños, para permitir que pueda crecer vegetación nativa. b). Tratar los lixiviados de sustancias contaminantes para recuperar y disponer apropiadamente metales pesados, cianuro, aceites, etcétera. c). Usar tecnología para la disminución de polvo, humo y ruido. d). Usar tecnologías para la minimización en el gasto de agua en los procesos de extracción y concentración del mineral. e). Minimizar el cambio de uso de suelo para el desarrollo de las actividades mineras. f). Disminuir el consumo energético en las actividades de extracción y procesamiento de los minerales. g). Incorporar estándares internacionales para temas no contemplados en la legislación ambiental.	No aplica. La actividad del proyecto es la extraccion de Materiales Pétreos. No es un proyecto minero.
MIN 02	En el desarrollo de los proyectos mineros, se debe considerar los costos necesarios para atender la compensación ambiental por: a). La extinción local de las especies debido al cambio de uso del suelo. b). La pérdida de captura de carbono, por parte de la vegetación eliminada. c). La relocalización y el manejo de las especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, o relevantes que sean afectadas por el proyecto. d). La rehabilitación y manejo de la flora y fauna que habiten las áreas de influencia del proyecto. e). El control y mitigación de la erosión. f). La construcción de pozos de absorción de agua de lluvia. g). La disposición final de los residuos tratados.	No aplica. La actividad del proyecto es la extraccion de Materiales Pétreos. No es un proyecto minero.
MIN 03	El tratamiento de las aguas residuales derivadas de los procesos de extracción y concentración de los minerales en los proyectos mineros, deberá ser del tipo que remueva, al menos, la demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos, nitrógeno y fósforo, sustancias refractarias como detergentes, fenoles, remoción de trazas de Metales pesados y de sustancias inorgánicas disueltas y un sistema de tratamiento de lodos y/o un contar con una empresa certificada que se encargue de su recolección y tratamiento.	No aplica. La actividad del proyecto es la extraccion de Materiales Pétreos. No es un proyecto minero.
MIN 04	Cualquier impacto ambiental producido por la operación y abandono de los proyectos mineros que afecte los terrenos aledaños al proyecto, los acuíferos y las comunidades son responsabilidad de la empresa minera. Para tal efecto, se deberán contratar los seguros que permitan pagar los costos de remediación y/o rehabilitación de la vegetación, el suelo, cuerpos de agua y los acuíferos afectados.	No aplica. La actividad del proyecto es la extraccion de Materiales Pétreos. No es un proyecto minero.
MIN 05	Las personas que habiten en las zonas aledañas a los proyectos mineros deberán ser sujetos de una capacitación y monitoreo para prevenir y detectar los riesgos a la salud y los impactos ambientales derivados de las actividades mineras.	No aplica. La actividad del proyecto es la extraccion de Materiales Pétreos. No es un proyecto minero.
MIN 06	En caso de que se encuentren diversas vetas de mineral en el predio del proyecto, se deberá realizar un aprovechamiento racional que consista en proyectar los frentes de explotación para disminuir los impactos ambientales sinérgicos sobre la flora y fauna.	No aplica. La actividad del proyecto es la extraccion de Materiales Pétreos. No es un proyecto minero.
MIN 07	Cuando por excepción se otorgue el cambio de uso de suelo de la vegetación nativa para la ejecución de proyectos de minería metálica y no metálica y su infraestructura asociada, solo se permitirá modificar entre el 20 y 40% de la vegetación del predio en el que se instalará el proyecto. La vegetación que no sea modificada, deberá estar distribuida en el perímetro del predio, para permitir la creación de una red de áreas con vegetación nativa entre los predios que sean desarrollados para favorecer la conectividad entre los ecosistemas.	Se cumple. Se solicitan 5 hectáreas para cambio de uso de suelo, lo que representa el 12.5% del total del polígono arrendado. La vegetación no modificada se encuentra en el perímetro del predio.

Cuadro 61 Aplicación de lineamientos del POEBC al sector Minero (continuación)

CLAVE	CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO.
MIN 08	Los proyectos mineros que colinden con áreas naturales protegidas federales y estatales deberán minimizar la apertura de caminos en sus predios, ubicar su infraestructura lo más lejano posible del área protegida, instalar las presas de jales completamente aisladas de los acuíferos, prever obras para evitar las contingencias por los lixiviados de las presas de jales y la instalación de campamentos y almacenes en la mínima superficie posible.	No aplica. La actividad del proyecto es la extraccion de Materiales Pétreos. No es un proyecto minero. Aún así, el proyecto no colinda con alguna área natural protegida.
MIN 09	Los predios de los proyectos mineros en su etapa de abandono, deberán estar sujetos a una rehabilitación de suelos y un manejo de vegetación que permita la recolonización de las especies nativas.	No aplica. La actividad del proyecto es la extraccion de Materiales Pétreos. No es un proyecto minero.
MIN 10	La explotación de bancos de material pétreo deberá realizarse fuera de la mancha urbana y de predios colindantes o cercanos a los asentamientos humanos en por lo menos 500 metros.	El proyecto cumple con este apartado al ubicarse fuera de la mancha urbana y no tener asentamientos humanos cercanos, en un radio de 500 mts.
MIN 11	La extracción de materiales pétreos y otras actividades mineras deberá evitar alterar el curso natural de ríos y arroyos, la calidad del agua y la dinámica de sedimentos, con el fin de evitar la erosión y asolvamiento de los cuerpos de agua, así como contar con estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones al recurso agua.	El proyecto cumple con este apartado al no desviar el curso de ríos y arroyos ni asolvar cuerpos de agua.
MIN 12	En la restauración de los bancos de préstamo de material pétreo se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación de reforestación y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.	No aplica. La actividad del proyecto es la extraccion de Materiales Pétreos. No es un banco de préstamo.
MIN 13	Con la finalidad de proteger la integridad de los ecosistemas riparios y la recarga de acuíferos y mantos freáticos en el Estado, el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos, se justificará por excepción, cuando el aprovechamiento consiste en extraer el material excedente que permita la rectificación y canalización del cauce, propiciando la consolidación de bordos y márgenes.	El proyecto no pretende ubicarse en causes de rios y/o arroyos.
MIN 14	El material pétreo que no reúna las características de calidad para su comercialización podrá utilizarse en las actividades de restauración. Para ello deberá depositarse en sitios específicos dentro del predio sin que se afecte algún tipo de recurso natural, asegurando la consolidación del material.	El proyecto cumplira con este criterio aprovechando dicho material en la medida de lo posible.
MIN 15	En la extracción de materiales pétreos con fines comerciales se establecerá un área de explotación (sacrificio) y áreas de exclusión como bancos de germoplasma donde se reubiquen las especies susceptibles de trasplantarse. Estos sitios de exclusión deberán tener condiciones ambientales similares a los sitios de explotación para garantizar el éxito de la reubicación de especies vegetales. Asimismo, se deberá promover la creación de un vivero, mediante el cual pueda compensarse la pérdida de especímenes que no puedan replantarse.	El proyecto cumplira con este criterio, ubicando un área de exclusión para replantar allí los individuos rescatados y/o reforestados.
MIN 16	Para la extracción y transformación de materiales pétreos será necesario contar con las autorizaciones correspondientes, las cuales deberán determinar el tiempo de extracción, volúmenes a extraer, las especificaciones técnicas de la extracción y las medidas de restauración que se realizarán para el abandono del sitio.	El proyecto cumple con este criterio al presentar este documento ante la SEMARNAT. Así mismo se presentará un MIA ante la Secretaría de Proteccion al Ambiente del Estado. para obtener la autoriación de aprovechamiento.
MIN 17	Los bancos de explotación de materiales pétreos deben mantener una franja de vegetación nativa de 20 m de ancho mínimo alrededor de la zona de explotación.	El proyecto cumple con este criterio estableriendo la franja de vegetación con las dimenciones minimas señaladas.

Cuadro 61. Aplicación de lineamientos del POEBC al sector Minero (final)

CLAVE	CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO.
MIN 18	Previo a cualquier actividad de explotación de banco de material pétreo que implique el despalme o descapote se deben rescatar los individuos susceptibles de trasplantar y reubicar	El proyecto cumplira con este criterio elaborando y ejecutando el correspondiente programa de rescate.
MIN 19	Los aprovechamientos de materiales pétreos, establecidos en los cauces de arroyos, deberán sin excepción contar con el título de concesión correspondiente y evaluarse a través de una manifestación de impacto ambiental.	No aplica este apartado, el proyecto no se ubica en causes de arroyos.
MIN 20	El desmonte del área de aprovechamiento se realizará de manera gradual, conforme al programa operativo anual, debiendo mantener las áreas no sujetas a aprovechamiento en condiciones naturales	El proyecto cumplira con este criterio de acuerdo a los señalado por esta autoridad.
MIN 21	Para reducir la contaminación por emisión de partículas sólidas a la atmósfera, en las actividades de trituración, manejo y transporte de materiales pétreos deberán implementarse medidas que disminuyan la emisión de dichas partículas.	Se cumplirá este criterio, realizando un programa de regado por pipa de la brecha de acceso, y colocando aspersores en el proceso de triturado.
MIN 22	Se preverá la construcción de obras de contención, con materiales del mismo banco, para prevenir la erosión y desestabilización de las paredes de los bancos de material y evitar desplomes internos o daños a los suelos colindantes, evitando dejar taludes con ángulo de reposo mayor a 15 grados.	El proyecto cumplira con este criterio de acuerdo a los señalado por esta autoridad.

Cuadro 62. Aplicación de lineamientos del POEBC al sector Conservación

CLAVE	CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO.
CON01	Cuando, por excepción, se otorguen cambios de uso de suelo forestal (vegetación primaria y secundaria) para las actividades sectoriales, éste deberá ser de entre el 20 al 40% (umbral de fragmentación y umbral de extinción, respectivamente) de la superficie del predio del proyecto. La superficie remanente (60 a 80% de la superficie del predio) deberá mantener su vegetación, misma que estará distribuida en el perímetro del predio para que estén en contacto con la vegetación de los predios colindantes y se constituyan redes de ecosistemas que le den conectividad biológica al paisaje. La vegetación remanente deberá estar sujeta a un manejo de hábitats que permita el incremento de la biomasa vegetal de especies nativas, en donde sea posible hacerlo, así como un mejoramiento de hábitats para la fauna. Cuando en el predio se encuentren, cuevas, manantiales, lagos, humedales ríos, arroyos o agregaciones de especies con estatus de conservación comprometida, se deberá mantener la vegetación en su perímetro y ésta mantendrá una continuidad con la vegetación del perímetro del predio.	Se cumple. Se solicitarán 5 hectáreas para cambio de uso de suelo, lo que representa el 12.5% del total de la superficie del predio. La vegetación no modificada se encuentra en el perímetro del predio Se contempla la conservación de una franja perimetral de 20 metros.
CON02	Cuando, por excepción, se otorguen cambios de uso del suelo forestal (vegetación primaria y secundaria) para las actividades sectoriales en los predios que colinden con las áreas naturales protegidas, estos deberán ser menores al 20% (umbral de fragmentación). La vegetación remanente deberá estar sujeta a un manejo de hábitats que permita el incremento de la biomasa vegetal de especies nativas, en donde sea posible hacerlo, así como un mejoramiento de hábitats para la fauna. Cuando en el predio se encuentren, cuevas, manantiales, lagos, humedales ríos, arroyos o agregaciones de especies con estatus de conservación comprometida, se deberá mantener la vegetación en su perímetro y ésta mantendrá una continuidad con la vegetación del perímetro del predio.	No Aplica. El área del proyecto no se ubica dentro ni colindante a un área natural protegida.
CON16	Se promoverá la creación de Unidades de Manejo de Vida Silvestre como una alternativa productiva y de conservación	No Aplica. No se tiene interés en crear una unidad de manejo de vida silvestre

15.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mexicali

El plan de ordenamiento ecológico del municipio de Mexicali (POEM) publicado el 24 de noviembre de 2000 en el periódico oficial del gobierno del estado de Baja California, contempla una política de fomento al desarrollo regional, basado en programas de ordenamiento territorial, urbano y ecológico.

De manera específica el área del proyecto se encuentra dentro de la Unidad 4. Sierras de Origen Ígneo Intrusivo y la subunidad de gestión ambiental 4.1. ”Sierra Cucapáh” en la que la política ambiental es de Aprovechamiento con Regulación.

4.1. Sierra Cucapáh. Es una sierra de granito con orientación Noroeste-Sureste, con una altura máxima de 1,000 msnm y pendientes arriba del 20 %. Prácticamente no presenta suelo y su cubierta vegetal es matorral mediano perenifolio. Sus lineamientos de manejo se presentan a continuación:

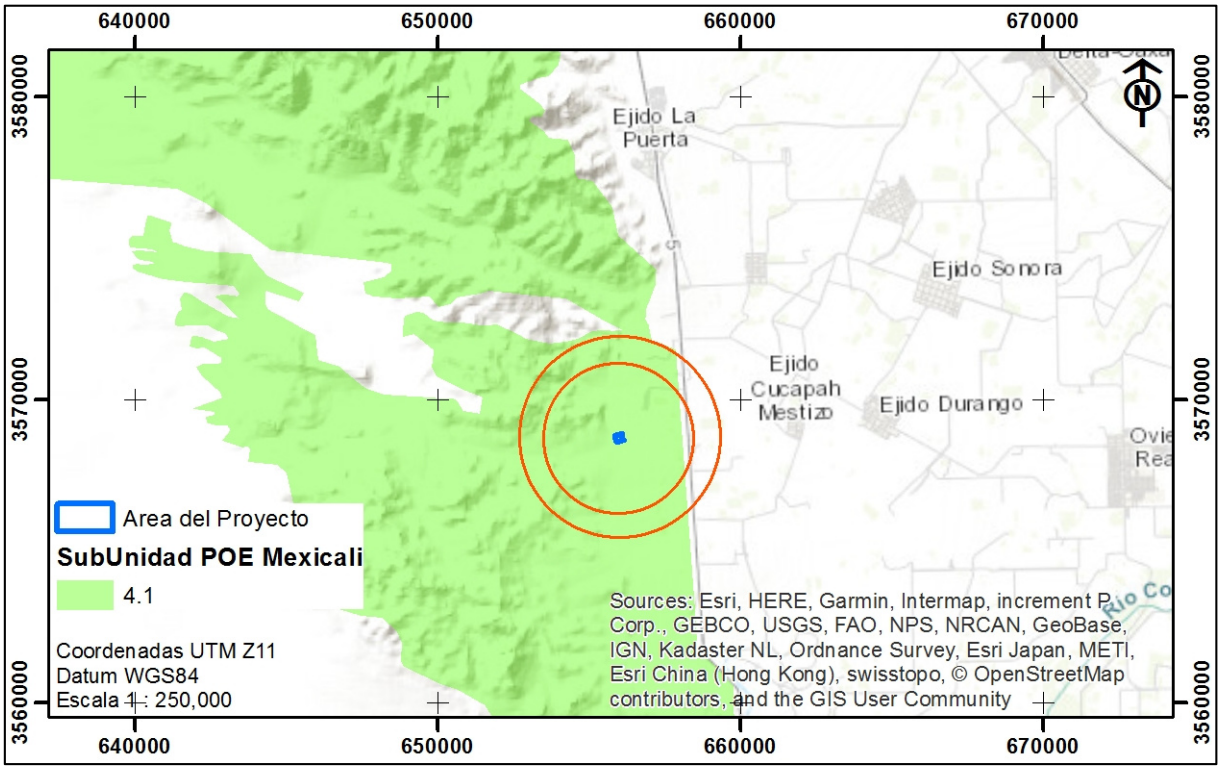

Figura 25. Ubicación del área del proyecto dentro del POE Mexicali

Cuadro 63. Aplicación de los lineamientos del POE Mexicali en el proyecto

Criterio o Lineamiento	Aplicación	Cumplimiento
Se permiten carreras fuera de camino siempre y cuando cumplan con lo establecido por las autoridades ambientales correspondientes.	NO APLICA	El proyecto no contempla realizar carreras fuera de camino.
No se permite establecer rutas nuevas para las carreras fuera de camino.	NO APLICA	El proyecto no contempla realizar carreras fuera de camino.
Las industrias deberán implementar programas para aminorar los impactos ambientales	APLICA Y SE CUMPLE	Se contempla la realización de actividades preventivas y de mitigación de impactos ambientales.
Las actividades productivas como la industria y la explotación de materiales pétreos deben contar con asesoría técnica en el aspecto ambiental.	APLICA Y SE CUMPLE	Se cuenta con asesoría ambiental contratada
Se permite la explotación de recursos naturales únicamente bajo los lineamientos de las autoridades correspondientes.	APLICA Y SE CUMPLE	Se contará con las autorizaciones correspondientes.
Se permite el desarrollo de los proyectos turísticos con infraestructura de densidad baja y media. La infraestructura deberá estar en armonía en el medio circundante.	NO APLICA	El proyecto no contempla realizar actividades turísticas.
El desarrollo de las actividades de comercios y servicios deberá ser congruente con el nivel y tipo de desarrollo urbano y turísticos permitidos.	NO APLICA	El proyecto no contempla realizar actividades de comercio y servicios.
Las industrias deberán de contar con un plan de contingencias ambientales.	NO APLICA	El proyecto no forma parte de este tipo de industrias.
Para la expansión de las actividades correspondientes al aprovechamiento de los recursos naturales y el desarrollo de nuevas actividades, deberá contar con los permisos de la autoridad o autoridades correspondientes.	APLICA Y SE CUMPLE	Se contará con las autorizaciones correspondientes.
Deberá evitarse la afectación o modificación de los cauces de ríos y arroyos, así como el de las zonas de recarga de acuíferos.	APLICA Y SE CUMPLE	No se modificarán los cauces de ríos y arroyos.
Se llevaran a cabo medidas preventivas para evitar el proceso de desertificación, protegiendo la vegetación nativa en recuperación o repoblación	APLICA Y SE CUMPLE	El proyecto contempla la realización de un programa de rescate y reforestación de flora silvestre.
Se permite la acuicultura cumpliendo la ley y la normatividad establecida por la autoridad federal correspondiente.	NO APLICA	El proyecto no contempla la realización de actividades de acuacultura.
Se deberá garantizar, en cualquier obra que así lo requiera, la incorporación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.	NO APLICA	El proyecto no contempla instalar una planta de tratamiento de aguas residuales
Los desarrollos que se establezcan en la zona costera deberán contemplar un área de amortiguamiento, adicionales a la Zona Federal Marítimo Terrestre.	NO APLICA	El proyecto no contempla un desarrollo en la zona costera.
Se permite la explotación del manto acuífero únicamente para consumo humano, recreación y abrevadero.	NO APLICA	El proyecto no contempla la explotación de agua de acuíferos
Se deberá regular la incursión de grupos turísticos.	NO APLICA	El proyecto no contempla la realización de actividades turísticas.
Elaborar estudios de mercado sobre otros productos susceptibles de cultivo.	NO APLICA	El proyecto no contempla la realización de actividades de cultivo.
No se permite descargar aguas residuales tratadas o renovadas a aguas marinas, arroyos, ríos, cuencas y demás depósitos o corrientes de agua. Para poder llevar a cabo estas actividades deberán de contar con el permiso de la autoridad correspondiente.	APLICA Y SE CUMPLE	El proyecto no descargará aguas residuales en arroyos.
Se promoverá la implementación de programas agrícolas para evitar la salinización de suelos	NO APLICA	El proyecto no contempla la realización de actividades agrícolas.
Se deberán desarrollar programas de reforestación con flora nativa de la zona para proteger e impulsar el desarrollo de los ecosistemas naturales.	APLICA Y SE CUMPLE	El proyecto contempla el rescate y reubicación y reforestación de individuos de flora silvestre

15.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

El área del proyecto no recae en alguna área natural protegida.

15.4. Normas Oficiales Mexicanas

ORDENAMIENTO JURÍDICO	APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo	En el área del proyecto se distribuye una especie protegida, que es *Olneya tesota*	Se contempla la ejecución de un programa de rescate y reforestación.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	En el proyecto se utilizará maquinaria y equipo que genera ruido.	Se tomarán en cuenta los límites sonoros, así como los horarios de trabajo para la utilización de la maquinaria.
NOM-076-SEMARNAT-2012 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	En el proyecto se utilizarán vehículos y maquinaria que utiliza gasolina como combustible y emite gases a la atmósfera	Se dará un correcto mantenimiento y servicio a los vehículos y maquinaria que se utilicen
NOM-044-SEMARNAT-2017 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	En el proyecto se utilizarán vehículos y maquinaria que utiliza diésel como combustible y emite gases a la atmósfera	Se dará un correcto mantenimiento y servicio a los vehículos y maquinaria que se utilicen
NOM-041-SEMARNAT-2015 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	En el proyecto se utilizarán vehículos y maquinaria que utiliza gasolina como combustible y emite gases a la atmósfera	Se dará un correcto mantenimiento y servicio a los vehículos y maquinaria que se utilicen

15.5. Planes o programas de desarrollo urbano

15.5.1. Programa de desarrollo urbano de Mexicali

Tal como se observa en la siguiente figura, el proyecto se encuentra ubicado fuera del centro de población de la ciudad de Mexicali, por lo anterior no tiene un uso de suelo asignado.

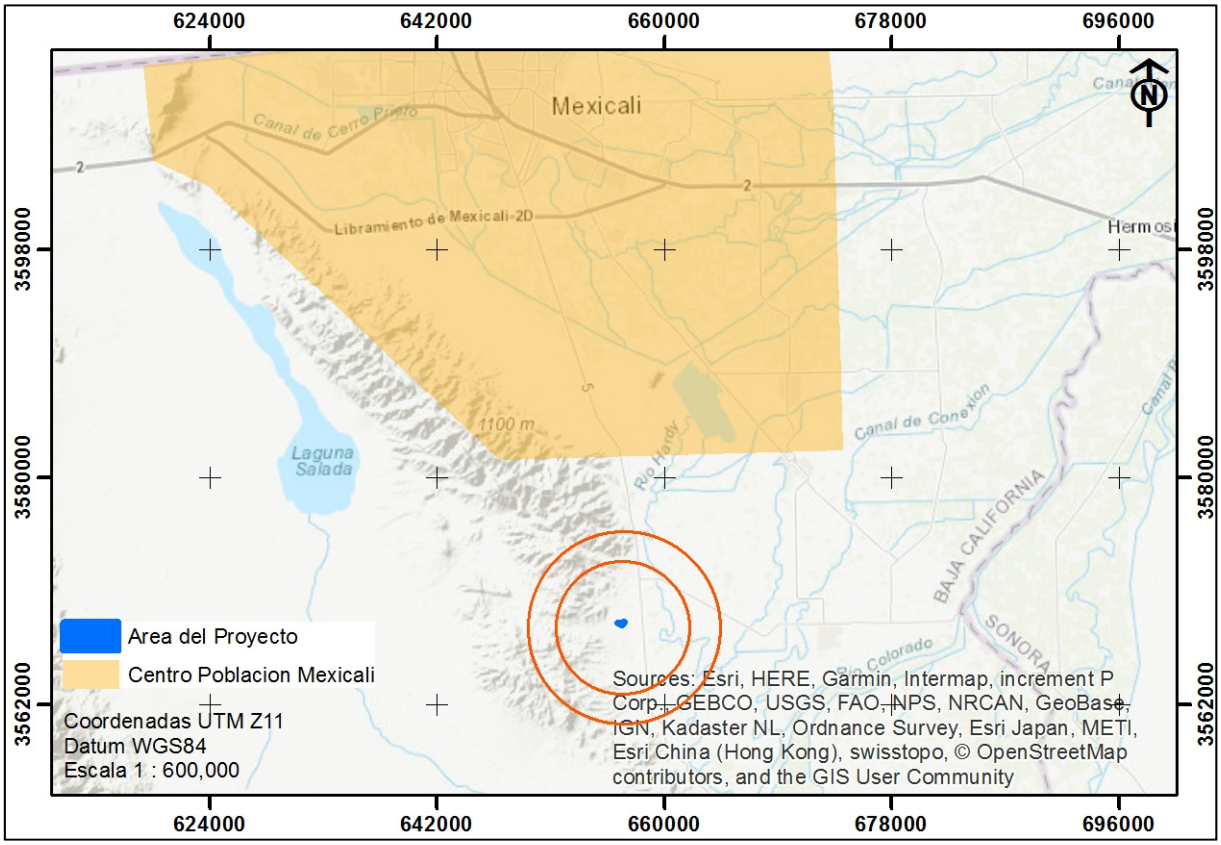

Figura 26. Ubicación del proyecto fuera del límite del centro de población de Mexicali

15.6. Leyes y Reglamentos

15.6.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

ORDENAMIENTO JURÍDICO	APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO
Art. 28, Penúltimo Párrafo.- "…quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría".	Se realizará cambio de uso de suelo, por lo que requiere la autorización en materia de impacto ambiental	Se elaboró un Documento Técnico Unificado con la finalidad de obtener la autorización de cambio de uso de suelo y de impacto ambiental

15.6.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto ambiental.

ORDENAMIENTO JURÍDICO	APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO
ARTÍCULO 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Fracción II. "Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción…"	Se realizará cambio de uso de suelo, por lo que requiere la autorización en materia de impacto ambiental	Se elaboró un Documento Técnico Unificado con la finalidad de obtener la autorización de cambio de uso de suelo y de impacto ambiental

15.6.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

ORDENAMIENTO JURÍDICO	APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO
Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar 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, la capacidad de almacenamiento de carbono, 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.	Se realizará cambio de uso de suelo	Se elaboró un Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo
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.	Se realizará cambio de uso de suelo	Se realizará el pago correspondiente

15.6.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

ORDENAMIENTO JURÍDICO	APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO
Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 93 de la Ley, deberán contener la información correspondiente	Se realizará cambio de uso de suelo	Se incluye la información requerida

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

16.1. Citas bibliográficas de la cartografía utilizada

Comisión Nacional del Agua (CNA). 1998. "Regiones Hidrológicas de México". Escala 1:1’000’000. México.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 1998. “Cuencas Hidrológicas”. Escala 1:250,000. México.

CONAGUA. 2018. Datos vectoriales de la disponibilidad de los acuíferos 2018 en escala 1:250 000

CONABIO. 1999. Áreas de importancia para la conservación de aves. México. D.F. Escala 1:250,000.

CONABIO. 2002. Regiones Hidrológicas Prioritarias. D.F. Escala 1:4’000,000.

CONABIO. 2004. “Regiones Terrestres Prioritarias”. Escala 1:1 000 000. México.

CONABIO. 1998. “Subcuencas hidrológicas”. Extraído de Boletín hidrológico. (1970). Subcuencas hidrológicas en Mapas de regiones hidrológicas. Escala más común 1:1 000 000. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Jefatura de Irrigación y control de Ríos, Dirección de Hidrología. México.

CONABIO. 2001. Provincias fisiográficas de México, Escala 1:4’000,000.

García, E. – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). "Climas" (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1 000 000. México.

INE. 2003. Tipos morfométricos de relieve. México, D.F. Escala 1:250,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. (ed.). Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1’000,000. Aguascalientes, Ags., México.

Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1995). “Edafología”. Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México.
INEGI. 2014. 'Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:250000 Serie II. (Continuo Nacional)', escala: 1:250000. edición: 2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Ags., México.

INEGI. 2001. Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1 000 000. Serie I (Provincias fisiográficas)

INEGI. 2020. Carta topográfica I11D85 serie 6, escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), (2002) 'Localidades de la República Mexicana, 2000'. Obtenido de Principales Resultados por Localidad. XII Censo de Población y Vivienda 2000.Editado por Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.
CONABIO. 2002. Regiones Hidrológicas Prioritarias. D.F. Escala 1:4’000,000.

INEGI. 2016. 'Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (Capa Union)', escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.

INEGI. 2006. Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie III (continuo nacional)

Priego Santander, A. G., Bocco Verdinelli, G., Palacio Prieto, J. L., Velázquez Montes, A., Ortiz Pérez, M. A., Hernández Santana, J. R., Geissert Kientz, D., Isunza Vera, E., Bollo Manent, M., Granados Oliva, A., Troche Souza, C., Bautista Zúñiga, F., Rojas Villalobos, H. L. y A. Gerardo Palacio. 2008: Paisajes Físico-Geográficos de México. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Instituto de Geografía, UNAM, Instituto de Ecología, A.C., Consultora para el Desarrollo Rural y Ordenamiento Ambiental, S.A. de C.V, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma de San Luís Potosí. Marco atípico, edición digital, escala 1:500 000. Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Michoacán.

16.2. ANEXOS

Anexo 1. Documentación legal de la empresa promovente y del Representante Legal

Anexo 2. Documentación legal de la propiedad

Anexo 3. Información del muestreo forestal

Anexo 4. Compendio Fotográfico

Anexo 5. Documentación del responsable técnico del documento técnico unificado y del responsable en materia forestal

Anexo 6. Programa de rescate y reforestación de individuos de flora silvestre