



CAPITULO I

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



INDICE

| | |
|---|----------|
| I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | 1 |
| I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO | 1 |
| I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO | 1 |
| I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO | 1 |
| I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO | 2 |
| I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL | 2 |
| 1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE | 2 |
| 1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL | 2 |
| 1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE | 2 |
| 1.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL | 3 |
| 1.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES | 3 |
| 1.2.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO | 3 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|---|
| Figura I. 1 Ubicación del predio de estudio | 2 |
|---|---|

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

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en la apertura de un área para el depósito de materiales, específicamente residuos de mármol generados de la extracción de roca Caliza (mármol) en el predio denominado "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles", el cual es colindante con el banco de minerales pétreos (roca caliza) ubicado en el predio "Puerto Mármol - Los Españoles", también propiedad de OMYA MÉXICO, S.A. DE C.V., dicho banco de explotación de minerales cuenta con una autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales otorgado por la SEMARNAT, así como la licencia para el aprovechamiento de roca caliza otorgada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable (Anexo 1).

El proyecto "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles" se localiza sobre la carretera estatal 120 San Juan del Río-Jalpan de Serra en el municipio de Cadereyta de Montes y contará con todo lo necesario para su correcta operación incluyendo los accesos, tiempos y etapas del depósito del material, equipos de construcción, así como sus obras de protección y/ o contención necesaria para evitar el derrumbe del material aguas abajo garantizando la estabilidad de toda la estructura dentro del predio a depositar.

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

"Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles"

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La ubicación de proyecto "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles" es en la localidad de Vizarrón de Montes, en la parte norte del Municipio de Cadereyta de Montes perteneciente al estado de Querétaro (Figura I.1).

El Municipio de Cadereyta se localiza en la parte central del Estado, colinda al Norte con los municipios de Peñamiller, Pinal de Amoles y San Joaquín; al Este con los municipios de Pacula y Zimapán, Hidalgo; al Sur con el municipio de Ezequiel Montes y el Estado de Hidalgo; y al Oeste con los municipios de Ezequiel Montes y Tolimán. Cadereyta de Montes es el municipio más grande del Estado de Querétaro, con una superficie de 1,131 km²; lo que representa el 9.6% de la superficie total de la entidad.

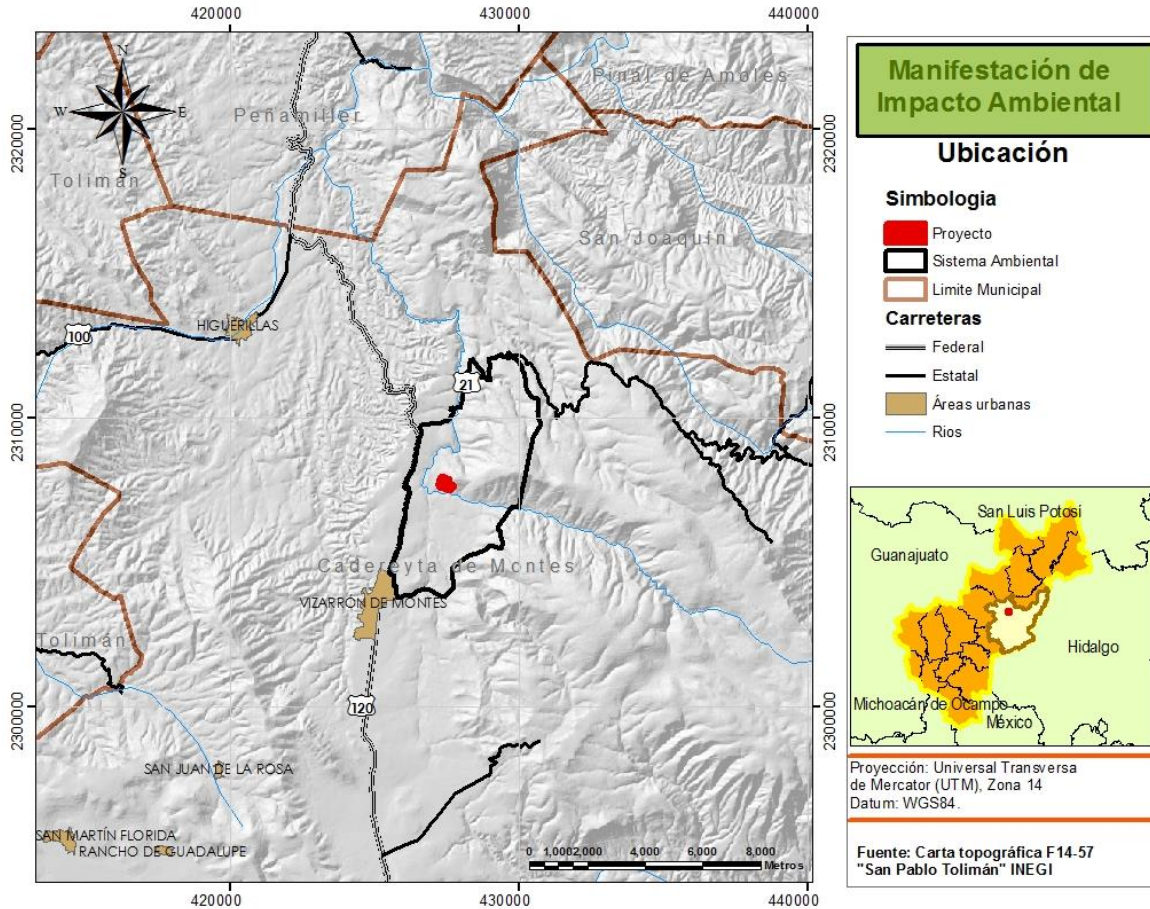


Figura I. 1 Ubicación del predio de estudio

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tendrá una vida útil de 59 años, incluyendo el mantenimiento correspondiente al depósito.

I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

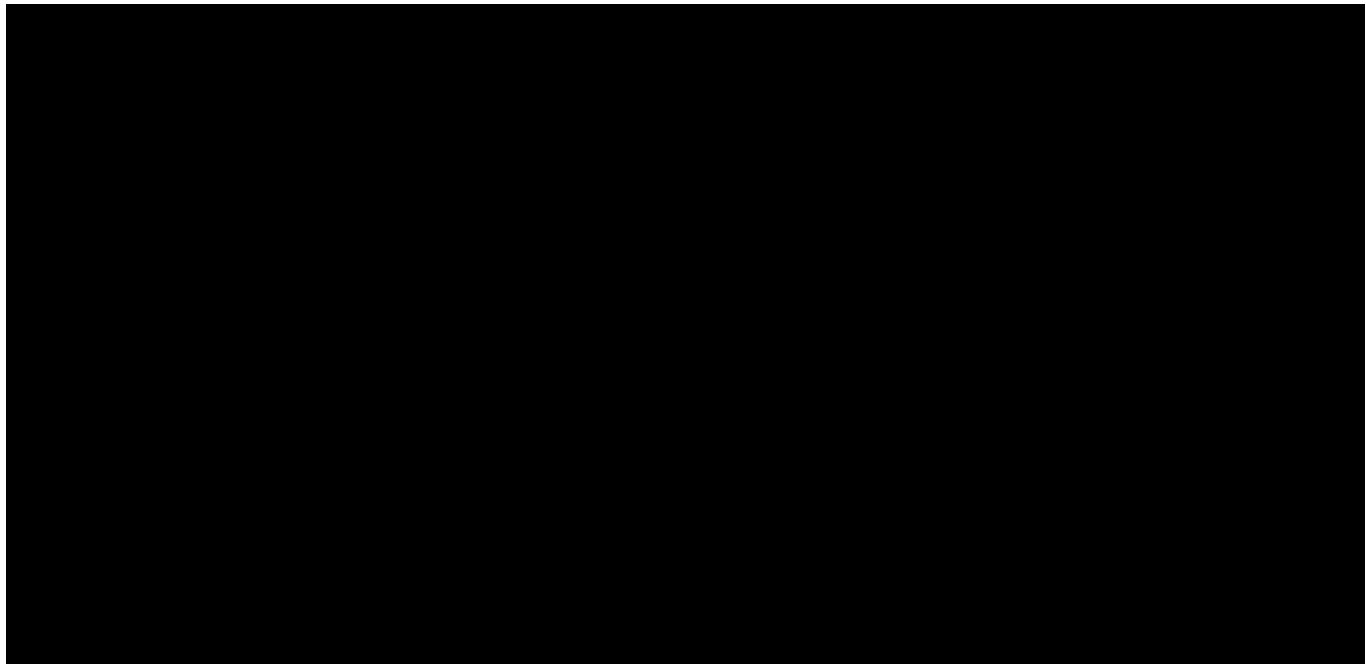
1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

OMYA MÉXICO S.A. DE C.V.

(Ver Acta constitutiva en el Anexo I)

1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE





CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES

INDICE

| | |
|---|----------|
| II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES | 4 |
| II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO | 4 |
| II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO | 4 |
| II.1.2 UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO | 6 |
| II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA | 7 |
| II.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS | 11 |
| II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO | 12 |
| II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO | 12 |
| II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL | 14 |
| II.2.3 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN | 15 |
| II.2.3.1 Limpieza y preparación del sitio | 15 |
| II.2.3.2 Rescate y reubicación de especies de flora y manejo de fauna | 16 |
| II.2.3.3 Trazo y nivelación | 17 |
| II.2.3.4 Desmonte y despalme | 18 |
| II.2.4 DESARROLLO DE LOS CAMINOS A LAS PLANILLAS | 19 |
| II.2.5 CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE RETENCIÓN | 21 |
| II.2.6 ALCANTARILLAS | 24 |
| II.2.7 OPERACIÓN ÁREA DE TERREROS | 25 |
| II.2.7.1 Planilla base no.1 nivel 1985 | 25 |
| II.2.7.2 Planilla base No.2 nivel 2000 | 26 |
| II.2.7.3 Planilla base No.3 nivel 2015 | 26 |
| II.2.7.4 Planilla base No.4 nivel 2030 | 27 |
| II.2.7.5 Planilla base No.5 nivel 2045 | 27 |
| II.2.7.6 Planilla base No.6 nivel 2060 | 28 |
| II.2.7.7 Planilla base No.7 nivel 2075 | 29 |
| II.2.7.8 Planilla base No.8 nivel 2090 | 29 |
| II.2.7.9 Planilla base No.9 nivel 2105 | 30 |
| II.2.8 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO | 31 |
| II.2.9 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS | 32 |
| II.2.10 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA | 33 |
| II.2.10.1 Generación de gases efecto invernadero | 38 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla II. 1. Calculo y comparativa de costos y producción de CO ₂ del depósito actual y área de terreros | 5 |
| Tabla II. 2. Calculo del ahorro en costos de combustible y producción de CO ₂ al depositar el material en el área de terreros | 5 |
| Tabla II. 3. Coordenadas del predio del proyecto | 6 |
| Tabla II. 4. Desglose de áreas | 7 |
| Tabla II. 5. Superficie a afectar con respecto a cobertura vegetal..... | 7 |
| Tabla II. 6. Costos de medidas de mitigación y compensación | 7 |
| Tabla II. 7. Desglose de la Inversión requerida para el proyecto..... | 8 |
| Tabla II. 8. Diagrama de Gantt del proyecto “Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles” | 13 |
| Tabla II. 9. Coordenadas UTM del polígono destinado para la reubicación | 16 |
| Tabla II. 10. Especificaciones de la superficie donde se llevará a cabo el desmonte y despalme . | 18 |
| Tabla II. 11. Tabla de desarrollo de caminos | 19 |
| Tabla II. 12. Coordenadas lineales del muro de retención | 22 |
| Tabla II. 13. Coordenadas del área de ocupación del muro de contención. | 23 |
| Tabla II. 14. Coordenadas de la Planilla base No.1 nivel 1985 | 25 |
| Tabla II. 15. Coordenadas de la Planilla base no.2 nivel 2000 | 26 |
| Tabla II. 16. Coordenadas de la Planilla base no.3 nivel 2015..... | 26 |
| Tabla II. 17. Coordenadas de la Planilla base no.4 nivel 2030 | 27 |
| Tabla II. 18. Coordenadas de la Planilla base no.5 nivel 2045..... | 28 |
| Tabla II. 19. Coordenadas de la Planilla base no.6 nivel 2060 | 28 |
| Tabla II. 20. Coordenadas de la Planilla base no.7 nivel 2075..... | 29 |
| Tabla II. 21. Coordenadas de la Planilla base no.8 nivel 2090 | 29 |
| Tabla II. 22. Coordenadas de la Planilla base no.9 nivel 2105..... | 30 |
| Tabla II. 23. Superficies de reforestación..... | 31 |
| Tabla II. 24. Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) | 33 |
| Tabla II. 25. Generación anual de residuos peligrosos por etapa de proyecto | 35 |
| Tabla II. 26. Generación de Residuos Líquidos | 38 |
| Tabla II. 27. Calculo anual de emisiones a la atmósfera por uso de diésel en las diferentes etapas del proyecto | 39 |
| Tabla II. 28. Calculo anual de emisiones a la atmósfera por uso de gasolina durante la supervisión del proyecto | 40 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura II. 1. Ubicación del proyecto..... | 6 |
| Figura II. 2. Principales vías de comunicación..... | 11 |
| Figura II. 3. Ubicación de las planillas a diferentes niveles dentro del polígono del proyecto..... | 15 |
| Figura II. 4. Ubicación del predio de estudio y predio destinado a la reubicación de especies..... | 16 |
| Figura II. 5. Ubicación del predio de estudio y polígono de reforestación dentro de la propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V..... | 17 |
| Figura II. 6. Localización de caminos y tramos..... | 20 |
| Figura II. 7. Desarrollo de caminos..... | 21 |
| Figura II. 8. Desarrollo de caminos y planillas..... | 21 |
| Figura II. 9. Construcción muro de retención..... | 22 |
| Figura II. 10. Construcción de muro de retención por año..... | 23 |
| Figura II. 11. Acomodo de planillas en el Área de Terreros..... | 31 |
| Figura II. 12. Superficies de reforestación..... | 32 |

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|---|----|
| Fotografía II. 1. a) y b) Ejemplo del diseño de las alcantarillas a construirse para el proyecto..... | 24 |
|---|----|

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente proyecto contempla la habilitación del "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles", para llevar a cabo el depósito de los materiales, específicamente residuos de extracción de roca caliza (mármol) procedente de la explotación del banco de material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V. Las actividades principales a ejecutar en el terreno es el movimiento de material residuo del área de explotación del banco de material para lo cual, en este capítulo, se detallarán las principales actividades y costos de ejecución.

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto contempla el depósito de material en planillas, las cuales contarán con un acomodo específico para evitar el desplazamiento de material aguas abajo evitando provocar alguna afectación, para garantizar esta estabilidad se construirán muros de contención de mampostería, mismos que se realizarán usando material de la región.

Justificación

La importancia del proyecto radica en no modificar las características naturales del predio con materiales traídos de otras zonas, se emplearán materiales del lugar para las actividades que se requieren ejecutar; y con estas actividades incluso mejorar las condiciones ambientales del lugar.

Para la selección del sitio del proyecto se tomaron en cuenta criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos, a fin de determinar su viabilidad.

Los criterios técnicos contemplados para la selección del sitio son principalmente por la cercanía al área de explotación del banco de material de donde procede el material residuo de roca caliza (mármol) que se dispondrá en el sitio.

Ambientalmente, con la acumulación de material en planillas a diferentes niveles se logrará que el escurrimiento no sea directo sobre la superficie del terreno, si no que los espacios generados por el material acumulado permitan la infiltración, la reducción de sedimentos y velocidad del escurrimiento; también es importante mencionar que este acomodo incluso favorecerá el crecimiento de la vegetación presente (adicional a la reforestación proyectada) en el lugar y que con el paso del tiempo dará mayor estabilidad a las planillas de material producto de la explotación.

De igual forma, la actividad económica para la región se verá beneficiada, ya que se estarán generando un número considerable de empleos, trayendo con ellos un beneficio económico para la población de la región y una mayor estabilidad político-social. Con esto se verán reducidos los índices de migración de la zona que han incrementado con el paso de los años.

Proyección de rendimientos de maquinaria y producción de CO₂.

Para este proyecto se realizó un análisis general para calcular su factibilidad económica, no tomando como referencia una inversión a largo plazo y retorno de la misma sino en cuestión de ahorro de combustibles por tiempos y distancias en carga y acarreo así como el cálculo de la cantidad de emisiones de CO₂ que dejarían de emitirse a la atmósfera, como resultado de la ejecución del proyecto en el sitio propuesto, por lo cual se lleva a cabo un análisis comparativo donde se consideran dos alternativas para disposición del material residuo (mármol); la primera corresponde al sitio propuesto por el proyecto "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles" que se encuentra

colindante con el banco de minerales pétreos (roca caliza) ubicado en el predio “Puerto Mármol - Los Españoles”, por lo que la distancia de transporte es relativamente corta. La segunda opción factible para la disposición de material residuo (mármol), corresponde al banco de tiro controlado ubicado en la parcela 149 Z1P1/2 del Ejido San Martín Municipio de Colón, Qro. (Autorización SEDESU/SSMA/DCA/DPA/413/2019), ubicado a aproximadamente 50 km de distancia.

Para el cálculo se toman datos actuales de consumo de diésel por camión, que es de 1.5 km/lt, con un precio de \$21.60 (al mes de diciembre de 2019) y su distancia recorrida por un camión, considerando el regreso al banco de minerales pétreos es de 100 km, considerando 5 viajes por día se hace el cálculo de los costos de transporte y producción de CO₂ (Factor de emisión 3.555216 kg CO₂/kg combustible ((IPCC, 1996)) en el mismo sentido se obtienen los costos para el transporte del material hacia depósito del predio en estudio “Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles” con la diferencia que la distancia a este sitio es de 1 km considerando el regreso al Banco de material, Tabla II.1.

Tabla II. 1. Calculo y comparativa de costos y producción de CO₂ del depósito actual y área de terreros

| Periodo | Deposito actual | | | Área de terreros | | |
|---------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|------------|----------------------|
| | Volumen (L) | Costo (\$) | CO ₂ (kg) | Volumen (L) | Costo (\$) | CO ₂ (kg) |
| Día | 333.33 | 7,200.00 | 1,054.71 | 1.67 | 36.00 | 5.27 |
| Año | 80,000.00 | 1,728,000.00 | 253,131.38 | 400.00 | 8,640.00 | 1,265.66 |
| Total, proyecto (59 años) | 4,720,000.00 | 101,952,000.00 | 14,934,751.37 | 23,600.00 | 509,760.00 | 74,673.76 |

IPCC Revised 1996. IPCC Guidelines for National Greenhouse gas inventories, Workbook, volume 2. Reference Manual, volume 3.

En la Tabla II.2 se muestran los valores obtenidos generales para el ahorro de combustible que se tendrá si lleva a cabo la apertura del área para depósito de materiales, específicamente residuos de mármol generados de la extracción de roca Caliza (mármol) en el predio denominado "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles", en comparación con la segunda alternativa ubicada en el municipio de Colón, Qro. Asimismo, la reducción de emisiones de CO₂ es muy significativa, lo que es beneficioso para el medio ambiente.

Tabla II. 2. Calculo del ahorro en costos de combustible y producción de CO₂ al depositar el material en el área de terreros

| Periodo | Volumen (L) | Costo (\$) | CO ₂ (kg) |
|---------------------------|--------------|----------------|----------------------|
| Día | 331.66 | 7,164.00 | 1,049.44 |
| Año | 79,600.00 | 1,719,360.00 | 251,865.72 |
| Total, proyecto (59 años) | 4,696,400.00 | 101,442,240.00 | 14,860,077.60 |

Las cantidades anteriores son los totales para un periodo de operación de 59 años, donde se demuestra de manera general la factibilidad económica en cuestión de combustible, teniendo una reducción en costos de \$101, 442,240.00 y la disminución de emisiones de CO₂ de hasta 14,860,077.60 kg (14,860.07 Toneladas), lo que representa un ahorro del 99.5%.

II.1.2 UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles" se encuentra ubicado en la localidad de Vizarrón de Montes, Municipio de Cadereyta de Montes, estado de Querétaro, y cuenta con una superficie total de 19.94 hectáreas. En la Tabla II.3 se observan las coordenadas de sus vértices, asimismo, en el plano (Figura II.1) se puede visualizar su ubicación.

Tabla II. 3. Coordenadas del predio del proyecto

| Punto | X | Y | Punto | X | Y |
|-------|-----------|------------|------------------------------|-----------|------------|
| 1 | 427783.54 | 2307674.22 | 9 | 427225.03 | 2307889.27 |
| 2 | 427642.40 | 2307722.70 | 10 | 427187.57 | 2307766.19 |
| 3 | 427601.90 | 2307752.60 | 11 | 427186.14 | 2307670.62 |
| 4 | 427584.54 | 2307793.90 | 12 | 427235.94 | 2307580.90 |
| 5 | 427562.00 | 2307845.70 | 13 | 427358.26 | 2307528.06 |
| 6 | 427562.20 | 2307879.90 | 14 | 427463.86 | 2307497.67 |
| 7 | 427581.80 | 2307924.00 | 15 | 427626.43 | 2307471.48 |
| 8 | 427304.02 | 2308027.90 | Área: 19.94 hectáreas | | |

Sistema de Coordenadas UTM, Datum WGS 84.

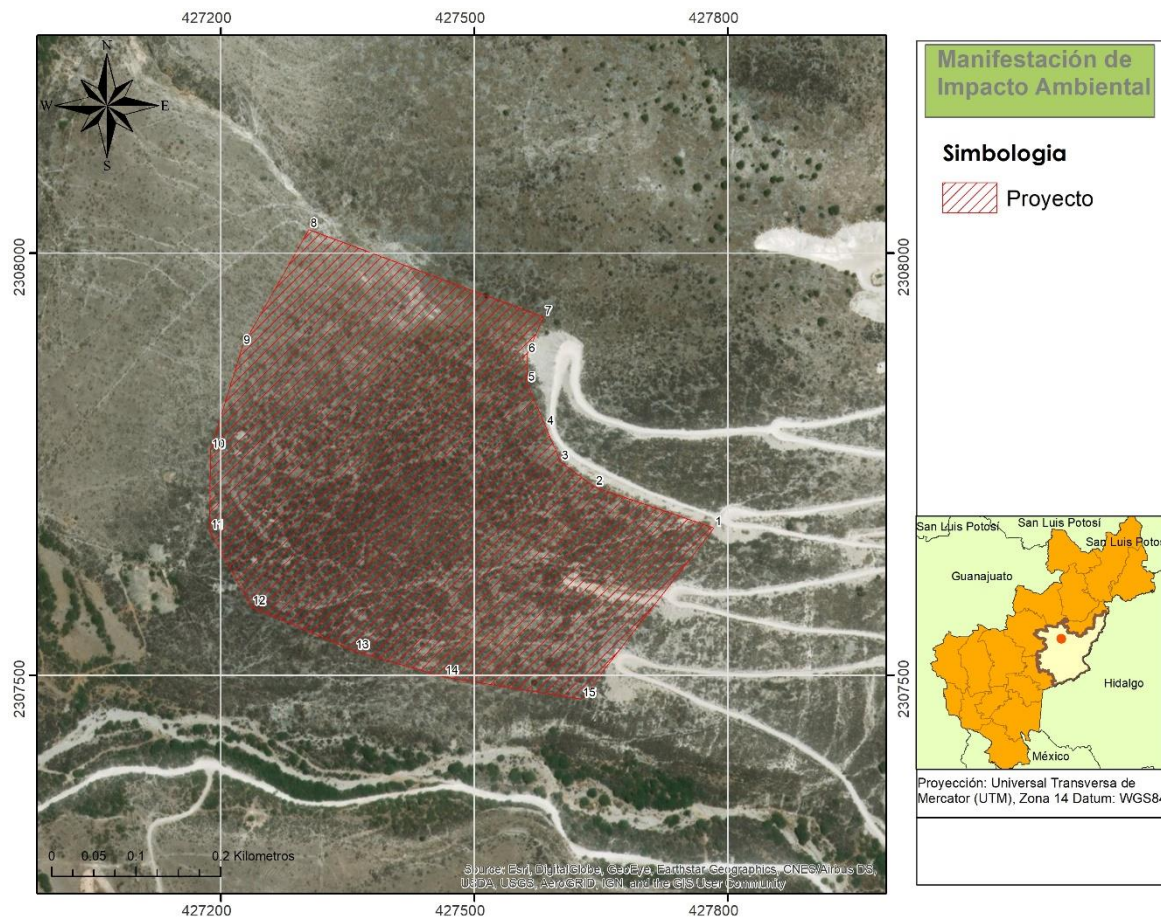


Figura II. 1. Ubicación del proyecto
 Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Tabla II. 4. Desglose de áreas

| No. | Zona | Superficie | | |
|-----|---|----------------|-------|--------|
| | | m ² | Ha | % |
| 1 | Superficie total Proyecto | 199,400.00 | 19.94 | 100.00 |
| 2 | Superficie a afectar con cobertura vegetal | 199,400.00 | 19.94 | 100.00 |
| 3 | Superficie de obras permanentes (Muro de retención y planillas) | 199,400.00 | 19.94 | 100.00 |

Con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, de acuerdo a trabajos de campo se determina que 100% del total de su superficie presenta vegetación del tipo **matorral submontano** con presencia de vegetación primaria el proceso de degradación (tabla II.5).

Tabla II. 5. Superficie a afectar con respecto a cobertura vegetal

| Comunidad vegetal | Tipo de vegetación | Superficie con cobertura vegetal a afectar (m ²) | % respecto a la superficie total del terreno |
|-------------------|---------------------|--|--|
| Matorral xerófilo | Matorral submontano | 199,400.00 | 100.00 |

II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo con un presupuesto de \$ 237, 665,292.90, el cual incluye costos de preparación del sitio, de obra civil para la construcción del muro y alcantarillas, así como la operación de llenado de las planillas (Tabla II.7).

Así mismo, se llevarán a cabo medidas de prevención, mitigación y compensación, las cuales requieren un presupuesto de \$763,519.00 (Tabla II.6), por lo que el presupuesto total del proyecto será de **\$238, 428,811.90**.

Tabla II. 6. Costos de medidas de mitigación y compensación

| Etapa o fase | Costo (\$) |
|---|-------------------|
| Programa de rescate y reubicación de flora | 66,574.00 |
| Material y equipo | 21,574.00 |
| Costos de personal | 45,000.00 |
| Plan de rescate y manejo de fauna | 87, 000.00 |
| Materiales | 15,000.00 |
| Costos de personal | 72,000.00 |
| Programa de reforestación | 609,945.00 |
| Materiales para reforestación | 508,445.00 |
| Materiales y equipo de actividades de reforestación, incluye material didáctico y carteles educativos | 10,000.00 |
| Capacitación | 1,500.00 |
| Costos de personal | 90,000.00 |
| COSTO TOTAL | 763,519.00 |

Tabla II. 7. Desglose de la Inversión requerida para el proyecto

| AÑO | LIMPIA, PREP., RECO., ESP., NAT. (\$) | OBRA CIVIL MURO (\$) | OBRA CIVIL ALCANT. (\$) | OPERACIÓN (LLENADO DE PANTILLAS) | | | | | ESP., PICK-UP REABILITACION PLANILLAS (\$) | TOTAL (\$) |
|-----|---|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------|------------|-----------|-----------|--|---------------------|
| | | | | CARGADOR (\$) | CAMIONES (\$) | AGUA (\$) | | | | |
| | | | | | | CRUDA | TRATADA | POTABLE | | |
| 1 | 78.000,00 | 923.397,85 | 263.410,56 | 166.488,86 | 211.623,18 | 71.700,00 | 4.980,00 | 4.183,00 | | 1.723.783,45 |
| 2 | 81.120,00 | 644.908,02 | 129.353,13 | 176.611,38 | 224.489,87 | 74.568,00 | 5.179,20 | 4.350,32 | | 1.340.579,92 |
| 3 | 84.364,80 | 644.908,02 | | 187.349,35 | 238.138,85 | 77.550,72 | 5.386,37 | 4.524,33 | | 1.242.222,45 |
| 4 | 87.739,39 | 644.908,02 | | 198.740,19 | 252.617,70 | 80.652,75 | 5.601,82 | 4.705,31 | | 1.274.965,18 |
| 5 | 91.248,97 | 644.908,02 | | 210.823,60 | 267.976,85 | 83.878,86 | 5.825,90 | 4.893,52 | | 1.309.555,71 |
| 6 | 94.898,93 | 644.908,02 | | 223.641,67 | 284.269,85 | 87.234,01 | 6.058,93 | 5.089,26 | | 1.346.100,67 |
| 7 | 98.694,88 | 644.908,02 | | 237.239,09 | 301.553,45 | 90.723,37 | 6.301,29 | 5.292,83 | | 1.384.712,94 |
| 8 | | 644.908,02 | | 251.663,22 | 319.887,90 | 94.352,31 | 6.553,34 | 5.504,54 | 100.114,89 | 1.422.984,23 |
| 9 | | 644.908,02 | | 266.964,35 | 339.337,09 | 98.126,40 | 6.815,47 | 5.724,72 | 104.119,49 | 1.465.995,54 |
| 10 | | 625.476,76 | | 283.195,78 | 359.968,78 | 102.051,46 | 7.088,09 | 5.953,71 | 108.284,27 | 1.492.018,85 |
| 11 | 115.459,05 | | 150.520,32 | 300.414,08 | 381.854,88 | 106.133,52 | 7.371,62 | 6.191,86 | | 1.067.945,33 |
| 12 | 120.077,41 | | | 318.679,26 | 405.071,66 | 110.378,86 | 7.666,48 | 6.439,54 | | 968.313,20 |
| 13 | 124.880,51 | | | 338.054,96 | 429.700,02 | 114.794,01 | 7.973,14 | 6.697,12 | | 1.022.099,75 |
| 14 | 129.875,73 | | | 358.608,70 | 455.825,78 | 119.385,77 | 8.292,07 | 6.965,00 | | 1.078.953,04 |
| 15 | 135.070,76 | | | 380.412,11 | 483.539,98 | 124.161,20 | 8.623,75 | 7.243,60 | | 1.139.051,40 |
| 16 | 140.473,59 | | | 403.541,16 | 512.939,22 | 129.127,65 | 8.968,70 | 7.533,35 | | 1.202.583,66 |
| 17 | | | | 428.076,47 | 544.125,92 | 134.292,76 | 9.327,45 | 7.834,68 | 138.603,87 | 1.262.261,14 |
| 18 | | | | 454.103,51 | 577.208,78 | 139.664,47 | 9.700,54 | 8.148,07 | 144.148,02 | 1.332.973,39 |
| 19 | | | | 481.713,01 | 612.303,07 | 145.251,04 | 10.088,57 | 8.473,99 | 149.913,94 | 1.407.743,62 |
| 20 | 164.334,24 | | | 511.001,16 | 649.531,10 | 151.061,09 | 10.492,11 | 8.812,95 | | 1.495.232,64 |
| 21 | 170.907,61 | | | 542.070,03 | 689.022,59 | 157.103,53 | 10.911,79 | 9.165,47 | | 1.579.181,02 |
| 22 | 177.743,91 | | | 575.027,89 | 730.915,16 | 163.387,67 | 11.348,26 | 9.532,09 | | 1.667.954,98 |
| 23 | 184.853,67 | | | 609.989,58 | 775.354,80 | 169.923,18 | 11.802,20 | 9.913,37 | | 1.761.836,80 |
| 24 | | | | 647.076,95 | 822.496,37 | 176.720,10 | 12.274,28 | 10.309,91 | 179.896,73 | 1.848.774,35 |



| AÑO | LIMPIA, PREP., RECO., ESP., NAT. (\$) | OBRA CIVIL MURO (\$) | OBRA CIVIL ALCANT. (\$) | OPERACIÓN (LLENADO DE PANTILLAS) | | | | | ESP., PICK-UP REABILITACION PLANILLAS (\$) | TOTAL (\$) |
|-----|---|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------|------------|-----------|-----------|--|---------------------|
| | | | | CARGADOR (\$) | CAMIONES (\$) | AGUA (\$) | | | | |
| | | | | | | CRUDA | TRATADA | POTABLE | | |
| 25 | | | | 686.419,23 | 872.504,15 | 183.788,91 | 12.765,25 | 10.722,30 | 187.092,60 | 1.953.292,45 |
| 26 | | | | 728.153,52 | 925.552,41 | 191.140,46 | 13.275,86 | 11.151,19 | 194.576,30 | 2.063.849,75 |
| 27 | | | | 772.425,25 | 981.825,99 | 198.786,08 | 13.806,90 | 11.597,24 | 202.359,35 | 2.180.800,82 |
| 28 | 224.902,75 | | | 819.388,71 | 1.041.521,01 | 206.737,53 | 14.359,18 | 12.061,13 | | 2.318.970,30 |
| 29 | 233.898,86 | | | 869.207,54 | 1.104.845,49 | 215.007,03 | 14.933,54 | 12.543,58 | | 2.450.436,04 |
| 30 | 243.254,81 | | | 922.055,36 | 1.172.020,10 | 223.607,31 | 15.530,88 | 13.045,32 | | 2.589.513,78 |
| 31 | 252.985,01 | | | 978.116,32 | 1.243.278,92 | 232.551,60 | 16.152,12 | 13.567,13 | | 2.736.651,10 |
| 32 | | | | 1.037.585,80 | 1.318.870,28 | 241.853,67 | 16.798,20 | 14.109,82 | 242.831,22 | 2.872.048,98 |
| 33 | | | | 1.100.671,01 | 1.399.057,59 | 251.527,81 | 17.470,13 | 14.674,21 | 252.544,47 | 3.035.945,23 |
| 34 | | | | 1.167.591,81 | 1.484.120,29 | 261.588,92 | 18.168,94 | 15.261,18 | 262.646,25 | 3.209.377,39 |
| 35 | | | | 1.238.581,39 | 1.574.354,80 | 272.052,48 | 18.895,70 | 15.871,63 | 273.152,10 | 3.392.908,10 |
| 36 | 307.794,94 | | | 1.313.887,14 | 1.670.075,58 | 282.934,58 | 19.651,52 | 16.506,49 | | 3.610.850,25 |
| 37 | 320.106,74 | | | 1.393.771,48 | 1.771.616,17 | 294.251,96 | 20.437,58 | 17.166,75 | | 3.817.350,69 |
| 38 | 332.911,01 | | | 1.478.512,79 | 1.879.330,43 | 306.022,04 | 21.255,09 | 17.853,42 | | 4.035.884,78 |
| 39 | | | | 1.568.406,36 | 1.993.593,72 | 318.262,92 | 22.105,29 | 18.567,56 | 316.856,44 | 4.237.792,30 |
| 40 | | | | 1.663.765,47 | 2.114.804,22 | 330.993,44 | 22.989,50 | 19.310,26 | 329.530,69 | 4.481.393,59 |
| 41 | | | | 1.764.922,41 | 2.243.384,32 | 344.233,18 | 23.909,08 | 20.082,67 | 342.711,92 | 4.739.243,58 |
| 42 | | | | 1.872.229,69 | 2.379.782,09 | 358.002,51 | 24.865,45 | 20.885,98 | 356.420,40 | 5.012.186,11 |
| 43 | 405.037,15 | | | 1.986.061,26 | 2.524.472,84 | 372.322,61 | 25.860,06 | 21.721,42 | | 5.335.475,33 |
| 44 | 421.238,64 | | | 2.106.813,78 | 2.677.960,79 | 387.215,51 | 26.894,47 | 22.590,27 | | 5.642.713,45 |
| 45 | | | | 2.234.908,06 | 2.840.780,80 | 402.704,13 | 27.970,25 | 23.493,88 | 399.190,85 | 5.929.047,97 |
| 46 | | | | 2.370.790,47 | 3.013.500,27 | 418.812,30 | 29.089,05 | 24.433,64 | 415.158,48 | 6.271.784,21 |
| 47 | | | | 2.514.934,53 | 3.196.721,09 | 435.564,79 | 30.252,62 | 25.410,98 | 431.764,82 | 6.634.648,83 |
| 48 | | | | 2.667.842,55 | 3.391.081,73 | 452.987,38 | 31.462,72 | 26.427,42 | 449.035,41 | 7.018.837,22 |
| 49 | 512.501,21 | | | 2.830.047,38 | 3.597.259,50 | 471.106,87 | 32.721,23 | 27.484,52 | | 7.471.120,71 |



| AÑO | LIMPIA, PREP., RECO., ESP., NAT. (\$) | OBRA CIVIL MURO (\$) | OBRA CIVIL ALCANT. (\$) | OPERACIÓN (LLENADO DE PANTILLAS) | | | | | ESP., PICK-UP REABILITACION PLANILLAS (\$) | TOTAL (\$) |
|--------------|---|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--|-----------------------|
| | | | | CARGADOR (\$) | CAMIONES (\$) | AGUA (\$) | | | | |
| | | | | | | CRUDA | TRATADA | POTABLE | | |
| 50 | | | | 3.002.114,26 | 3.815.972,88 | 489.951,15 | 34.030,08 | 28.583,90 | 484.958,24 | 7.855.610,51 |
| 51 | | | | 3.184.642,80 | 4.047.984,03 | 509.549,20 | 35.391,28 | 29.727,26 | 504.356,57 | 8.311.651,14 |
| 52 | | | | 3.378.269,09 | 4.294.101,46 | 529.931,16 | 36.806,93 | 30.916,35 | 524.530,84 | 8.794.555,83 |
| 53 | | | | 3.583.667,85 | 4.555.182,83 | 551.128,41 | 38.279,21 | 32.153,00 | 545.512,07 | 9.305.923,37 |
| 54 | | | | 3.801.554,85 | 4.832.137,95 | 573.173,55 | 39.810,38 | 33.439,12 | 567.332,56 | 9.847.448,40 |
| 55 | | | | 4.032.689,39 | 5.125.931,93 | 596.100,49 | 41.402,80 | 34.776,69 | 590.025,86 | 10.420.927,15 |
| 56 | | | | 4.277.876,90 | 5.437.588,59 | 619.944,51 | 43.058,91 | 36.167,75 | 613.626,89 | 11.028.263,56 |
| 57 | | | | 4.537.971,82 | 5.768.193,98 | 644.742,29 | 44.781,26 | 37.614,46 | 638.171,97 | 11.671.475,78 |
| 58 | | | | 4.813.880,50 | 6.118.900,17 | 670.531,98 | 46.572,51 | 39.119,04 | 663.698,85 | 12.352.703,06 |
| 59 | | | | 4.720.219,93 | 5.999.848,68 | 697.353,26 | 48.435,41 | 40.683,80 | 690.246,80 | 12.196.787,89 |
| TOTAL | 5.334.374,56 | 6.708.138,79 | 543.284,01 | 85.971.463,04 | 109.277.909,93 | 16.338.684,74 | 1.134.820,78 | 953.203,88 | 11.403.413,16 | 237.665.292,90 |

II.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

El proyecto se encuentra en un sitio donde dispone de los servicios requeridos para su ejecución, se localiza cerca de importantes vías de comunicación como la Carretera Federal 120 San Juan del Río – Jalpan de Serra, así como un camino de terracería que comunica directamente al predio con esta carretera, ambas vías de comunicación permitirán el suministro de maquinaria y equipo necesarios, para el desarrollo del proyecto (Figura II.2).

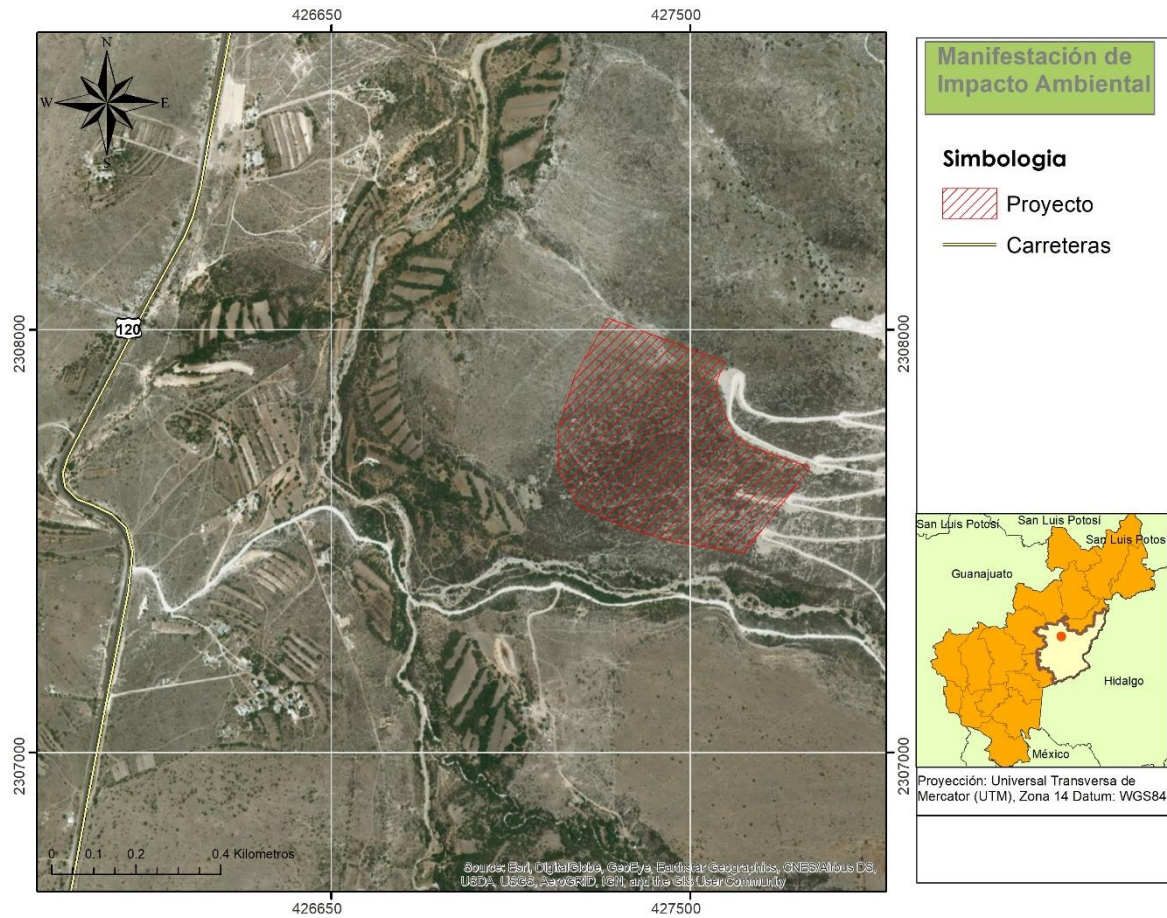


Figura II. 2. Principales vías de comunicación

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El presente proyecto contempla la habilitación del "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles", para llevar a cabo el depósito de materiales, específicamente residuos de extracción de roca caliza (mármol) producto de la explotación del Banco de Material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., el cual se llevará a cabo en una superficie total de 19.94 hectáreas.

El proyecto contempla el acomodo de material en planillas a diferentes altitudes, las cuales contarán con un acomodo específico para evitar el deslizamiento de material aguas abajo que pudiera provocar alguna afectación, para garantizar lo anterior se construirán muros de contención de mampostería usando material de la región, asimismo, se llevará a cabo la construcción de alcantarillas u obras de drenaje para regular el flujo del agua y evitar afecciones a las planillas.

El material que se pretende depositar no representa ningún riesgo de contaminación para el área de estudio, debido a que se trata de material residuo de extracción de roca caliza procedente del banco de material; este material por su granulometría no se mezclara con el agua o algún otro material presente en la región.

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

El proyecto tendrá una duración total de 59 años, e iniciará su ejecución una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes. Este programa incluye las medidas de mitigación y compensación de impactos, entre las más relevantes están la ejecución del programa rescate y reubicación de especies y del programa de reforestación con especies nativas. En la tabla II.6 se muestra el desglose de ejecución de actividades.

II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

Por motivos del proyecto, la actividad que mayores efectos tiene sobre el ambiente es el retiro de vegetación existente (matorral submontano) lo que hace que se presente un impacto adverso significativo y permanente y parcialmente mitigable. Esta actividad requiere llevarse a cabo con mayor cuidado o detalle, por lo que se proyecta sea de manera paulatina y únicamente para la construcción del muro de retención, ya que es la única obra o actividad que requerirá llevar a cabo remoción de vegetación previo a su construcción. El muro de retención es considerado también como una medida de mitigación, ya que funciona como presa filtrante que favorece la retención e infiltración de agua de lluvia así como la retención de sólidos lo que combate la erosión.

Cabe resaltar que para llevar a cabo las actividades de depósito de material NO se requerirá llevar a cabo el desmonte y despalme (retiro de vegetación y remoción de suelo), el material se colocará sobre la vegetación natural en forma de planillas o terrazas, de acuerdo a los tiempos establecidos en el programa de obra. Importante hacer mención que previo a esta actividad se llevara a cabo el rescate y reubicación de especies de flora (Ver Anexo II) así como el rescate y manejo de fauna (ver Anexo III).

El Programa de Rescate y Reubicación de flora contempla la reubicación de 2016 ejemplares de flora, mismos que serán reubicados en un predio colindante (Tabla II. 7 y Figura II.4), dando prioridad especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se identificaron bajo la categoría de riesgo: sujetas a protección especial (*Echinocactus platyacanthus* y *Mammillaria parkinsonii*), mismas que se rescatarán y reubicarán en su totalidad. En relación con la fauna, se usará el mismo polígono para su reubicación.

De manera alterna se llevarán a cabo las medidas de compensación, mediante la reforestación con especies propias del lugar como pino piñonero (*Pinus cembroides*) y Mezquite (*Prosopis laevigata*). La reforestación se llevará a cabo en la superficie de cada planilla por lo que al término de acomodo del material al nivel indicado se adecuará el sitio para dicha actividad (Figura II.3). En el Programa de Reforestación (Anexo IV) se pueden ver los detalles de esta importante acción.

También, se llevarán a cabo otras medidas como cunetas y alcantarillas, cuya función es controlar y direccionar los escurrimientos de manera adecuada a través de las planillas, de tal forma que no generen daños las mismas ni a los predios colindantes.

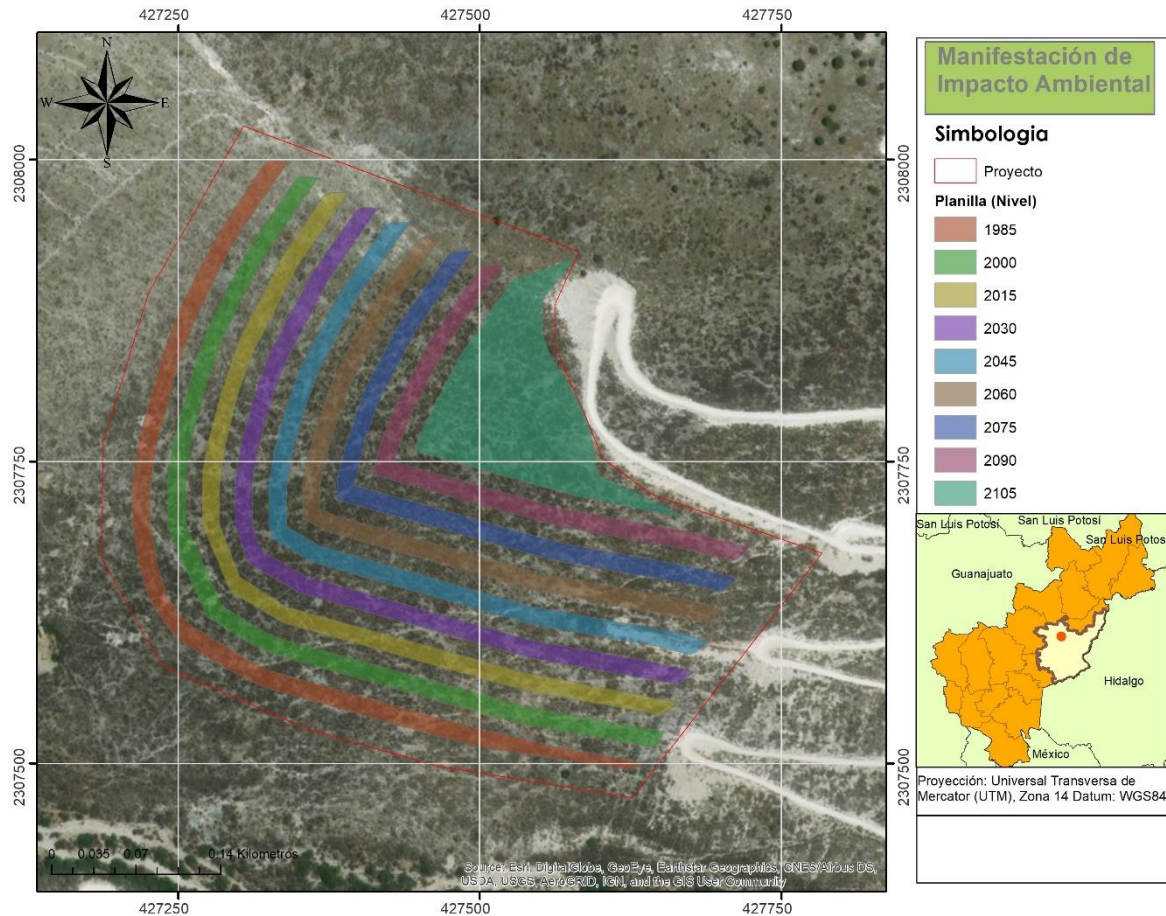


Figura II. 3. Ubicación de las planillas a diferentes niveles dentro del polígono del proyecto

II.2.3 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

II.2.3.1 Limpieza y preparación del sitio

Al empezar a profundizar los caminos, y empujar los terreros es necesario limpiar, preparar y llevar a cabo el rescate y reubicación de especies de flora y fauna.

En esta etapa se deberá brindar capacitación en educación ambiental dirigida a todo el personal participante en la obra para evitar molestias, caza o captura de fauna y extracción de flora silvestre. Asimismo, se deberá llevar a cabo la instalación de letreros alusivos prohibiendo su extracción y/o cacería.

También se llevará a cabo la instalación de sanitarios móviles en el área de trabajo a fin de cubrir con las necesidades fisiológicas de los trabajadores, para tal caso se prevé el alquiler de sanitarios móviles con una empresa dedicada a la prestación de este servicio, quienes a su vez se encargarán del mantenimiento y retiro una vez finalizada la obra.

II.2.3.2 Rescate y reubicación de especies de flora y manejo de fauna

En relación a la flora, se propone el rescate y reubicación de un total de 2016 ejemplares que comprenden herbáceas, arbustos y cactáceas, por lo que se cuenta con un predio de 20,290.00 m² (2.029 ha) de superficie, colindante al del proyecto de "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles", propiedad de OMYA MÉXICO S.A DE C.V., el cual será utilizado para la reubicación de especies de flora y fauna y no tendrá otro fin que el aquí mencionado ni se solicitará el cambio de uso de suelo en un futuro. La tabla II.9 contiene las coordenadas del polígono de reubicación y en la figura II.4 se muestra de manera visual su ubicación con respecto al polígono del proyecto.

La reubicación de flora se lleva a cabo de acuerdo a lo indicado en el programa de reubicación de flora que se adjunta al presente estudio.

Tabla II. 9. Coordenadas UTM del polígono destinado para la reubicación

| PUNTO | COORDENADAS | |
|----------|-------------|------------|
| | X | Y |
| A | 427817.82 | 2307990.41 |
| B | 427992.93 | 2307897.43 |
| C | 427914.85 | 2307824.47 |
| D | 427752.58 | 2307890.21 |

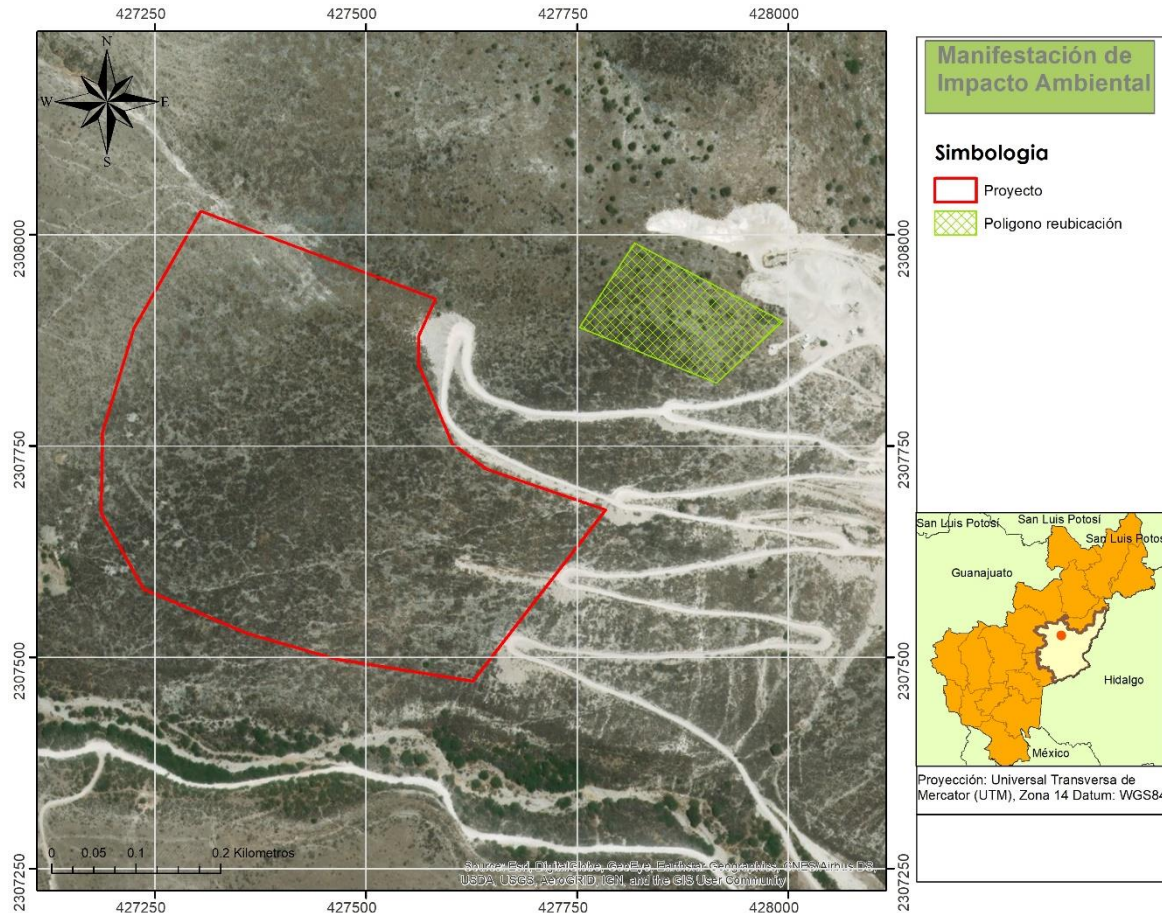


Figura II. 4. Ubicación del predio de estudio y predio destinado a la reubicación de especies

El polígono de reubicación al igual que el polígono de proyecto "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles" se localizan dentro de la propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., tal y como se muestra en la figura II.5 donde se aprecia el límite de la propiedad (línea azul), lo que también se puede corroborar con las escrituras del predio que se integran en el Anexo I.

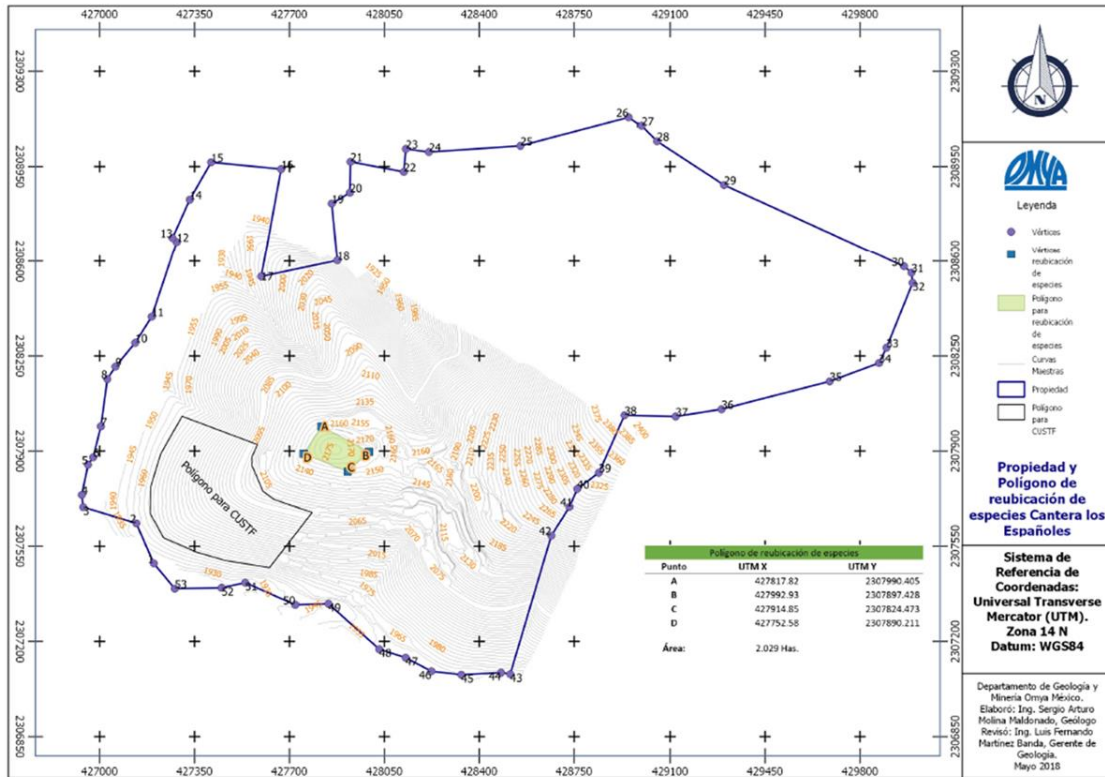


Figura II. 5. Ubicación del predio de estudio y polígono de reforestación dentro de la propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V

En relación a la fauna, su reubicación se hará al mismo predio a donde se reubicará la flora (Tabla II.9 y Figura II.4). Ninguna especie se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni se encuentran en el Listado de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Sin embargo, se les dará el manejo y cuidado necesario, ya que son especies que forman parte esencial del medio.

El rescate y reubicación de flora, así como el manejo de fauna se llevará a cabo de manera paulatina, previo a la construcción del muro de retención (presa filtrante) y llenado de las planillas.

En cuanto a los tiempos de ejecución, en el diagrama de Gantt del proyecto (Tabla II.8) se muestran en que tiempo se llevarán cada una de las actividades de implementación del Programas de rescate y reubicación flora así como el Plan de rescate y manejo de fauna.

II.2.3.3 Trazo y nivelación

Se llevará a cabo el trazo y nivelación del terreno con equipo topográfico, para definir y diferenciar puntos, distancias, ángulos y cotas en el terreno, partiendo de los datos del proyecto. Es necesario marcar en campo los puntos fijos que permitan, en cualquier momento, reponer el trazo.

II.2.3.4 Desmonte y despalme

Después de llevar a cabo el rescate y reubicación de especies tal y como lo marcan los programas se llevará a cabo el desmonte y/o despalme, a fin de preparar el terreno para el desplante de infraestructura.

El desmonte consiste en la remoción de la vegetación del área de ocupación de la infraestructura, los individuos arbóreos que se ubiquen dentro de esta área se removerán por medios mecánicos, evitando en todo momento el uso de métodos químicos que representen un riesgo de contaminación.

El desmonte comprende:

- a. Tala de arbustos.
- b. Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza o hierba.
- c. Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
- d. Limpia y disposición final del material producto del desmonte al sitio indicado por la supervisión.

El despalme es la remoción del material superficial del terreno con objeto de evitar la mezcla del material de para mejoramiento del terreno con materia orgánica o con material no apto para la obra a edificar.

El desmonte y despalme se llevará a cabo únicamente en el **área de desplante del muro de retención, ya que por la naturaleza del proyecto es la única actividad que lo requiere**, el cual tiene una longitud de 894.11 m y un ancho en la base de 0.8 m, y considerando un área de ocupación provisional para acceso y manejo de materiales durante la construcción de 0.70 m, tomando un ancho total de 1.5m, por lo que el desmonte y despalme se llevará a cabo en una superficie total de 1,314.25 m² (Tabla II.10) y se ejecutará de manera paulatina durante el avance del proyecto.

El desmonte se llevará a cabo a la par con la construcción del muro, por lo que el primer año se desmontará una superficie de 179.32 m² y en los siguientes 9 años se desmontará una superficie de 126.10 m², tal y como se muestra en la tabla II.10.

Tabla II. 10. Especificaciones de la superficie donde se llevará a cabo el desmonte y despalme

| No. | Nivel (msnm) | Longitud (m) | Superficie (m ²) | Año de ejecución |
|--------------|--------------|--------------|------------------------------|------------------|
| Tramo No.1 | 1970 | 123.08 | 179.32 | 1 |
| Tramo No.2 | 1970 | 85.67 | 126.10 | 2 |
| Tramo No.3 | 1970 | 85.67 | 126.10 | 3 |
| Tramo No.4 | 1970 | 85.67 | 126.10 | 4 |
| Tramo No.5 | 1970 | 85.67 | 126.10 | 5 |
| Tramo No.6 | 1970 | 85.67 | 126.10 | 6 |
| Tramo No.7 | 1970 | 85.67 | 126.10 | 7 |
| Tramo No.8 | 1970 | 85.67 | 126.10 | 8 |
| Tramo No.9 | 1970 | 85.67 | 126.10 | 9 |
| Tramo No.10 | 1970 | 85.67 | 126.10 | 10 |
| Total | - | 894.13 | 1,314.25 | 10 |

II.2.4 DESARROLLO DE LOS CAMINOS A LAS PLANILLAS

Los caminos de acceso a las planillas se desarrollarán dentro de la misma área de Terreros, por lo que no requerirán la remoción de vegetación. Esta actividad se realizará en cuatro tramos.

- Tramo No.1: Se desplantará desde la curva No.1 en el nivel 1993 hasta el nivel 1985 que es la base de la primera planilla 1985, con una longitud de camino de 123.08 m, en 8.00 m, de ancho de vía incluido el bordo y su cuneta, con una pendiente negativa de 6.5% de (bajada). Será necesario el acarreo y empuje de material de desperdicio al tramo No.1 de camino al nivel 1985, con un volumen necesario de 5,169.36 m³., este primer tramo se realizara en el **año No.1** de acuerdo al diagrama de gant del proyecto.
- Tramo No.2: Se desplantará desde la curva No.3 en el nivel 2040 hasta el nivel 2000, que conectará con las planillas 2000, 2015 y 2030, con una longitud de camino de 615.38 m., en las mismas características de construcción del tramo No.1, con una longitud de camino de 615.38 m, en las mismas características de construcción del tramo No.1. Será necesario el acarreo y empuje de material de desperdicio al tramo No.2 de camino hasta el nivel 2000, con un volumen de 25,845.96 m³., esta segunda parte de tramo se realizará en el **año No.11** de acuerdo al diagrama de gant del proyecto.
- Tramo No.3: Se desplantará también desde la curva No.3 en el nivel 2040 hasta el nivel 2045, que conectará exclusivamente con la planilla 2045, con una longitud de 76.92 m., con las mismas características de construcción que los tramos anteriores solamente que la pendiente será positiva, de 6.5% de (subida). Será necesario el acarreo y empuje de material de desperdicio al tramo No.3 de camino hasta el nivel 2040, con un volumen necesario de 3,230.64 m³, este tercer tramo se realizará en el **año No.36** de acuerdo al diagrama de gant del proyecto.
- Tramo No.4: Se desplantará desde la curva No.5 en el nivel 2090 hasta el nivel 2060, que conectará con las planillas 2060, 2075 y 2090, con una longitud de 461.54 m., con las mismas características de construcción de los tramos 1 y 2, Será necesario el acarreo y empuje de material de desperdicio al tramo No.4 del camino hasta el nivel 2060, con un volumen necesario de 19,384.68 m³., esta parte se realizará en el año No.41.

Para la última planilla nivel 2105, esta se conectará directamente del camino principal que conecta con el área de explotación en el nivel 2105, esta parte se realizará en el **año 53**.

En la tabla II.11 se observa el desarrollo de los tramos de los caminos del "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles", se observa el número de tramo por camino, la conexión entre niveles y entre planillas, la longitud de cada camino, el volumen a rellenar por tramo de camino y el año en que se tiene que construir el tramo del camino.

Tabla II. 11. Tabla de desarrollo de caminos

| Tramos | Entre niveles | Conecta con las planillas. | Longitud (m). | Volumen a rellenar (m ³). | Construcción en el año. |
|--------|---------------|----------------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------|
| No.1 | 1993 a 1985 | 1985 | 123.08 | 5,169.36 | 1 |
| No.2 | 2040 a 2000 | 2000, 2015, 2030 | 615.38 | 25,845.96 | 11 |
| No.3 | 2040 a 2045 | 2045 | 76.92 | 3,230.64 | 36 |
| No.4 | 2090 a 2060 | 2060, 2075, 2090 | 461.54 | 19,384.68 | 41 |
| - | - | 2105 | - | - | 53 |
| TOTAL | | | 1,276.92 | 53,630.64 | |

La figura II.6 muestra la ubicación de los caminos en el plano, y en las figuras II.8 A y B, se ve el desarrollo de los caminos y de las planillas y en la figura II.7 se ve el detalle de construcción de los caminos para el desarrollo de los terreros.

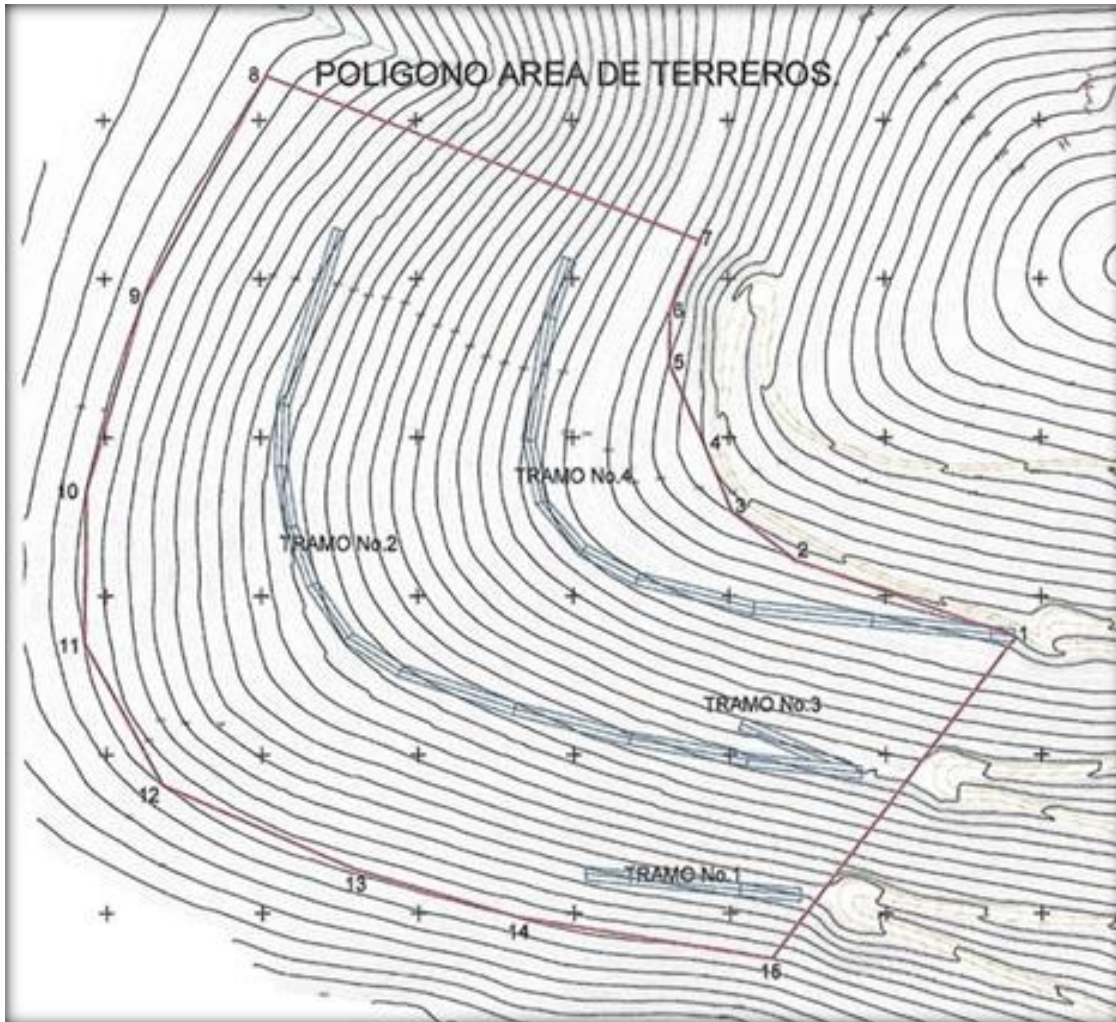


Figura II. 6. Localización de caminos y tramos

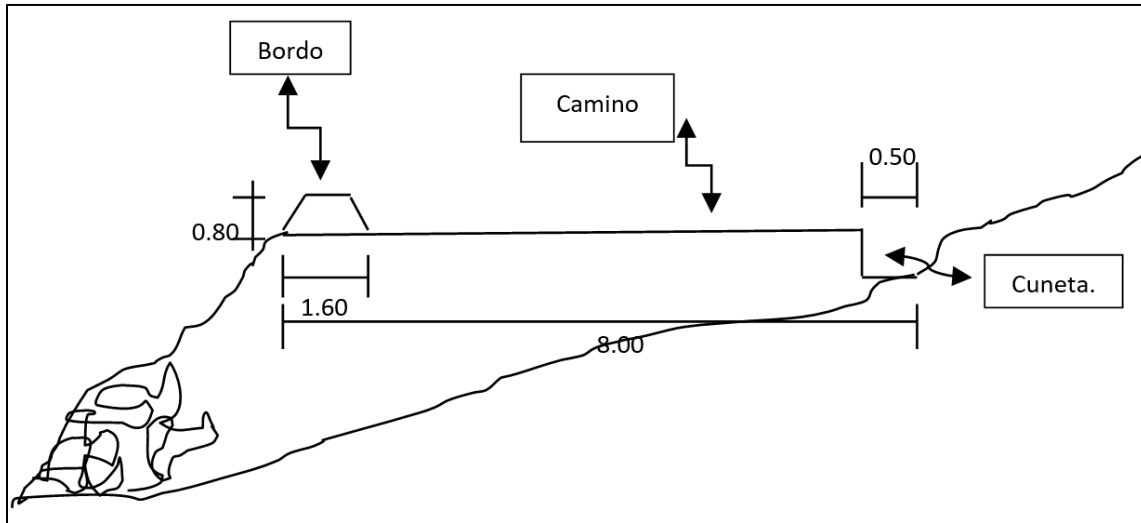


Figura II. 7. Desarrollo de caminos

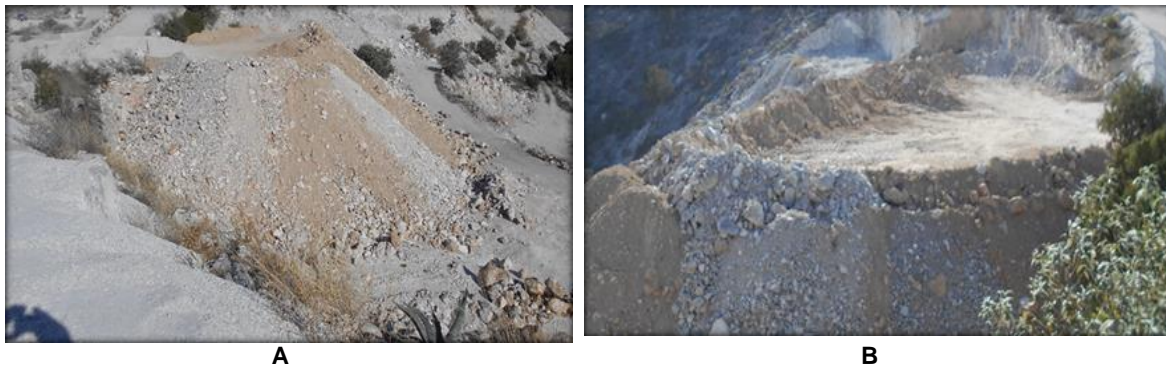


Figura II. 8. Desarrollo de caminos y planillas

II.2.5 CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE RETENCIÓN

El muro de retención que nos servirá en primera instancia para retener el material que trate de rebasar el área del polígono de terreros permitido y a la vez como presa de retención de agua de lluvia sobre el mismo terrero y como presa de filtración, se desplantará en el nivel 1970 que es nivel a donde patea el material del terreo de la primera planilla 1985, en el primer año se construirán los primeros 123.08 m., y así sucesivamente año con año en un promedio de 85.67 m., por año desde el año 2 hasta el año 10, conforme se vaya avanzando al emparejar la planilla nivel 1985. Se desplantará el muro en mamposteo a base de piedra del mismo sitio y de la piedra rodada del avance del tramo del camino y asentada o pegada con mortero de cemento arena de río, tendrá una altura máxima de 1.50 m., terminado con cerramiento de cadena en concreto $f'c=250 \text{ kg./cm}^2$ en 0.30 m., alto por 0.30 m., de ancho, con 4 varillas de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y estribos en alambrcn cada 0.15 m., de separación centro a centro, se colocaran castillos en el muro cada 4.00 m., de separación centro a centro en 0.40 m., ancho por 0.40 m., de alto con 4 varillas de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y estribos de alambrcn cada 0.15 m., de separación centro a centro en las mismas características de concreto, también llevara cadena de desplante en el piso de 0.40 m., ancho por 0.40 m., de alto, con 4 varillas de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y estribos de alambrcn cada 0.15 m., de separación centro a centro, para una mayor

sujeción del muro se colocaran a lo largo de este anclas con una profundidad de 0.70 m., a cada 1.0 m., centro a centro, con varilla de 1" de diámetro de 0.85 m., de largo y fondeadas con concreto inyectado, la base del muro será de 0.80 m., de ancho, a la mitad del muro a 0.75 m., de altura se le dejaran orificios con tubo PVC en 3" de diámetro a lo ancho del muro y a lo largo separados cada metro., que nos permitirán retener a esa altura agua, que se filtrara en el subsuelo por los contactos y el fracturamiento de los estratos de las caliza requistalizadas y también para permitir el libre flujo del escurrimientos del agua del mismo terrero y de las planillas, la longitud total del muro será de 894.13 m. En la figura II.9 se muestra el detalle de construcción del muro de retención, en la tabla II.12 se presenta la tabla de coordenadas lineales del muro y en la tabla II.13 se muestran las coordenadas del el área de construcción del muro la cual será de 1,314.25 m².

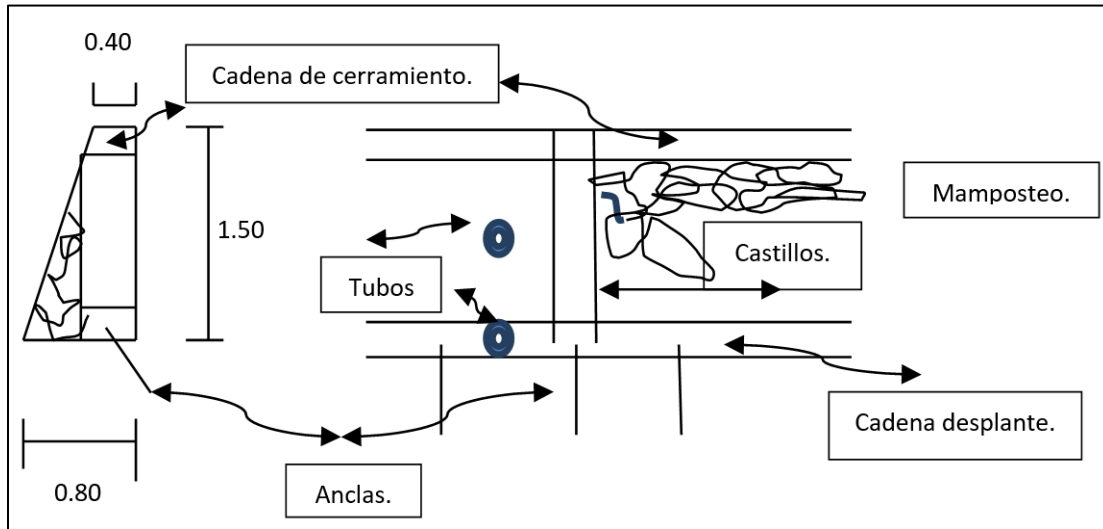


Figura II. 9. Construcción muro de retención

Tabla II. 12. Coordenadas lineales del muro de retención

| PUNTO | X | Y | ELEVACION |
|-------|-----------|------------|-----------|
| 5 | 427304.02 | 2308027.90 | 1970.00 |
| 6 | 427225.23 | 2307889.27 | 1970.00 |
| 7 | 427187.57 | 2307766.19 | 1970.00 |
| 8 | 427186.14 | 2307670.62 | 1970.00 |
| 9 | 427235.94 | 2307580.90 | 1970.00 |
| 10 | 427358.26 | 2307528.06 | 1970.00 |
| 11 | 427463.86 | 2307497.67 | 1970.00 |
| 12 | 427626.43 | 2307471.48 | 1970.00 |

Tabla II. 13. Coordenadas del área de ocupación del muro de contención.

| Punto | X | Y | Punto | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|-------------|
| 8 | 427304.02 | 2308027.90 | 15-A | 427627.11 | 2307472.82 |
| 9 | 427225.23 | 2307889.27 | 14-A | 427464.12 | 2307499.14 |
| 10 | 427187.57 | 2307766.19 | 13-A | 427358.91 | 2307529.41 |
| 11 | 427186.14 | 2307670.62 | 12-A | 427237.05 | 2307581.93 |
| 12 | 427235.94 | 2307580.90 | 11-A | 427187.59 | 2307671.00 |
| 13 | 427358.26 | 2307528.06 | 10-A | 427189.04 | 2307765.88 |
| 14 | 427463.86 | 2307497.67 | 9-A | 427226.59 | 2307,888.63 |
| 15 | 427626.43 | 2307471.48 | 8-A | 427305.38 | 2308,027.26 |
| | | | 8 | 427304.02 | 2308,027.90 |

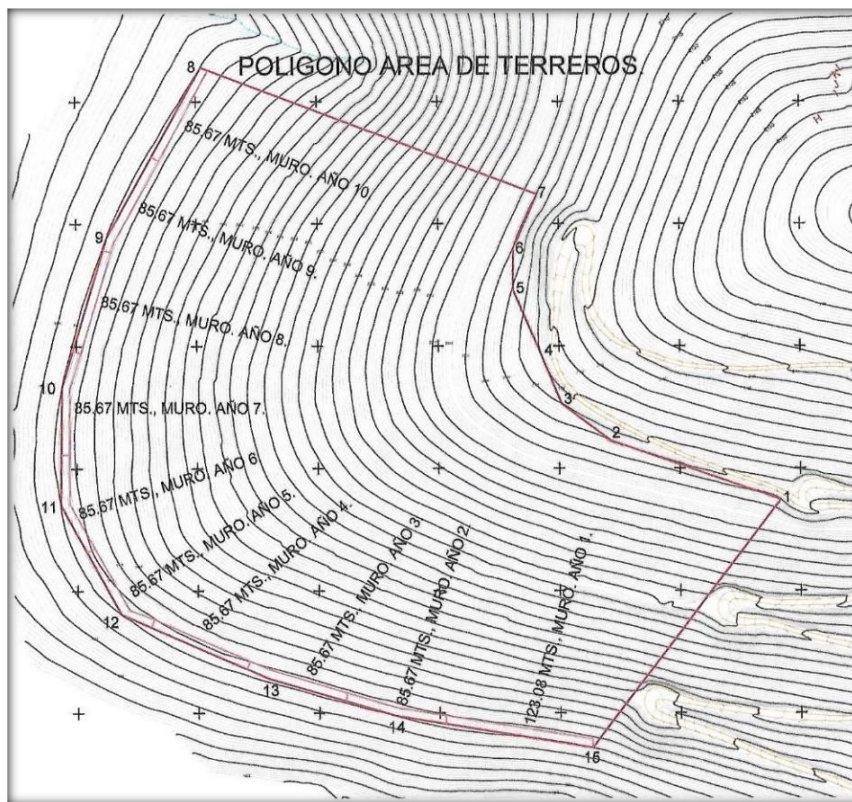


Figura II. 10. Construcción de muro de retención por año

II.2.6 ALCANTARILLAS

La construcción de las alcantarillas es con el motivo de no interrumpir drenajes que ya se tenían y que derivan de las cuentas del camino de acarreo minero de la cantera Los Españoles. Básicamente lo que se pretende construir es un pequeño “paso” entre el drenaje de las cunetas a los niveles de acceso.

La **alcantarilla 1** cuyo centro es la coordenada (427800m E, 2307679m N) se construirá en la curva No.5, en el nivel 2090, en el camino de acceso principal de 55 metros cuadrados, de 22 metros de largo, por 2.5 metros de ancho, se construirá en mamposteo y con cerramientos de concreto con tubería al bañal de 12 pulgadas a 20 pulgadas de diámetro en dos camas, compactando el terreno y asentando la tubería con concreto. Esta será responsable de conducir el agua de escorrentía que viene de la parte alta de camino a la curva número 5.

La **alcantarilla 2** tendrá su centro en (427692m E, 2307590m N) se construirá en la curva No.3, en el nivel 2040, en el camino de acceso principal de 64 metros cuadrados de 8 metros de largo, por 8 metros de ancho, se construirá en mamposteo y con cerramientos de concreto con tubería al bañal de 12 pulgadas a 20 pulgadas de diámetro en dos camas, compactando el terreno y asentando la tubería con concreto. Esta alcantarilla canalizará las aguas provenientes de los escurrimientos de la alcantarilla 1 y de los tramos de camino de las curvas 4 y 3.

La **alcantarilla 3** será la primera en construirse, ya que el proyecto del relleno de terreros va de abajo hacia arriba. Esta alcantarilla tendrá su centro en la coordenada (427651m E, 2307510m N) en el nivel 1993, en el camino de acceso principal de 112 metros cuadrados de 14 metros de largo, por 8 de ancho, se construirá en mamposteo y con cerramientos de concreto con tubería al bañal de 12 pulgadas a 20 pulgadas de diámetro en dos camas, compactando el terreno y asentando la tubería con concreto. Colectará las aguas provenientes de la alcantarilla 1, la alcantarilla 2 y del tramo de camino de la curva 3 y 2. Esta alcantarilla descarga hacia el arroyo grande.



Fotografía II. 1. a) y b) Ejemplo del diseño de las alcantarillas a construirse para el proyecto



Esta obra se integra al proyecto como una medida de mitigación, ya que su función es controlar y dirigir los escurrimientos hacia el muro de retención o presa filtrante, donde permanecerá por mayor periodo de tiempo, lo que permitirá mayor infiltración. El agua proveniente de la escorrentía no se conducirá hacia predios vecinos, por lo que se asegura no causará impactos negativos, en el apartado 2 del capítulo VI de este documento, se describe de manera detallada esta medida de mitigación.

Asimismo, colindante al predio se localiza un escurrimiento el cual se presenta únicamente en temporada de lluvias, es decir tipo intermitente, el cual descarga al río Grande, localizado en la parte sur del proyecto, ninguno de los mencionados influye de manera directa en el predio de estudio, por lo que se asegura que el proyecto propuesto no causará desviaciones en los flujos, interrupciones de ellos mismos, sellamiento del suelo, o contaminación.

II.2.7 OPERACIÓN ÁREA DE TERREROS

II.2.7.1 Planilla base no.1 nivel 1985

Después de llevar la profundización del camino de acceso en el tramo No.1 desde el nivel 1993 msnm., hasta el nivel 1985 msnm., se desarrollara la primer planilla en el nivel 1985 rellenando y controlando el talud final hasta el pateo del talud en el nivel 1970 msnm., a la vez se controlara el piso de las planillas dejando el escurrimiento hacia el terreno original, la altura máxima de relleno de esta primer planilla base será de 15.00 m., en la primer planilla base 1985 msnm., se dejaran 12.00 m., de ancho por lo largo de la planilla para poder inicial la mitigación (reforestación), que representa en esta planilla 11,748.32 m² (1.1748 has)., con un volumen por rellenar en esta planilla de 232,332.31 m³., el tiempo de relleno de esta planilla será desde el año 1 hasta el año 10, en la Tabla II.14 se muestran las coordenadas de la planilla nivel 1985.

Tabla II. 14. Coordenadas de la Planilla base No.1 nivel 1985

| PUNTO | X | Y | PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 1 | 427641.10 | 2307503.30 | 65 | 427345.00 | 2307998.40 |
| 46 | 427637.80 | 2307501.20 | 66 | 427326.50 | 2308000.00 |
| 47 | 427632.60 | 2307501.10 | 67 | 427322.10 | 2307998.00 |
| 48 | 427556.60 | 2307514.90 | 68 | 427283.30 | 2307940.00 |
| 49 | 427498.30 | 2307528.90 | 69 | 427270.70 | 2307916.30 |
| 50 | 427414.80 | 2307551.70 | 70 | 427249.90 | 2307874.60 |
| 51 | 427326.90 | 2307576.20 | 71 | 427235.10 | 2307833.80 |
| 52 | 427305.90 | 2307586.80 | 72 | 427217.10 | 2307767.90 |
| 53 | 427261.00 | 2307613.90 | 73 | 427211.50 | 2307731.00 |
| 54 | 427251.00 | 2307623.50 | 74 | 427211.90 | 2307698.20 |
| 55 | 427240.80 | 2307638.10 | 75 | 427218.20 | 2307659.30 |
| 56 | 427232.90 | 2307662.50 | 76 | 427226.70 | 2307633.60 |
| 57 | 427226.90 | 2307699.10 | 77 | 427243.00 | 2307609.90 |
| 58 | 427226.80 | 2307728.80 | 78 | 427252.40 | 2307601.00 |
| 59 | 427232.30 | 2307765.60 | 79 | 427296.80 | 2307574.40 |
| 60 | 427248.70 | 2307826.70 | 80 | 427322.90 | 2307562.10 |
| 61 | 427263.30 | 2307866.30 | 81 | 427410.60 | 2307537.80 |
| 62 | 427283.80 | 2307908.40 | 82 | 427495.30 | 2307514.10 |
| 63 | 427300.00 | 2307938.90 | 83 | 427623.90 | 2307494.30 |
| 64 | 427339.00 | 2307995.20 | 84 | 427630.00 | 2307496.30 |
| | | | 1 | 427641.10 | 2307503.30 |

II.2.7.2 Planilla base No.2 nivel 2000

Después de llevar la profundización del camino de acceso en el tramo No.2 desde el nivel 2040 msnm., hasta el nivel 2000 msnm., se desarrollara la segunda planilla en el nivel 2000 rellenando y controlando el talud final hasta el pateo del talud en el nivel 1985 msnm., a la vez se controlara el piso de las planillas dejando el escurrimiento hacia el terreno original, la altura máxima de relleno de esta segunda planilla base será de 15.00 m., en la segunda planilla 2000 msnm., se dejaran 12.00 m., de ancho por lo largo de la planilla para poder inicial la mitigación (reforestación), que representa en esta planilla 11,375.72 m² (1.1376 has), con un volumen por rellenar en esta planilla de 265,879.60 m³., el tiempo de relleno de esta planilla será desde el año 11, hasta el año 19, en la Tabla II.15 se muestran las coordenadas de la planilla nivel 2000.

Tabla II. 15. Coordenadas de la Planilla base no.2 nivel 2000

| PUNTO | X | Y | PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 85 | 427653.00 | 2307527.30 | 122 | 427347.30 | 2307983.60 |
| 107 | 427649.50 | 2307526.40 | 123 | 427312.10 | 2307933.00 |
| 108 | 427537.70 | 2307546.80 | 124 | 427293.90 | 2307899.40 |
| 109 | 427333.20 | 2307603.60 | 125 | 427273.60 | 2307858.30 |
| 110 | 427318.00 | 2307610.70 | 126 | 427261.70 | 2307825.00 |
| 111 | 427286.30 | 2307630.60 | 127 | 427245.60 | 2307765.80 |
| 112 | 427256.10 | 2307697.80 | 128 | 427241.00 | 2307735.70 |
| 113 | 427256.10 | 2307737.70 | 129 | 427241.00 | 2307694.20 |
| 114 | 427260.30 | 2307765.90 | 130 | 427273.40 | 2307621.60 |
| 115 | 427274.80 | 2307818.70 | 131 | 427311.80 | 2307598.00 |
| 116 | 427286.90 | 2307851.60 | 132 | 427329.20 | 2307589.80 |
| 117 | 427307.40 | 2307894.90 | 133 | 427532.80 | 2307532.70 |
| 118 | 427326.70 | 2307928.40 | 134 | 427642.70 | 2307513.30 |
| 119 | 427364.10 | 2307982.80 | 135 | 427647.30 | 2307515.00 |
| 120 | 427368.20 | 2307985.00 | 85 | 427653.00 | 2307527.30 |
| 121 | 427352.10 | 2307986.40 | | | |

II.2.7.3 Planilla base No.3 nivel 2015

Sobre el camino de acceso en el tramo No.2 desde el nivel 2040 msnm., hasta el nivel 2000 msnm., se desarrollara la tercer planilla en el nivel 2015 rellenando y controlando el talud final hasta el pateo del talud en el nivel 2000 msnm., a la vez se controlara el piso de las planillas dejando el escurrimiento hacia el terreno original, la altura máxima de relleno de esta segunda planilla base será de 15.00 m., en la tercer planilla 2015 msnm., se dejaran 12.00 m., de ancho por lo largo de la planilla para poder inicial la mitigación (reforestación), que representa en esta planilla 10,427.54 m² (1.0428 has), con un volumen por rellenar en esta planilla de 289,004.28 m³., el tiempo de relleno de esta planilla será desde el año 20, hasta el año 27, en la Tabla II.16 se muestran las coordenadas de la planilla nivel 2015.

Tabla II. 16. Coordenadas de la Planilla base no.3 nivel 2015

| PUNTO | X | Y | PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 136 | 427664.90 | 2307550.30 | 164 | 427370.40 | 2307970.10 |
| 152 | 427534.60 | 2307575.80 | 165 | 427335.60 | 2307918.80 |
| 153 | 427339.50 | 2307629.60 | 166 | 427300.00 | 2307850.60 |
| 154 | 427300.80 | 2307654.40 | 167 | 427285.40 | 2307807.20 |

| PUNTO | X | Y | PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 155 | 427284.30 | 2307697.50 | 168 | 427274.10 | 2307765.90 |
| 156 | 427284.30 | 2307730.80 | 169 | 427269.50 | 2307740.00 |
| 157 | 427288.90 | 2307762.30 | 170 | 427269.70 | 2307697.60 |
| 158 | 427299.30 | 2307806.10 | 171 | 427293.10 | 2307641.90 |
| 159 | 427313.00 | 2307843.20 | 172 | 427337.00 | 2307616.00 |
| 160 | 427348.70 | 2307911.60 | 173 | 427536.40 | 2307560.20 |
| 161 | 427388.50 | 2307969.70 | 174 | 427646.80 | 2307540.40 |
| 162 | 427393.80 | 2307972.20 | 175 | 427651.30 | 2307540.90 |
| 163 | 427376.60 | 2307973.30 | 136 | 427664.90 | 2307550.30 |

II.2.7.4 Planilla base No.4 nivel 2030

Sobre el camino de acceso en el tramo No.2 desde el nivel 2040 msnm., hasta el nivel 2000 msnm., se desarrollara la cuarta planilla en el nivel 2030 rellenando y controlando el talud final hasta el pateo del talud en el nivel 2015 msnm., a la vez se controlara el piso de las planillas dejando el escurrimiento hacia el terreno original, la altura máxima de relleno de esta segunda planilla base será de 15.00 m., en la cuarta planilla 2030 msnm., se dejaran 12.00 m., de ancho por lo largo de la planilla para poder inicial la mitigación (reforestación), que representa en esta planilla 10,011.71 m² (1.0012 has), con un volumen por rellenar en esta planilla de 300,061.63 m³., el tiempo de relleno de esta planilla será desde el año 28, hasta el año 35, en la Tabla II.17 se muestran las coordenadas de la planilla nivel 2030.

Tabla II. 17. Coordenadas de la Planilla base no.4 nivel 2030

| PUNTO | X | Y | PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 176 | 427677.70 | 2307575.90 | 208 | 427397.30 | 2307958.10 |
| 177 | 427646.10 | 2307583.30 | 209 | 427359.80 | 2307904.70 |
| 196 | 427542.10 | 2307601.90 | 210 | 427324.60 | 2307838.00 |
| 197 | 427355.90 | 2307654.90 | 211 | 427313.00 | 2307805.40 |
| 198 | 427318.80 | 2307676.10 | 212 | 427300.90 | 2307760.40 |
| 199 | 427311.40 | 2307697.60 | 213 | 427297.40 | 2307733.60 |
| 200 | 427311.40 | 2307734.00 | 214 | 427297.40 | 2307696.10 |
| 201 | 427315.20 | 2307756.80 | 215 | 427308.70 | 2307665.20 |
| 202 | 427327.20 | 2307800.70 | 216 | 427350.60 | 2307641.10 |
| 203 | 427339.10 | 2307833.20 | 217 | 427541.30 | 2307587.20 |
| 204 | 427374.30 | 2307900.20 | 218 | 427661.30 | 2307565.60 |
| 205 | 427413.60 | 2307957.10 | 219 | 427666.80 | 2307567.20 |
| 206 | 427418.90 | 2307960.00 | 176 | 427677.70 | 2307575.90 |
| 207 | 427401.10 | 2307960.70 | | | |

II.2.7.5 Planilla base No.5 nivel 2045

Sobre el camino de acceso en el tramo No.3 desde el nivel 2040 msnm., hasta el nivel 2045 msnm., se desarrollara la quinta planilla en el nivel 2045 rellenando y controlando el talud final hasta el pateo del talud en el nivel 2030 msnm., a la vez se controlara el piso de las planillas dejando el escurrimiento hacia el terreno original, la altura máxima de relleno de esta segunda planilla base será de 15.00 m., en la quinta planilla 2045 msnm., se dejaran 12.00 m., de ancho por lo largo de la planilla para poder inicial la mitigación (reforestación), que representa en esta planilla 9,571.66 m²

(0.9572 has)., con un volumen por rellenar en esta planilla de 299,866.34 m³., el tiempo de relleno de esta planilla será desde el año 36, hasta el año 42, en la Tabla II.18 se muestran las coordenadas de la planilla nivel 2045.

Tabla II. 18. Coordenadas de la Planilla base no.5 nivel 2045

| PUNTO | X | Y | PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 237 | 427689.90 | 2307601.30 | 251 | 427386.00 | 2307894.10 |
| 238 | 427666.30 | 2307607.90 | 252 | 427351.10 | 2307827.80 |
| 239 | 427544.90 | 2307629.30 | 253 | 427339.20 | 2307795.40 |
| 240 | 427366.80 | 2307680.20 | 254 | 427329.00 | 2307757.90 |
| 241 | 427340.10 | 2307696.20 | 255 | 427324.80 | 2307732.30 |
| 242 | 427339.80 | 2307730.80 | 256 | 427324.80 | 2307697.60 |
| 243 | 427344.10 | 2307755.30 | 257 | 427328.00 | 2307685.90 |
| 244 | 427353.90 | 2307790.50 | 258 | 427361.10 | 2307666.30 |
| 245 | 427365.30 | 2307822.50 | 259 | 427542.90 | 2307614.90 |
| 246 | 427399.30 | 2307887.60 | 260 | 427646.00 | 2307597.00 |
| 247 | 427439.30 | 2307945.00 | 261 | 427674.20 | 2307589.80 |
| 248 | 427444.70 | 2307948.00 | 262 | 427678.90 | 2307591.70 |
| 249 | 427426.20 | 2307948.00 | 237 | 427689.90 | 2307601.30 |
| 250 | 427421.30 | 2307945.50 | | | |

II.2.7.6 Planilla base No.6 nivel 2060

Después de llevar la profundización Sobre el camino de acceso en el tramo No.4 desde el nivel 2090 msnm., hasta el nivel 2060 msnm., se desarrollara la sexta planilla en el nivel 2060 rellenando y controlando el talud final hasta el pateo del talud en el nivel 2045 msnm., a la vez se controlara el piso de las planillas dejando el escurrimiento hacia el terreno original, la altura máxima de relleno de esta sexta planilla base será de 15.00 m., en la sexta planilla 2060 msnm., se dejaran 12.00 m., de ancho por lo largo de la planilla para poder inicial la mitigación (reforestación), que representa en esta planilla 9,022.60 m² (0.9023 has)., con un volumen por rellenar en esta planilla de 291,558.72 m³., el tiempo de relleno de esta planilla será desde el año 43, hasta el año 48, en la Tabla II.19 se muestran las coordenadas de la planilla nivel 2060.

Tabla II. 19. Coordenadas de la Planilla base no.6 nivel 2060

| PUNTO | X | Y | PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 280 | 427701.70 | 2307627.70 | 292 | 427447.90 | 2307933.40 |
| 281 | 427672.70 | 2307635.20 | 293 | 427409.00 | 2307878.60 |
| 282 | 427552.00 | 2307657.00 | 294 | 427378.60 | 2307819.00 |
| 283 | 427376.70 | 2307706.20 | 295 | 427364.80 | 2307781.40 |
| 284 | 427367.70 | 2307711.30 | 296 | 427355.50 | 2307747.80 |
| 285 | 427367.70 | 2307731.00 | 297 | 427352.70 | 2307732.60 |
| 286 | 427370.80 | 2307747.00 | 298 | 427353.00 | 2307702.80 |
| 287 | 427378.20 | 2307774.80 | 299 | 427371.20 | 2307692.60 |
| 288 | 427392.70 | 2307813.80 | 300 | 427546.60 | 2307642.90 |
| 289 | 427424.30 | 2307874.60 | 301 | 427686.20 | 2307616.30 |
| 290 | 427468.50 | 2307936.20 | 302 | 427691.10 | 2307617.70 |
| 291 | 427452.50 | 2307936.00 | 280 | 427701.70 | 2307627.70 |

II.2.7.7 Planilla base No.7 nivel 2075

Después de llevar la profundización Sobre el camino de acceso en el tramo No.4 desde el nivel 2090 msnm., hasta el nivel 2060 msnm., se desarrollara la séptima planilla en el nivel 2075 relleno y controlando el talud final hasta el pateo del talud en el nivel 2060 msnm., a la vez se controlara el piso de las planillas dejando el escurrimiento hacia el terreno original, la altura máxima de relleno de esta sexta planilla base será de 15.00 m., en la séptima planilla 2075 msnm., se dejaran 12.00 m., de ancho por lo largo de la planilla para poder inicial la mitigación (reforestación), que representa en esta planilla 8,204.61 m² (0.8205 has)., con un volumen por rellenar en esta planilla de 274,502.31 m³., el tiempo de relleno de esta planilla será desde el año 49, hasta el año 52, en la tabla II.20 se muestran las coordenadas de la planilla nivel 2075.

Tabla II. 20. Coordenadas de la Planilla base no.7 nivel 2075

| PUNTO | X | Y | PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 317 | 427712.80 | 2307653.20 | 328 | 427432.80 | 2307864.30 |
| 318 | 427680.00 | 2307662.00 | 329 | 427404.70 | 2307810.50 |
| 319 | 427565.80 | 2307682.60 | 330 | 427390.60 | 2307770.80 |
| 320 | 427395.80 | 2307730.00 | 331 | 427382.80 | 2307740.60 |
| 321 | 427405.00 | 2307769.40 | 332 | 427381.20 | 2307731.80 |
| 322 | 427417.40 | 2307802.10 | 333 | 427381.40 | 2307718.40 |
| 323 | 427446.80 | 2307858.40 | 334 | 427560.20 | 2307668.60 |
| 324 | 427491.90 | 2307922.00 | 335 | 427676.00 | 2307647.70 |
| 325 | 427496.40 | 2307924.80 | 336 | 427698.70 | 2307641.90 |
| 326 | 427478.20 | 2307924.30 | 337 | 427702.90 | 2307643.60 |
| 327 | 427473.40 | 2307921.20 | 317 | 427712.80 | 2307653.20 |

II.2.7.8 Planilla base No.8 nivel 2090

Después de llevar la profundización Sobre el camino de acceso en el tramo No.4 desde el nivel 2090 msnm., hasta el nivel 2060 msnm., se desarrollara la octava planilla en el nivel 2090 relleno y controlando el talud final hasta el pateo del talud en el nivel 2075 msnm., a la vez se controlara el piso de las planillas dejando el escurrimiento hacia el terreno original, la altura máxima de relleno de esta sexta planilla base será de 15.00 m., en la octava planilla 2090 msnm., se dejaran 12.00 m., de ancho por lo largo de la planilla para poder inicial la mitigación (reforestación), que representa en esta planilla 7,434.29 m² (0.7434 has)., con un volumen por rellenar en esta planilla de 263,582.05 m³., el tiempo de relleno de esta planilla será desde el año 53, hasta el año 56, en la Tabla II.21 se muestran las coordenadas de la planilla nivel 2090.

Tabla II. 21. Coordenadas de la Planilla base no.8 nivel 2090

| PUNTO | X | Y | PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 350 | 427725.90 | 2307680.70 | 360 | 427503.40 | 2307912.70 |
| 351 | 427720.90 | 2307679.70 | 361 | 427499.50 | 2307910.00 |
| 352 | 427672.60 | 2307692.30 | 362 | 427458.80 | 2307851.20 |
| 353 | 427567.90 | 2307710.80 | 363 | 427429.20 | 2307795.60 |
| 354 | 427429.30 | 2307749.80 | 364 | 427417.40 | 2307764.50 |
| 355 | 427431.70 | 2307759.50 | 365 | 427410.90 | 2307739.00 |
| 356 | 427442.80 | 2307789.00 | 366 | 427567.00 | 2307695.70 |
| 357 | 427471.90 | 2307845.00 | 367 | 427673.90 | 2307676.80 |
| 358 | 427517.80 | 2307910.70 | 368 | 427708.60 | 2307667.80 |

| PUNTO | X | Y | PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 359 | 427522.40 | 2307913.20 | 369 | 427713.30 | 2307668.60 |
| | | | 350 | 427725.90 | 2307680.70 |

II.2.7.9 Planilla base No.9 nivel 2105

Desde el camino de acceso principal entre la curva 5 y 6 se desarrollara la novena planilla en el nivel 2105 rellenando y controlando el talud final hasta el pateo del talud en el nivel 2090 msnm., a la vez se controlara el piso de las planillas dejando el escurrimiento hacia el terreno original, la altura máxima de relleno de esta novena planilla base será de 15.00 m., en la novena planilla 2105 msnm., se dejaran 12.00 m., de ancho por lo largo de la planilla para poder inicial la mitigación (reforestación), que representa en esta planilla 16,685.99 m² (1.6686 has), el tiempo de relleno de esta planilla será desde el año 57, hasta el año 59, en la Tabla II.22 se muestran las coordenadas de la planilla nivel 2105.

Tabla II. 22. Coordenadas de la Planilla base no.9 nivel 2105

| PUNTO | X | Y |
|-------|-----------|------------|
| 1 | 427583.80 | 2307798.20 |
| 2 | 427558.48 | 2307836.50 |
| 3 | 427551.62 | 2307856.64 |
| 4 | 427552.06 | 2307884.52 |
| 5 | 427579.01 | 2307918.74 |
| 6 | 427530.20 | 2307901.70 |
| 7 | 427525.90 | 2307899.60 |
| 8 | 427482.20 | 2307836.00 |
| 9 | 427454.70 | 2307782.70 |
| 10 | 427445.30 | 2307758.90 |
| 11 | 427574.30 | 2307722.80 |
| 12 | 427675.07 | 2307702.04 |
| 13 | 427597.85 | 2307738.87 |
| 14 | 427590.42 | 2307779.90 |
| 1 | 427583.80 | 2307798.20 |

Al final del llenado de las planillas con material de procedente del banco, su diseño quedará como se muestra en la Figura II.11, en la parte superior de la última planilla contará con un bordo de 0.8 m de alto que permitirá que los escurrimientos se dirijan hacia la cuneta.

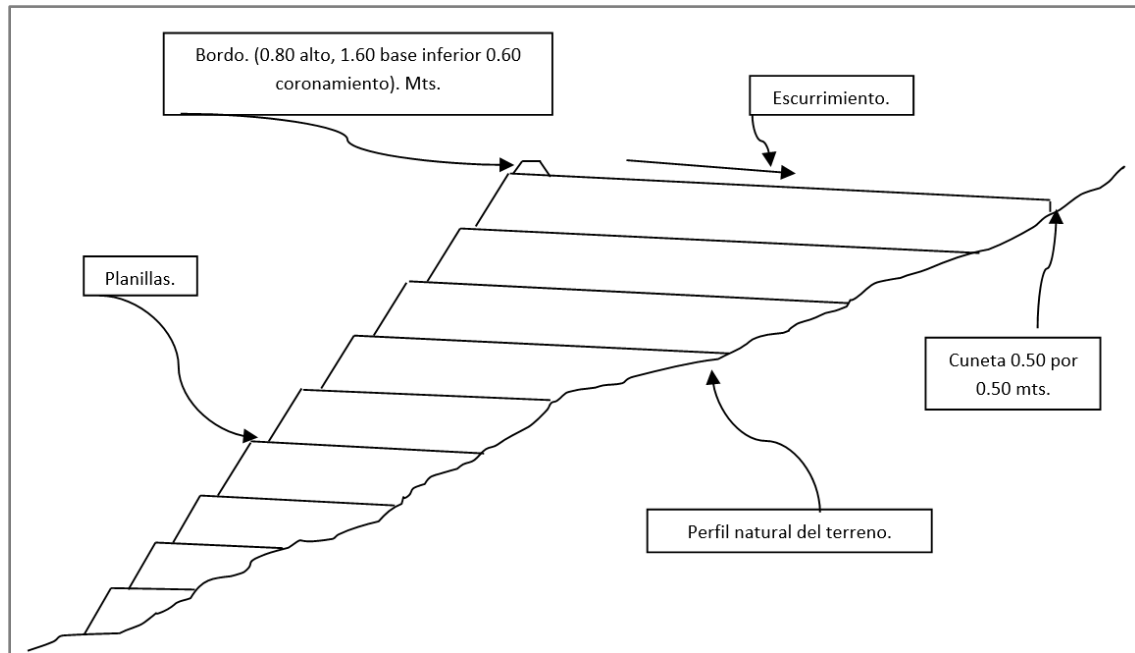


Figura II. 11. Acomodo de planillas en el Área de Terreros

II.2.8 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

Al término del relleno de cada planilla, se llevará actividades de limpieza del sitio como es la recolección de residuos sólidos que pudieran ser generados por la misma actividad, así como el retiro de los sanitarios móviles al finalizar la obra, estas actividades serán responsabilidad de Omya México S.A de C.V.

Reforestación

Se llevará a cabo la reforestación con la finalidad rehabilitar del área afectada; para lo cual se usarán especies nativas que tengan capacidad de crecimiento en la zona, ya que de esta manera mantendremos el paisaje de la zona y lo más importante, no pondremos en riesgo a otras especies vegetales y animales que forman parte del hábitat que mantiene en equilibrio los ecosistemas.

Para la reforestación se seleccionaron especies como pino piñonero (*Pinus cembroides*) y Mezquite (*Prosopis laevigata*), especies propias de climas semidesérticos, de fácil adaptación y resistentes a temperaturas extremas. La reforestación se hará en una superficie total de 94,482.43 m² (9.4482 hectáreas), lo que representa el 46.27% del área total de la superficie del proyecto, llevándose a cabo en la superficie de cada una de las 9 planillas, en la Tabla II.23 y Figura II.12 se muestra la superficie de reforestación por planilla y periodo en el que se llevará a cabo de acuerdo al programa de trabajo.

Tabla II. 23. Superficies de reforestación

| PLANILLAS | SUPERFICIE DE REFORESTACIÓN | | NO. DE INDIVIDUOS | PERIODO DE REFORESTACIÓN |
|------------|-----------------------------|-----------|-------------------|--------------------------|
| | m ² | Hectáreas | | |
| NIVEL 1985 | 11748.32 | 1.1748 | 114 | Años 8 al 10 |
| NIVEL 2000 | 11375.72 | 1.1376 | 140 | Años 17 al 19 |
| NIVEL 2015 | 10427.54 | 1.0428 | 104 | Años 24 al 27 |
| NIVEL 2030 | 10011.71 | 1.0012 | 100 | Años 32 al 35 |

| PLANILLAS | SUPERFICIE DE REFORESTACIÓN | | NO. DE INDIVIDUOS | PERIODO DE REFORESTACIÓN |
|--------------|-----------------------------|---------------|-------------------|--------------------------|
| | m ² | Hectáreas | | |
| NIVEL 2045 | 9571.66 | 0.9572 | 95 | Años 39 al 42 |
| NIVEL 2060 | 9022.60 | 0.9023 | 90 | Años 45 al 48 |
| NIVEL 2075 | 8204.61 | 0.8205 | 82 | Años 50 al 59 |
| NIVEL 2090 | 7434.29 | 0.7434 | 74 | |
| NIVEL 2105 | 16685.99 | 1.6686 | 166 | |
| TOTAL | 94482.43 | 9.4482 | 965 | |

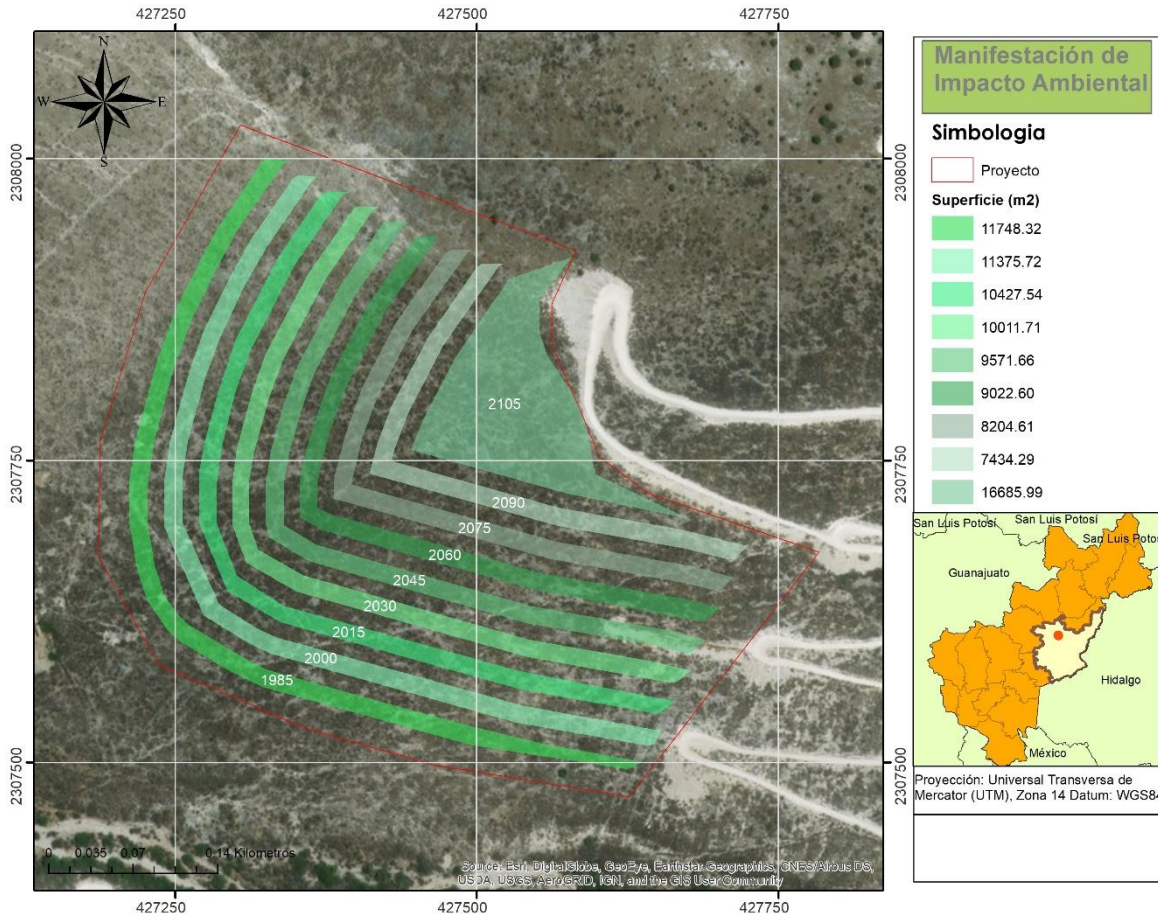


Figura II. 12. Superficies de reforestación

Después de terminada la reforestación es importante llevar a cabo acciones de mantenimiento como fertilización, deshierbes, instalación y mantenimiento de brechas contra fuego, supervisión para la detección de plagas y enfermedades, estas acciones se deben hacer al menos dos veces por año. En caso de pérdida de individuos, serán reemplazados y se implementaran las acciones de mantenimiento hasta asegurar su supervivencia.

II.2.9 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

De acuerdo a la naturaleza del proyecto, NO requiere el uso de explosivos.

II.2.10 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Residuos Sólidos Urbanos

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos, en su artículo 5 fracción XXXIII, define a los RSU como a todos aquellos resultantes de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

Durante las diferentes etapas del proyecto prevé la generación de este tipo de residuos, aunque se estima la generación de un volumen mínimo, considerando en bajo número de trabajadores, además de la cercanía del predio del proyecto al Banco de Material, propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., donde los trabajadores podrán hacer consumo de sus alimentos.

En la Tabla II.24, se presenta un cálculo del volumen de RSU que se pueden generar por cada etapa del proyecto, este volumen se calculó a partir de la **generación per cápita de 0.218 kg/hab/día** para el municipio de Cadereyta de Montes (la cual se determinó con datos de INEGI, 2010, como son la cantidad promedio diaria de RSU recolectados de 14,000 kg y la población de 64,183 habitantes).

Tabla II. 24. Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

| ETAPA | Años trabajados | No. Trabajadores | Vol. de residuos | | Volumen en total de años trabajados (kg) |
|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------|----------|--|
| | | | (kg/día) | (kg/año) | |
| Preparación | 27 | 2 | 0.436 | 159.14 | 4,296.78 |
| Caminos | 4 | 5 | 1.09 | 398.09 | 1,591.40 |
| Muro de retención | 10 | 9 | 1.962 | 716.13 | 7,161.30 |
| Alcantarillas | 3 | 5 | 1.09 | 397.85 | 1,193.55 |
| Llenado y Rehab. de planillas | | | | | |
| Nivel 2085 | 3 | 4 | 0.872 | 318.47 | 954.84 |
| Nivel 2000 | 3 | 4 | 0.872 | 318.47 | 954.84 |
| Nivel 2015 | 4 | 4 | 0.872 | 318.47 | 1,273.12 |
| Nivel 2030 | 4 | 4 | 0.872 | 318.47 | 1,273.12 |
| Nivel 2045 | 4 | 4 | 0.872 | 318.47 | 1,273.12 |
| Nivel 2060 | 4 | 4 | 0.872 | 318.47 | 1,273.12 |
| Niveles 2075, 2090, 2105 | 10 | 4 | 0.872 | 318.47 | 3,182.8 |

Manejo de Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos serán almacenados de manera temporal en contenedores plásticos debidamente identificados separando los residuos valorizables (PET, tetrapack, cartón, plásticos, aluminio, entre otros) y residuos mezclados; se contratará a una empresa autorizada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable que cuente con autorización en las especialidades de recolección, transporte, acopio, almacenamiento, separación y con autorización para la disposición en el relleno sanitario municipal para el caso de residuos mezclados.

Residuos de manejo especial

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) define a los Residuos de Manejo Especial (RME) como aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

El proyecto considera la generación de residuos orgánicos producto de las actividades de limpieza y desmonte del área de desplante del muro de retención – una vez realizas las actividades de rescate y reubicación de especies –. Los residuos vegetales producidos serán retirados y confinados en un sitio designado por el encargado de obra donde no interfiera con los trabajos.

En cuanto a los residuos producto de excavación en la sección del muro, se calcula una generación total de 394.27 m³, durante el año 1 se generarán 53.79 m³ y durante los siguientes años 2 al 10 37.83 m³. Estos residuos pueden ser usados como material de relleno dentro de la misma obra o incorporados en las planillas.

Residuos sólidos peligrosos

Los Residuos Peligrosos, de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en su artículo 5 fracción XXXII; son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados con sustancias de características antes mencionadas.

Por motivos de la obra, se considera la generación de un volumen bajo de residuos con estas características, en su mayoría generados por el mantenimiento de camiones, maquinaria y equipo (Tabla II.25)

Tabla II. 25. Generación anual de residuos peligrosos por etapa de proyecto

| AÑO. | MURO. | ALCANT. No. 1,2,3, | CAMINO. | TERRERO. | ACEITE USADO. | FILTROS | Material sólido (Trapos, Estopas, etc.) | Recip. Vacíos de plástico (Aceite, Anti., liq., frenos, grasas.). | Etapa o Actividad donde se generan. | Tiempo de almacenamiento meses máximo. |
|------|--------|----------------------------|---------------|------------------|---------------|---------|---|---|--|--|
| | m | m | m | m ³ . | L | kg. | Kg. | Kg. | | |
| 1 | 123,08 | No.3 | Tramo No.1 | Nivel. | 322,39 | 104,60 | 13,38 | 36,91 | | 6,00 |
| 2 | 85,96 | 112,00 | 123.08 m. | 1970-1985 | 322,83 | 106,70 | 13,55 | 36,96 | | 6,00 |
| 3 | 85,96 | (8x14). m ² . | 5,169.36 m3. | 232.332,31 | 329,03 | 108,83 | 13,83 | 37,67 | En toda la operación del terrero. | 6,00 |
| 4 | 85,96 | No.1 | Nivel. | | 335,33 | 111,03 | 14,10 | 38,39 | | 6,00 |
| 5 | 85,96 | 55,00 | 1993-1985 | | 341,79 | 113,23 | 14,38 | 39,13 | | 6,00 |
| 6 | 85,96 | (22x2.5). m ² . | | | 348,35 | 115,50 | 14,65 | 39,88 | | 6,00 |
| 7 | 85,96 | | | | 355,08 | 117,80 | 14,98 | 40,65 | | 6,00 |
| 8 | 85,96 | | | | 361,90 | 120,18 | 15,23 | 41,43 | | 6,00 |
| 9 | 85,96 | | | | 368,88 | 122,58 | 15,55 | 42,23 | | 6,00 |
| 10 | 83,37 | | | | 375,60 | 125,03 | 15,83 | 43,00 | | 6,00 |
| 11 | | No.2 | Tramo No.2 | Nivel. | 370,19 | 127,53 | 15,93 | 42,38 | | 6,00 |
| 12 | | 64,00 | 615,38 | 1985-2000 | 377,60 | 130,08 | 16,25 | 43,23 | | 6,00 |
| 13 | | (8x8). m ² . | 25,845.96 m3. | 265.879,60 | 385,14 | 132,68 | 16,60 | 44,09 | | 6,00 |
| 14 | | | Nivel. | | 392,85 | 135,33 | 16,93 | 44,97 | | 6,00 |
| 15 | | | 2040-2000 | | 400,70 | 138,03 | 17,23 | 45,87 | | 6,00 |
| 16 | | | | | 408,73 | 140,80 | 17,60 | 46,79 | | 6,00 |
| 17 | | | | | 416,90 | 143,60 | 17,95 | 47,72 | | 6,00 |
| 18 | | | | | 425,23 | 146,50 | 18,33 | 48,68 | | 6,00 |
| 19 | | | | | 433,73 | 149,43 | 18,70 | 49,65 | | 6,00 |
| 20 | | | | Nivel. | 442,42 | 152,40 | 19,08 | 50,65 | | 6,00 |
| 21 | | | | 2000-2015 | 451,27 | 155,48 | 19,43 | 51,66 | | 6,00 |



| AÑO. | MURO. | ALCANT. No. 1,2,3, | CAMINO. | TERRERO. | ACEITE USADO. | FILTROS | Material sólido (Trapos, Estopas, etc.) | Recip. Vacíos de plástico (Aceite, Anti., liq., frenos, grasas.). | Etapas o Actividad donde se generan. | Tiempo de almacenamiento meses máximo. |
|------|-------|-----------------------|--------------|------------------|------------------|---------|---|---|--|--|
| | m | m | m | m ³ . | L | kg. | Kg. | Kg. | | |
| 22 | | | | 289.004,28 | 460,28 | 158,58 | 19,83 | 52,69 | | 6,00 |
| 23 | | | | | 469,51 | 161,73 | 20,23 | 53,75 | | 6,00 |
| 24 | | | | | 478,88 | 164,98 | 20,63 | 54,82 | | 6,00 |
| 25 | | | | | 488,46 | 168,28 | 21,03 | 55,92 | | 6,00 |
| 26 | | | | | 498,23 | 171,63 | 21,45 | 57,03 | | 6,00 |
| 27 | | | | | 508,20 | 175,08 | 21,88 | 58,18 | | 6,00 |
| 28 | | | | Nivel. | 518,36 | 178,58 | 22,33 | 59,34 | | 6,00 |
| 29 | | | | 2015-2030 | 528,71 | 182,13 | 22,78 | 60,52 | | 6,00 |
| 30 | | | | 300.061,63 | 539,30 | 185,78 | 23,23 | 61,74 | | 6,00 |
| 31 | | | | | 550,08 | 189,50 | 23,68 | 62,97 | | 6,00 |
| 32 | | | | | 561,09 | 193,30 | 24,15 | 64,23 | | 6,00 |
| 33 | | | | | 572,32 | 197,18 | 24,63 | 65,52 | | 6,00 |
| 34 | | | | | 583,74 | 201,10 | 25,10 | 66,82 | | 6,00 |
| 35 | | | | | 595,43 | 205,13 | 25,65 | 68,16 | | 6,00 |
| 36 | | | Tramo No.3 | Nivel. | 607,34 | 209,23 | 26,15 | 69,52 | | 6,00 |
| 37 | | | 76,92 | 2030-2045 | 619,47 | 213,40 | 26,68 | 70,91 | | 6,00 |
| 38 | | | 3,230.64 m3. | 299.866,34 | 631,87 | 217,68 | 27,23 | 72,33 | | 6,00 |
| 39 | | | 2040-2045 | | 644,51 | 222,03 | 27,75 | 73,78 | | 6,00 |
| 40 | | | | | 657,40 | 226,48 | 28,30 | 75,26 | | 6,00 |
| 41 | | | Tramo No.4 | | 670,56 | 231,00 | 28,88 | 76,76 | | 6,00 |
| 42 | | | 461,54 | | 683,96 | 235,60 | 29,45 | 78,30 | | 6,00 |



| AÑO. | MURO. | ALCANT. No. 1,2,3, | CAMINO. | TERRERO. | ACEITE USADO. | FILTROS | Material sólido (Trapos, Estopas, etc.) | Recip. Vacíos de plástico (Aceite, Anti., liq., frenos, grasas.). | Etapas o Actividad donde se generan. | Tiempo de almacenamiento meses máximo. |
|--------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------------|------------------|------------------|---|---|--|--|
| | m | m | m | m ³ . | L | kg. | Kg. | Kg. | | |
| 43 | | | 19,384.68 m ³ . | Nivel. | 697,65 | 240,33 | 30,05 | 79,86 | | 6,00 |
| 44 | | | 2090-2060 | 2045-2060 | 711,59 | 245,13 | 30,63 | 81,46 | | 6,00 |
| 45 | | | | 291.558,72 | 725,82 | 250,03 | 31,25 | 83,09 | | 6,00 |
| 46 | | | | | 740,34 | 255,03 | 31,88 | 84,75 | | 6,00 |
| 47 | | | | | 755,14 | 260,35 | 32,50 | 86,44 | | 6,00 |
| 48 | | | | | 770,25 | 265,33 | 33,15 | 88,17 | | 6,00 |
| 49 | | | | Nivel. | 785,67 | 270,63 | 33,83 | 89,94 | | 6,00 |
| 50 | | | | 2060-2075 | 801,35 | 276,08 | 34,53 | 91,73 | | 6,00 |
| 51 | | | | 274.502,31 | 817,39 | 281,60 | 35,18 | 93,57 | | 6,00 |
| 52 | | | | | 833,75 | 287,20 | 35,90 | 95,44 | | 6,00 |
| 53 | | | | Nivel. | 850,41 | 292,98 | 36,63 | 97,35 | | 6,00 |
| 54 | | | | 2075-2090 | 867,44 | 298,83 | 37,35 | 99,30 | | 6,00 |
| 55 | | | | 263.582,05 | 884,77 | 304,80 | 38,08 | 101,28 | | 6,00 |
| 56 | | | | | 902,47 | 310,90 | 38,85 | 103,31 | | 6,00 |
| 57 | | | | Nivel. | 920,52 | 317,10 | 39,65 | 105,38 | | 6,00 |
| 58 | | | | 2090-2105 | 938,93 | 323,45 | 40,43 | 107,48 | | 6,00 |
| 59 | | | | 197.849,75 | 957,71 | 329,93 | 41,25 | 109,63 | | 6,00 |
| Total | 894,13 | | | | 33.794,84 | 11.595,44 | 1.451,69 | 3.868,62 | | |

Manejo de Residuos Peligrosos

Para el manejo y disposición de los residuos peligrosos generados por la obra se contratará a una empresa autorizada por la Secretaría, quien llevará a cabo la recolección, transporte y enviará a disposición final. La recolección de los residuos se llevará a cabo en un periodo máximo de 6 meses, ya que, de acuerdo a la Ley, se prohíbe su almacenamiento por un periodo mayor a partir de su generación (Art. 56, LGPGIR). Dicha información quedará asentada en la bitácora correspondiente, así como los manifiestos entregados por la empresa encargada de la recolección.

Residuos Líquidos

No se prevé la generación y descarga de aguas residuales en ninguna de las actividades del proyecto. Para el servicio sanitario de los trabajadores, se llevará a cabo la instalación de un sanitarios portátiles, para lo cual, se contratará los servicios de una empresa especializada, debiendo ser estos de tipo caseta, con deposito autónomo capaz de contener los desechos de 9 personas, con medios de control sanitario que garantice la higiene y seguridad de los usuarios. La empresa contratada deberá acudir con la frecuencia necesaria para dar mantenimiento, usando equipo necesario.

Las aguas residuales del servicio sanitario son responsabilidad del Generador, el cual contratará a una empresa especializada para su manejo. El volumen máximo de aguas residuales sanitarias esperadas se puede calcular en un máximo de 6.0L/usuario/día y considerando que el número máximo de trabajadores será de 9, el volumen máximo posible es de 54 L/día o 324 L/semana (6 días).

Los sanitarios provisionales únicamente se instalarán durante el periodo de construcción del muro de retención, que es el periodo que los trabajadores permanecen en el sitio, el resto del periodo podrán hacer uso de las instalaciones del Banco de Material Propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V. En la tabla II.26 se detalla la generación de este tipo de residuos, se calcula un volumen total de 155.52 m³ en un periodo total de 10 años, que es el periodo que dura esta obra del proyecto de acuerdo al diagrama de gant que se muestra en la tabla II.8.

Tabla II. 26. Generación de Residuos líquidos

| Obra | No. Trabajadores | Años trabajados | Volumen | | Volumen total (L) | Volumen total (m ³) |
|--|------------------|-----------------|----------|---------|-------------------|---------------------------------|
| | | | (L/mes) | (L/mes) | | |
| Construcción de muro de retención | 9 | 1 al 10 | 1,296.00 | 15,552 | 155,520 | 155.52 |
| Total proyecto | - | - | 1,296.00 | 15,552 | 155,520 | 155.52 |

II.2.10.1 Generación de gases efecto invernadero

El efecto invernadero ocurre de manera natural en la atmósfera de la Tierra y permite que exista la vida tal, sin embargo, actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación intensifican el efecto invernadero natural, al incrementar las emisiones de gases de efecto invernadero y modificar con ello la composición de la atmósfera de la Tierra, y contribuye al calentamiento global.

El IPCC define a los gases de efecto invernadero como el componente gaseoso de la atmósfera –ya sea de origen natural o antropogénico–, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad da lugar al efecto invernadero.

Por motivos del proyecto se generan gases de efecto invernadero por el uso de maquinaria y equipo, aunque en cantidades menores debido a las dimensiones del proyecto. Estas emisiones son procedentes de fuentes móviles que usan como combustible diésel principalmente y gasolina en segundo término. En las Tablas II.27 y II.28 se muestran los cálculos de los principales gases contaminantes generados durante las diferentes etapas del proyecto, específicamente en las actividades de construcción del muro de retención, desarrollo de los caminos, operación de los terreros y rehabilitación (reforestación) en la superficie de las planillas.

Tabla II. 27. Calculo anual de emisiones a la atmósfera por uso de diésel en las diferentes etapas del proyecto

| Etapa o actividad de generación | Equipo | Periodo (años) | Consumo anual | | Emisión de contaminantes anual | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|----------------|---------------|---------------|--------------------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| | | | L | kg | kg CO ₂ | kg CO | kg NO _x | kg SO ₂ |
| Camino | Cargador frontal 3.18 m ³ | 1, 11, 39 y 41 | 14,964 | 13,317.9 | 47,348.22 | 10.22 | 41.55 | 147.54 |
| | 3 camiones 14 m ³ | | 19,944 | 17,750.2 | 63,105.65 | 13.63 | 55.38 | 196.64 |
| Muro | Compresor 185 PCM | 1 al 10 | 5,540 | 4,930.6 | 17,529.35 | 3.78 | 15.38 | 54.62 |
| Terreros | Cargador frontal 3.18 m ³ | 1 al 59 | 14,964 | 13,317.9 | 47,348.22 | 10.22 | 41.55 | 147.54 |
| | 3 camiones 14 m ³ | | 19,944 | 17,750.2 | 63,105.65 | 13.63 | 55.38 | 196.64 |
| TOTAL PROYECTO | | | 75,356 | 67,067 | 238,437 | 51 | 209 | 743 |

Fuente: IPCC

El factor del IPCC para diésel es de:

3.555216 kg. de CO₂/ Kg. de combustible

0.000768 kg. de CO/ Kg de combustible

0.00312 kg NO_x/kg combustible

0.0110784 kg SO₂/kg combustible

La densidad del diésel usada es de: 0.89 Kg. de combustible/ L. de combustible

Tabla II. 28. Calculo anual de emisiones a la atmósfera por uso de gasolina durante la supervisión del proyecto

| Etapa o actividad de generación | Equipo | Tiempo de operación (años) | Densidad del combustible (kg/L) | Consumo total (L) | Consumo total (kg) | Emisión Kg CO ² |
|---------------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|
| Muro de retención | PICK-UP. SUPERVICION | 10 | 0.735 | 150.00 | 110.25 | 350.85 |
| Rehabilitación planillas | PICK-UP. SUPERVICION | 32 | 0.735 | 150.00 | 110.25 | 350.85 |
| TOTAL PROYECTO | | | | 300.00 | 221.00 | 702.00 |

Fuente: IPCC.

El factor del IPCC para la gasolina es: 3172.31 g. de CO₂/ Kg. de combustible y la densidad de gasolina que se utilizó es: 0.735 Kg. de combustible/ L. de combustible

En cuanto a medidas de control por emisión de contaminantes a la atmósfera, se llevarán a cabo acciones de rutina como mantenimiento preventivo a maquinaria y equipo, verificaciones vehiculares y su operación deberá apegarse a los tiempos y lugares establecidos.

Durante la ejecución del proyecto también hay presencia de contaminación por emisión de partículas (PM), generada principalmente durante el movimiento de tierras, transporte de materiales y tránsito vehicular.

La contaminación atmosférica, por **emisión de materia particulada** no solo tiene un efecto negativo para la salud humana, sino que también puede provocar un efecto negativo sobre el ambiente, Las partículas emitidas a la atmósfera son transformadas o transportadas por procesos atmosféricos y finalmente depositadas y provocan degradación de la vegetación, cuerpos de agua y daños a la vida silvestre y humana. Durante su permanencia en la atmósfera provocan diversos impactos ambientales, uno de ellos es la disminución de la visibilidad, y otro, su efecto en el cambio climático (INE - SEMARNAT, 2011).

Se implementará como **medida de mitigación** un SUPRESOR DE POLVOS durante la formación de caminos y construcción de muro de retención, que consiste en el riego continuo de la superficie, ya que una superficie húmeda no se erosiona debido a la fuerza de atracción entre el agua y las partículas de suelo (adhesión), la utilización de un supresor de polvo, cualquiera que sea su tipo, abate el polvo a través de la modificación de las propiedades físicas de la superficie.

Otro tipo de contaminación es la **generación de ruido**, los niveles de ruido se percibirán mayormente en el sitio donde se encuentre operando el equipo de construcción y disminuirán en intensidad conforme a la distancia de la fuente emisora, los niveles de ruido que se generarán muestran un rango de los 70 a 94 dB, considerando una distancia de 15 m de la fuente. Por ejemplo, la Pick Up usada en supervisión emite en promedio 72 dB y un camión de volteo requerido durante la construcción y operación del proyecto emite entre 82 y 94 dB. (IMTA UNAM).

En cuanto a **medidas de control** por generación de ruido, se llevarán a cabo acciones de rutina como mantenimiento preventivo a maquinaria y equipo, verificaciones vehiculares y su operación deberá apegarse a los tiempos, lugares y horarios establecidos a manera de evitar afectar a la fauna; asimismo considerando que no hay poblaciones cercanas al predio de estudio, el proyecto no genera molestias a la población.



CAPITULO III

**VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS
APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU
CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO**



INDICE

| | |
|---|-----------|
| III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS | 4 |
| III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT) | 4 |
| III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO (POEREQ) | 12 |
| III.1.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE CADEREYTA DE MONTES QUERÉTARO 2017 (POELMCAD) | 23 |
| III.2 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO | 34 |
| III.2.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 (PND) | 34 |
| III.2.2 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018 (PROMARNAT) | 35 |
| III.2.3 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO QUERÉTARO 2016 – 2021 | 38 |
| III.2.4 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE CADEREYTA DE MONTES, QRO. 2007 – 2025 (PMDUCM) | 40 |
| III.3 LEYES Y REGLAMENTOS | 42 |
| III.3.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS | 42 |
| III.3.2 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL | 42 |
| III.3.3 LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE | 43 |
| III.3.4 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL | 44 |
| III.3.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS | 45 |
| III.3.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS | 46 |
| III.3.7 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE | 47 |
| III.3.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE | 47 |
| III.3.9 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE | 48 |
| III.3.10 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE | 48 |
| III.3.11. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO | 48 |
| III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS | 50 |
| III.5 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP) | 52 |



INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla III. 1. Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) del Proyecto y Sistema Ambiental..... | 5 |
| Tabla III. 2. Características de las UAB's del proyecto y su Sistema Ambiental | 6 |
| Tabla III. 3. Estrategias UAB 30 Karst Huasteco Norte y UAB 52. Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo | 6 |
| Tabla III. 4. Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) del Proyecto y Sistema Ambiental..... | 13 |
| Tabla III. 5. Políticas aplicables a las UGAS No. 100. "El Doctor" y 101 "La Culata" | 14 |
| Tabla III. 6. Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) del Proyecto y Sistema Ambiental..... | 23 |
| Tabla III. 7. Política ambiental, lineamientos y usos compatibles en las unidades de gestión Ambiental 2 y 15..... | 24 |
| Tabla III. 8. Lineamientos aplicables al proyecto | 25 |
| Tabla III. 9. Estrategias aplicables al proyecto..... | 26 |
| Tabla III. 10. Criterios aplicables al proyecto | 30 |
| Tabla III. 11. Objetivos del Programa Sectorial y su vinculación con el proyecto | 36 |
| Tabla III. 12. Ejes reactores del Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021 | 38 |
| Tabla III. 13. Normas Oficiales Mexicanas..... | 50 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura III. 1. Ubicación del sitio de estudio en las UAB's..... | 5 |
| Figura III. 2. Unidades de Gestión Ambiental correspondientes a la zona de estudio. | 13 |
| Figura III. 3. Unidades de Gestión Ambiental correspondientes a la zona de estudio. | 24 |
| Figura III. 4. Aptitud del suelo de la ubicación del proyecto..... | 41 |
| Figura III. 5. Ubicación del Proyecto y Sistema Ambiental en el mapa de Áreas Naturales Protegidas | 52 |
| Figura III. 6. Ubicación del Proyecto y Sistema Ambiental en el mapa de Regiones Prioritarias..... | 53 |

III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS

III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

Este Programa fue publicado en el DOF de fecha 7 de septiembre de 2012 y tiene como objetivo llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); así como de los gobiernos locales y municipales; orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

En efecto, es importante señalar que el POEGT –en tanto que instrumento programático general-, se encuentra dirigido a incorporar, dentro de las diferentes políticas públicas y marcos de actuación de la administración pública nacional, la variable ambiental, buscando con ello dotar de orden ecológico la planeación del uso del suelo.

En este sentido, la normatividad y estrategias contenidas en el POEGT resultan primariamente aplicables a los entes de gobierno encargados de diseñar e implementar políticas públicas que se reflejen en el uso del suelo y sólo de manera indirecta, a los particulares.

De esta forma, si bien –según se ha señalado- el POEGT establece estrategias aplicables a los diferentes órganos de gobierno, en un exceso de cuidado y con objeto de contextualizar el Proyecto en el marco de la regionalización ecológica establecida en el POEGT, a continuación, se realizará la vinculación del Proyecto con este instrumento normativo (Tabla III.2).

Así, la base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo.

Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1: 2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

El proyecto se encuentra ubicado dentro de las UAB's No. 30. Karst Huasteco Norte (40.25%), y No. 52. Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (59.75%), de igual manera en sistema ambiental definido para el proyecto se encuentra en ambas UAB's (Tabla III.1).

Tabla III. 1. Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) del Proyecto y Sistema Ambiental

| Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) | Polígono de proyecto | | Sistema Ambiental (SA) | |
|---|----------------------|----------------|------------------------|----------------|
| | Superficie (ha) | Porcentaje (%) | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
| UAB 30. Karst Huasteco Norte | 7.74 | 38.82 | 1,724.60 | 69.00 |
| UAB 52. Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo | 12.20 | 61.18 | 780.22 | 31.00 |
| Total | 19.94 | 100.00 | 2,504.82 | 100.00 |

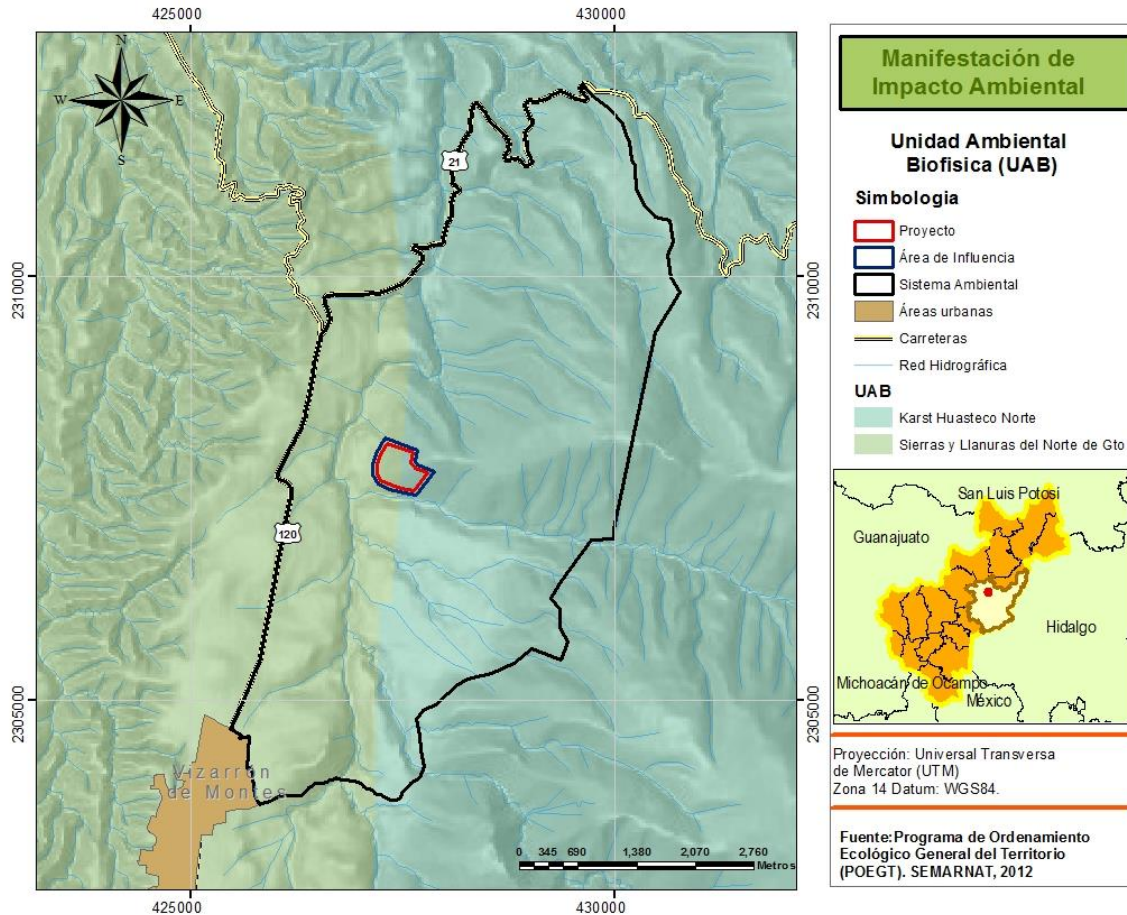


Figura III. 1. Ubicación del sitio de estudio en las UAB's
 Fuente: SEMARNAT, 2012

Actualmente, esta UAB 30 - Karst Huasteco Norte, presenta algunos problemas ambientales, como la degradación de suelos y vegetación, desertificación, en menor grado, debido a la baja actividad antropogénica que hay en la zona. Las actividades de mayor importancia de esta región son la agrícola de carácter campesino, la minera, y la ganadera. De acuerdo con este programa se proyecta un escenario inestable para el año 2033.

Con relación a la UAB .52 denominada Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, presenta alta degradación de los suelos, muy alta degradación de la vegetación, baja degradación por desertificación y alta actividad antropogénica. El sitio es de alta importancia para la actividad minera y ganadera.



Tabla III. 2. Características de las UAB's del proyecto y su Sistema Ambiental

| | UAB 30. Karst Huasteco Norte | UAB 52. Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo |
|--------------------------------------|---|---|
| Política Ambiental | <i>Preservación, Aprovechamiento sustentable y Restauración</i> | <i>Restauración y aprovechamiento sustentable</i> |
| Nivel de Atención prioritaria | <i>Baja: Presenta un estado del medio ambiente estable o medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.</i> | <i>Media</i> |
| Rectores del desarrollo | <i>Forestal</i> | <i>Forestal - Preservación de Flora y Fauna</i> |
| Coadyuvantes del desarrollo | <i>Preservación de Flora y Fauna</i> | <i>Agricultura - Desarrollo Social - Ganadería - Minería</i> |
| Asociados del desarrollo | <i>Agricultura -Ganadería</i> | <i>-</i> |
| Estrategias sectoriales | <i>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 36, 37, 38, 42, 43, 44</i> | <i>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44</i> |

Fuente: SEMARNAT, 2012

Tabla III. 3. Estrategias UAB 30 Karst Huasteco Norte y UAB 52. Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo

| Estrategias | | Compatibilidad con el proyecto |
|---|---|--|
| Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio. | | |
| A) Preservación. | 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. | <p>El área del proyecto se localiza fuera de Áreas Naturales Protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica.</p> <p>Se desarrollará y ejecutará un Programa de Rescate y Manejo de Fauna Silvestre como medida para la conservación de la fauna silvestre y conservación de la biodiversidad local.</p> <p>Se desarrollará e implementará un Plan de Rescate y manejo de Flora Silvestre, la cual se reubicará en un predio aledaño que presenta las mismas condiciones para su desarrollo, se implementarán medidas particulares de rescate y reubicación a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 identificadas bajo alguna categoría de riesgo con la finalidad de protegerlas, conservarlas y asegurar su establecimiento y producción.</p> <p>Se implementará un Programa de Reforestación, usando especies nativas de fácil adaptabilidad, así mismo, se les brindará protección y mantenimiento para asegurar su supervivencia y obtener una cobertura vegetal en donde intervengan diversos procesos ecológicos que se traducen en servicios ambientales.</p> <p>Uno de los beneficios importantes que tiene la reforestación es que, con el tiempo, la vegetación crea</p> |



| | Estrategias | Compatibilidad con el proyecto |
|--|---|---|
| | | <p>suelos porosos, protegiéndolos del estancamiento de la precipitación, que puede cerrar los huecos naturales entre partículas del suelo, por lo que el agua fluye al suelo a través de la acción de las raíces. La capa vegetal que se genera con la vegetación y materia orgánica que aún no está descompuesta (hojas) protege al suelo de la acción de la lluvia lo que hace que el suelo sea más permeable. Dichos programas se integran en el Anexo IV del presente estudio.</p> <p>Adicional a lo anterior, se asegura la no afección de cuerpos de agua, ubicados aguas debajo del predio de estudio, ya que con el diseño del depósito de material se evita el flujo de sedimentos que pueda alterar la calidad del agua.</p> |
| | <p>2. Recuperación de especies en riesgo</p> | <p>Como parte del Plan de Rescate y Manejo de Flora Silvestre, se implementarán medidas particulares para el rescate y manejo de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se identificaron <i>Echinocactus platyacanthus</i> y <i>Mammillaria parkinsonii</i> se encuentran dentro de la categoría de protección: sujeta a protección especial (Pr), así mismo, serán sometidas a cuidados y monitoreo constante para asegurar su supervivencia.</p> <p>En relación a la fauna silvestre, no hubo avistamiento de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se les dará el manejo y cuidado necesario, ya que son especies que forman parte esencial del medio.</p> <p>La reubicación de flora y fauna se llevará a cabo a un polígono colindante al predio que cuenta con una superficie de 2.029 Ha. Los programas se integran en los Anexos II y III, respectivamente.</p> |
| | <p>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad</p> | <p>Como parte del presente estudio se lleva a cabo un análisis de la zona sujeta a estudio y su Sistema Ambiental (SA) a fin de conocer su biodiversidad, aspectos ecológicos, sociales y económicos, para poder determinar el impacto que genera la ejecución de dicho proyecto.</p> <p>Se determina el impacto sobre el ambiente generado por las diferentes etapas del proyecto, así mismo los efectos negativos sobre las especies (flora y fauna) prioritarias para la conservación.</p> <p>Durante Las diferentes etapas del proyecto se llevará a cabo la aplicación medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos al ambiente a fin de proteger los ecosistemas. Dichas medidas se</p> |



| | Estrategias | Compatibilidad con el proyecto |
|---|--|---|
| | | integran en el capítulo VI del presente estudio, así mismo, se integra el programa de vigilancia ambiental y monitoreo. |
| B) Aprovechamiento Sustentable. | <p>4. <i>Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales</i></p> | El proyecto en cuestión se llevará a cabo implementando las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales adecuadas para generar el menor daño a los ecosistemas, buscando su resiliencia y continuidad. Así, por ejemplo, Al finalizar la colocación de cada planilla de material, se lleva a cabo la reforestación con especies nativas, y se adecuará el terreno las óptimas condiciones para que el crecimiento de la flora nativa del lugar se genere de forma natural. Por tal motivo se lleva a cabo un Programa de Reforestación, mismo que se integra en el Anexo IV. |
| | <p>5. <i>Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios</i></p> | El sitio donde se llevará a cabo el proyecto no corresponde a un uso de suelo agrícola ni pecuario, por lo que no le es aplicable al proyecto. |
| | <p>6. <i>Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas</i></p> | El sitio donde se llevará a cabo el proyecto no se lleva a cabo actividades agrícolas ni pecuarias, por lo que no le es aplicable al proyecto. |
| | <p>7. <i>Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales</i></p> | El presente proyecto no tiene como objetivos el aprovechamiento de los recursos forestales, por lo que no es aplicable al proyecto. |
| | <p>8. <i>Valoración de los servicios ambientales</i></p> | Previos trámites de ley, se realizará el depósito correspondiente en el Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de acuerdo a la valoración establecida por la Comisión Nacional Forestal. |
| C) Protección de los recursos naturales | <p>12. <i>Protección de los ecosistemas</i></p> | En las diferentes etapas del proyecto se aplicarán medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos al ambiente a fin de proteger los ecosistemas. Dichas medidas se integran en el capítulo VI del presente estudio. Así mismo, se integra el programa de vigilancia ambiental y monitoreo para asegurar su ejecución y óptimos resultados. |
| | <p>13. <i>Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes</i></p> | No se contempla en uso de agroquímicos en ninguna de sus etapas del proyecto. |
| D) Restauración | <p>14. <i>Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas</i></p> | Se ejecutará un Programa de Rescate y Manejo de Fauna Silvestre como medida para la conservación de la fauna silvestre y conservación de la biodiversidad local. Se desarrollará e implementará un Programa Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, la cual se reubicará |



| Estrategias | | Compatibilidad con el proyecto |
|--|---|--|
| | | <p>en un predio aledaño que presenta las mismas condiciones para su desarrollo, se implementarán medidas particulares de rescate y reubicación a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 identificadas bajo alguna categoría de riesgo con la finalidad de protegerlas, conservarlas y asegurar su establecimiento y producción.</p> <p>Al finalizar la colocación de cada planilla de material, se lleva a cabo la reforestación con especies nativas, y se adecuará el terreno las óptimas condiciones para que el crecimiento de la flora nativa del lugar se genere de forma natural, tal y como lo especifica el Programa de Reforestación que se integra en el Anexo IV.</p> |
| E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios. | <p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables</p> | <p>Esta estrategia se encuentra encaminada a que los distintos entes de gobierno empleen los productos y servicios del Servicio Geológico Mexicano, por lo que no le resulta aplicable al Proyecto.</p> |
| | <p>15 Bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable</p> | <p>Como se ha señalado anteriormente, el POEGT incluye estrategias y lineamientos programáticos dirigidos a la administración pública –como es el caso de esta estrategia- por lo que, en estricto sentido, el Proyecto solo puede coadyuvar indirectamente a su cumplimiento, realizando sus actividades de manera sustentable (lo cual ya realiza).</p> |
| | <p>18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos</p> | <p>El presente proyecto no corresponde al sector hidrocarburos, por lo que este apartado no le es aplicable.</p> |
| <p>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.</p> | | |
| A) Suelo urbano y vivienda | <p>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p> | <p>El proyecto contribuye a la generación de empleos, lo que contribuye al fortalecimiento de la economía local</p> |
| B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias. | <p>25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.</p> | <p>El proyecto tomará las acciones conducentes para evitar riesgos de tipo hidrológico</p> |
| | <p>26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.</p> | |



| Estrategias | | Compatibilidad con el proyecto |
|--|---|---|
| C) Agua y Saneamiento | 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. | Se dará el manejo adecuado al agua residual generada durante la ejecución del proyecto. |
| | 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. | |
| | 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. | |
| D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional. | 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. | No aplicable al proyecto |
| | 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional. | No aplicable al proyecto |
| E) Desarrollo Social. | 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. | No aplicable al proyecto |
| | 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. | El presente proyecto no pretende llevar a cabo actividades productivas del sector alimentario, por lo que este apartado no le es aplicable. |
| | 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos | El presente proyecto contribuye –e históricamente ha contribuido- al incremento de la economía regional a |



| Estrategias | | Compatibilidad con el proyecto |
|---|---|---|
| | <i>vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</i> | corto, mediano y largo plazo debido a la generación de empleos, en una zona de alta marginación económica. |
| | 38. <i>Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</i> | El presente proyecto contribuye al incremento de la economía regional a corto, mediano y largo plazo debido a la generación de empleos. |
| | 39. <i>Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en Pobreza.</i> | El proyecto contribuye a la generación de empleos, lo que genera un incremento de la economía local. |
| | 40. <i>Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</i> | No aplicable al proyecto |
| | 41. <i>Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</i> | No aplicable al proyecto |
| Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. | | |
| A) Marco jurídico. | 42. <i>Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</i> | No aplicable al proyecto. |
| B) Planeación del ordenamiento territorial. | 43. <i>Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.</i> | Como se ha señalado anteriormente, el POEGT incluye estrategias y lineamientos programáticos dirigidos a la administración pública –como es el caso de esta estrategia- por lo que, en estricto sentido, el Proyecto solo puede coadyuvar indirectamente al cumplimiento de estas estrategias, realizando sus |



| | Estrategias | Compatibilidad con el proyecto |
|--|--|---|
| | <p>44. <i>Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</i></p> | <p>actividades de manera sustentable y apegadas a la legalidad (lo cual ya realiza). El proyecto consiste en llevar a cabo el cambio de uso de suelo forestal de un área colindante al Banco de Material, propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., mismo que se usará como área de depósito de material de materiales, específicamente residuos de mármol generados de la extracción de roca Caliza (mármol), lo que contribuirá a que ésta siga operando de manera adecuada, favoreciendo el desarrollo económico de la comunidad de Vizarrón, así como la derrama de los beneficios que esto conlleva.</p> |

Fuente: SEMARNAT, 2012

III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO (POEREQ)

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, decretado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Querétaro con fecha del 17 de abril de 2009, el proyecto se localiza dentro de las UGA's No. 100 "El Doctor" y 101 "La Culata". Así mismo, el Sistema ambiental del proyecto se encuentra en tres UGAS, la 100 "El Doctor", 101 "La Culata" y 122 "Vizarrón", en la Tabla III.4 y Figura III. 2 se muestra su distribución.

Tabla III. 4. Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) del Proyecto y Sistema Ambiental

| Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) | Polígono de proyecto | | Sistema Ambiental (SA) | |
|---------------------------------------|----------------------|----------------|------------------------|----------------|
| | Superficie (ha) | Porcentaje (%) | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
| UGA 100. "El Doctor" | 7.46 | 37.41 | 320.11 | 12.78 |
| UGA 101. "La Culata" | 12.48 | 62.59 | 1,170.99 | 46.75 |
| UGA 122. "Vizarrón" | 0.00 | 0.00 | 1,013.72 | 40.47 |
| Total, proyecto | 19.94 | 100.00 | 2,504.82 | 100.00 |

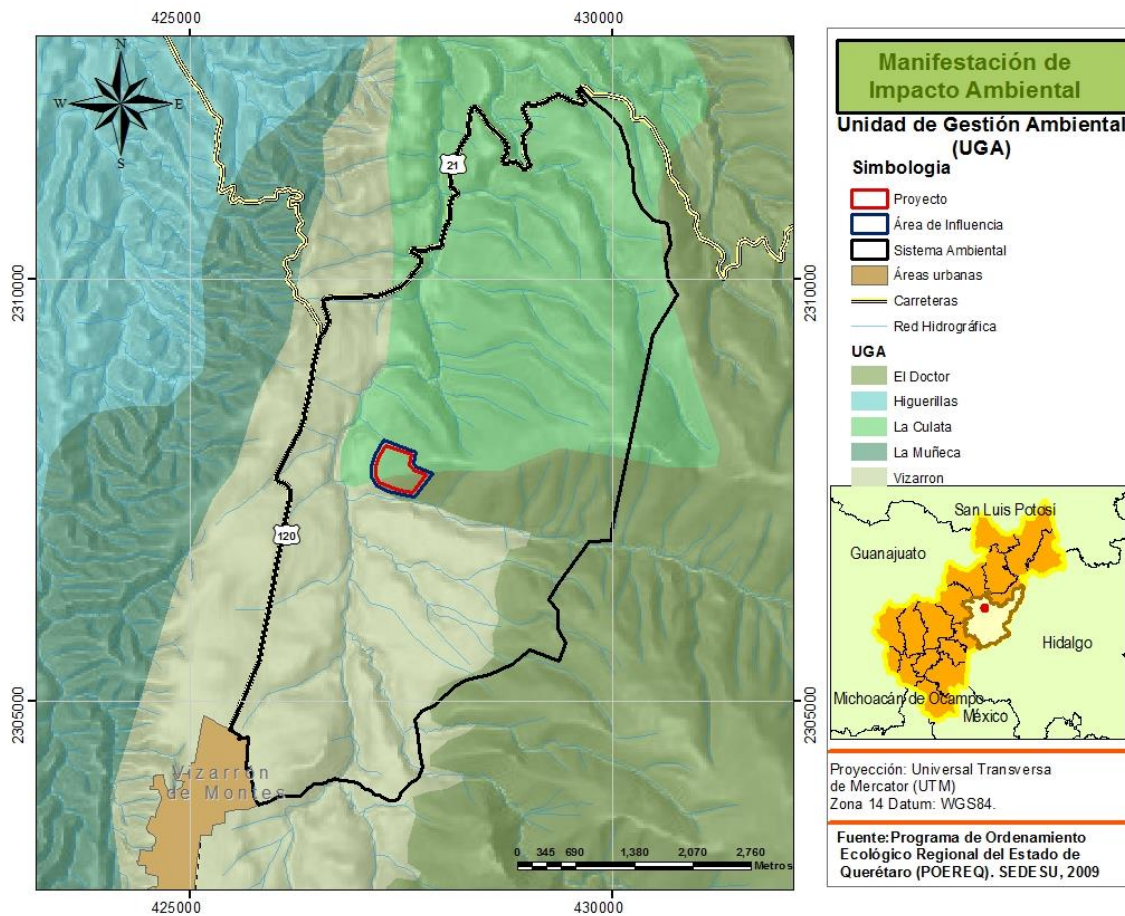


Figura III. 2. Unidades de Gestión Ambiental correspondientes a la zona de estudio.

Fuente: SEDESU, 2009

En estas UGA's se tienen los siguientes lineamientos y acciones, a los que se ajustará el proyecto a fin de no contravenir con lo que establece.

Tabla III. 5. Políticas aplicables a las UGAS No. 100. “El Doctor” y 101 “La Culata”

| Lineamiento | Acción | Aplicables al proyecto |
|---|---|--|
| <p>L9. Regular la explotación, rehabilitación y restauración de la superficie de los bancos de material.</p> | <p>A026. Únicamente se autorizarán las actividades de extracción de minerales no reservados a la federación a través de la expedición de la licencia de explotación. Deberá efectuarse inmediatamente para bancos de material nuevos, y en un período no mayor a cinco años por lo menos en un 80 % de los bancos ya abiertos.</p> | <p>El predio solicitado para el cambio de uso de suelo será usado para llevar a cabo el depósito de materiales específicamente residuos de extracción de roca caliza (mármol) procedente de la explotación del banco de material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., el cual cuenta con la licencia para aprovechamiento de roca caliza expedida por la SEDESU No. SSMA/DCA/DPA/271/2019 (Ver Anexo V)</p> <p>Los materiales de construcción de los muros de retención se llevarán a cabo con materiales procedentes de bancos autorizados y en su caso materiales procedentes del Banco de Material siempre y cuando cumplan con las especificaciones de uso. No se contempla apertura de nuevos bancos de materiales.</p> |
| | <p>A027. Únicamente se autorizarán las actividades de extracción de minerales no reservados a la federación a través de la expedición de la licencia de explotación. Deberá efectuarse inmediatamente para bancos de material nuevos, y en un período no mayor de cinco años por lo menos en un 80 % de los bancos ya abiertos. Con especial atención en San Juan del Río, Corregidora, Pedro Escobedo, Querétaro y El Marqués.</p> | |
| | <p>A028. Se rehabilitarán los bancos de material abandonados, autorizándolos como bancos de tiro, para su posterior reforestación con vegetación nativa, en un lapso no mayor de tres años.</p> | <p>El predio solicitado para el cambio de uso de suelo será usado para llevar a cabo el depósito de materiales específicamente residuos de extracción de roca caliza (mármol) procedente de la explotación del banco de material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., al término de cada planilla se llevará a cabo la reforestación con especies nativas de acuerdo al programa de reforestación (Anexo IV), con lo cual se cumple precisamente con este criterio ambiental.</p> |
| <p>L10. Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión</p> | <p>A046. Se aplicará un programa para lograr el control y clausura de la totalidad de tiraderos a cielo abierto y se prohíbe la apertura de nuevos tiraderos. Con especial atención a aquellas zonas con aptitud para la conservación. En un lapso no mayor de tres años.</p> | <p>Los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto serán colectados y enviados al correspondiente sitio de disposición final debidamente autorizado, quedando estrictamente prohibido depositarlos en tiraderos a cielo abierto no autorizados o cualquier otro sitio.</p> |



| Lineamiento | Acción | Aplicables al proyecto |
|---|--|---|
| <p><i>Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.</i></p> | <p><i>A047. Se construirá y operará un centro de acopio por municipio para el manejo integral de envases desechados de agroquímicos en un lapso no mayor de dos años. Con especial atención a UGA's con agricultura de riego y temporal.</i></p> | <p>No se considera la generación de envases de agroquímicos, por lo que este criterio no es aplicable al mismo.</p> |
| <p><i>L12. Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA.</i></p> | <p><i>A050. Se generará un programa estatal de reforestación con especies nativas producto de viveros regionales, definiendo las zonas prioritarias para esta, estableciendo su ubicación cartográficamente. Este programa incluirá las medidas necesarias para que la sobrevivencia sea de al menos el 50 %. El programa se elaborará en un lapso no mayor a un año, y se iniciará su implementación en no más de dos años.</i></p> <p><i>A055. Se reforestará con especies nativas las áreas prioritarias para la conservación con especial atención a barrancas y márgenes de arroyo, en un lapso no mayor de cinco años.</i></p> | <p>Durante la preparación del sitio se llevará a cabo la reubicación de especies de acuerdo al programa de rescate de flora y fauna, el cual se lleva a cabo con especial atención a especies normadas, especies de especial interés como los cactus y especies que cuenten con algún tipo de valor regional o biológico, se asegura la supervivencia de especies reubicadas en un 80%. Se desarrollará e implementará un Programa de Reforestación, usando especies nativas de fácil adaptabilidad, así mismo, se les brindará protección y mantenimiento para asegurar su supervivencia del 90% de especies plantadas y obtener una cobertura vegetal en donde intervengan diversos procesos ecológicos que se traducen en servicios ambientales.</p> |
| <p><i>L13. Mantener la biodiversidad presente en el área.</i></p> | <p><i>A064. Se elaborarán y aplicarán programas turísticos dirigidos al conocimiento de la biodiversidad (seleccionar las actividades conforme a las condiciones de la UGA), en un lapso no mayor de cinco años. Estas actividades deberán de incluir no sólo infraestructura, sino también capacitación y beneficios económicos para la gente de las comunidades de la UGA.</i></p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |
| <p><i>L14. Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial,</i></p> | <p><i>A067. Se prohíbe la extracción de flora y fauna silvestre, en especial aquellas que se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de riesgo.</i></p> | <p>Como parte del proyecto se implementará un Programa Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, el cual contempla implementarán medidas particulares para el rescate y reubicación de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se identificaron</p> |



| Lineamiento | Acción | Aplicables al proyecto |
|--|---|--|
| <p>distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).</p> | | <p><i>Echinocactus platyacanthus</i> y <i>Mammillaria parkinsonii</i> se encuentran dentro de la categoría de protección: sujeta a protección especial (Pr), las cuales serán sometidas a cuidados y monitoreo constante para asegurar su supervivencia.</p> <p>En relación a la fauna silvestre, no hubo avistamiento de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Sin embargo, se les dará el manejo y cuidado necesario, ya que son especies que forman parte esencial del medio de acuerdo al Programa de Rescate y Manejo de Fauna Silvestre.</p> <p>La reubicación de flora y manejo de fauna se llevará a cabo en un polígono colindante al predio que cuenta con una superficie de 2.029 Ha., mismo que cuenta con características similares al predio de estudio y asegura la adaptabilidad y supervivencia de las especies hasta de un 80% (ver Anexo II y III).</p> <p>Así mismo se establecerán medidas de prevención de impactos a la flora y fauna para evitar daños en los predios colindantes, mismos que se describen en el capítulo VI de este estudio.</p> |
| | <p>A068. A través del programa de educación ambiental, se establecerán comités de vigilancia ambiental participativa (VIGÍAS) y una RED VIGÍA estatal, que permita la participación comunitaria para establecer un sistema efectivo de denuncia y disminución de delitos ambientales como la tala clandestina y la caza furtiva, así también informar a la población sobre el manejo sustentable de los recursos naturales.</p> | <p>Si bien este criterio ambiental es una norma programática dirigida a la propia autoridad (no resulta aplicable a los particulares), como parte del presente estudio se llevará a cabo un programa de vigilancia ambiental, el cual se integra en el capítulo VI del presente estudio, mismo que tiene como objetivo establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental. En este programa se involucra a personal directivo y operativo para su adecuada participación.</p> |



| Lineamiento | Acción | Aplicables al proyecto |
|-------------|--|---|
| | <p>A069. <i>Se restringe el crecimiento urbano y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos en el interior de áreas naturales protegidas, áreas prioritarias a la conservación, zonas núcleo, cañadas o barrancas, zonas de riesgo y bancos de material. Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).</i></p> | <p>El proyecto no contempla realizar ninguna de las acciones de urbanización señaladas en este criterio.</p> |
| | <p>A070. <i>Se aplicará un programa de regularización de las actividades ecoturísticas y de los prestadores de servicios a nivel estatal y municipal, con la finalidad de controlar los impactos generados al ambiente, en un lapso no mayor de dos años.</i></p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |
| | <p>A071. <i>Se regulará la instalación de cualquier tipo de infraestructura en áreas con aptitud para la conservación necesaria para el desarrollo de actividades de protección, educación ambiental, investigación o rescate arqueológico, previa manifestación de impacto ambiental, siempre y cuando no haya la apertura de nuevos caminos que modifiquen la estructura natural del paisaje, y no se contraponga con el programa de manejo (en caso de que exista).</i></p> | <p>El proyecto se encuentra ubicado fuera áreas prioritarias para la conservación, protección, educación ambiental, investigación o rescate arqueológico, por lo que no le resulta aplicable este criterio. Se localiza aproximadamente a 15 km de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda (ANP y AICA) y a aproximadamente 7.5 km de distancia de la RTP "Sierra Gorda – Río Moctezuma.</p> |
| | <p>A072. <i>La instalación de infraestructura, caminos, líneas de conducción o extracción (energía eléctrica, telefonía, telegrafía, hidrocarburos), termoeléctricas y depósitos de la industria petroquímica, estarán sujetas a previa manifestación de impacto ambiental, dependiendo de la zona y el proyecto.</i></p> | <p>Si bien el proyecto no corresponde a los mencionados, se lleva a cabo la manifestación de impacto ambiental para solicitar el Cambio de Uso de Suelo de áreas forestales de acuerdo a artículo 28 fracción VII de la LGEEPA.</p> |
| | <p>A073. <i>Se regulará cualquier tipo de instalación o infraestructura (incluidos los caminos) en zonas que presenten una o más especies bajo alguna categoría</i></p> | <p>Considerando que el área sujeta a estudio se trata de un predio con vegetación forestal, se lleva a cabo el presente estudio, a fin de evaluar el impacto ambiental generado por el proyecto y solicitar su autorización de la</p> |



| Lineamiento | Acción | Aplicables al proyecto |
|-------------|--|--|
| | <p><i>de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuando su trazo divide ecosistemas conservados.</i></p> | <p>ejecución de este, así mismo se llevará a cabo la solicitud de cambio de uso de suelo de terrenos forestales mediante el Estudio Técnico Justificativo (ETJ). Como parte del proyecto, se ejecutará el Programa Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, en el cual se implementarán medidas particulares para el rescate y reubicación de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificaron <i>Echinocactus platyacanthus</i> y <i>Mammillaria parkinsonii</i> se encuentran dentro de la categoría de protección: sujeta a protección especial (Pr), una vez reubicadas, serán sometidas a cuidados y monitoreo constante para asegurar su supervivencia. En relación a la fauna silvestre, no hubo avistamiento de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Sin embargo, se les dará el manejo y cuidado necesario, ya que son especies que forman parte esencial del medio.</p> <p>La reubicación de flora y fauna se llevará a cabo a un polígono colindante al predio que cuenta con una superficie de 2.029 Ha y presenta condiciones similares al polígono de estudio, lo cual asegura un mayor porcentaje de supervivencia.</p> |
| | <p><i>A074. Se restringe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa; la eliminación y daño a la vegetación, así como la quema en orillas de caminos, propiedades o parcelas agrícolas. El municipio deberá establecer sanciones para quien la elimine, la deteriore o la queme, en un lapso no mayor de un año.</i></p> | <p>Durante la etapa constructiva y operativa del proyecto se restringirá el acceso del personal operativo a otras áreas fuera del sitio de estudio. Se evitará colocar materiales producto de excavación sobre la vegetación nativa, así como llevar a cabo quemas a cielo abierto, ya sea dentro o fuera del polígono del proyecto. Estas medidas se especifican en el capítulo VI, así como su programa de vigilancia.</p> |
| | <p><i>A076. Se aplicará un programa de manejo del pastizal para incrementar su productividad, evitando su</i></p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |



| Lineamiento | Acción | Aplicables al proyecto |
|--|--|---|
| | <i>deterioro y pérdida del suelo, en un lapso no mayor de dos años.</i> | |
| | <i>A077. Se promoverá la elaboración, instrumentación y seguimiento de un programa de manejo forestal que permita el aprovechamiento de leña o cualquier otro recurso forestal que pueda ser producido sin detrimento de los ecosistemas, en un lapso no mayor de dos años. Deberá incluir la capacitación de los productores.</i> | No aplicable al proyecto |
| | <i>A078. Se promoverá la elaboración, instrumentación y seguimiento de un programa dirigido a la capacitación para un adecuado manejo de la vegetación, que incluya acciones dirigidas al control de plagas y cualquier otra necesaria para reducir la probabilidad de incendios, en no más de dos años.</i> | Previo y durante a la ejecución del proyecto se llevara a cabo capacitación al personal sobre temas ambientales con especial atención al cuidado de flora y fauna. Se dará supervisión y mantenimiento a las especies reubicadas y reforestadas a fin de lograr su supervivencia y evitar generación de plagas. |
| | <i>A080. Se aplicará un programa dirigido a la extracción adecuada de leña para uso doméstico, y la siembra de especies productoras de leña en traspatio, en un lapso no mayor a dos años.</i> | No aplicable al proyecto |
| <i>L15. Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.</i> | <i>A083. Se restringe la apertura de nuevos bancos para la extracción de materiales pétreos reservados o no a la federación a una distancia inferior a 1 Km de cualquier zona urbana y áreas con aptitud para la conservación. Deberán ajustarse a lo establecido en los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).</i> | No se contempla apertura de nuevos bancos de materiales. Los materiales de construcción del muro de retención se llevarán a cabo con materiales procedentes del Banco de Material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., siempre y cuando cumplan con las especificaciones de uso. |
| | <i>A084. Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU) y reglamentos aplicables, el establecimiento de instalaciones termoeléctricas o subestaciones, depósitos de la industria petroquímica, de extracción, conducción o manejo de hidrocarburos, a menos de</i> | El Proyecto no contempla realizar ninguna de las actividades señaladas en este criterio, por lo que no le resulta aplicable. |

| Lineamiento | Acción | Aplicables al proyecto |
|--|---|--|
| | <i>10 Km de distancia de asentamientos humanos y aquellas zonas de interés para la conservación.</i> | |
| <p>L16. Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.</p> | <p>A085. Se ofrecerán becas de forma anual para la investigación científica dirigida al conocimiento de la biodiversidad en el área y métodos para su conservación.</p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |
| | <p>A086. Se prohíbe la introducción y liberación de ejemplares exóticos de flora y fauna, al medio silvestre.</p> | <p>El proyecto no introducirá especies exóticas de flora y fauna al sitio y/o su Sistema Ambiental durante cualquier etapa del proyecto. El Programa de Reforestación, contempla en uso de especies nativas de fácil adaptabilidad, así mismo, se les brindará protección y mantenimiento para asegurar su supervivencia del 90% de especies plantadas y obtener una cobertura vegetal en donde intervengan diversos procesos ecológicos que se traducen en servicios ambientales.</p> |
| | <p>A087. Se implementará un programa de regularización de especies ferales y mascotas no convencionales.</p> | <p>El proyecto no introducirá especies ferales y/o mascotas al sitio del proyecto y su Sistema Ambiental en ninguna etapa del proyecto.</p> |
| | <p>A088. La autoridad municipal elaborará y aplicará un reglamento en materia de regulación ecológica, en un lapso no mayor de un año.</p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |
| | <p>A089. Los municipios aplicarán su programa de educación ambiental, en un lapso no mayor de un año.</p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |
| | <p>A090. Se aplicarán las normativas correspondientes al uso y construcción de fosas sépticas en un lapso no mayor de dos años.</p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |
| <p>L16. Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.</p> | <p>A095. Únicamente se permitirán actividades forestales preexistentes restringidas a un programa de manejo que asegure la conservación de la vegetación.</p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |



| Lineamiento | Acción | Aplicables al proyecto |
|--|---|---|
| <p><i>L18. Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, a través del Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas (SANPEQ), en todas aquellas UGA's decretadas como ANP's o consideradas para ser decretadas con ese carácter, así como en zonas núcleo y áreas prioritarias para la conservación.</i></p> | <p><i>A102. Se informará a los habitantes de la región en materia de educación ambiental por proyectos prioritarios, al menos una vez cada seis meses, en un lapso no mayor de un año.</i></p> | <p>Si bien el proyecto y su Sistema Ambiental no se encuentran dentro de Áreas Naturales Protegidas (La Reserva de la Biósfera Sierra Gorda se ubica a aproximadamente 15 km de distancia del proyecto), sin embargo, considerando que dicho predio y predios colindantes presentan vegetación forestal, se llevaran a cabo medidas enfocadas al cuidado de la flora y fauna; por ejemplo, brindar capacitación y concientización al personal operativo en cuanto al cuidado de la fauna y flora silvestre, restringir o prohibir el acceso a otras áreas, establecer y respetar horarios de trabajo, estas medidas se adjuntan en el capítulo VI, así como el programa de vigilancia y monitoreo para asegurar su ejecución.</p> |
| <p><i>L19. Propiciar la retención de los suelos en las zonas más susceptibles a la erosión.</i></p> | <p><i>A104. Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuarán acciones como construcción de terrazas, presas de gaviones, tinas ciegas, o cualquier otra que permita retener el suelo en aquellas zonas más susceptibles a la erosión hídrica y eólica, siempre combinando estas técnicas con prácticas vegetativas en un plazo no mayor de tres años.</i></p> | <p>La colocación de las planillas de material de residuo de roca caliza favorece al polígono del proyecto, disminuyendo la generación de sedimentos y la erosión, así mismo al término del proyecto se llevará a cabo la reforestación del sitio lo que mejorará la estabilidad del suelo.</p> |
| | <p><i>A105. Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuará la reforestación inmediata aguas arriba sumado a obras de conservación del suelo, para evitar la continua erosión hídrica y eólica.</i></p> | |
| | <p><i>A106. Se aplicarán programas enfocados a la reincorporación de esquilmos a la tierra, el uso de fertilizantes orgánicos, la rotación de cultivos, prácticas agroforestales, y cualquier otro que mejore la fertilidad y estructura del suelo, en un lapso no mayor de dos años.</i></p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |



| Lineamiento | Acción | Aplicables al proyecto |
|---|--|---|
| <p><i>L20. Evitar los impactos ambientales y el deterioro de la vegetación y fauna en zonas aledañas a las comunidades rurales.</i></p> | <p><i>A107. Se aplicarán programas dirigidos al mejoramiento de vivienda rural a través de ecotecnias relacionadas a la captación de agua pluvial, creación de huertos y corrales de traspatio, estufas ahorradoras de leña o estufas solares, composta, letrinas secas, biofiltros, celdas solares, o cualquier otra aplicable, en un plazo no mayor de un año.</i></p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |
| <p><i>L22. Mantener la calidad de los productos agrícolas y pecuarios generados en el Estado.</i></p> | <p><i>A111. Se aplicarán los programas enfocados a la sanidad vegetal, inocuidad agroalimentaria y campañas fitosanitarias en cumplimiento de la normatividad vigente, en un lapso no mayor de dos años.</i></p> | <p>No aplicable al proyecto</p> |
| <p><i>L23. Integrar la educación ambiental para la sustentabilidad, en todas las actividades ecológicas del Estado.</i></p> | <p><i>A113. Se informará y/o capacitará a los diferentes sectores de la población en el manejo integral de residuos sólidos en calidad de agua y aire, en un lapso no mayor de dos años.</i></p> | <p>Se capacitará al personal operativo sobre la importancia del medio ambiente, el manejo adecuado de flora y fauna, el cuidado del agua, manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos.</p> |

Fuente: SEDESU, 2009



III.1.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE CADEREYTA DE MONTES QUERÉTARO 2017 (POELMCAD)

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cadereyta de Montes (POELMCAD, 2018), decretado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Querétaro con fecha del 9 de mayo de 2018, este programa fue elaborado durante el periodo de 2015 a 2017 y consta de 68 Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) a las cuales se les ha asignado una política, lineamientos, criterios y estrategias ambientales enfocados a la disminución, prevención y eliminación de los conflictos ambientales identificados en el municipio.

El predio de estudio se encuentra ubicado en 3 Unidades de Gestión Ambiental, la UGA 2 “Mina – sitio de extracción”, la UGA 22 “Charco Frio” ambas de política de Aprovechamiento Sustentable (PAS), y la UGA 15 “La Laja”, de política de Protección (PP), y en el caso de su Sistema Ambiental también ocupa menos del 2% de la superficie de las UGAS No. 30 “Industria Vizarrón” y la No. 51. “Zona Urbana Mintehe” de política de Aprovechamiento Sustentable y Urbana respectivamente. En la tabla III.6 se muestra la superficie de ocupación de la UGA con respecto al proyecto y a su sistema ambiental y en la Figura III.3 se visualiza dicha distribución.

Tabla III. 6. Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) del Proyecto y Sistema Ambiental

| Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) | Polígono de proyecto | | Sistema Ambiental (SA) | |
|---------------------------------------|----------------------|----------------|------------------------|----------------|
| | Superficie (ha) | Porcentaje (%) | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
| UGA 2. “Mina – sitio de extracción” | 6.71 | 33.67 | 699.97 | 27.95 |
| UGA 15 “La Laja” | 13.11 | 65.76 | 1143.68 | 45.66 |
| UGA 22. “Charco Frio” | 0.11 | 0.57 | 622.29 | 24.84 |
| UGA 30. “Industria Vizarrón” | 0 | 0 | 35.63 | 1.42 |
| UGA 51. “Zona Urbana Mintehe” | 0 | 0 | 3.23 | 0.13 |
| Total, proyecto | 19.94 | 100.00 | 2,504.82 | 100.00 |

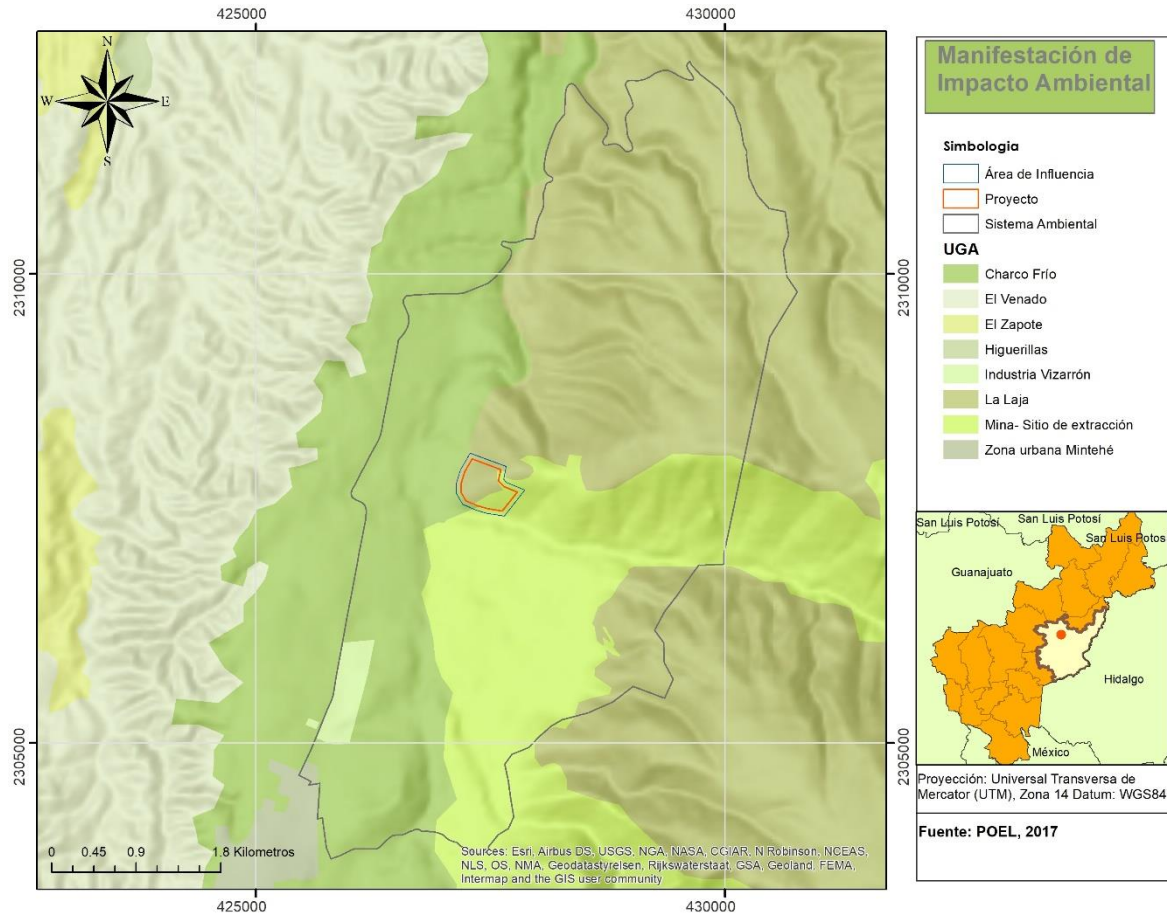


Figura III. 3. Unidades de Gestión Ambiental correspondientes a la zona de estudio.
 Fuente: POELM, 2017

Tabla III. 7. Política ambiental, lineamientos y usos compatibles en las unidades de gestión Ambiental 2 y 15

| UGA | 2 | 15 | 22 |
|-----------------------------------|--|--|--|
| Nombre | Mina – Sitio de extracción | La Laja | Charco Blanco |
| Superficie (m²) | 65,387.35 | 137,708.99 | 1,103.66 |
| % | 32.02 | 67.44 | 0.54 |
| Política | Aprovechamiento sustentable (PAS) | Protección (PP) | Aprovechamiento sustentable (PAS) |
| Lineamientos | L0, L3, L5, L6, L7 y L9 | L0, L1, L3 y L9 | L0, L3, L5, L6, L7 y L9 |
| Usos compatibles | Agropecuario (AGP) Cuerpos de Agua (CA) Extracción (EX) Desarrollo Urbano e Industria (DUI) Comercio, Equipamiento y Servicios (CES) Infraestructura rural (IR) Turismo Alternativo (TA) | Conservación y forestal (CF), Cuerpos de Agua (CA) Extracción (EX) Infraestructura rural (IR) Turismo Alternativo (TA) | Agropecuario (AGP) Cuerpos de Agua (CA) Extracción (EX) Desarrollo Urbano e Industria (DUI) Comercio, Equipamiento y Servicios (CES) Infraestructura rural (IR) Turismo Alternativo (TA) |

Fuente: POELM, 2017

Lineamientos

Los lineamientos son considerados como la metas, indican el estado deseable de las Unidades de Gestión Ambiental, en la Tabla III.8 se muestran los lineamientos aplicables a las UGA´s en las que se localiza nuestro proyecto.

Tabla III. 8. Lineamientos aplicables al proyecto

| Clave | UGA | Lineamiento |
|-------|-----------|---|
| L0 | 2, 15, 22 | <i>Consolidar la meta ambiental de la UGA, a través de la ejecución de proyectos, obras y acciones que promuevan el desarrollo sustentable, respetando la vocación y aptitud del territorio; compatibilizados con la política ambiental asignada y consecución de la imagen objetivo, asegurando el escenario estratégico propuesto en el programa.</i> |
| L1 | 15 | <i>Proteger y mantener la diversidad biológica, así como la cobertura vegetal de la UGA, mediante la aplicación de medidas y acciones que propicien la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales que se llevan a cabo en los ecosistemas existentes. Promover su inclusión en el Sistema de Áreas Naturales Protegidas ya sea de índole Federal, Estatal o Municipal.</i> |
| L3 | 2, 15, 22 | <i>Conservar los escurrimientos y cauces superficiales del territorio, mediante acciones para su restauración y recuperación, así como de los cuerpos de agua a los que se pudieran estar asociados; con especial atención a la regulación y el manejo adecuado del flujo de aguas residuales.</i> |
| L5 | 2, 22 | <i>Consolidar la actividad agrícola y ganadera del territorio a partir de la incorporación de prácticas agroecológicas y agrosilvopastoriles, propiciando la continuación de los procesos productivos mediante el uso eficiente de los recursos naturales que incrementan la rentabilidad de dicha actividad. Fomentar la tecnificación que maximice el aprovechamiento del recurso agua.</i> |
| L6 | 2, 22 | <i>Aprovechar sustentablemente el territorio de acuerdo a la aptitud y vocación de la UGA, acompañado de acciones que mitiguen y compensen los impactos ambientales por el aprovechamiento. Las compensaciones derivadas de los impactos ambientales resultantes del desarrollo de actividades antrópicas, deberán considerar los aspectos ambientales, culturales y sociales ligados al uso actual del territorio, mismos que deberán ejecutar dentro de la zona afectada, de no ser posible se deberán reasignar en otra zona por el comité, de acuerdo a lo establecido en este programa y mediante los mecanismos establecidos que en el reglamento del Comité de Ordenamiento Ecológico que al efecto estén señalados.</i> |
| L7 | 2, 22 | <i>Fomentar el aprovechamiento sustentable de las actividades extractivas acorde a la legislación vigente, de tal manera que los impactos sobre el paisaje y los ecosistemas sean mínimos, restaurando y rehabilitando las zonas afectadas al finalizar su operación.</i> |



| Clave | UGA | Lineamiento |
|-------|-----------|--|
| L9 | 2, 15, 22 | <i>Promover el crecimiento natural de la vivienda rural existente en la UGA, desalentando el desarrollo de nuevos centros de población, fomentando el uso de ecotecnias para reducir el impacto ambiental y contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes.</i> |

Las estrategias son un grupo de acciones encaminadas al cumplimiento de los objetivos específicos, proyectos, programas y responsables de su ejecución, con el objetivo de lograr el cumplimiento de los lineamientos y criterios (Tabla III.9).

Tabla III. 9. Estrategias aplicables al proyecto

| Clave | UGA | Estrategias | Aplicables al proyecto |
|------------------------------|-----------|--|---|
| Estrategias generales | | | |
| EG06 | 2, 15, 22 | <i>Promover la creación y aplicación de un Programa de Municipal de Prevención de Incendios forestales que localice áreas críticas, determine la temporada más susceptible de incendios forestales, implemente acciones de detección, prevención y de extinción del fuego.</i> | Durante la ejecución del proyecto se llevarán a cabo medidas enfocadas a la prevención de incendios, mediante la capacitación del personal. |
| EG07 | 2, 15, 22 | <i>Promover un Programa de Vigilancia Comunitaria, que permita la participación sectorial y ciudadana para establecer un sistema efectivo de denuncia de delitos ambientales (la tala clandestina, la caza furtiva y la extracción ilegal de vida silvestre), así también informar a la población sobre el manejo sustentable de los recursos naturales.</i> | Previo y durante la ejecución del proyecto se brindará capacitación al personal sobre temas ambientales, prohibiendo la tala clandestina, caza de fauna o extracción ilegal de especies. |
| EG12 | 2, 15, 22 | <i>Promover que la reforestación y la creación de áreas verdes se realicen con especies nativas de la región.</i> | Como parte del proyecto, se lleva a cabo un programa de reforestación usando especies nativas de fácil adaptabilidad, asegurando una supervivencia del 90% de estas y obtener una cobertura vegetal en donde intervengan diversos procesos ecológicos que se traducen en servicios ambientales. |



| Clave | UGA | Estrategias | Aplicables al proyecto |
|--|-----|---|---|
| Estrategias Protección y Conservación | | | |
| EPC04 | 15 | <i>Implementar acciones que aseguren la conservación de la vegetación nativa y el funcionamiento de los procesos evolutivos de los ecosistemas.</i> | Como parte del proyecto, se ejecutarán Programas de Rescate y reubicación de especies de flora, con especial atención a especies identificadas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De igual manera, se lleva a cabo un programa de reforestación usando especies nativas de fácil adaptabilidad, asegurando una supervivencia del 90% de especies plantadas y obtener una cobertura vegetal en donde intervengan diversos procesos ecológicos que se traducen en servicios ambientales. |
| EPC06 | 15 | <i>Prevenir el vertimiento de contaminantes a las aguas superficiales y subterráneas provenientes de actividades humanas y del desarrollo de las actividades de los sectores productivos.</i> | Como parte del proyecto se llevará a cabo la colocación y mantenimiento adecuado a los sanitarios portátiles, para lo cual se contratará a una empresa especializada en el servicio, quien llevará a cabo el manejo adecuado de los residuos. Así mismo, se pondrá especial atención en el mantenimiento previo de maquinaria y equipo para evitar fugas de combustibles y aceites que puedan contaminar aguas superficiales y subterráneas en caso de infiltración. |
| EPC08 | 15 | <i>Restringir la disposición de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales en sistemas riparios y cuerpos de agua.</i> | Se llevará a cabo la colocación y mantenimiento a contenedores de residuos de cualquier tipo, llevando a cabo una adecuada separación, almacenamiento temporal y transporte a su disposición final de manera continua para evitar contaminar el suelo. Así mismo, se llevará a cabo la colocación y mantenimiento adecuado a los sanitarios portátiles, para lo cual se contratará a una empresa especializada en el servicio, quien llevará a cabo el manejo adecuado de estos residuos, evitando su vertimiento al suelo, o en cuerpos de agua cercanos. |



| Clave | UGA | Estrategias | Aplicables al proyecto |
|---------------------------------|-------|--|---|
| EPC09 | 15 | <i>Impulsar y llevar a cabo acciones para la conservación y la restauración del suelo y la aportación de agua mediante la recuperación de la capacidad de los cuerpos de agua existentes.</i> | El sitio de estudio, por sus características de suelo y pendiente, presenta erosión hídrica por cárcavas de grado moderado, por lo que, el acomodo de material en planillas permitirá aminorar este proceso erosivo así como aminorar la generación y aporte de sedimentos a cuerpos de agua ubicados aguas abajo del proyecto. |
| EPC10 | 15 | <i>Promover la regularización para el aprovechamiento y extracción de materiales, minimizando los impactos ecológicos por la actividad minera a través de medidas de compensación y restauración.</i> | El Banco de materiales, del cual proviene el residuo de roca caliza que se pretende disponer en el sitio, cuenta con una autorización emitida por la SEDESU para el aprovechamiento de roca caliza, así mismo, se considera llevar a cabo medidas enfocadas a minimizar los impactos ambientales por la extracción del material. |
| EPC12 | 15 | <i>Coordinar esfuerzos a fin de elaborar y colocar señaléticas en las áreas de protección, conservación y restauración sobre temas como: historia, conservación, aspectos bióticos, información restrictiva y servicios ambientales.</i> | Durante el proyecto se colocarán señalamientos, preventivos informativos y restrictivos, enfocados a la conservación del medio ambiente. |
| EPC13 | 15 | <i>Mantener la superficie y conectividad de los parques remanentes de vegetación presentes en la UGA</i> | Como parte del proyecto, se desarrollarán y ejecutarán Programas de Rescate y reubicación de especies de flora, con especial atención a especies identificadas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De igual manera, se lleva a cabo un programa de reforestación usando especies nativas de fácil adaptabilidad, asegurando una supervivencia del 90% de especies plantadas. |
| Estrategias restauración | | | |
| ER02 | 2, 22 | <i>Crear programas de reforestación con especies nativas de cada tipo de vegetación original o la regeneración de más mismas.</i> | De igual manera, se lleva a cabo un programa de reforestación usando especies nativas de fácil adaptabilidad, asegurando una supervivencia del 90% de especies plantadas y obtener una |



| Clave | UGA | Estrategias | Aplicables al proyecto |
|------------------------------------|-----------|---|---|
| | | | cobertura vegetal en donde intervengan diversos procesos ecológicos que se traducen en servicios ambientales. |
| Aprovechamiento sustentable | | | |
| EAS06 | 2, 22 | <i>Preservar la biodiversidad dentro de los ecosistemas actuales</i> | Como parte del proyecto, se desarrollarán y ejecutarán Programas de Rescate y reubicación de especies de flora y fauna, con especial atención a especies identificadas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De igual manera, se lleva a cabo un programa de reforestación usando especies nativas de fácil adaptabilidad, asegurando una supervivencia del 90% de especies plantadas. |
| EAS08 | 2, 22 | <i>Las actividades productivas que generen aguas residuales en sus procesos deberán contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales y un plan de reúso de las aguas tratadas.</i> | Como parte del proyecto la generación de aguas residuales será de manera temporal por lo que se colocarán sanitarios portátiles, servicio que será contratado con una empresa especializada, quien llevará a cabo el mantenimiento continuo y el manejo adecuado de estos residuos, evitando su contaminación del suelo, y/o cuerpos de agua cercanos. |
| EAS11 | 2, 22 | <i>Regular y optimizar el uso del agua para actividades productivas, industriales y domésticas de acuerdo a la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento y a su capacidad de carga.</i> | Durante el proyecto se llevarán a cabo un uso eficiente del recurso, por lo que se usará agua tratada en varias actividades del proyecto. |
| EAS13 | 2, 15, 22 | <i>Regular que todos los bancos de extracción de materiales, una vez que termine la explotación, cuenten con licencia de banco de tiro y aseguren su restauración.</i> | El Banco de materiales, del cual proviene el residuo de roca caliza que se pretende disponer en el predio de estudio, cuenta con una autorización emitida por la SEDESU para el aprovechamiento de roca caliza, así mismo, se considera llevar a cabo medidas enfocadas a minimizar los impactos ambientales por la extracción del material. |

Ahora bien, los criterios de regulación ambiental se refieren a las normas, reglas o enunciados que regulan las actividades que se pueden llevar a cabo de acuerdo a uso de suelo, en la Tabla III. 10 se muestran los criterios aplicables a este proyecto:

Tabla III. 10. Criterios aplicables al proyecto

| Clave | UGA | Criterios | Aplicables al proyecto |
|----------------------------|-----------|--|---|
| Criterios generales | | | |
| CG01 | 2, 15, 22 | <i>Los proyectos que modifiquen la cobertura vegetal original deberán comprobar que no afectarán a las poblaciones de flora y fauna endémicas o dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001.</i> | Como parte del proyecto, se desarrollarán y ejecutarán Programas de Rescate y reubicación de especies de flora y fauna, con especial atención a especies identificadas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De igual manera, se lleva a cabo un programa de reforestación usando especies nativas de fácil adaptabilidad, asegurando una supervivencia del 90% de especies plantadas. |
| CG02 | 2, 15, 22 | <i>El diseño de proyectos deberá disminuir al máximo posible la fragmentación de los ecosistemas. Para ello deberá considerar el mantenimiento de grandes áreas de conservación con la vegetación primaria y el uso preferente de las áreas de vegetación con menor estructura o calidad ambiental; se deberán mantener o crear corredores de vegetación nativa.</i> | |
| CG04 | 2, 15, 22 | <i>La extracción o utilización de especies de flora y fauna silvestre nativa deberá garantizar la permanencia de especies endémicas.</i> | |
| CG06 | 2, 15, 22 | <i>La realización de obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deberán incluir equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.</i> | |



| Clave | UGA | Criterios | Aplicables al proyecto |
|---|-----------|--|---|
| Criterios para las actividades de “Extracción de minerales” (CE) | | | |
| CE05 | 2, 15, 22 | <i>La explotación de bancos de materiales no será autorizada a menos de 1 km de zonas urbanas o centros de población y se recomienda la misma distancia con respecto a los cuerpos de agua, zonas de inundación y pozos de extracción de agua para consumo humano, así como zonas consideradas de alta capacidad para la infiltración y recarga de acuíferos.</i> | Tanto el banco de materiales del cual proviene el residuo de roca caliza, como el predio donde se pretende disponer y para el cual se solicita el cambio de uso de suelo, se encuentran alejados de centros de población y cuerpos de agua. |
| CE09 | 2, 15, 22 | <i>Para obras de extracción, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación, previa autorización de la SEMARNAT, así como para los bancos de explotación de materiales, se verificará se efectúe fuera de cauces y cuerpos de agua intermitentes o permanentes, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, ubicados fuera de Áreas Naturales Protegidas. En este caso, la extracción estará condicionada a lo establecido en su Decreto y/o Programa de Conservación y manejo correspondiente</i> | El proyecto consiste en la habilitación del área de terreros para depositar material, específicamente residuos de extracción de roca caliza (mármol) procedente de la explotación del banco de material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., y sabiendo que el sitio presenta vegetación forestal propia de zonas áridas, se presenta ante esta autoridad la Manifestación de Impacto Ambiental por Cambio de Uso de Suelo para su evaluación, así mismo se hace la solicitud de Cambio de Uso de Suelo de terrenos forestales mediante el Estudio Técnico Justificativo. |
| CE13 | 2, 15, 22 | <i>Para los sitios de extracción de materiales pétreos, es obligatoria la restitución del suelo y la capa vegetal que se retiró originalmente del sitio, cubriendo el piso del banco de materiales en su totalidad, con especies regionales inmediatamente después de su aprovechamiento y de término de los trabajos de explotación.</i> | |
| Criterios para las actividades “Forestales” (CF) | | | |
| CF01 | 2, 15, 22 | <i>En las áreas forestales, de protección, conservación, restauración o en las zonas aledañas a las mismas, las acciones de reforestación deberán considerar las especies regionales y las densidades</i> | El programa de reforestación plantea el uso de especies nativas de fácil adaptabilidad , asegurando una supervivencia del 90% de especies plantadas. |



| Clave | UGA | Criterios | Aplicables al proyecto |
|---|-----------|--|---|
| | | <i>naturales de la vegetación en la zona o región. Preferentemente quedan excluidas del plan las especies de eucalipto, jacaranda, pirul y casuarina por su alta competitividad y alta demanda de agua.</i> | |
| CF02 | 2, 15, 22 | <i>En la ejecución de los proyectos autorizados se deberá restringir el tránsito de todo tipo de vehículos fuera de los caminos establecidos en la UGA, para evitar perturbaciones al ecosistema.</i> | Como parte de las medidas de mitigación del proyecto se restringe el tránsito vehicular a únicamente los lugares establecidos, así mismo deberán regular su velocidad a 25 km/hr para aminorar la perturbación al ecosistema. |
| CF03 | 2, 15, 22 | <i>Los terrenos forestales (vegetación nativa) que excepcionalmente tengan cambios de usos de suelo para la creación de proyectos de desarrollo, deberán estar sujetos a medidas de compensación ecológica. Se deberá mantener al menos la mitad de la superficie del predio, incluyendo la franja perimetral de vegetación.</i> | Se llevara a cabo un programa de reforestación usando especies nativas de fácil adaptabilidad, asegurando una supervivencia del 90% de especies plantadas, la reforestación se llevara a cabo con 965 individuos de especies nativas de pino piñonero y mezquite (<i>pinus cembroides</i> y <i>prosopis laevigata</i>), sobre la superficie de las planillas. |
| CF07 | 2, 15, 22 | <i>Si la autoridad competente, por excepción, autoriza desmonte en terrenos con vegetación forestal, se tendrá que reubicar el 60% de las especies leñosas y suculentas; y se deberá realizar de manera gradual conforme al avance de la obra, permitiendo a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas.</i> | Como parte del proyecto, se desarrollarán y ejecutarán Programas de Rescate y reubicación de especies de flora y fauna. |
| Criterios para el “Manejo de residuos” (CMR) | | | |
| CMR02 | 15 | <i>Para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, se deberá respetar el plan de manejo respectivo para el relleno sanitario destino, y según la Norma Oficial Mexicana para su clasificación, y los Residuos Urbanos enlistados en la misma.</i> | Se llevará a cabo la colocación y mantenimiento a contenedores de residuos de cualquier tipo, llevando a cabo una adecuada separación, almacenamiento temporal y transporte a su disposición final de |



| Clave | UGA | Criterios | Aplicables al proyecto |
|--|-----------|--|---|
| | | | manera continua para evitar contaminar el suelo. |
| Criterios para el “Manejo sustentable del agua” (CMA) | | | |
| CMA02 | 2, 15, 22 | <i>Descargar las aguas residuales a los cuerpos de agua receptores previo tratamiento, cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas o las condiciones particulares de descarga, según sea el caso y procurar su reúso</i> | Dicho proyecto no contempla la descarga de aguas residuales a cuerpos de agua. La generación de aguas residuales serán de origen sanitario, por lo que será contratada una empresa especializada para colocarán sanitarios portátiles, esta misma empresa llevará a cabo su mantenimiento continuo así como el manejo adecuado de estos residuos, evitando su contaminación del suelo, y/o cuerpos de agua cercanos. |
| Criterios para la “Protección de la biodiversidad (flora y fauna)” (CB) | | | |
| CB02 | 2, 15, 22 | <i>Se sancionará la extracción sin permiso de flora y fauna nativa, sobre todo de aquellas especies bajo alguna categoría de riesgo.</i> | Previo y durante la ejecución del proyecto se brindará capacitación al personal sobre temas ambientales, prohibiendo la tala clandestina, caza de fauna o extracción ilegal de especies. |
| CB04 | 2, 15, 22 | <i>La introducción, cultivo o liberación de especies de flora y fauna, potencialmente invasoras o exóticas, se debe evitar, y contar con las autorizaciones o visto bueno de las instancias en materia ambiental Federal, Estatal y/o municipal de acuerdo a su competencia.</i> | La reforestación se llevará a cabo con especies nativas de fácil adaptabilidad, con un total 965 individuos de pino piñonero y mezquite (<i>pinus cembroides</i> y <i>prosopis laevigata</i>). Se prohibirá la introducción de especies invasoras y/o exóticas de flora y fauna. |
| CB05 | 2, 15, 22 | <i>Se deberán tomar todas las medidas necesarias para la compensación y minimización del daño a la flora y fauna indicadas en la norma oficial mexicana, sobre la ubicación de sitios con condiciones suficientes para la reubicación de organismos vivos, que garantice la mayor supervivencia de</i> | Como parte del proyecto, se desarrollarán y ejecutarán Programas de Rescate y reubicación de especies de flora y fauna. |



| Clave | UGA | Criterios | Aplicables al proyecto |
|--|-----------|--|---|
| | | <i>estos, y permita el desplazamiento de la fauna a zonas menos perturbadas y limite el acceso de la fauna a zonas de peligro.</i> | |
| CB06 | 2, 15, 22 | <i>La restauración del territorio se deberá realizarse mediante prácticas de repoblación con especies leñosas y herbáceas de la región.</i> | Se llevará a cabo la reforestación del sitio con especies nativas de fácil adaptabilidad, con un total 965 individuos de pino piñonero y mezquite (<i>pinus cembroides</i> y <i>prosopis laevigata</i>). |
| CB07 | 2, 15, 22 | <i>La introducción de especies exóticas solo podrá realizarse cuando exista suficiente evidencia experimental, validada por instituciones de investigación que demuestren que estas no constituyen un riesgo para los ecosistemas y la biodiversidad de la región.</i> | Se prohibirá la introducción de especies invasoras y/o exóticas de flora y fauna. |
| Criterios para las acciones de “Regeneración y rehabilitación del suelo” (CS) | | | |
| CS04 | 2, 15, 22 | <i>Se deberá mantener la cobertura vegetal natural en las zonas con pendientes mayores al 15% que drenan directamente hacia cuencas y cauces tributarios, con el fin de evitar la erosión y arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua.</i> | Se llevará a cabo la reforestación del sitio con especies nativas de fácil adaptabilidad, con un total 965 individuos de pino piñonero y mezquite (<i>pinus cembroides</i> y <i>prosopis laevigata</i>), a fin de recuperar la cobertura vegetal, reducir el grado de erosión y arrastre de sedimentos. |

III.2 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

III.2.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 (PND)

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es un instrumento rector para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal, el cual se divide en tres importantes rubros

- I. Política y gobierno
- II. Política social
- III. **Economía**

Dicho proyecto contribuye al cumplimiento de los objetivos del PND, al ser un proyecto que contribuye al bienestar de la población, mediante la creación de empleos temporales, permanentes e indirectos, además de contribuir al desarrollo regional.

III.2.2 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018 (PROMARNAT)

En el Programa Sectorial se atenderán fundamentalmente las cuatro estrategias del objetivo 4.4 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) "*Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo*" (SEMARNAT, 2013).

El proyecto contribuye al cumplimiento de los objetivos del Programa Sectorial de la siguiente manera:

Tabla III. 11. Objetivos del Programa Sectorial y su vinculación con el proyecto

| Estrategia del Objetivo de la Meta Nacional (PND) | Objetivo del Programa (PROMARNAT) | Vinculación con el proyecto |
|---|--|--|
| <p>Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.</p> | <p>Objetivo 1. Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.</p> | <p>El proyecto fomenta el crecimiento económico local y regional, mediante la generación y conservación de empleos, beneficiando a grupos de población vulnerables y con algún grado de marginación.</p> <p>Durante su ejecución se llevarán a cabo medidas de mitigación de impactos, a fin de generar la menor degradación ambiental posible, estas medidas se integran en el capítulo VI de este estudio, así como su programa de vigilancia para asegurar su ejecución.</p> <p>Con el proyecto se reduce considerablemente la emisión a la atmosfera generadas por el traslado del material en camiones que usan diésel como combustible, al reducir las distancias de traslado durante el llenado de las planillas.</p> |
| <p>Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.</p> | <p>Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.</p> | <p>Con el proyecto se obtiene una reducción de emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero a la atmósfera, ya que durante la operación (relleno de planillas), se reducen casi en su totalidad las distancias recorridas de traslado del material hacia su disposición final, y como consecuencia la reducción de emisiones.</p> <p>Así mismo, durante las diferentes etapas del proyecto se llevarán a cabo medidas de prevención y mitigación de impactos, encaminadas a la reducción de emisiones, estas medidas se integran en el capítulo VI de este estudio, así como su programa de vigilancia para asegurar su ejecución.</p> |
| <p>Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.</p> | <p>Objetivo 3. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.</p> | <p>Si bien, el proyecto no corresponde al suministro de agua potable a poblaciones, durante las diferentes etapas del proyecto se llevarán medidas (Ver capítulo VI) dirigidas al cuidado de este recurso, que garanticen no alterar la calidad de cuerpos de agua cercanos al sitio, sus ecosistemas y servicios ambientales que brindan.</p> |
| <p>Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural. Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua,</p> | <p>Objetivo 4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y</p> | <p>Como parte del proyecto, se desarrollarán y ejecutarán Programas de Rescate y reubicación de especies de flora y fauna silvestre, con especial atención a especies identificadas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De igual manera,</p> |



| Estrategia del Objetivo de la Meta Nacional (PND) | Objetivo del Programa (PROMARNAT) | Vinculación con el proyecto |
|--|---|---|
| <i>haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.</i> | <i>aprovechamiento sustentablemente del patrimonio natural.</i> | se lleva a cabo un programa de reforestación usando especies nativas de fácil adaptabilidad, asegurando una supervivencia del 90% de especies plantadas y obtener una cobertura vegetal en donde intervengan diversos procesos ecológicos que se traducen en servicios ambientales. |
| <p>Estrategia 4.4.1. <i>Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.</i></p> <p>Estrategia 4.4.2. <i>Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.</i></p> | Objetivo 5. <i>Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.</i> | <p>El proyecto contempla la ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación de Impactos Ambientales (Capítulo VI), enfocadas con la finalidad de evitar poner en riesgo la calidad y disponibilidad de los recursos naturales de la zona (agua, aire y suelo). Dar cumplimiento de la normatividad ambiental vigente de manera efectiva y eficiente.</p> <p>En caso de ocurrencia, llevar a cabo acciones de restauración y remediación al 100% de la superficie afectada en emergencias ambientales generadas por el proyecto.</p> |
| <p>Estrategia 4.4.3. <i>Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.</i></p> <p>Estrategia 4.4.4. <i>Proteger el patrimonio natural.</i></p> | Objetivo 6. <i>Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.</i> | Se llevarán a cabo cursos de educación ambiental dirigidos al personal operativo, para fomentar el respeto y valor del medio ambiente y recursos naturales, asegurando la participación informada y equitativa. |

Fuente: SEMARNAT, 2013

III.2.3 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO QUERÉTARO 2016 – 2021

El Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021, es el instrumento rector de la planeación estatal, en el que se incluyen los objetivos, estrategias y lineamientos generales en materia económica, social y política destinados a fomentar el desarrollo integral del Estado y orientar hacia el mismo la acción del gobierno y la sociedad; no de forma definitiva o inamovible, sino como una guía para alcanzar la visión de una sociedad plural. Es el resultado de un ejercicio democrático de análisis de la situación actual de las oportunidades y desafíos que plantea Querétaro, su población y territorio, ante un entorno económico y social de alta complejidad tanto en el plano nacional como mundial.

Tabla III. 12. Ejes reactivos del Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021

| EJES REACTIVOS | |
|---|---|
| EJE I. Querétaro Humano | <i>Este eje prevé acciones que permitan la equidad de oportunidades, la inclusión y la cohesión social; reducir las brechas de desigualdad, promoviendo el ejercicio efectivo de los derechos sociales en la población y trabajar en forma conjunta, sociedad y gobierno guiados por valores, en la promoción de estilos de vida sanos y saludables e inhibir los factores de riesgo ocasionados por el ocio o la desesperanza.</i> |
| EJE II. Querétaro Prospero | <i>Este eje busca fortalecer el círculo virtuoso de la inversión, el empleo y la satisfacción de necesidades de consumo y ahorro.</i> |
| EJE III. Querétaro con infraestructura de desarrollo | <i>Este eje busca desarrollar la infraestructura, equipamiento urbano y movilidad, que mejoren las condiciones de seguridad y calidad de vida de los queretanos.</i> |
| EJE IV. Querétaro seguro | <i>Este eje busca el pleno respeto al Estado de Derecho, así como garantizar la seguridad y el acceso a la justicia, generando así las condiciones para el desarrollo humano integral de su población.</i> |
| EJE V. Querétaro con buen gobierno | <i>Este eje se enfoca en lograr el financiamiento para el desarrollo a través de una gestión pública eficiente, eficaz, transparente y austera.</i> |

Fuente: Gobierno del Estado de Querétaro, (2016)

EJE II. Querétaro Prospero

Objetivo: *Impulsar el círculo virtuoso de la inversión, el empleo y la satisfacción de necesidades de consumo y ahorro de la población queretana a través de atender de manera sustentable las vocaciones y necesidades económicas regionales.*

Estrategias y Líneas de Acción

Estrategia II.1 *Promoción del crecimiento económico equilibrado por sectores y regiones del Estado de Querétaro.*

Líneas de Acción:

- **Impulsar mecanismos de fomento a la inversión y generación de empleo en la entidad.**
- **Impulsar el desarrollo de proyectos productivos de acuerdo con la vocación regional del Estado.**

Estrategia II.2 *Creación de condiciones favorables de trabajo que propicien la inserción de las personas en el mercado laboral del Estado.*

- ***Promover opciones de empleo para grupos vulnerables de la sociedad.***

La actividad minera, aporta el 2.29% del PIB del total nacional (INEGI), lo que la hace una actividad importante para la economía local y regional. La actividad principal de la empresa es la Minería, específicamente aprovechamiento de roca caliza de acuerdo a su licencia de explotación.

El proyecto para el cual se hace el presente estudio consiste en llevar a cabo el depósito de material específicamente residuos de extracción de roca caliza (mármol) procedente de la explotación del banco de material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., por lo que, debido a sus características ambientales y uso de suelo actual, requiere la autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo.

La ejecución de este proyecto trae consigo importantes impactos benéficos como la contribución con el crecimiento económico local y regional, la generación de empleos, y como consecuencia mejora el bienestar y calidad de vida de la población, acciones que contribuye a dar cumplimiento con el objetivo del Eje II Querétaro Prospero, el cual busca impulsar la inversión, el empleo, la satisfacción de las necesidades económicas de la población queretana y el aprovechamiento sustentable.

Estrategia II.5 Conservación y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural del Estado.

Líneas de Acción:

- *Implementar acciones para disminuir los efectos generados por el cambio climático.*
- *Fortalecer y aplicar el marco regulatorio en materia ambiental en el Estado de Querétaro.*
- *Fomentar la reducción de las emisiones de contaminantes a la atmósfera.*
- *Gestionar eficientemente los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el Estado.*
- *Impulsar el ordenamiento ecológico en los municipios de la entidad.*
- *Implementar programas enfocados a la conservación y aprovechamiento del patrimonio natural de Querétaro.*
- *Fomentar el saneamiento, reúso e intercambio de las aguas residuales en el Estado.*

En relación a la estrategia II.5, se llevarán a cabo acciones para prevenir, mitigar y compensar los impactos que puede generar la ejecución del proyecto. Como lo son los Programas Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, en el cual se implementarán medidas particulares para el rescate y reubicación de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se identificaron *Echinocactus platyacanthus* y *Mammillaria parkinsonii* se encuentran dentro de la categoría de protección: sujeta a protección especial (Pr), mismas que serán sometidas a cuidados y monitoreo constante para asegurar su supervivencia. En relación a la fauna, no hubo avistamiento de especies enlistadas en esta norma, sin embargo, se les dará el manejo y cuidado necesario, ya que son especies que forman parte esencial del medio.

También se llevarán a cabo acciones en las diferentes etapas del proyecto enfocadas a la prevención de la contaminación de agua, suelo y aire, mismas que se detallan en el capítulo VI del presente estudio.

Así mismo, al término de cada planilla se llevarán a cabo actividades de reforestación usando especies nativas de fácil adaptabilidad, por lo que se estructura un Programa (Anexo IV), se les brindará protección y mantenimiento para asegurar una supervivencia del 90% y obtener una cobertura vegetal en donde intervengan diversos procesos ecológicos que se traducen en servicios ambientales.

Por último, es importante hacer mención que para este proyecto se dará cumplimiento al marco regulatorio a nivel federal y estatal, razón por la que se hace la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

III.2.4 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE CADEREYTA DE MONTES, QRO. 2007 – 2025 (PMDUCM)

Con el Plan Municipal de Desarrollo se pretende “planificar el territorio municipal, optimizando sus potencialidades y minimizando una amplia variedad de posibles consecuencias derivadas del crecimiento de las actividades industriales y urbanas sin control y normas específicas, que podrían impactar tanto al medio ambiente como a la población en sus características sociales y económicas”.

En el municipio de Cadereyta, el mayor potencial industrial que perfila es la fabricación de muebles y materiales de construcción ligados a la explotación del mármol.

Políticas del desarrollo urbano. - Para el logro de la visión municipal de largo plazo, orientada a un desarrollo urbano y económico equilibrado con un criterio de sustentabilidad, se proponen políticas estructuradas en los tres ámbitos incidentes en el ordenamiento del territorio: Para el medio ambiente en el desarrollo urbano; para las actividades económicas en su contexto urbano y para el contexto social y cultural en el entorno urbano.

La **estrategia general** del Plan Municipal consiste en inducir un proceso de planeación integral que incorpore esquemas de sustentabilidad para todo el Municipio de Cadereyta. Esta estrategia se sustenta en cuatro **vertientes**:

- **Propiciar un desarrollo industrial ligado a tres Centros; Cadereyta, el Palmar y Vizarrón**
- Apuntalar las actividades agropecuarias actuales, propiciando la especialización ambientada en las condiciones climáticas.
- Fuerte impulso a las actividades turísticas sin menoscabo de los valores naturales.
- **Reforzar el importante papel que desempeña actualmente el Municipio de Cadereyta en su relación funcional con el corredor industrial Querétaro – San Juan del Río.**

A su vez, esta estrategia se sustenta en estrategias particulares, considerando para el presente proyecto, la Estrategia urbana en función del desarrollo económico, orientada a la diversificación de las actividades económicas y plantear líneas de acción para el desarrollo industrial.

De acuerdo al Plano de Zonificación Primaria de este PMDUCM, el proyecto se encuentra en un sitio con aptitud de suelo de Preservación Pasiva (PP) (Figura III.4).

Los sitios con aptitud de suelo de Preservación Pasiva, (PP), corresponden a zonas que por sus características de topografía y suelos no tienen aptitud para actividades urbanas o explotación económica y son consideradas para su conservación pasiva, sin programas de mejoramiento.

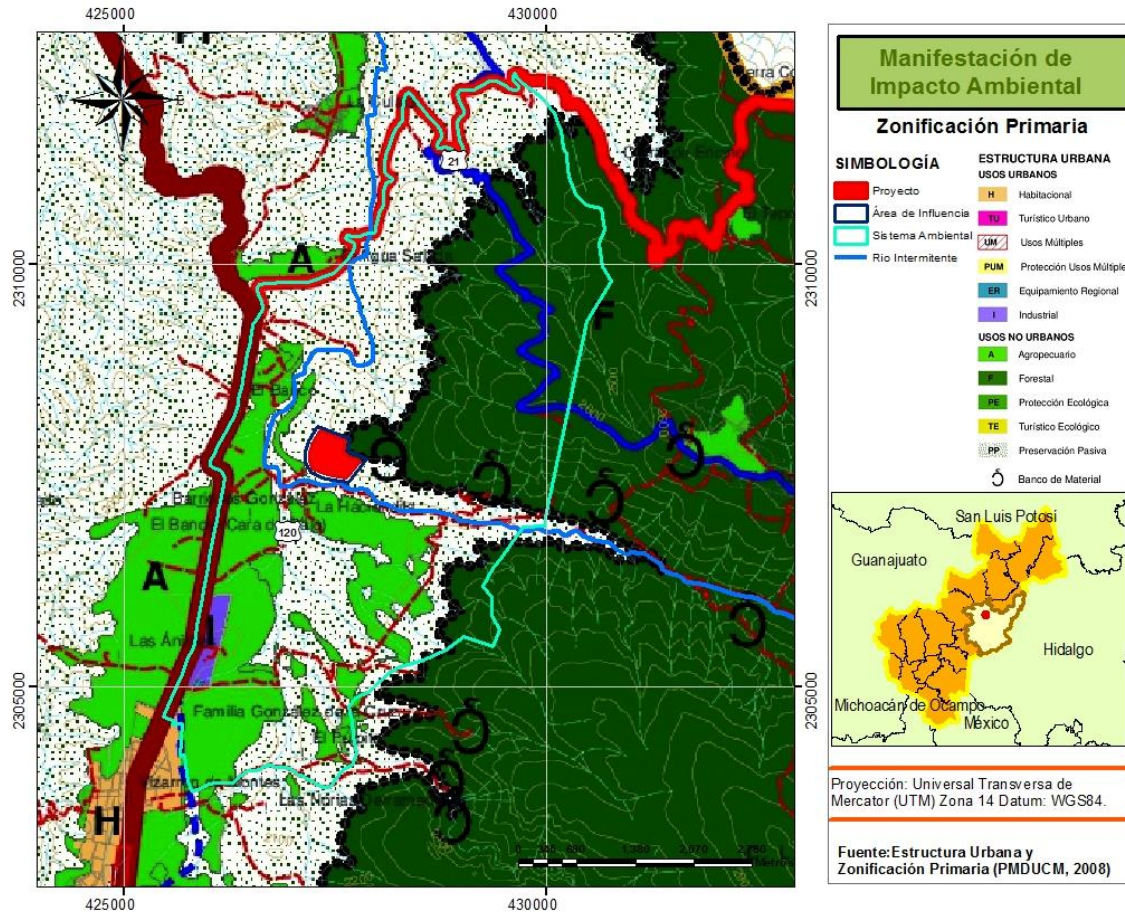


Figura III. 4. Aptitud del suelo de la ubicación del proyecto
 Fuente: Zonificación primaria del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cadereyta de Montes

Sin embargo, el predio de estudio cuenta con una autorización de cambio de uso de suelo Forestal y Protección Pasiva (PP) a Actividades Extractivas (AE) y depósito de materiales (mármol); dicho acuerdo mediante el cual se autoriza el cambio de uso de suelo fue publicado el 2 de marzo de 2018 en La Sombra de Arteaga, periódico oficial del gobierno del estado de Querétaro No. 17 Tomo CLI, asimismo, se encuentra inscrito en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio de Querétaro, subdirección Cadereyta de Montes en fecha del 23 de enero de 2019 (Ver documentos en Anexo 1).

Por lo antes expuesto se concluye que el proyecto pretendido que consiste la habilitación del "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles", para llevar a cabo el depósito de los materiales, específicamente residuos de extracción de roca caliza (mármol) procedente de la explotación del banco de material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., es compatible con el uso de suelo del predio, por lo que no contraviene al Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cadereyta de Montes.

III.3 LEYES Y REGLAMENTOS

III.3.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 es la norma fundamental o Carta Magna, establecida para regir jurídicamente al mismo. Dentro de esta, se fijan y definen las relaciones tanto de coordinación, supra ordinación y de supra a subordinación; estableciendo los límites existentes entre estas.

En su artículo 1º establece que *todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.*

Vinculación:

En consecuencia, la empresa promovente del proyecto manifiesta que en todo momento respetará los derechos humanos de sus trabajadores y demás personas de acuerdo a lo establecido en la constitución, mismos que se enuncian a continuación.

1. **Derecho a la vida digna**
2. **Derecho a la salud**
3. **Derecho a un ambiente sano**

Asimismo, se respetará lo establecido en el artículo 4º párrafo 5, que a la letra dice:

“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”

Vinculación:

De acuerdo al artículo anterior la empresa Promovente tiene la obligación de respetar la sustentabilidad del entorno ambiental como un derecho humano fundamental de todas las personas, por lo que para su ejecución se llevarán a cabo medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos, para asegurar la ejecución del proyecto la viabilidad ambiental del proyecto; dichas medidas están enfocadas a garantizar la protección de los elementos ambientales de la zona de influencia y su Sistema Ambiental.

III.3.2 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

ARTÍCULO 1º.- *La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.*

ARTÍCULO 6º.- *No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:*

- I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su***

informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,

II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.

ARTÍCULO 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.

De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

Vinculación con el proyecto: A fin de dar cumplimiento a esta Ley, se solicita a la Secretaría la autorización en materia de impacto ambiental y la autorización del cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Así mismo, se llevarán a cabo las acciones necesarias para prevenir o mitigar los daños al ambiente que puedan ocasionar las actividades del proyecto. En el capítulo VI de este estudio se describen las medidas propuestas para la mitigación, prevención y compensación de impactos ambientales; las cuales están enfocadas a garantizar la protección de los elementos ambientales.

III.3.3 LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Ley publicada el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, y reformada el 24 de enero de 2017. La cual define la Manifestación de Impacto Ambiental como el “*documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo*”. Así mismo en esta Manifestación se describen los posibles impactos a los ecosistemas por las obras a realizar, así como las medidas preventivas, de mitigación y de demás necesarias para evitar y reducir al máximo los efectos negativos sobre el ambiente.

ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, **requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental** de la Secretaría:

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

III.3.4 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

El Reglamento es el instrumento que regula a la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta ley.

ARTÍCULO 5º.- *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:

- I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.*
- II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y*
- III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.*

Vinculación:

A fin de dar cumplimiento a la legislación se lleva a cabo el presente estudio solicitando el cambio de uso de suelo del terreno forestal (con Matorral submontano, considerada como vegetación de zonas áridas y semiáridas), por las actividades de remoción de vegetación para el desarrollo del proyecto.

Debido a la naturaleza del mismo, la única obra que requiere remoción de la vegetación es para la construcción del muro de retención o presa filtrante, en el caso específico del llenado de las planillas durante la etapa operativa, no se requiere la remoción, debido a que el material se colocará sobre la vegetación existente (arbustiva), eliminándola en su totalidad.

Todas las actividades constructivas y operativas del proyecto se llevarán a cabo una vez que se halla ejecutado el programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna. Asimismo, al término del llenado de cada planilla será reforestada su superficie con especies nativas de la región.

III.3.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

ARTÍCULO 1.- *La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.*

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación...

ARTÍCULO 2.- *En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:*

I.-El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar;

IV.- Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;

IX.- La selección de sitios para la disposición final de residuos de conformidad con las normas oficiales mexicanas y con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano;

ARTÍCULO 19.- *Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:*

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

ARTÍCULO 40.- *Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.*

ARTÍCULO 41.- *Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.*

ARTÍCULO 42.- *Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría,*

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

ARTÍCULO 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

III.3.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

ARTÍCULO 1.- El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

ARTÍCULO 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

- I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;*
- II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:*
 - a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad...*
 - b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y*
- III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.*

ARTÍCULO 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.

Vinculación:

A fin de dar cumplimiento a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento, el promovente se compromete a hacer un manejo integral de sus residuos, en las diferentes etapas del proyecto, realizando su manejo exclusivamente a través de personas autorizadas por la autoridad federal (en caso de los residuos peligrosos) y la local (para los residuos sólidos urbanos). En el apartado II.2.7 de ese estudio, se detalla el tipo de residuos generados, manejo y disposición de residuos sólidos.

Evitará disponer residuos de cualquier tipo en la vía pública, barrancas, baldíos o terrenos aledaños al predio donde se ubica el proyecto. Se llevará a cabo la adecuada recolección, almacenamiento y disposición final solo en lugares autorizados y por empresas autorizadas.

III.3.7 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

ARTICULO 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales

Recursos forestales: La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales;

Terreno forestal: El que está cubierto por vegetación forestal;

Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, **zonas áridas y semiáridas**, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

ARTICULO 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;

ARTICULO 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los **estudios técnicos justificativos** que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

ARTICULO 118. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

III.3.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Artículo 120. Establece la forma en la que se debe solicitar un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, y el artículo 121 indica el contenido de los estudios técnicos justificativos para el cambio de uso de suelo.

El contenido del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que se presente para solicitar el cambio de uso de suelo para el depósito de materiales deberá ajustarse a lo que dispone el reglamento en dichos artículos, justificando los requisitos legales, técnicos y sociales para lograr su autorización.

Vinculación con el proyecto:

Para efecto de cumplimiento de estas disposiciones, se deberá presentar ante la Secretaría el Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, para que pueda ser usado para el depósito de material de residuo procedente del Banco de Material colindante, demostrando que no se comprometerá la biodiversidad, ni provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación y que los usos alternativos del suelo sean más productivos a largo plazo.

III.3.9 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Artículo 4o. *Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.*

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Artículo 18. *Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.*

Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

III.3.10 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Artículo 12. *Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría...*

Vinculación:

El predio del proyecto se encuentra en una zona en donde se encuentran diferentes especies de vida silvestre, por lo que se seguirán todas las especificaciones establecidas en los ordenamientos jurídicos aplicables; asimismo, el Proyecto no contempla ningún tipo de aprovechamiento extractivo de la vida silvestre.

Se implementará un Programa Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, con medidas particulares para el rescate y manejo de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se identificaron *Echinocactus platyacanthus* y *Mammillaria parkinsonii* y se encuentran dentro de la categoría de protección: sujeta a protección especial (Pr), así mismo, serán sometidas a cuidados y monitoreo constante para asegurar su supervivencia.

En relación a la fauna silvestre, no hubo avistamiento de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se llevará a cabo un Programa de rescate y manejo de fauna mismo que se integra al presente estudio.

III.3.11. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.

Esta Ley tiene como principal objetivo regular las emisiones para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera.

El Cambio Climático es la variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

El clima influye en una gran variedad de procesos ecológicos, lo que trae cambios en temperatura y precipitación y como consecuencia en disponibilidad de recursos, así como afectaciones en el medio biótico (flora y fauna). De manera general el estado de Querétaro presenta una baja vulnerabilidad al cambio climático (atlas climático UNAM), este fenómeno

Artículo 20. *Esta Ley tiene por objeto:*

IV. *Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;*

Artículo 27. *La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:*

I. *Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático;*

II. *Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos;*

III. *Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático;*

IV. *Identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales y aprovechar oportunidades generadas por nuevas condiciones climáticas;*

Artículo 29. *Se considerarán acciones de adaptación:*

III. *El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos;*

Este proyecto se somete a la Evaluación de Impacto Ambiental, misma que deriva de la política ambiental nacional, dirigida a minimizar y mitigar la posible afectación al medioambiente por parte de las personas físicas y morales.

Uno de los aspectos importantes de la ejecución del proyecto es la reducción de las emisiones de CO₂ derivado de la reducción de los trayectos de traslado, lo que es un benéfico para el ambiente, además de los considerables ahorros en combustibles, tiempos y distancias de carga y acarreo.

Como medida de compensación por la remoción de vegetación se implementará un Programa de Reforestación, usando especies nativas de fácil adaptabilidad, al cual se dará mantenimiento para asegurar su supervivencia y obtener una cobertura vegetal en donde intervengan diversos procesos ecológicos que se traducen en servicios ambientales.

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Tabla III. 13. Normas Oficiales Mexicanas

| NORMA OFICIAL MEXICANA | ANÁLISIS |
|---|---|
| EMISIONES DE FUENTES MÓVILES | |
| <p>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.</p> | <p>Una vez iniciada la obra se utilizará vehículos y maquinaria pesada los cuales utilizan diésel y gasolina, respectivamente, produciendo gases de contaminantes como COX, NOX, HC's, resultantes de la combustión interna de los motores que utilizan gasolina y emisiones de partículas suspendidas en forma de humo de los motores que utilizan diésel.</p> |
| <p>NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</p> | <p>El mantenimiento y operación de los vehículos y maquinaria empleados en la obra será responsabilidad de la empresa constructora.</p> |
| <p>NOM-050-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible</p> | <p>Por lo anterior, OMYA MÉXICO S.A. DE C.V. requerirá evidencia a la empresa constructora que todos los vehículos y maquinaria empleada en la obra, cumpla con los parámetros establecidos en estas normas y exigirá que dicha maquinaria reciba afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de gases contaminantes y de esta manera dar cumplimiento continuo a lo estipulado en las normas mencionadas.</p> |
| <p>NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición</p> | <p>Durante las etapas del proyecto, la maquinaria empleada en la obra deberá de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de ruido provocado por desajustes.</p> <p>Las actividades de construcción se realizarán estrictamente en un horario diurno, ya que la fauna silvestre presenta mayor actividad durante las noches.</p> |
| RESIDUOS | |
| <p>NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos</p> | <p>Para el manejo y disposición de los residuos peligrosos generados por la obra se contratará a una empresa autorizada por la Secretaría, quien llevará a cabo la recolección, transporte y enviará a disposición final. La recolección de los residuos se llevará a cabo en un periodo no mayor a 6 meses, asimismo, la información quedará asentada en la bitácora correspondiente, así como en los manifiestos entregados por la empresa encargada de la recolección.</p> |
| PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA | |
| <p>NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental de especies nativas de México de</p> | <p>Se implementará un Programa Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, el cual contempla</p> |



| NORMA OFICIAL MEXICANA | ANÁLISIS |
|---|---|
| flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo | implementarán medidas particulares para el rescate y reubicación de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se identificaron <i>Echinocactus platyacanthus</i> y <i>Mammillaria parkinsonii</i> se encuentran dentro de la categoría de protección: sujeta a protección especial (Pr), las cuales serán sometidas a cuidados y monitoreo constante para asegurar su supervivencia. En relación a la fauna silvestre, no hubo avistamiento de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Sin embargo, se les dará el manejo y cuidado necesario, ya que son especies que forman parte esencial del medio de acuerdo al Programa de Rescate y Manejo de Fauna Silvestre. La reubicación de flora y fauna se llevará a cabo a un polígono colindante al predio que cuenta con una superficie de 2.029 Ha., mismo que cuenta con características similares al predio de estudio y asegura la adaptabilidad y supervivencia de las especies hasta de un 80%. |
| SEGURIDAD Y SALUD | |
| NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. | La maquinaria y equipo de construcción deberá contar con dispositivos de prevención y protección contra incendios, así mismo, el personal debe estar capacitado para actuar en caso de que este ocurra. |
| NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. | La maquinaria y equipo deberá contar con dispositivos de seguridad en optimo estado, y el personal que la use debe tener contar con capacitación previa. |
| NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. | El personal de trabajo deberá usar durante su jornada laboral Equipo de Protección Personal (EPP) de acuerdo a su actividad, así mismo el personal debe estar capacitado para su uso. |
| NOM-031-STPS-2011. Construcción- Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. | Se deberá tener especial cuidado en seguridad y salud en el trabajo en las obras de construcción a efecto de prevenir riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores, y dar cumplimiento a la legislación y normas STPS. |

III.5 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)

Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Las Áreas Naturales Protegidas se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con el capítulo 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento.

El proyecto y su Sistema Ambiental se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas de competencia federal o estatal, el ANP más cercana al proyecto es la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de carácter federal decretada en el año 1997 y ubicada al norte del estado abarcando los municipios de Landa de Matamoros, Jalpan de Serra, Pinal de Amoles, Arroyo Seco y Peñamiller, aproximadamente a 15 km de distancia del proyecto (Figura III.5).

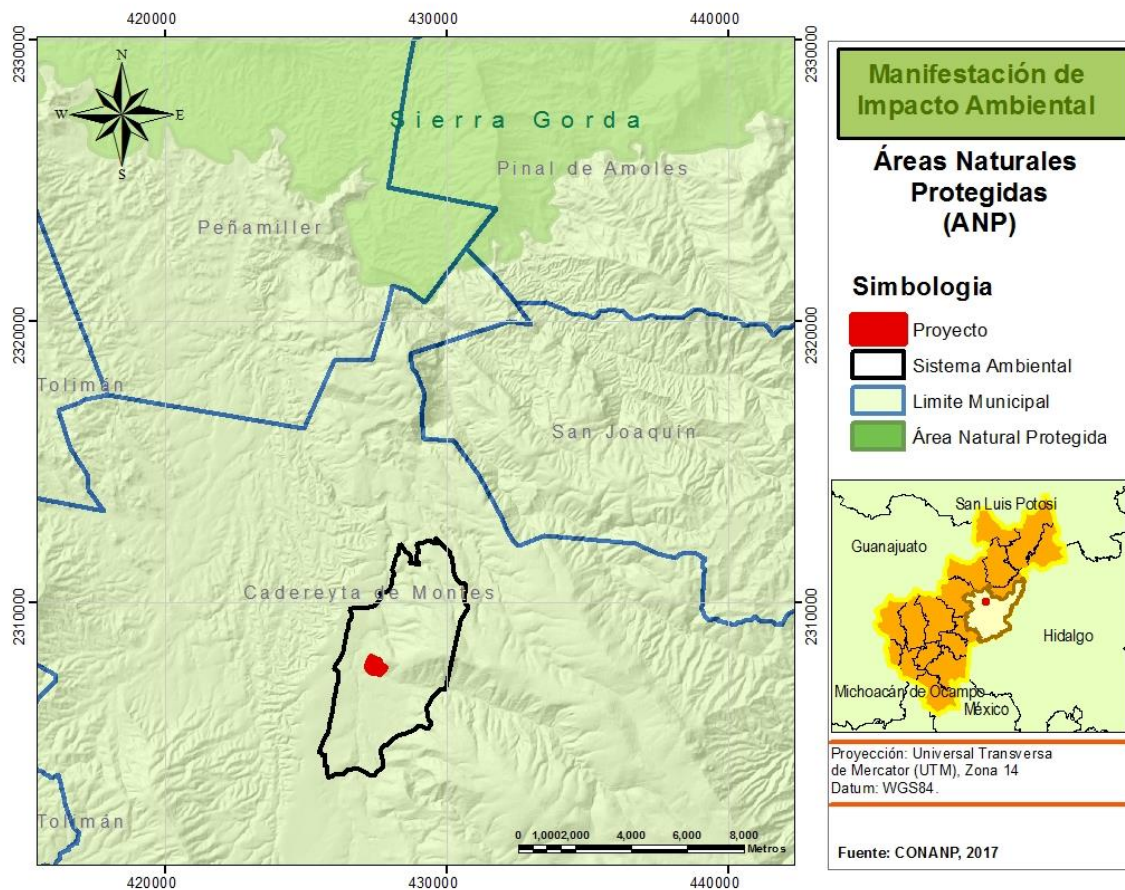


Figura III. 5. Ubicación del Proyecto y Sistema Ambiental en el mapa de Áreas Naturales Protegidas

En cuanto a Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), el proyecto y su Sistema Ambiental no se encuentran dentro de alguna de estas, la RTP 101 es más cercana se denomina “Sierra Gorda - Río Moctezuma, ubicada a aproximadamente 7.5 km del área de estudio (Figura III.5), la importancia de esta región radica en su alta diversidad de tipos de vegetación rica en endemismos.

Así mismo, cercano al área de estudio se encuentra el AICA “Reserva de la Biósfera Sierra Gorda”, ubicada al norte del estado aproximadamente a 15 km de distancia del proyecto (Figura III.6), la Sierra Gorda es importante refugio biótico, de acuerdo con datos de CONABIO, la Reserva alberga a 470 especies de aves debido a la existencia de variados tipos de vegetación.

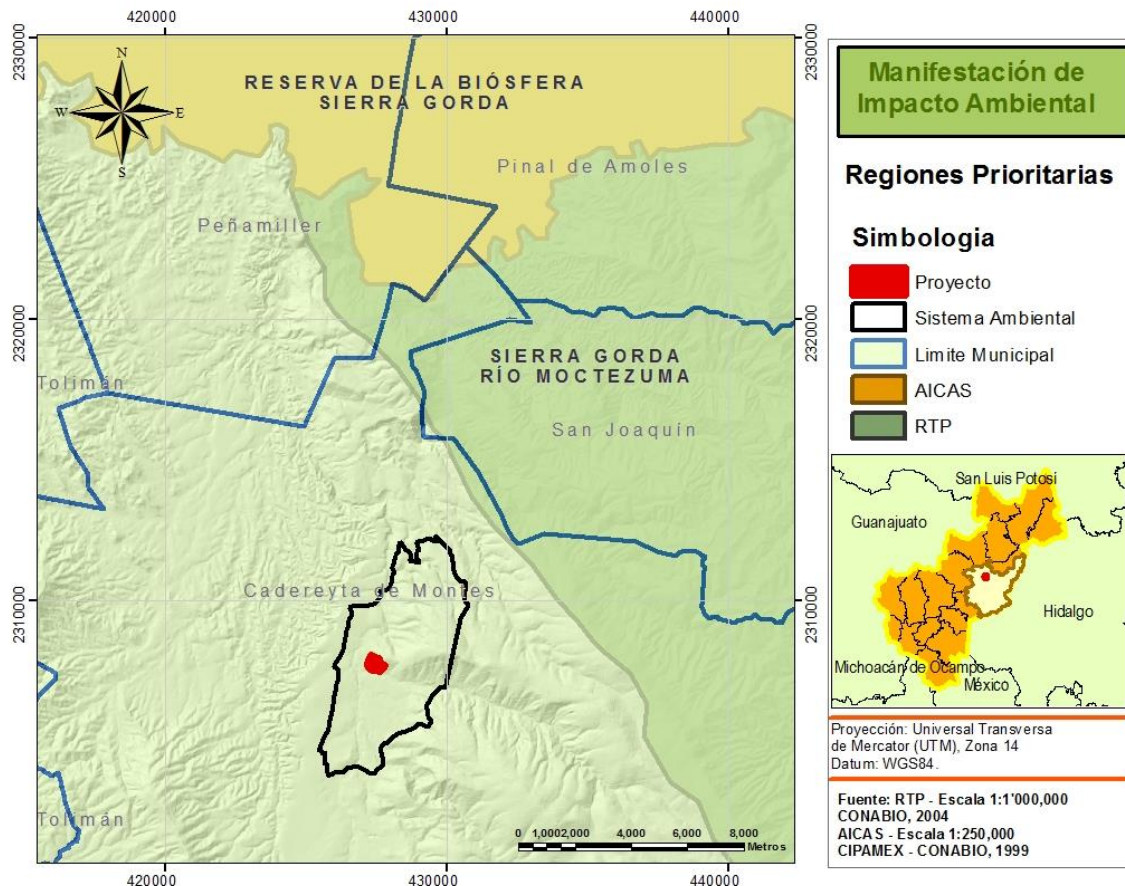


Figura III. 6. Ubicación del Proyecto y Sistema Ambiental en el mapa de Regiones Prioritarias.



CAPITULO IV

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

INDICE

| | |
|---|------------|
| IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA | 6 |
| IV.1.1 ÁREA DE ESTUDIO | 6 |
| IV.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA | 6 |
| IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL | 8 |
| IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL | 10 |
| IV.3.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA. | 10 |
| IV.3.1.1 Medio abiótico | 10 |
| A) Clima y fenómenos meteorológicos | 10 |
| B) Geología y Geomorfología. | 12 |
| C) Edafología | 16 |
| D) Hidrología | 27 |
| IV.3.1.2 Medio biótico | 41 |
| IV.3.1.2.1 Vegetación. | 41 |
| IV.3.1.2.1.1 Levantamiento de datos en campo | 44 |
| IV.3.1.2.1.2 Análisis estadístico del esfuerzo de muestreo y niveles de confianza | 50 |
| IV.3.1.2.1.3 Análisis de la diversidad de la vegetación | 69 |
| IV.3.1.2.2 Fauna | 81 |
| IV.3.1.2.2.1 Metodología de muestreo para cada grupo | 81 |
| IV.3.1.3 Medio Socioeconómico | 99 |
| IV.3.1.4 Paisaje | 103 |
| IV.3.2. Diagnóstico Ambiental | 109 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla IV. 1. Coordenadas del polígono de Área de Influencia (AI) del proyecto | 7 |
| Tabla IV. 2. Coordenadas del polígono de Sistema Ambiental (SA) del proyecto | 9 |
| Tabla IV. 3. Datos climatológicos de la estación meteorológica Vizarrón de Montes (1951-2010). | 11 |
| Tabla IV. 4. Tipo de roca predominante en el área del proyecto y su Sistema Ambiental | 13 |
| Tabla IV. 5. Subprovincias fisiográficas de polígono del proyecto y Sistema Ambiental..... | 14 |
| Tabla IV. 6. Edafología de polígono del proyecto y Sistema Ambiental | 17 |
| Tabla IV. 7. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia “r” en la república mexicana. | 19 |
| Tabla IV. 8. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985) | 20 |
| Tabla IV. 9. Valores de “c” que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo | 23 |
| Tabla IV. 10. Valores de suelos calcáreos para el cálculo de la capa de calificación de textura. ... | 24 |
| Tabla IV. 11. Valores de suelos no calcáreos para el cálculo de la capa de calificación de textura. | 25 |
| Tabla IV. 12. Valores USV para el cálculo de la capa de calificación de uso de suelo. | 25 |
| Tabla IV. 13. Valores de erosión Eólica (Ee). | 26 |
| Tabla IV. 14. Estimación de erosión total en el SA. | 26 |
| Tabla IV. 15. Estimación de erosión total en el Predio de CUS..... | 26 |
| Tabla IV. 16. Valores de erosión Hídrica (Eh) y Eólica (Ee). | 27 |
| Tabla IV. 17. Microcuencas de polígono del proyecto y Sistema Ambiental | 28 |
| Tabla IV. 18. Parámetros que intervienen para el cálculo de la infiltración | 33 |
| Tabla IV. 19. Clasificación del suelo | 34 |
| Tabla IV. 20. Valores de “k” y de escurrimiento anual para el predio. | 34 |
| Tabla IV. 21. Valor de “k” | 35 |
| Tabla IV. 22. Parámetros que intervienen en la infiltración | 37 |
| Tabla IV. 23. Clasificación del suelo | 38 |
| Tabla IV. 24. Valores de “k” y de escurrimiento anual para el predio | 38 |
| Tabla IV. 25. Valor de “k” | 39 |
| Tabla IV. 26. Usos de suelo y vegetación de polígono del proyecto y Sistema Ambiental. Serie V, INEGI..... | 42 |
| Tabla IV. 27. Usos de suelo y vegetación de polígono del proyecto y Sistema Ambiental, Inventario Forestal..... | 43 |
| Tabla IV. 28. Coordenadas UTM de las parcelas muestreadas en el polígono forestal..... | 49 |
| Tabla IV. 29. Cálculos para X..... | 52 |
| Tabla IV. 30. Número de individuos muestreados en el estrato herbáceo en el polígono forestal . | 56 |
| Tabla IV. 31. Número de individuos muestreados en el estrato arbustivo en el polígono forestal.. | 58 |
| Tabla IV. 32. Número de individuos muestreados en las cactáceas en el polígono forestal | 59 |
| Tabla IV. 33. Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y estatus en la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación | 61 |



| | |
|---|-----|
| Tabla IV. 34. Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y estatus en la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación (2)..... | 62 |
| Tabla IV. 35. Número de ejemplares por especie, por estrato por sitio de muestreo en el polígono forestal..... | 63 |
| Tabla IV. 36. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo..... | 70 |
| Tabla IV. 37. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo | 71 |
| Tabla IV. 38. Índice de Valor de Importancia para las cactáceas..... | 72 |
| Tabla IV. 39. Cálculo de individuos herbáceos presentes en el área interna del predio | 73 |
| Tabla IV. 40. Cálculo de individuos arbustivos presentes en el área interna del predio | 74 |
| Tabla IV. 41. Cálculo de cactáceas presentes en el área interna del predio..... | 75 |
| Tabla IV. 42. Diversidad, diversidad máxima, equidad y riqueza del estrato herbáceo en el área interna del predio..... | 78 |
| Tabla IV. 43. Diversidad, diversidad máxima, equidad y riqueza del estrato arbustivo en el área interna del predio..... | 79 |
| Tabla IV. 44. Diversidad, diversidad máxima, equidad y riqueza para cactáceas en el área interna del predio..... | 80 |
| Tabla IV. 45. Coordenadas de los transectos internos para observación de fauna. | 86 |
| Tabla IV. 46. Especies registradas durante los recorridos de avistamiento en los transectos internos. | 86 |
| Tabla IV. 47. Estatus de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y listado de especies y poblaciones prioritarias para la conservación | 87 |
| Tabla IV. 48. Abundancia proporcional de aves, mamíferos y reptiles en el CUS | 93 |
| Tabla IV. 49. Abundancias proporcionales | 94 |
| Tabla IV. 50. Cálculos para aves y mamíferos identificados en las áreas propuesta para cambio de uso de suelo (polígonos forestales) | 94 |
| Tabla IV. 51. Riqueza, diversidad, diversidad máxima y equidad para mamíferos | 96 |
| Tabla IV. 52. Riqueza, diversidad, diversidad máxima y equidad para aves | 97 |
| Tabla IV. 53. Riqueza, diversidad, diversidad máxima y equidad para réptiles | 97 |
| Tabla IV. 54. Riqueza, diversidad, diversidad máxima y equidad para anfibios en la sub-cuenca. 97 | |
| Tabla IV. 55. Caracterización de fauna en el polígono forestal (CUS). | 98 |
| Tabla IV. 56. Municipios con mayor y menor porcentaje de población en situación de pobreza .. | 100 |
| Tabla IV. 57. Modelo de Calidad Visual en el área de estudio. | 105 |
| Tabla IV. 58. Modelo de Rojas y Kong (1998) modificado y parametrizado utilizando para la evaluación de la calidad visual..... | 106 |
| Tabla IV. 59. Modelo de Fragilidad Visual en el área de estudio..... | 108 |
| Tabla IV. 60. Modelo de Rojas y Kong (1998) modificado y parametrizado utilizando para la evaluación de la fragilidad visual..... | 109 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura IV. 1. Predio de estudio..... | 6 |
| Figura IV. 2. Polígono de estudio y su Área de Influencia..... | 7 |
| Figura IV. 3. Delimitación del Sistema Ambiental (SA) del proyecto | 8 |
| Figura IV. 4. Polígono de estudio y su Sistema Ambiental (SA)..... | 10 |
| Figura IV. 5. Tipo de clima de la Zona en Estudio..... | 11 |
| Figura IV. 6. Geología de la Zona en Estudio..... | 12 |
| Figura IV. 7. Fisiografía de la Zona en Estudio..... | 13 |
| Figura IV. 8. Topografía de la Zona en Estudio..... | 14 |
| Figura IV. 9. Localización de la Zona en Estudio en la regionalización sísmica de la República Mexicana..... | 16 |
| Figura IV. 10. Edafología de la Zona en Estudio..... | 17 |
| Figura IV. 11. Mapa de regiones con igual erosividad en la república mexicana..... | 19 |
| Figura IV. 12. Hidrografía de la Zona en Estudio..... | 28 |
| Figura IV. 13. Microcuencas de la Zona en Estudio..... | 29 |
| Figura IV. 14. Localización de la Zona en Estudio en el Acuífero Toliman (2207)..... | 30 |
| Figura IV. 15. Acuífero Toliman (2207), con condición de escasez..... | 32 |
| Figura IV. 16. Uso de Suelo y Vegetación correspondiente a la zona de estudio..... | 41 |
| Figura IV. 17. Formaciones forestales en la zona de estudio..... | 43 |
| Figura IV. 18. Diseño de la parcela de muestreo y los elementos florísticos medibles dentro de la misma..... | 45 |
| Figura IV. 19. Ubicación de las parcelas de muestreo en el polígono forestal..... | 50 |
| Figura IV. 20. Curva de acumulación de especies..... | 51 |
| Figura IV. 21. Medidas observables para identificación de fauna silvestre a través de huellas..... | 82 |
| Figura IV. 22. Ubicación de los transectos internos para la observación de fauna..... | 86 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Grafica IV. 1. Densidad de individuos por parcela y especie en el estrato herbáceo..... | 57 |
| Grafica IV. 2. Densidad de individuos por parcela y especie en el estrato arbustivo..... | 59 |
| Grafica IV. 3. Densidad de individuos por parcela y especie en el estrato arbóreo..... | 60 |

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|--|----|
| Fotografía IV. 1. Pendiente del polígono de estudio..... | 15 |
| Fotografía IV. 2. Marcaje del punto central de la parcela de muestreo..... | 46 |
| Fotografía IV. 3. Brigadista de campo midiendo el radio de 12.62 m..... | 46 |
| Fotografía IV. 4. Marqueo del punto central y de los límites de la parcela circular con aerosol amarillo y cinta amarilla de precaución..... | 47 |



| | |
|--|-----|
| Fotografía IV. 5. Marqueo de árboles con DAP mayor a 7.5 cm | 47 |
| Fotografía IV. 6. Medición del estrato arbustivo..... | 48 |
| Fotografía IV. 7. Medición del estrato herbáceo en la sub parcela de 10 m ² | 48 |
| Fotografía IV. 8. Búsqueda de aves mediante avistamiento. | 83 |
| Fotografía IV. 9. Recorridos para búsqueda de fauna en transecto de franja..... | 83 |
| Fotografía IV. 10. Colocación de trampa de cámara para muestreo de fauna..... | 85 |
| Fotografía IV. 11. Avistamiento de Lagartija espinosa de pastizal en la zona de muestreo | 88 |
| Fotografía IV. 12. Avistamiento de zopilote dentro del área de proyecto. | 88 |
| Fotografía IV. 13. <i>Peucaea cassinii</i> (Zacatonero de cassin) | 89 |
| Fotografía IV. 14. Excretas de Conejo serrano..... | 89 |
| Fotografía IV. 15. Golondrinas tijereta perchando. | 90 |
| Fotografía IV. 16. Cuervos llaneros volando en grupo. | 90 |
| Fotografía IV. 17. <i>Salpinctes obsoletus</i> (Salta pared de rocas)..... | 91 |
| Fotografía IV. 18. Zacatonero corona canela..... | 91 |
| Fotografía IV. 19. Jilguerito dominico (<i>Spinus psaltria</i>) | 92 |
| Fotografía IV. 20. Perlita azulgris (<i>Polioptila caerulea</i>)..... | 92 |
| Fotografía IV. 21. Pendiente en el área de muestreo. | 104 |

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

IV.1.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área en estudio cuenta con una superficie de 199,400.00 m² (19.94 ha), en la cual se llevará a cabo el depósito de los materiales, específicamente residuos de extracción de roca caliza (mármol) procedente de la explotación del banco de material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V. El predio de estudio se trata de un terreno forestal que presenta un tipo de vegetación de matorral submontano (ver Figura IV.1).

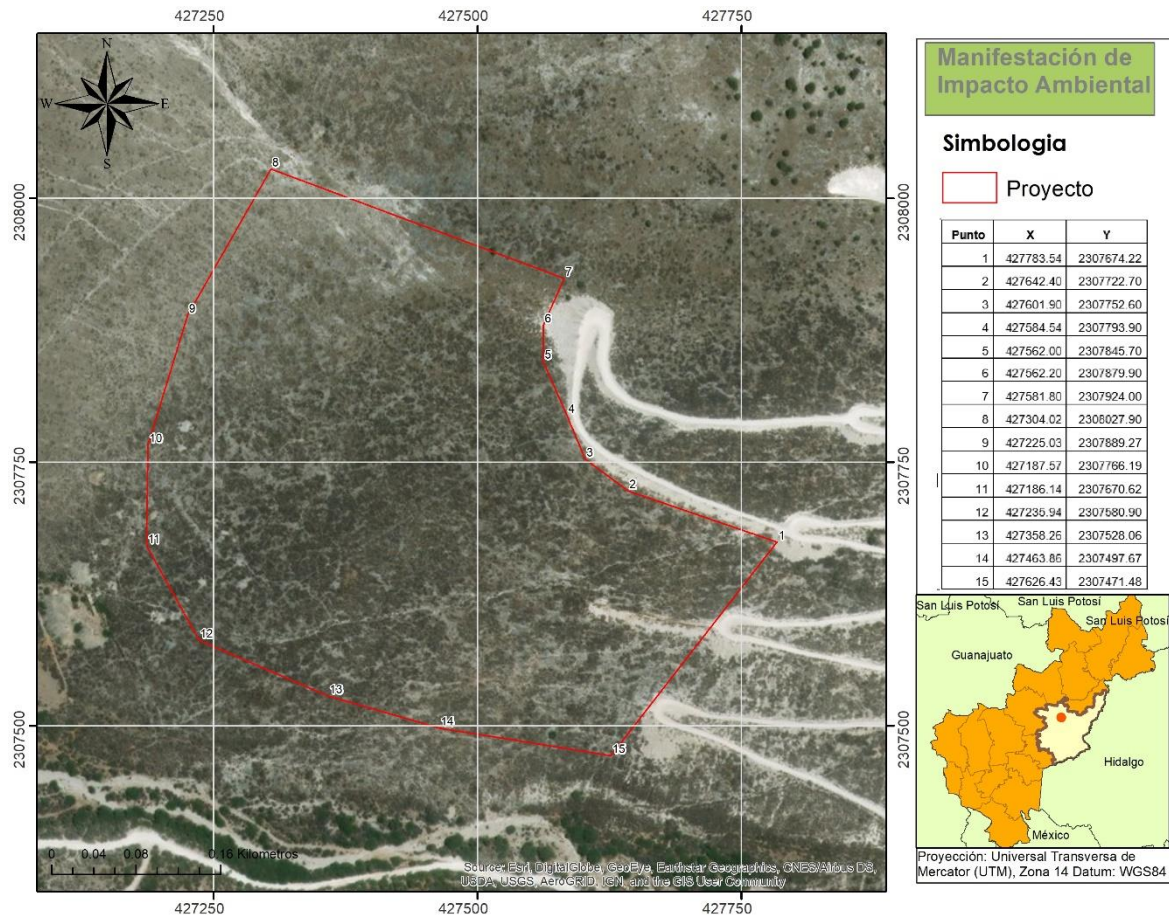


Figura IV. 1. Predio de estudio

IV.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA

De acuerdo con la guía para la elaboración de la manifestación de Impacto Ambiental, el área de influencia “se define por los procesos que se llevan a cabo en la zona donde se pretende insertar el proyecto, y por el área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto.

El área de influencia se define como la extensión máxima de las afecciones directamente provocadas por la extensión del proyecto, en donde la etapa de mayor afección es la construcción de la infraestructura. Por tal motivo, el Área de Influencia (AI), se lleva a cabo con ayuda Auto CAD, se

genera un buffer de 50 m de distancia a partir del límite del polígono del proyecto. En la tabla IV.1 se muestran las coordenadas del polígono de AI, mismo que cuenta con un área de 30.108 Has, y en la figura IV.2 se muestran los límites del AI del polígono de estudio.

Tabla IV. 1. Coordenadas del polígono de Área de Influencia (AI) del proyecto

| VERTICE | X | Y | VERTICE | X | Y |
|---------|-----------|------------|------------------------|-----------|------------|
| 1 | 427865.85 | 2307698.81 | 9 | 427178.82 | 2307909.17 |
| 2 | 427665.91 | 2307767.49 | 10 | 427137.68 | 2307774.00 |
| 3 | 427642.66 | 2307784.66 | 11 | 427135.95 | 2307658.02 |
| 4 | 427630.51 | 2307813.56 | 12 | 427200.48 | 2307541.75 |
| 5 | 427612.06 | 2307855.97 | 13 | 427341.36 | 2307480.89 |
| 6 | 427612.14 | 2307869.15 | 14 | 427452.93 | 2307448.78 |
| 7 | 427649.06 | 2307952.23 | 15 | 427647.77 | 2307417.39 |
| 8 | 427281.66 | 2308089.65 | Área: 30.108 hectáreas | | |

Sistema de Coordenadas UTM, Datum WGS 84.

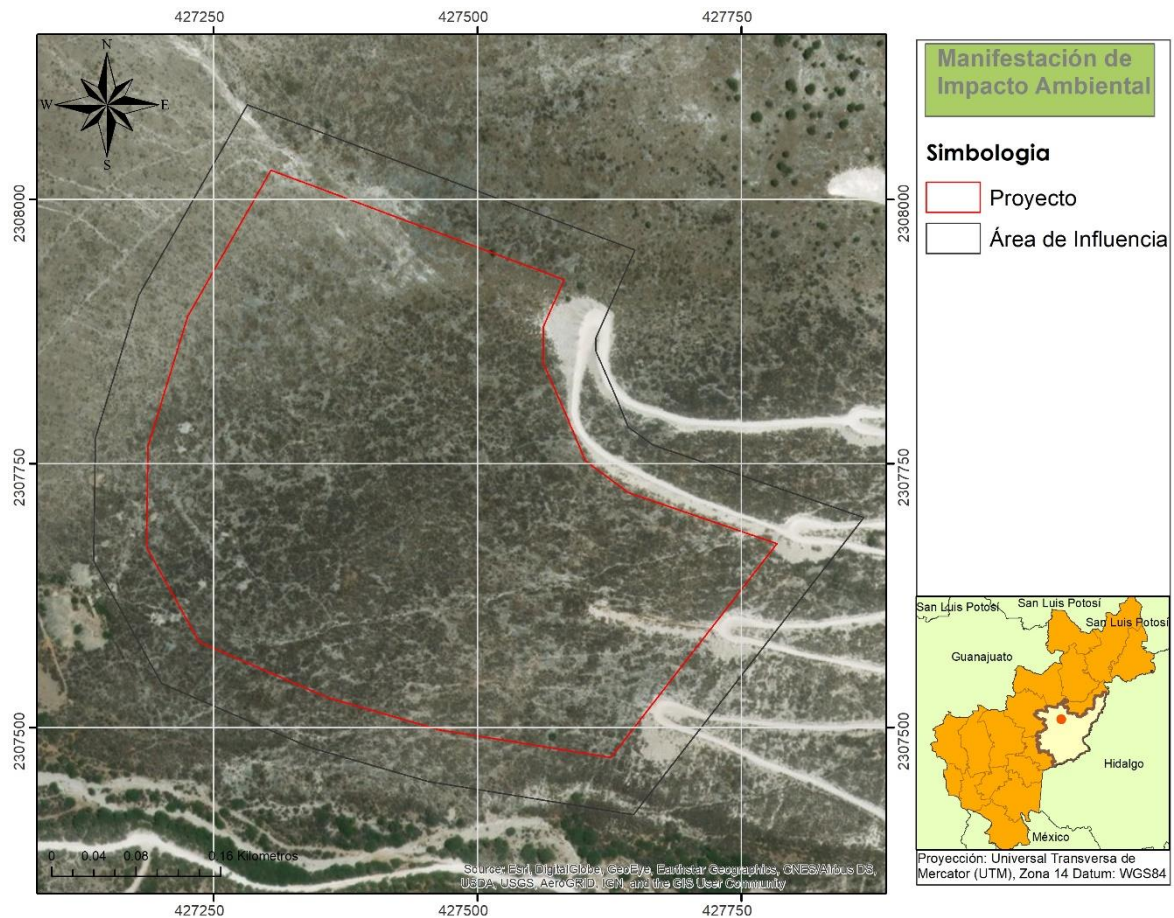


Figura IV. 2. Polígono de estudio y su Área de Influencia.

IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Para delimitar el Sistema Ambiental (SA) en la zona inmediata donde el proyecto puede generar impacto, tomando en cuenta las condiciones ambientales sociales y económicas de la zona, por tal motivo se usa la red carretera de acuerdo a carta topográfica F14C57, por lo que los límites del Sistema Ambiental son: en la parte Norte con la carretera Estatal 21 La Culata - San Joaquín, en el lado oeste con la Carretera Federal 120 San Juan del Río – Jalpan de Serra y en la parte sur con los límites de la Localidad Vizarrón de Montes y una carretera S/N de terracería existente; se toma la decisión de usar la red carretera debido al efecto barrera que genera la infraestructura vial, ya que impide la movilidad de los organismos o de sus estructuras reproductivas, lo que limita su potencial para su dispersión y colonización, muchas especies animales no cruzan estas barreras, limitando también la dispersión de especies vegetales. En la parte sureste se toma como referencia la carta de Uso de Suelo y Vegetación F14-11 escala 1:250 000 Serie V de INEGI usando como límite del SA el uso de suelo de Pastizal Inducido. En la parte este se delimita con el límite del tipo de clima semiseco semicalido BS1kw(w), de acuerdo a la carta de Unidades climáticas serie I escala 1:1'000,000 de INEGI y finalmente, en la parte Noreste se toma como limite la microcuenca La Culata.

En la Figura IV.3 se puede muestra la sobreposición de las capas mencionadas en formato shape para la generación del Sistema Ambiental del proyecto.

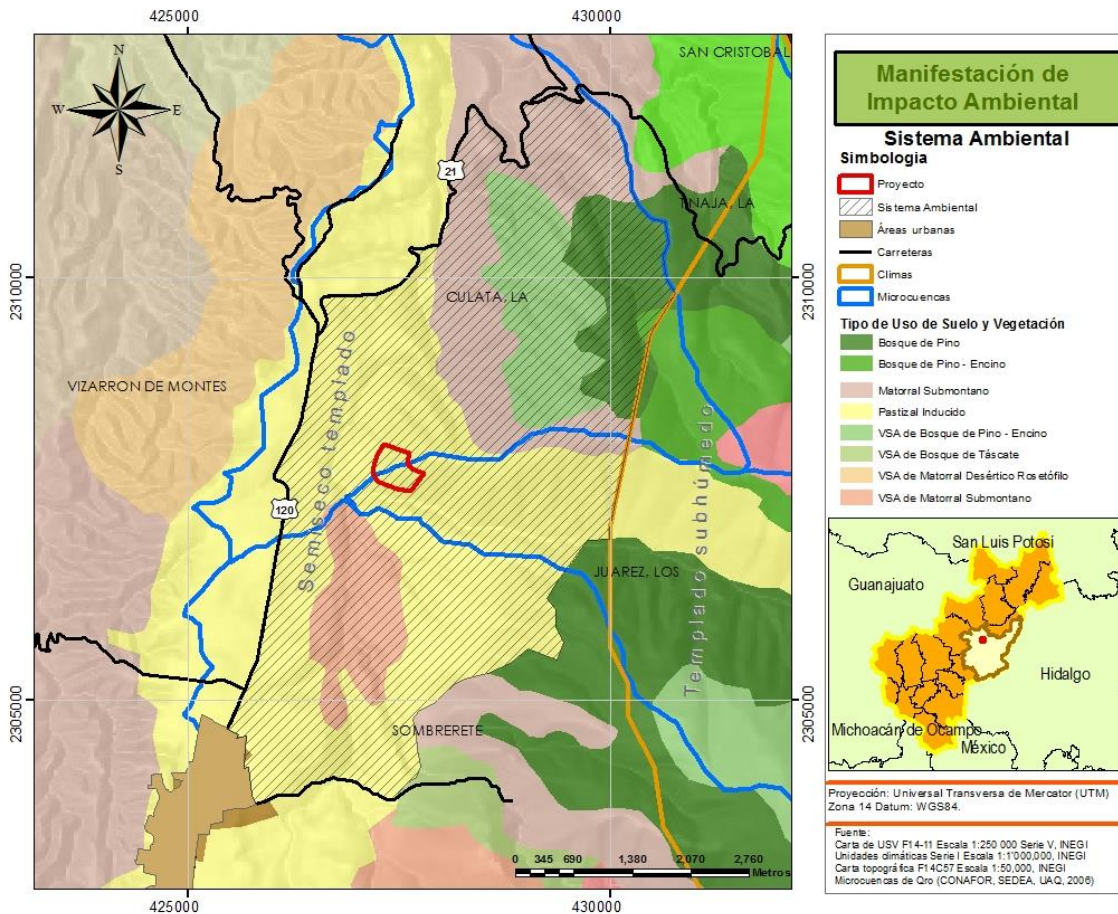


Figura IV. 3. Delimitación del Sistema Ambiental (SA) del proyecto



El Sistema Ambiental consta de un área de 25, 048,200.00 m² (2,504.82 ha). En la Tabla IV.2 se tienen las coordenadas y su ubicación en la Figura IV.4.

Tabla IV. 2. Coordenadas del polígono de Sistema Ambiental (SA) del proyecto

| VERTICE | X | Y | VERTICE | X | Y |
|---------|-----------|------------|---------|-----------|------------|
| 1 | 429466.38 | 2306541.88 | 18 | 430160.99 | 2311585.67 |
| 2 | 429466.38 | 2306541.88 | 19 | 430134.69 | 2311639.41 |
| 3 | 429716.70 | 2306892.23 | 20 | 430089.80 | 2311787.98 |
| 4 | 429987.28 | 2306904.26 | 21 | 429938.21 | 2311971.18 |
| 5 | 429985.77 | 2307011.81 | 22 | 429734.49 | 2312128.75 |
| 6 | 430473.95 | 2309328.71 | 23 | 429643.83 | 2312227.05 |
| 7 | 430767.36 | 2309806.83 | 24 | 429625.75 | 2312266.33 |
| 8 | 430657.70 | 2309975.94 | 25 | 429621.99 | 2312265.00 |
| 9 | 430619.05 | 2310248.30 | 26 | 429597.99 | 2312244.00 |
| 10 | 430678.62 | 2310411.38 | 27 | 429591.00 | 2312220.00 |
| 11 | 430640.99 | 2310662.86 | 28 | 429604.00 | 2312190.00 |
| 12 | 430467.60 | 2310700.40 | 29 | 429625.00 | 2312154.00 |
| 13 | 430340.56 | 2310838.14 | 30 | 429646.00 | 2312127.00 |
| 14 | 430252.90 | 2311028.65 | 31 | 429659.99 | 2312100.00 |
| 15 | 430228.91 | 2311265.01 | 32 | 429663.00 | 2312088.00 |
| 16 | 430230.66 | 2311308.06 | 33 | 429654.96 | 2312070.96 |
| 17 | 430197.56 | 2311375.66 | 34 | 429642.26 | 2312065.93 |

Sistema de Coordenada UTM, Datum WGS 84.

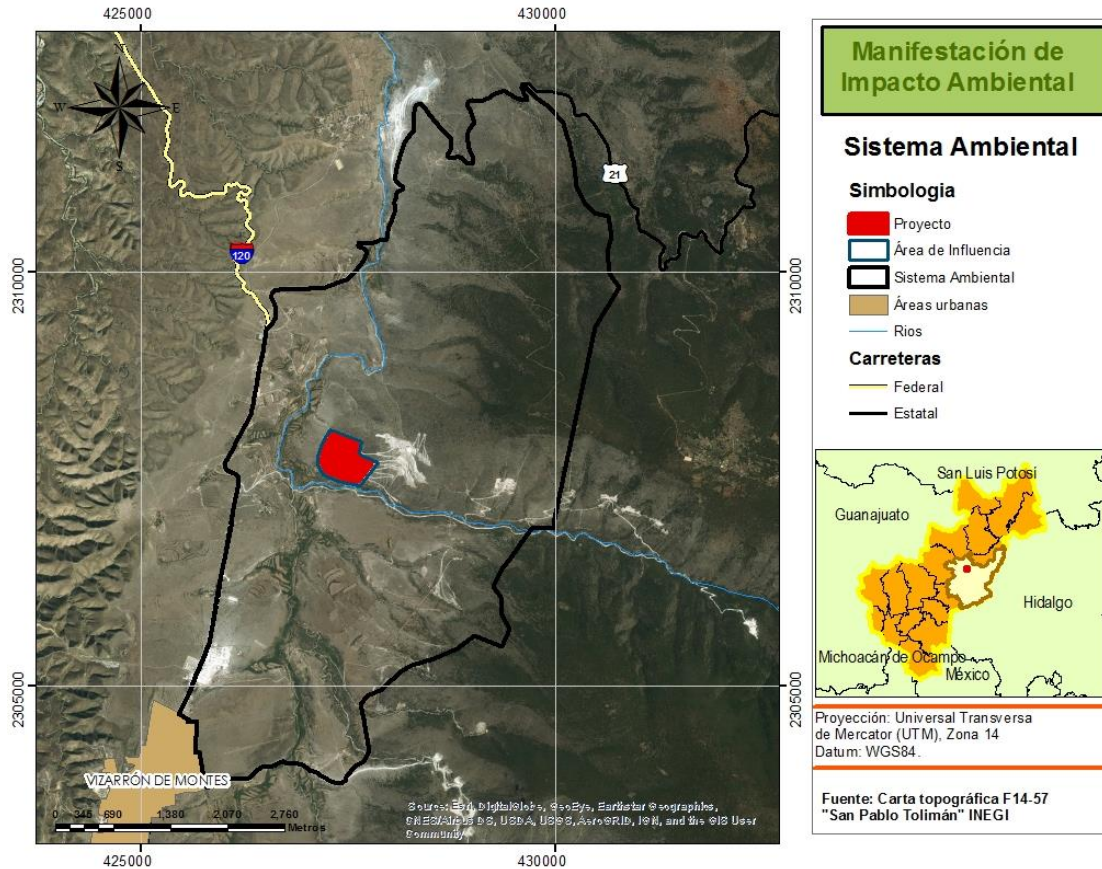


Figura IV. 4. Polígono de estudio y su Sistema Ambiental (SA)

IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

En este apartado se analizaron de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos del suelo y del agua que hay en el área de estudio.

IV.3.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA.

De manera integral se aborda la calidad ambiental del SA en los términos expuestos en los subtemas precedentes, de tal forma que, se defina como es su estructura y como es su funcionamiento, a través del análisis de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos.

IV.3.1.1 Medio abiótico

A) Clima y fenómenos meteorológicos

La zona en estudio se ubica en el tipo climático Semiseco Templado BS1Kw(w). De forma general este clima predomina en el municipio, ya que cubre aproximadamente un 60% de su superficie. La temperatura media anual es de 16.5°C, siendo la temperatura promedio más alta de 23.4 °C y más baja de 9.6 C ° (Estación meteorológica Vizarrón 22035). La precipitación promedio anual está en un promedio de 451 mm y la máxima precipitación se presenta en los meses de junio a septiembre (ver tabla II.3).

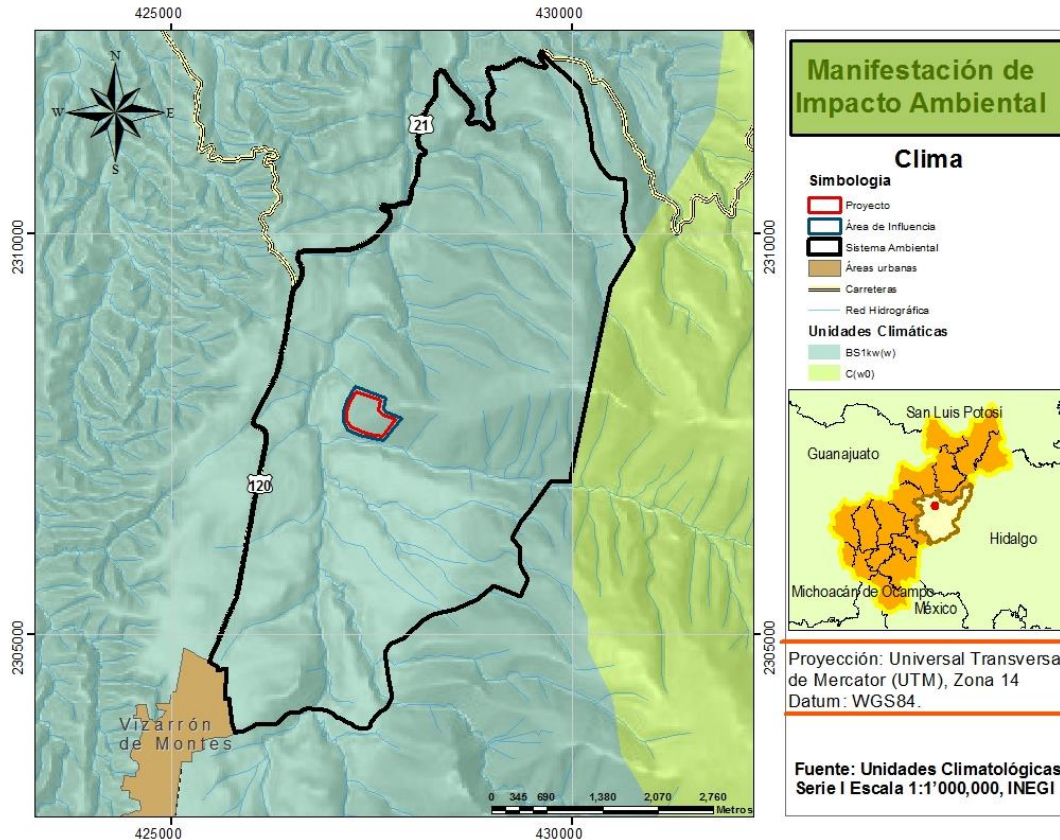


Figura IV. 5. Tipo de clima de la Zona en Estudio.

Tabla IV. 3. Datos climatológicos de la estación meteorológica Vizarrón de Montes (1951-2010).

| Periodo: 1951-2010. Años con datos: 32-35 años | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Latitud: 20°50'02" N / Longitud: 99°42'13" W / Altitud: 1,994 msnm | | | | | | | | | | | | | |
| Concepto | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| Temperatura media | 12.9 | 14.3 | 17.1 | 19.0 | 19.9 | 18.8 | 17.6 | 17.6 | 16.9 | 15.5 | 14.5 | 13.3 | 16.5 |
| Precipitación | 14.0 | 8.4 | 10.1 | 23.9 | 45.0 | 74.2 | 88.5 | 61.0 | 75.0 | 32.6 | 11.4 | 6.9 | 451.0 |
| Número de días con lluvia | 2.6 | 2.2 | 2.1 | 4.2 | 6.5 | 8.4 | 10.5 | 9.9 | 10.2 | 6.5 | 2.8 | 1.7 | 67.6 |
| Número de días con niebla | 3.6 | 2.6 | 1.6 | 0.9 | 0.6 | 2.9 | 2.7 | 3.1 | 5.6 | 6.0 | 3.5 | 3.1 | 36.2 |
| Días con granizo | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.7 |
| Días con tormenta E. | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.8 | 1.3 | 1.6 | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 0.5 | 0.0 | 8.1 |

Fuente: CONAGUA, 2010. <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=gro>

B) Geología y Geomorfología.

El área del polígono de estudio se encuentra sobre unidad geológica de origen Cretácico inferior específicamente caliza, Ki(cz) como se muestra en la Figura IV.6. (INEGI. Datos vectoriales de la Carta Geológica F14-11 Querétaro, escala 1:250 000. Querétaro. México). La roca Caliza es de tipo sedimentaria, se caracteriza por su composición de carbonato de calcio (CaCO_3) en su mayoría, así como otros carbonatos como magnesita (MgCO_3). Por sus propiedades químicas y físicas las rocas calizas no son de gran dureza según la escala de Mohs, además tienen reacción a los ácidos como el clorhídrico lo cual produce una efervescencia. (Fuente: C. Klein, C. S. Hurlbut. Manual de Mineralogía, cuarta edición. Editorial Reverté, 1998 Edición en español).

Así mismo, en el Sistema Ambiental (SA) también predomina este tipo de roca abarcando gran superficie en la parte norte (50.40%), le sigue el conglomerado, Q(cg) roca sedimentaria de origen cuaternario, este es un tipo de roca de grano grueso, de formas esféricas a poco esféricas y de grado de redondez anguloso a bien redondeado, este tipo de roca predomina en la parte sur del SA en un 25.55% del total de su superficie. En menor proporción, también hay presencia de Caliza – Lutita, ks(cz-lu), roca sedimentaria del origen cretácico, este tipo de roca abarca el 15.02% del SA (Tabla IV.4).

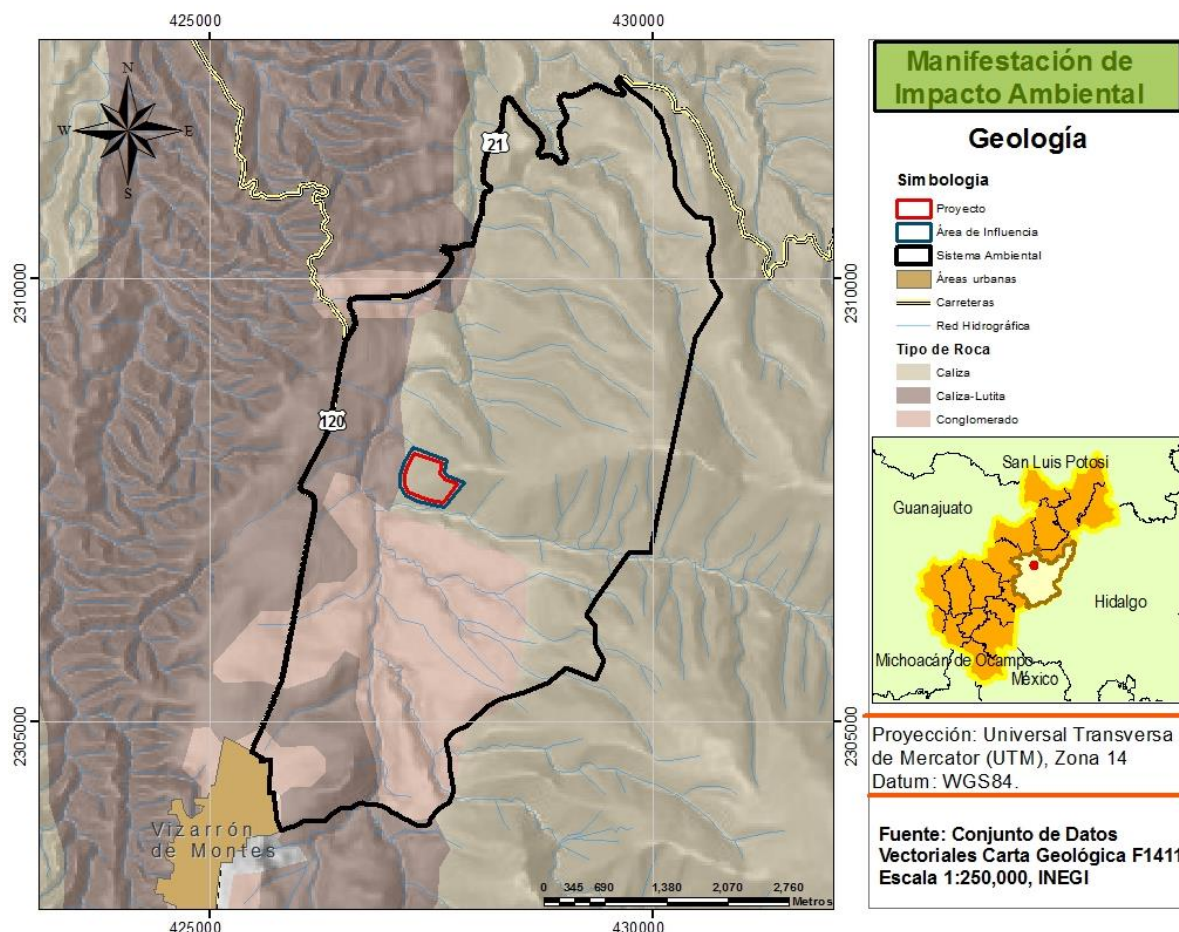


Figura IV. 6. Geología de la Zona en Estudio.

Tabla IV. 4. Tipo de roca predominante en el área del proyecto y su Sistema Ambiental

| Tipo de Roca | Polígono de proyecto | | Sistema Ambiental (SA) | |
|-----------------------------------|----------------------|----------------|------------------------|----------------|
| | Superficie (ha) | Porcentaje (%) | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
| Caliza, ki(cz) | 19.94 | 100 | 1487.78 | 59.40 |
| Conglomerado, Q(cg) | 0.00 | 0.00 | 639.90 | 25.55 |
| Caliza – Lutita, ks(cz-lu) | 0.00 | 0.00 | 376.22 | 15.02 |
| Área sin formación temática, S/tl | 0.00 | 0.00 | 0.92 | 0.03 |
| Total | 19.94 | 100.00 | 2,504.82 | 100.00 |

Características geomorfológicas.

La zona en estudio se encuentra en una topoforma de Sierras el cual se caracteriza por pendientes pronunciadas. El sistema de topoformas antes mencionado domina el paisaje en el municipio y pertenece a la subprovincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato; que, a su vez, pertenece a la provincia fisiográfica Mesa del Centro (Figura IV.7) (INEGI, 2001).

En relación al Sistema Ambiental (SA), el 47.08% de su superficie corresponde a la subprovincia Carso Huasteco, el 29.54% corresponde a la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo y en menor proporción 23.30% la subprovincia Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato, donde se ubica el proyecto en su totalidad (Tabla IV.5).

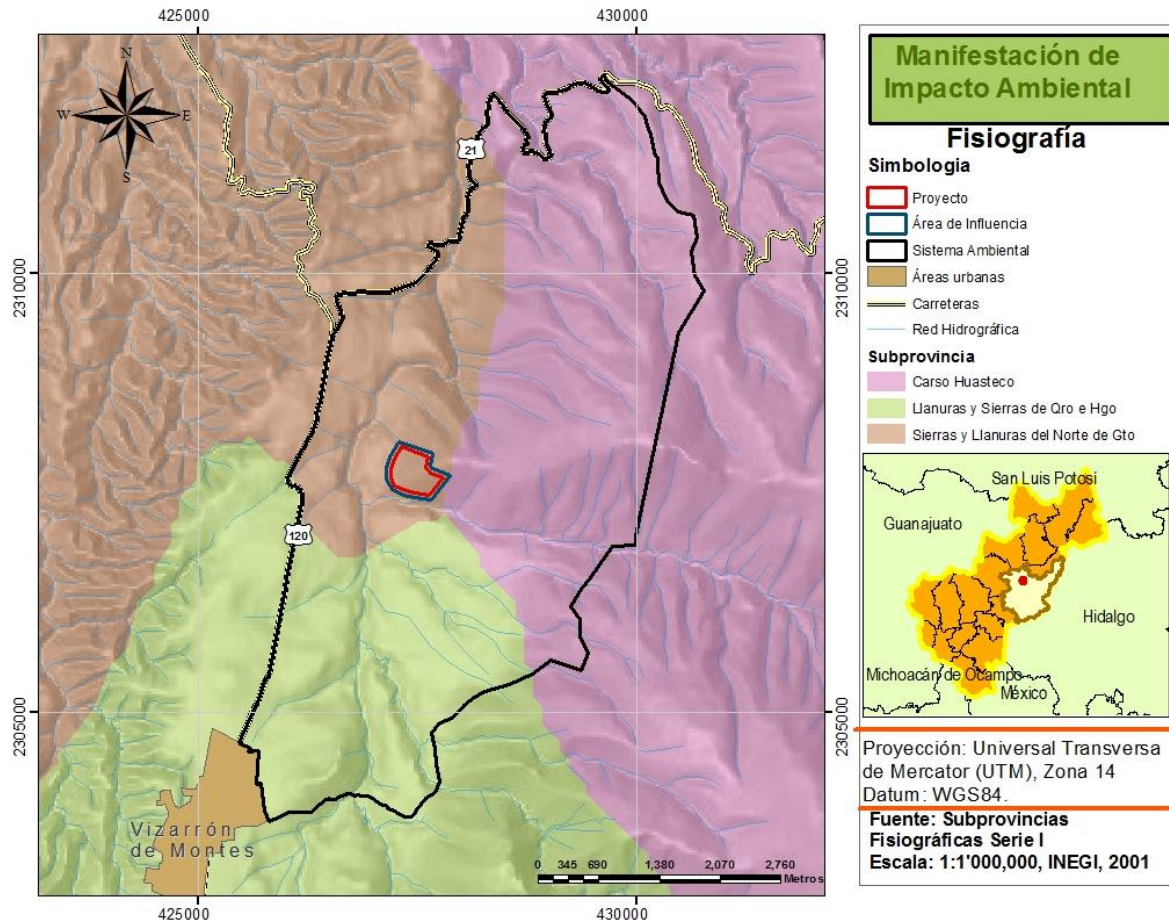


Figura IV. 7. Fisiografía de la Zona en Estudio.

Tabla IV. 5. Subprovincias fisiográficas de polígono del proyecto y Sistema Ambiental

| Subprovincia fisiográfica | Provincia fisiográfica | Polígono de proyecto | | Sistema Ambiental (SA) | |
|--|------------------------|----------------------|----------------|------------------------|----------------|
| | | Superficie (ha) | Porcentaje (%) | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
| Carso Huasteco | Sierra Madre Oriental | 0.00 | 0.00 | 1179.32 | 47.08 |
| Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo | Eje Neovolcánico | 0.00 | 0.00 | 739.84 | 29.54 |
| Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato | Mesa del Centro | 19.94 | 100.00 | 585.66 | 23.38 |
| Total | | 19.94 | 100.00 | 2,504.82 | 100.00 |

Topografía del Predio en Estudio

La zona en estudio presenta un relieve con pendiente pronunciada que va de los 1964 a los 2112 msnm con una diferencia altitudinal de 148 m desde la parte superior de la zona de estudio a su confluencia con el arroyo grande. Dentro del predio no hay construcciones y está ocupado en su mayor parte por vegetación matorral submontano muy perturbado (Figura IV.8).

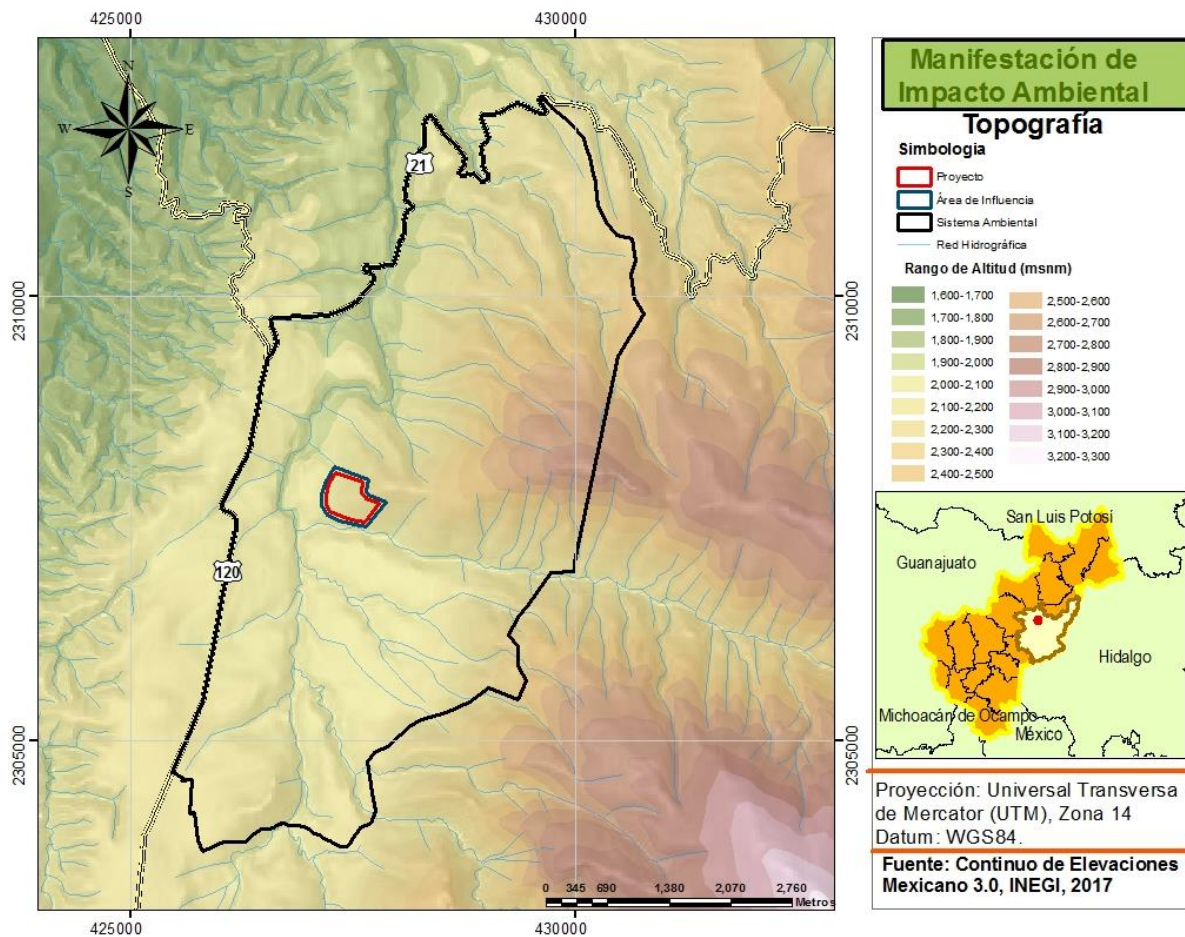


Figura IV. 8. Topografía de la Zona en Estudio.



Fotografía IV. 1. Pendiente del polígono de estudio

Presencia de falla y fracturas

En la zona en estudio y su área de influencia no se encuentra ninguna fallas ni fracturas geológicas (INEGI, Carta Geológica, Escala 1:1, 000,000. Querétaro. México).

Susceptibilidad de la zona A:

Sismicidad. El área de influencia y el predio de estudio se encuentran dentro de la región sísmica B, la cual es considerada como una zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo (SSN, en línea) (Figura IV.9).



Figura IV. 9. Localización de la Zona en Estudio en la regionalización sísmica de la República Mexicana.

Fuente: SSM, en línea.

Inundaciones

La zona en estudio presenta una susceptibilidad moderada baja a inundaciones, ya que el terreno presenta escorrentías temporales, que, si bien drenan debido a la pendiente natural existente, en caso de eventuales precipitaciones extraordinarias en conjunto con un azolvamiento u obstrucción del cauce, podría generar un fuerte deslave en el área.

Actividad volcánica

Dentro del área de influencia y a nivel paisajístico en un radio de más de 10 kilómetros, no se encuentran aparatos volcánicos activos o inactivos, por lo tanto, la susceptibilidad a vulcanismo es de muy baja a nula.

C) Edafología

El área de estudio se localiza sobre un suelo dominante de tipo Calcisol Epipétrico con suelo secundario Phaeozem Endopetrocálcico y suelo terciario Lelposol Éutrico Lítico de textura media (CLptp+PHpcn+LPeuli/2) (INEGI, 2009). En cuanto al Sistema Ambiental se caracteriza por presentar un suelo predominante tipo Calcisol y Leptosol en menor proporción (Tabla IV.6 y Figura IV.10).

Los Calcisoles son suelos generalmente de color claro, que presenta una acumulación secundaria de carbonatos de calcio (CaCO_3) y/o una capa cementada con (CaCO_3) mayor de 10 cm de espesor, dentro de los primeros 100 cm de profundidad del suelo. Este tipo de suelos son propios de las zonas áridas y semiáridas, preferentemente de matorrales xerófilos con arbustos y pastos efímeros, tienen fuertes limitantes para la agricultura por sus condiciones de elevada pedregosidad.

Los leptosoles son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo y están asociados a sitios de compleja orografía. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. Tiene una capa superficial rica en materia orgánica, sin embargo, su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad, alta pedregosidad y la escasa retención de humedad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales.

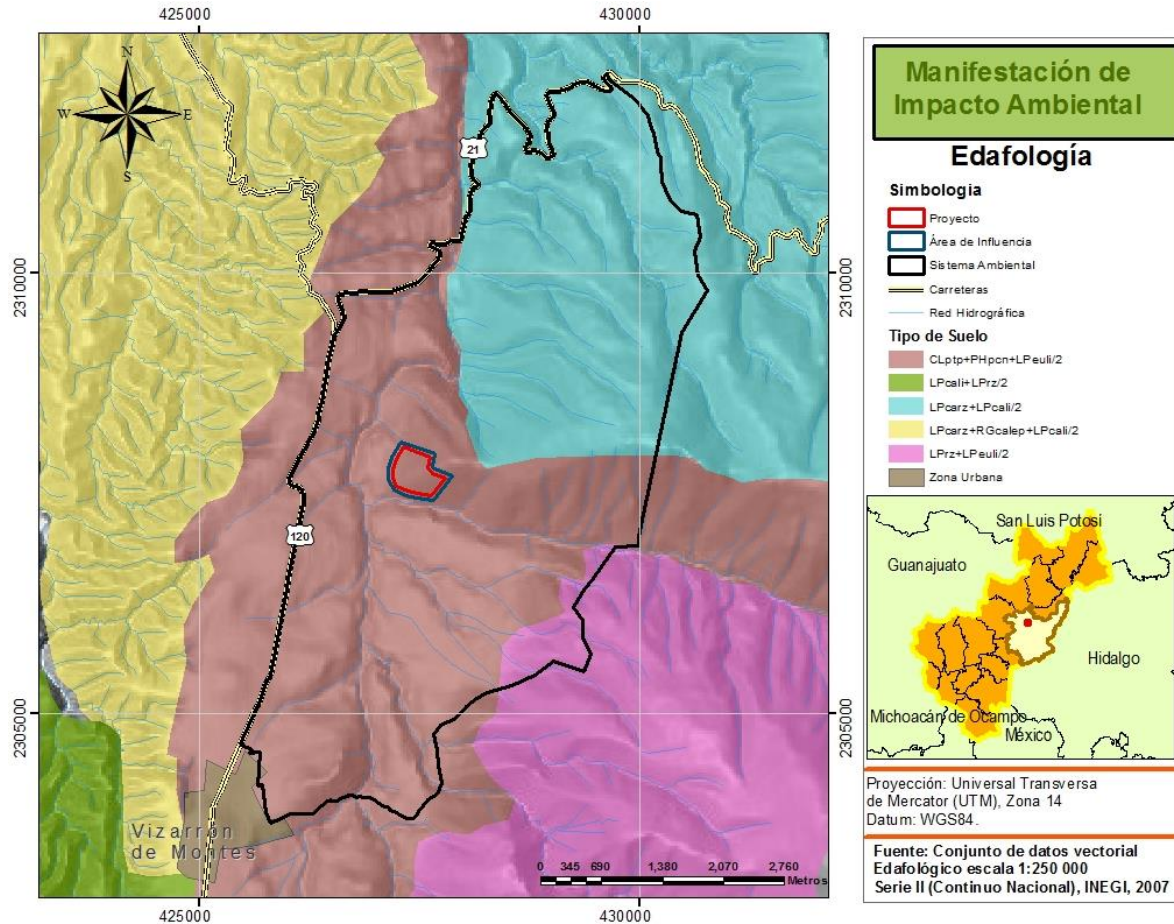


Figura IV. 10. Edafología de la Zona en Estudio.
 Fuente: INEGI, 2007

Tabla IV. 6. Edafología de polígono del proyecto y Sistema Ambiental

| Tipo de suelo | Polígono de proyecto | | Sistema Ambiental (SA) | |
|----------------------|----------------------|----------------|------------------------|----------------|
| | Superficie (ha) | Porcentaje (%) | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
| CLptp+PHpcn+LPeuli/2 | 19.94 | 100.00 | 1,466.77 | 58.56 |
| LPcarz+LPcali/2 | 0.00 | 0.00 | 963.84 | 38.48 |
| LPrz+LPeuli/2 | 0.00 | 0.00 | 72.98 | 2.91 |
| ZU | 0.00 | 0.00 | 1.23 | 0.05 |
| Total | 19.94 | 100.00 | 2,504.82 | 100.00 |

Erosión

La erosión es el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos como el viento y el agua y que son acelerados por la acción del hombre. La erosión está estrechamente vinculada con la desertificación el cambio climático y la pérdida de la biodiversidad, acentuando los índices de pobreza, migración y disminución de la productividad del suelo.

El tipo de erosión dominante de la zona y del semi-desierto es de tipo eólico en primer lugar y posteriormente del hídrico, provocadas por la deforestación de décadas anteriores, la escasa vegetación natural y por las pendientes existentes.

Estimación de la erosión

1. Estimación de la erosión hídrica

Para estimar la erosión hídrica de los suelos se ha utilizado la **Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS)**, un modelo que permite estimar un campo, la erosión actual y potencial de los suelos. Esta ecuación constituye un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión.

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

Donde:

E= Erosión del suelo t/ha años.

R= Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

K= Erosionalidad del suelo

LS= Longitud y grado de pendiente

C=Factor de vegetación

P= Factor de prácticas mecánicas

Para explicar este modelo, se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que han permitido, a nivel nacional, hacer un uso adecuado de este modelo productivo.

La erosión potencial (si no existe vegetación, suelo desnudo) se estima con la siguiente ecuación:

$$E_p = R K L S$$

A continuación, se desarrolla cada uno de los parámetros.

Erosividad (R): La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación $E_c = mv^2/2$ donde m es la masa de lluvia y v la velocidad de caída de las gotas de lluvia. Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería $\sum EI_{30}$ o sea el valor de la erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento, se estima por evento como $E_c = 0.119 + 0.0873 \log I$ donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de E_c y multiplicarlo por la intensidad, máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de EI_{30} en un año da el valor de R. La suma de estos valores de EI_{30} en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país como se muestra en la tabla IV.7.

Tabla IV. 7. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia “r” en la república mexicana.

| Región | Ecuación | R ² |
|--------|------------------------------|----------------|
| I | $R = 1.2078P + 0.002276P^2$ | 0.92 |
| II | $R = 3.4555P + 0.006470P^2$ | 0.93 |
| III | $R = 3.6752P - 0.001720P^2$ | 0.94 |
| IV | $R = 2.8559P + 0.002983P^2$ | 0.92 |
| V | $R = 3.4880P - 0.00088P^2$ | 0.94 |
| VI | $R = 6.6847P + 0.001680P^2$ | 0.90 |
| VII | $R = -0.0334P + 0.006661P^2$ | 0.98 |
| VIII | $R = 1.9967P + 0.003270P^2$ | 0.98 |
| IX | $R = 7.0458P - 0.002096P^2$ | 0.97 |
| X | $R = 6.8938P + 0.000442P^2$ | 0.95 |
| XI | $R = 3.7745P + 0.004540P^2$ | 0.98 |
| XII | $R = 2.4619P + 0.006067P^2$ | 0.96 |
| XIII | $R = 10.7427P - 0.00108P^2$ | 0.97 |
| XIV | $R = 1.5005P + 0.002640P^2$ | 0.95 |

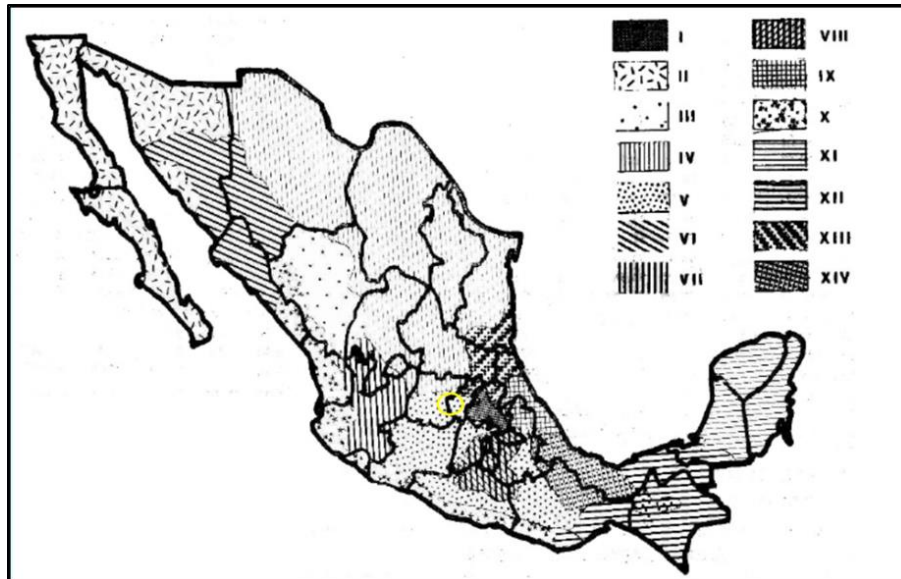


Figura IV. 11. Mapa de regiones con igual erosividad en la república mexicana

De acuerdo a la Figura 1, Querétaro y en específico la Subcuenca Río Extóraz donde se encuentra inserta el área del proyecto y su Sistema Ambiental (SA) se localiza en la región V, para el cálculo de erosividad se tomará el valor de:

$$R=3.4880P-0.00088P^2$$

Dónde:

R=Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

P=Precipitación media anual de la región

Si la precipitación media de la región 451 mm anuales, entonces el valor de R es:

$$R = 3.4880 (451) - 0.00088 (451)^2$$

$$R = 1394.10 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Erosionabilidad (K): La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y la permeabilidad.

Para la estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo de acuerdo a lo recomendado en la literatura se usó la tabla IV.8, para que, con datos de textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K).

Tabla IV. 8. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985)

| Textura | % de materia orgánica | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| | 0.0 – 0.5 | 0.5 - 2.0 | 2.0 – 4.0 |
| Arcillo arenosa | 0.014 | 0.013 | 0.012 |
| Arcillo limosa | 0.025 | 0.023 | 0.019 |
| Arena | 0.005 | 0.003 | 0.002 |
| Arena fina | 0.016 | 0.014 | 0.010 |
| Arena fina migajosa | 0.024 | 0.020 | 0.016 |
| Arena migajosa | 0.012 | 0.010 | 0.008 |
| Arena muy fina | 0.042 | 0.036 | 0.028 |
| Arena muy fina migajosa | 0.044 | 0.038 | 0.030 |
| Limo | 0.060 | 0.052 | 0.042 |
| Migajón | 0.038 | 0.034 | 0.029 |
| Migajón arcillo arenosa | 0.027 | 0.025 | 0.021 |
| Migajón arcillo limosa | 0.037 | 0.032 | 0.026 |
| Migajón arcillosa | 0.028 | 0.025 | 0.021 |
| Migajón arenosa | 0.027 | 0.024 | 0.019 |
| Migajón arenosa fina | 0.035 | 0.030 | 0.024 |
| Migajón arenosa muy fina | 0.047 | 0.041 | 0.033 |
| Migajón limoso | 0.048 | 0.042 | 0.033 |
| Arcilla | 0.013 - .029 | | |

Para esta región, donde se encuentra el polígono propuesto para cambio de uso de suelo, el suelo es textura **migajón arcillosa o arcillosa** (se tomará el valor de migajón arcillosa) y los contenidos de materia orgánica de acuerdo al tipo de suelo predominante (Rendzina) es de un % de 0.5-2.0, por lo tanto, el valor de K que le corresponde es de **0.025** a medida que el valor de K aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

Longitud y Grado de pendiente (LS): Este factor considera a longitud y el grado de pendiente. La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Esto es:

Donde:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} \times 100$$

S= Pendiente media del terreno (%)

H_i= Altura más alta del terreno (m)

H_f= Altura más baja del terreno (m)

L=Longitud del terreno (m)

El nivel de la parte más alta del **Sistema Ambiental** definido para nuestro proyecto propuesto para el cambio de uso de suelo es de 2,660 msnm y la elevación en la parte más baja es de 1,820 msnm, por tanto, la diferencia de elevación es de 840 m. Si la longitud del punto más alto al más bajo es de 3.9723 Km (3,972.30 m), entonces la pendiente media del terreno sería de:

$$S = 2,660 - 1,820 = 840 / 3,972.30 = 0.2115$$

$$S = 0.2115 * 100, \text{ por lo tanto, } S = 21.15\%$$

Para calcular LS (el factor de grado y longitud de la pendiente) se utilizó la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS= Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S=Pendiente media del terreno,

m= Parámetro cuyo valor es 0.5

Considerando los valores de longitud de la pendiente del Sistema Ambiental es de 3,972.30 m, la pendiente media del terreno de 21.15% y, m de 0.5 el valor de LS es:

$$LS = (3,972.30)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (21.15) + 0.00138 (21.15)^2)$$

$$LS = (63.02) * (0.0138 + 0.00965 (21.15) + 0.00138 (21.15)^2)$$

$$LS = 52.6244$$

Ahora bien, hacemos en cálculo de LS para el **predio de cambio de uso de suelo**, por lo que el nivel de la parte más alta es de 2,100 msnm y la elevación en la parte más baja es de 1,960 msnm, por tanto, la diferencia de elevación es de 140 m. Si la longitud del punto más alto al más bajo es de 652.92 m, entonces la pendiente media del terreno sería de:

$$S = 2,100 - 1,960 = 140 / 652.92 = 0.2144$$

$$S = 0.2144 * 100, \text{ por lo tanto, } S = 21.44\%$$

Para calcular LS (el factor de grado y longitud de la pendiente) se utilizó la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS= Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S=Pendiente media del terreno,

m= Parámetro cuyo valor es 0.5

Considerando los valores de longitud del terreno de 652.92 m, la pendiente media del terreno de 22.36% y m de 0.5 el valor de LS es:

$$LS = (652.92)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (21.44) + 0.00138 (21.44)^2)$$

$$LS = (25.55) * (0.0138 + 0.00965 (21.44) + 0.00138 (21.44)^2)$$

$$LS = 21.85$$

Estimación de la erosión potencial del Sistema Ambiental

Considerando que R es igual a 1,394.10, que K es igual 0.025 y que LS es igual a 52.6244 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación $E_p = R K LS$, de la siguiente manera:

$$E_p = (1,394.10) * (0.025) * (52.6244)$$

$$E_p = 1,834.08 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tiene prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 1834.08 t/ha al año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 183.408 mm/ha (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Estimación de la erosión potencial del predio de cambio de uso de suelo: Considerando que R es igual a 1,394.10, que K es igual 0.025 y que LS es igual a 2 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación $E_p = R K LS$, de la siguiente manera:

$$E_p = (1,394.10) * (0.025) * (21.85)$$

$$E_p = 761.60 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tiene prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 761.60 t/ha al año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 76.160 mm/ha (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Estimación de la Erosión actual: Para estimar la erosión anual es necesario determinar la protección de suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión de tal forma que se incluyen los factores C y P.

Factor de protección de la vegetación (C): El factor de protección C se estima dividiendo la pérdida de suelo de un predio con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un predio desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0. Los valores de C que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en la tabla IV.9.

Tabla IV. 9. Valores de “c” que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo

| Cultivo | Nivel de productividad | | |
|-----------------------------------|------------------------|----------|------|
| | Alto | Moderado | Bajo |
| Maiz | 0.54 | 0.62 | 0.80 |
| Maiz labranza cero | 0.05 | 0.10 | 0.15 |
| Maiz rastrojo | 0.10 | 0.15 | 0.20 |
| Algodón | 0.30 | 0.42 | 0.49 |
| Pastizal | 0.004 | 0.01 | 0.10 |
| Alfalfa | 0.020 | 0.050 | 0.10 |
| Trébol | 0.025 | 0.050 | 0.10 |
| Sorgo grano | 0.43 | 0.55 | 0.70 |
| Sorgo grano rastrojo | 0.11 | 0.18 | 0.25 |
| Soya | 0.48 | | |
| Soya después de maíz con rastrojo | 0.18 | | |
| Trigo | 0.15 | 0.38 | 0.53 |
| Trigo rastrojo | 0.10 | 0.18 | 0.25 |
| Bosque natural | 0.001 | 0.01 | 0.10 |
| Sabana en buenas condiciones | 0.01 | 0.54 | |
| Sabana sobrepastoreada | 0.10 | 0.22 | |
| Mijo | 0.4 a 0.9 | | |
| Arroz | 0.1 a 0.2 | | |
| Tabaco | 0.5 a 0.7 | | |
| Cacahuete | 0.4 a 0.8 | | |
| Palma , | 0.1 a 0.3 | | |
| Café | 0.1 a 0.3 | | |
| Cacao | 0.1 a 0.3 | | |
| Piña | 0.1 a 0.3 | | |

Estimación de la erosión actual del Sistema Ambiental. Para estimar la **erosión actual** del suelo se consideró el valor de pastizal, con una productividad media (se consideró respecto a la vegetación circundante encontrada en el área de muestreo utilizada como referencia) por tanto el valor de C de 0.01, sustituyendo los valores en la fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

$$E = R * K * LS * C$$

$$E = (1,394.10) * (0.025) * (52.6244) * (0.01)$$

$$E = 18.3408 \text{ t/ha año}$$

Esto indica que la erosión actual es elevada tomando como referencia que la erosión máxima permisible en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año.

Estimación de la erosión actual del predio de cambio de uso de suelo. Para estimar la **erosión actual** del suelo se consideró el valor de pastizal, con una productividad media (se consideró respecto a la vegetación circundante encontrada en el área de muestreo utilizada como referencia) por tanto el valor de C de 0.01, sustituyendo los valores en la fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

$$E = R * K * LS * C$$

$$E = (1,394.10) * (0.025) * (21.85) * (0.01)$$

$$E = 7.62 \text{ t/ha año}$$

Esto indica que la erosión actual es elevada tomando como referencia que la erosión máxima permisible en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año.

Factor de prácticas mecánicas (P): Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para no alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles. Estas prácticas van encaminadas a suelos en los que la alternativa de protección es el cultivo de las tierras, sin embargo, por la naturaleza del presente proyecto no se toman en cuenta estas prácticas o medidas para la protección del suelo.

2. Estimación de la erosión eólica

La erosión eólica se calculó conforme la formula universal de pérdida de suelo respecto al manual de Ordenamiento de SEDUE 1988, en base a la información disponible: **las características del suelo, las condiciones climáticas y la vegetación (uso del suelo)**, para el área propuesta para cambio de uso de suelo en las condiciones actuales y sin vegetación. Obteniéndose así los resultados que se presentan a continuación.

$$\text{Erosión eólica (Ee)} = \text{IAVIE} \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

Donde:

IAVIE: Índice de agresividad de la lluvia

CATEX (para suelos calcáreos y/o no calcáreos): calificación de textura

CAUSO: Calificación por uso del suelo.

A. IAVIE

Para obtener este parámetro se calcula el PECRE; que es el período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$\text{PECRE} = 0.2408 (\text{PREC}) - 0.0000372 (\text{PREC})^2 - 33.1019$$

$$\text{PECRE} = 0.2408 (451) - 0.0000372 (451)^2 - 33.1019 = \mathbf{67.93}$$

$$\text{IAVIE} = \mathbf{160.8252 - 0.7660 (\text{PECRE})}$$

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - 0.7660 (67.9324) = \mathbf{108.79}$$

B. CATEX

Para el cálculo de la capa de calificación de textura y la fase tomando los valores de la Tabla IV.10 se trata de suelos calcáreos (SUECALC = 0) o de la Tabla IV.11 para suelos no calcáreos (SUECALC = 0.92).

Tabla IV. 10. Valores de suelos calcáreos para el cálculo de la capa de calificación de textura.

| CATEX | Textura y fase de suelos calcáreos |
|-------|------------------------------------|
| 3.5 | 1 |
| 1.75 | 2 |
| 1.85 | 3 |
| 0.87 | pedregosa o gravosa |

Tabla IV. 11. Valores de suelos no calcáreos para el cálculo de la capa de calificación de textura.

| CATEX | Textura y fase de suelos no calcáreos |
|-------|---------------------------------------|
| 3.50 | 1 |
| 1.25 | 2 |
| 1.85 | 3 |
| 1.75 | 1 y fase gravosa o pedregosa |
| 0.62 | 2 y fase gravosa o pedregosa |
| 0.92 | 3 y fase gravosa o pedregosa |

3. CAUSO

Cálculo de la capa de calificación del uso del suelo a partir de la capa USV utilizando los valores de la tabla IV.12:

Tabla IV. 12. Valores USV para el cálculo de la capa de calificación de uso de suelo.

| Uso de suelo | Causoe |
|--|--------|
| Agricultura de temporal, Chinampa, Nopalera | 0.70 |
| Predio baldío, Sitio de extracción, Zona sin vegetación aparente | 0.50 |
| Matorral, Vegetación secundaria arbustiva y herbácea, Pastizal, Barranca | 0.30 |
| Pastizal de alta montaña, Zona mixta de pastizal y bosque de oyamel, Zona mixta de pastizal y bosque de pino | 0.25 |
| Bosque de encino perturbado, Bosque de oyamel perturbado, Bosque de pino perturbado, Bosque inducido, Bosque mixto de encino-pino (incluye pino-encino) perturbado, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino) perturbado | 0.21 |
| Agricultura de riego, Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino | 0.20 |
| Bosque mixto de encino-pino (incluye pino-encino), Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino) | 0.16 |
| Zona mixta de matorral con pinar | 0.05 |
| Humedal, Zona inundable | 0 |
| Asentamiento humano, Cuerpo de agua, Infraestructura, Vialidad, Zona de crecimiento urbana, Zona urbana | 0 |

Para el valor de CAUSO se utilizó el valor de 0.30, ya que la vegetación que corresponde al área donde se realizó el muestreo es matorral submontano con vegetación secundaria arbustiva y herbácea.

Sustituyendo en la formula se tienen los siguientes resultados:

IAVIE: 108.79

CATEX: 0.92

CAUSO: 0.30

Erosión eólica (Ee) = I AVIE x CATEX x CAUSO

Ee= 108.79 x 0.92 x 0.30 = 30.30 t/ha/año

Para llevar a cabo el cálculo de erosión eólica, considerando **el predio sin vegetación**, se toma el valor de CAUSO de 0.5 (Predio baldío, zona sin vegetación aparente).

Sustituyendo en la formula se tienen los siguientes resultados:

IAVIE: 108.79

CATEX: 0.92

CAUSO: 0.50

Erosión eólica (Ee) = I AVIE x CATEX x CAUSO

Ee= 108.79 x 0.92 x 0.50 = 50.04 t/ha/año

Se tiene una clasificación con 4 categorías, desde erosión nula a erosión muy alta ya que a cada clase se asignan los valores como se muestra a continuación:

Tabla IV. 13. Valores de erosión Eólica (Ee).

| Categoría | Valor en ton/(Ha*año) |
|------------------|------------------------------|
| Sin erosión | <= 12 |
| Ligera | 12 – 50 |
| Moderada | 50 - 100 |
| Alta | 100 – 200 |

De acuerdo a la Tabla IV.13, la erosión eólica es LIGERA en el Sistema Ambiental, en condiciones actuales.

A continuación, se muestran los resultados para la erosión hídrica y eólica total en Sistema Ambiental (SA) y predio de cambio de uso de suelo.

Tabla IV. 14. Estimación de erosión total en el SA.

| Condiciones actuales (por ha) | Erosión hídrica (Eh) | Erosión eólica (Ee) | E total t/ha/año |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Matorral submontano | 18.3408 | 30.03 | 48.3708 |
| Superficie Sistema Ambiental | 2,504.82 ha | | 121,160.14 |

Tabla IV. 15. Estimación de erosión total en el Predio de CUS.

| Condiciones actuales (por ha) | Erosión hídrica (Eh) | Erosión eólica (Ee) | E total t/ha/año |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Matorral submontano | 7.62 | 30.03 | 37.65 |
| Superficie Proyecto | 19.94 ha | | 750.741 |

Tabla IV. 16. Valores de erosión Hídrica (Eh) y Eólica (Ee).

| Erosión hídrica (Eh) | Erosión eólica (Ee) |
|---|--|
| Categoría / valor de la erosión laminar (ton/ha*año) | Categoría / valor en (ton/ha*año) |
| Ligera < 12 | Sin erosión <= 12 |
| Moderada 12- 50 | Ligera 12-50 |
| Alta 50-200 | Moderada 50-100 |
| Muy Alta > 200 | Alta 100-200 |

En el Anexo VI se integra la memoria de cálculo en Excel para su evaluación.

D) Hidrología

Hidrología superficial.

La zona de estudio y Sistema Ambiental pertenecen a la Región Hidrológica del Panuco (RH26), la cual abarca el 78.8% del territorio en todo el Estado de Querétaro. A nivel de cuenca se localizan en la cuenca del Río Moctezuma, que es la de mayor importancia en el estado de Querétaro debido a su extensión en el territorio, ocupa un total de 55.56% localizándose en la parte centro del estado. A nivel subcuenca se encuentran en la subcuenca denominada Río Extoraz (Figura IV.12).

La cuenca limita al norte con la cuenca de Río Tamuín, al suroeste con la Cuenca del Río Laja y sureste con menor proporción con la cuenca del Río Lerma-Toluca estas últimas cuencas pertenecen a la región hidrológica 12 Lerma-Santiago (INEGI, 2010)

Continuando en jerarquía de hidrografía en la subcuenca del Río Extoraz se encuentra el polígono de estudio, esta subcuenca cubre el 39.65% de la superficie Municipio de Cadereyta de Montes. (INEGI, 2001) En esta subcuenca de la región del Alto Panuco su afluente más importante fluye de poniente a oriente y se localiza en la porción norte del Estado; su cuenca abarca 3.045 km², y su escorrentía potencial es de 185 millones de m³ por año (SARH, 1988 en tesis).

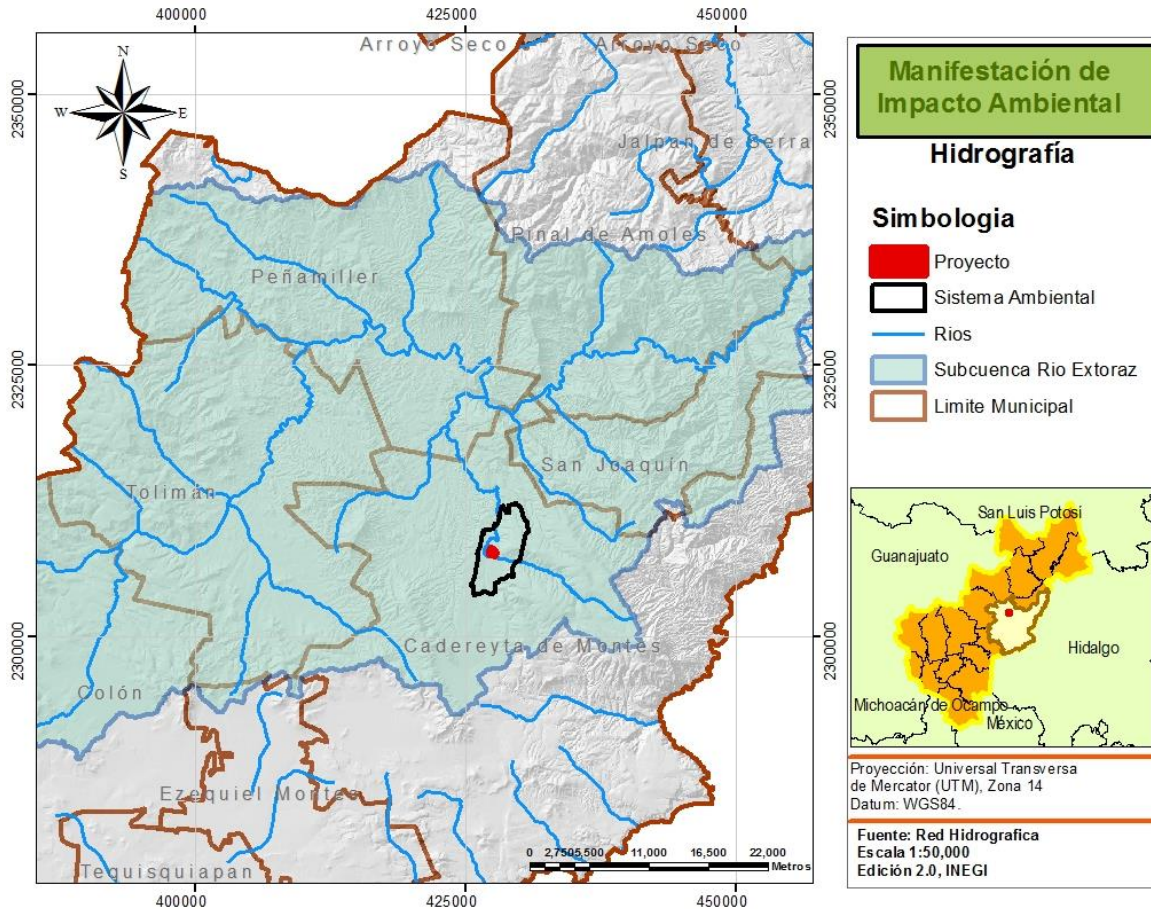


Figura IV. 12. Hidrografía de la Zona en Estudio.
 INEGI, 2010

En cuanto a microcuencas, en el polígono de estudio se ubica en 2 microcuencas, Los Juárez y La Culata en menor superficie. El Sistema Ambiental se localiza en 3 microcuencas, La Culata en mayor proporción, Sombrerete y finalmente en menor proporción Los Juárez (Tabla IV.17 y Figura IV.13).

Tabla IV. 17. Microcuencas de polígono del proyecto y Sistema Ambiental

| Microcuenca | Polígono de proyecto | | Sistema Ambiental (SA) | |
|--------------|----------------------|----------------|------------------------|----------------|
| | Superficie (ha) | Porcentaje (%) | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
| La Culata | 8.77 | 43.98 | 1,321.18 | 52.75 |
| Los Juárez | 11.17 | 56.02 | 329.95 | 13.17 |
| Sombrerete | 0.00 | 0.00 | 853.69 | 34.08 |
| Total | 19.94 | 100.00 | 2,504.82 | 100.00 |

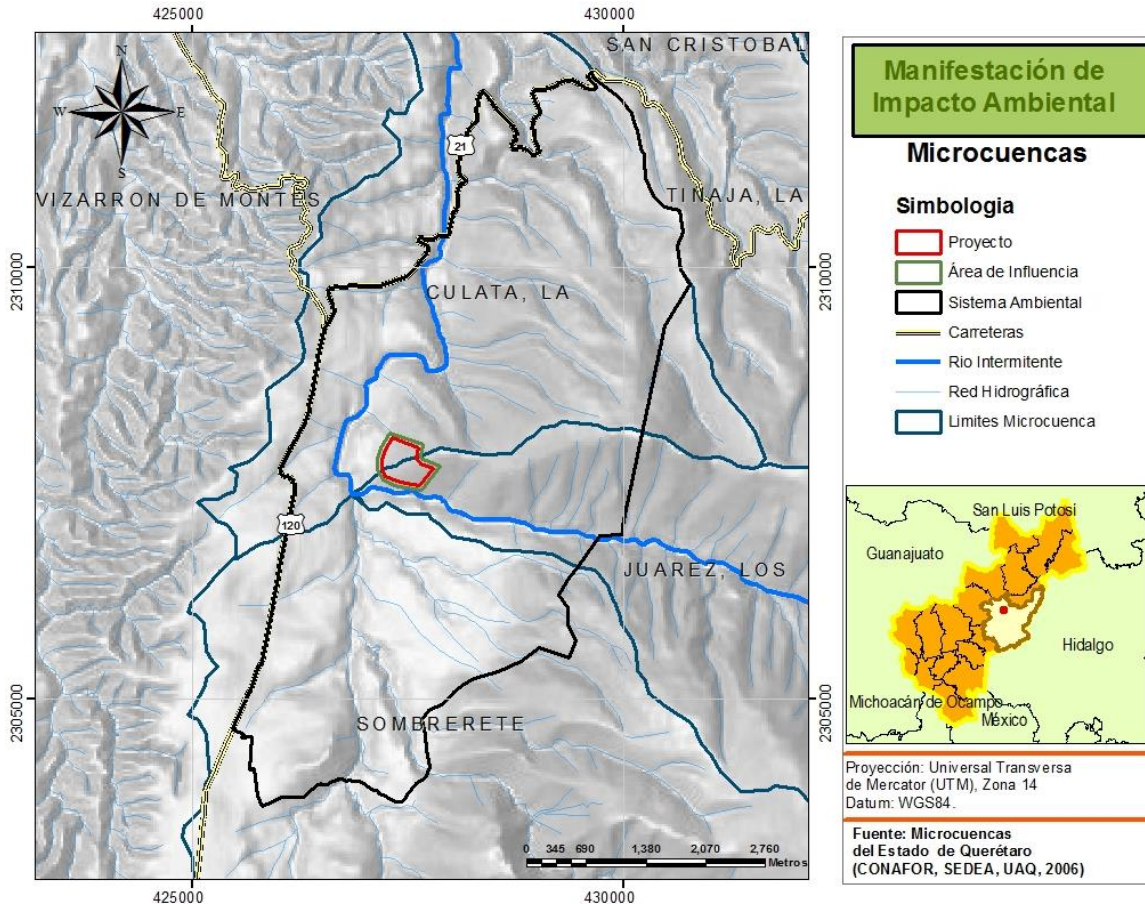


Figura IV. 13. Microcuencas de la Zona en Estudio.

Corrientes de agua:

Este polígono en estudio no cuenta con la intervención de algún cauce determinado por la administración de la CONAGUA.

Dentro del área del sistema ambiental (SA) se localizan tres corrientes temporales colindantes que fluyen de sureste a noroeste entre las que destacan el Arroyo el Ladrón, Arroyo Grande y Arroyo Culebras, (todos en dirección sureste a noroeste) que siguen aguas abajo hasta unirse al Arroyo Higuierillas y posteriormente al Río Extoraz. De los arroyos colindantes al SA mencionados anteriormente cabe mencionar que el Arroyo el Grande ubicado al sur del proyecto (INEGI, 2010).

Cuerpos de agua: No se encontraron cuerpos de agua dentro del polígono de estudio ni del sistema ambiental.

Hidrología subterránea

El predio de estudio se encuentra sobre el acuífero Tolimán (2207), el cual tiene una extensión de 89 Km², se ubica en la porción centro del estado de Querétaro (Figura IV.14) (CONAGUA, 2015).

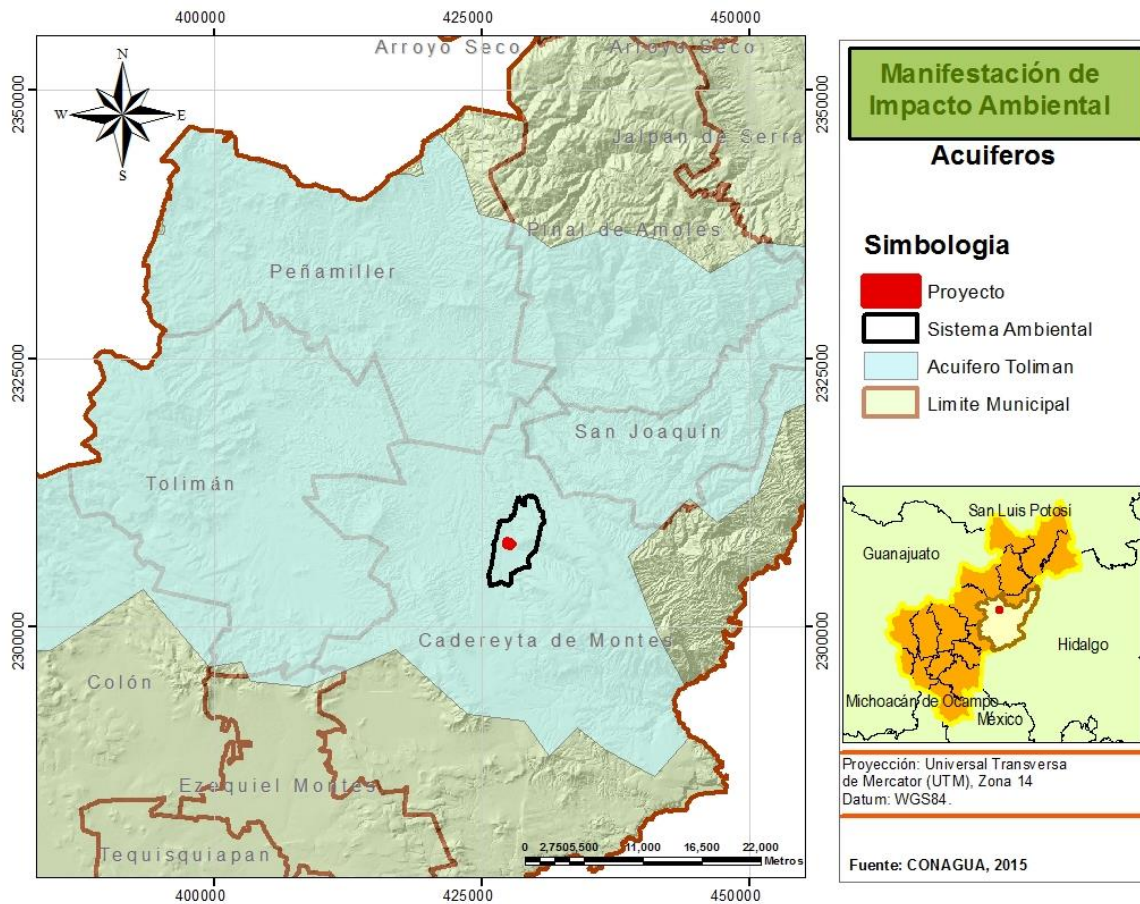


Figura IV. 14. Localización de la Zona en Estudio en el Acuífero Toliman (2207)

Situación Administrativa del Acuífero Actualmente no se tienen vedas para el aprovechamiento de agua del subsuelo dentro de este valle, está considerado zona de Libre Alumbramiento. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Tolimán 5 Respecto a los decretos de reserva o reglamento no existe antecedente de alguna publicación en el Diario Oficial de la Federación, con relación a las zonas de disponibilidad de acuerdo a la Ley Federal de Derechos, el municipio de Tolimán se ubica en la zona de disponibilidad 5. (CONAGUA, 2015).

Calidad del agua

Se compararon los resultados obtenidos de los análisis con las normas de calidad que exige la Secretaría de Salubridad, resultando un agua de buena calidad para uso doméstico. Como resultado de la clasificación agrológica de Wilcox, que clasifica el agua según el grado de salinidad y el contenido de sodio, se concluye que las muestras de agua corresponden a agua de buena calidad. Los resultados se graficaron en diagramas de Piper, para clasificar el agua "en familia de agua", en un plano de los diversos valles del estado de Querétaro, obteniéndose familias de agua sódicas bicarbonatadas, cálcica y magnésica bicarbonatadas. Con base a los puntos anteriores, se concluye que el agua del valle de Buenavista en general es de buena calidad para consumo humano, para el abrevadero y apropiada para riego agrícola.



Disponibilidad de agua del Acuífero Valle de Querétaro

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

| | | | | | | |
|--|---|------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrológica | = | Recarga total media anual | - | Descarga natural comprometida | - | Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA |
|--|---|------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de agua subterránea concesionada e inscrita en el (Registro Público de Derechos del Agua (REPDA):

$$11,882 = 8,400,000 - 2,900,000 - 5581,118 \text{ (Dato registrado en el 2002)}$$

La cifra indica que existe un volumen disponible de 11,882 m³ anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Tolimán en el Estado de Querétaro. (CONAGUA, 2015).

Sin embargo, en la base de datos actualizada de abril 2015 del Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas de CONAGUA. (SIGACUA) Se tiene que:

| Clave | Acuífero | R | DNCOM | VCAS | VEXTET | DAS | Déficit |
|-------|----------|-----|--|----------|--------|----------|-----------|
| | | | Cifras en millones de métricos cúbicos anuales | | | | |
| 2207 | Tolimán | 8.4 | 2.9 | 6.195072 | 2.4 | 0.000000 | -0.695072 |

Dónde: R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: Volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de aguas subterráneas consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

Lo que nos dice que el acuífero considera un déficit de disponibilidad media anual de aguas subterráneas en la unidad hidrogeológica de -0.695072 y su índice de disponibilidad (IDAS) es de -0.1263. Colocándolo como un acuífero en escasez (Figura IV.15).

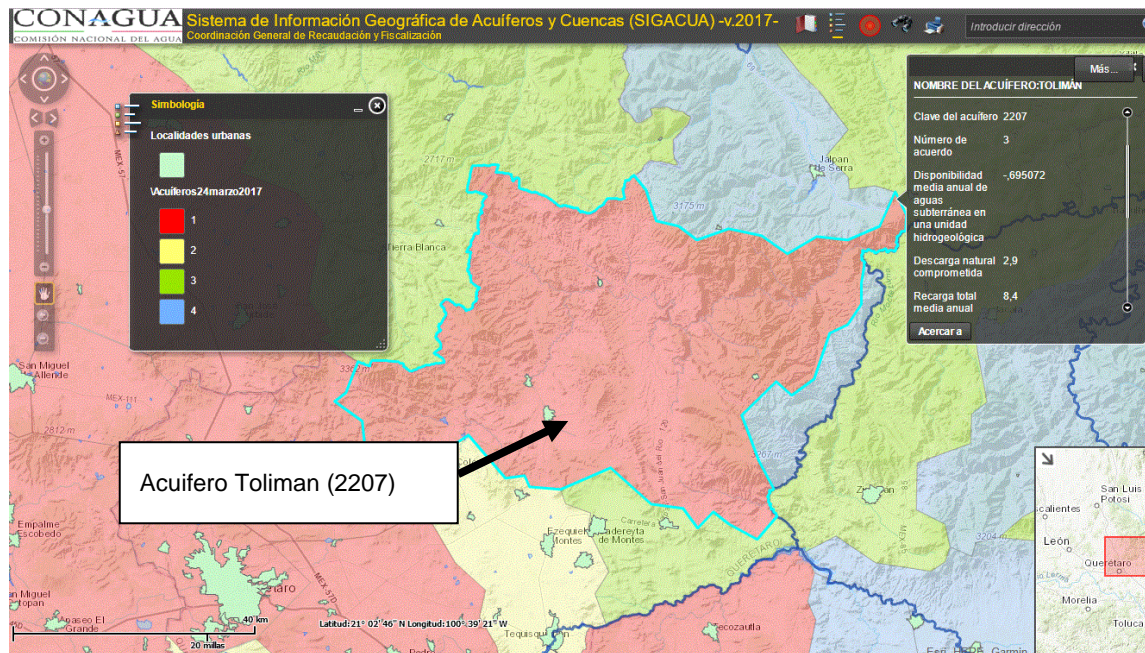


Figura IV. 15. Acuífero Toliman (2207), con condición de escasez
Fuente: CONAGUA, 2017

De acuerdo al Estudio Hidrológico, la cuenca de aporte al predio de estudio es la cuenca Río Moctezuma, y a su vez la subcuenca Río Extóraz. El predio de estudio se localiza en la parte superior de una barranca por lo que se definieron tres cuencas (subcuenca 1 a 3) de manera que se analizaron los escurrimientos para estas tres subcuencas en particular, estos escurrimientos a su vez son generados únicamente en temporadas de lluvias, es decir son escurrimientos de tipo intermitente que desembocan al Río Grande

Dentro del polígono no hay construcciones y está ocupado en su mayor parte por vegetación matorral submontano muy perturbado.

Para el análisis hidrológico se empleó topografía de curvas de nivel escala 1:50,000 y edafología de mapas digitales de INEGI, El uso del suelo y vegetación por SEDESU, la climatología se analizó con estaciones y datos de la CONAGUA.

Como se mencionó anteriormente el depósito de material de piedra caliza sobre el porcentaje de cada subcuenca, hará que los escurrimientos se retarden y drene la cuenca más lento ya que para el Tr 5 años actual su gasto conjunto es de 1.14 m³/s con 2,500 m³, con tiempos promedio de 5 min. de drenado por subcuenca, mientras que el post desarrollado para un Tr de 5 años su gasto es de 0.81 m³/s con 1,776.32 m³, con tiempos de 7.13 min de drenado por lo que se tendrán gastos de salida relativamente menores, alrededor de 1,140 l/s. lo cual mejorará hidrológicamente la cuenca, cabe mencionar que los escurrimientos no serán detenidos o almacenados sino que debido a la infiltración que habrá por la porosidad en la zona de depósito, los escurrimientos tendrán un recorrido por los espacios internos de las platillas de piedra caliza aumentando tiempo de concentración, es decir aumentará el tiempo de salida de los mismos, a su vez esto ayudara a disminuir las velocidades del flujo. Por lo tanto el depósito de este material no aumentara los escurrimientos en la cuenca, como suele pasar en estudios que al cambiar la cobertura del suelo esto impide la filtración de los escurrimientos, sino que este depósito solo prolongará el tiempo de salida de los mismos. El Estudio Hidrológico se integra en el Anexo V.

Cálculo de precipitación, infiltración, escurrimiento y evapotranspiración

A continuación, se muestran los cálculos que se realizaron para medir la precipitación, la infiltración, la escurrimiento y la evapotranspiración en el predio de estudio y SA en condiciones actuales y en el supuesto de que presentara una condición sin vegetación (Potencial).

La determinación del **BALANCE HÍDRICO** se estima bajo la siguiente fórmula sintetizada:

$$\text{Estado} = \sum \text{entradas} - \sum \text{salidas}$$

Entendiéndose entradas como la precipitación e infiltración total en el área, y como salidas el escurrimiento y la evapotranspiración.

Condiciones actuales

Tabla IV. 18. Parámetros que intervienen para el cálculo de la infiltración

| Parámetros | Valor |
|----------------------------|---------------------|
| Cobertura media | Del 50 al 75% |
| Tipo de terreno | Matorral submontano |
| Textura del suelo | Ligera |
| Temperatura media anual* | 16.5 °C |
| Precipitación media anual* | 451 mm (0.451 m) |

* Fuente: CONAGUA, 2010. <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=qro>

1) Precipitación

Para determinar la precipitación total se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_t = A \times P_m$$

Donde:

P_t= Precipitación total

A= Área de afectación en metros

P_m= Precipitación media anual en metros

Sustituyendo en la fórmula, se calcula la precipitación del predio sujeto a cambio de uso de suelo el cual cuenta con una superficie de 199,400.00 m² y su SA de 25, 048,200 m² de superficie:

$$\text{Precipitación}_{(\text{Predio CUS})} = 199,400 \text{ m}^2 \times 0.451 \text{ m} = 89,929.4 \text{ m}^3$$

$$\text{Precipitación}_{(\text{SA})} = 25, 048,200.00 \text{ m}^2 \times 0.451 \text{ m} = 11, 296,738.2 \text{ m}^3$$

2) Esguerrimiento

Para determinar el volumen de esguerrimiento se utiliza la siguiente fórmula:

$$VM = A \times Ce \times Pm$$

Dónde:

VM = Volumen medio que puede esguerrir (m³).

A = Área de afectación en metros

Ce = Coeficiente de esguerrimiento ponderado

Pm = Precipitación media anual en metros

Para determinar el coeficiente de esguerrimiento se considera en primer lugar el volumen de precipitación anual (P) registrada en las estaciones climatológicas más cercanas a la zona de estudio expresada en milímetros. Posteriormente, se tomaron en cuenta las características de permeabilidad del suelo, y de la capacidad de intercepción de la lluvia por la vegetación, ambas incluidas en el parámetro "K".

La relación de los tipos de vegetación y el tipo de textura del suelo para la obtención de K se observa en la Tabla IV.20.

Tabla IV. 19. Clasificación del suelo

| TIPO DE SUELO | CARACTERISTICAS |
|---------------|---|
| A | Suelos permeables, tales como arenas profundas y suelos poco compactos |
| B | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, lo es algo más compacto correspondiente a los suelos A; terrenos migajosos. |
| C | Suelos casi impermeables, tales como arenas o suelos muy delgados sobre una capa impermeable |

Tabla IV. 20. Valores de "k" y de esguerrimiento anual para el predio.

| VALORES DE K | | | |
|--|------------------|----------|-------------|
| Uso de suelo o cubierta vegetal | Textura de suelo | | |
| | A (arena) | B (limo) | C (arcilla) |
| Cultivos: | | | |
| En hilera | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Legumbres o rotación de praderas | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Granos pequeños | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Pastizal (% de suelo cubierto/pastoreo): | | | |

| VALORES DE K | | | |
|--|------|------|-------------|
| Más del 75% / Poco | 0.14 | 0.20 | 0.28 |
| Del 50 al 75% / regular | 0.20 | 0.24 | 0.30 |
| Menos del 50% / mucho | 0.24 | 0.28 | 0.30 |
| Bosque: | | | |
| Cubierto más del 75% | 0.07 | 0.16 | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75% | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Cubierto del 25 al 50% | 0.17 | 0.26 | 0.28 |
| Cubierto menos del 25% | 0.22 | 0.28 | 0.30 |
| Otros usos: | | | |
| Pradera permanente | 0.18 | 0.24 | 0.30 |
| Barbecho, áreas sin cultivo o desnudas | 0.26 | 0.26 | 0.30 |
| Cascos y zonas con edificaciones | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| Caminos (incluyendo derecho de vía) | 0.27 | 0.30 | 0.33 |
| Fuente: NOM-011-CNA-2000 | | | |

Con base en las características edafológicas del predio objeto de este estudio se ha determinado que el suelo corresponde al tipo C (arcilloso) y al trasladarlo a la gráfica de uso y tipo de suelo se tomó el factor identificado como Bosque **cubierto del 50 al 75 %**, con un tipo de **suelo C** obteniendo el factor **K= 0.26.**, en el caso del SA se toma el mismo valor en su totalidad, ya que cuenta con características edafológicas y de uso de suelo similares al predio de estudio.

Una vez obtenido el valor de K (0.26 para el caso), el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

Tabla IV. 21. Valor de "k"

| K: PARAMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO | COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (Ce) |
|--|---|
| Si K resulta menor o igual que 0.15 | $Ce = K (P-250)/2000$ |
| Si K es mayor que 0.15 | $Ce = K (P-250)/2000 + (K - 0.15)/1.5$ |

Si se ha comprobado que el factor K= 0.26 entonces utilizaremos la fórmula:

$$Ce = K (P-25) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$$

Dónde:

P = Precipitación media anual (451 mm)

K = Parámetro que depende del tipo y uso de suelo (0.26)

Sustituyendo en la fórmula:

$$C_e = 0.26 (451-25) / 2000 + (0.26-0.15) / 1.5 = 0.0995$$

$$C_e = 0.0995 * 100 = 9.9463\%$$

Sustituyendo en la fórmula para determinar el escurrimiento del predio de estudio y SA se tiene:

$$VM_{(\text{Predio CUS})} = 199,400 \text{ m}^2 \times 0.0995 \times 0.451 \text{ m} = 8,944.68 \text{ m}^3$$

$$VM_{(\text{SA})} = 25,048,200 \text{ m}^2 \times 0.0995 \times 0.451 \text{ m} = 1,123,611.24 \text{ m}^3$$

3.- Evapotranspiración Real (ETR)

Se calculó mediante la fórmula de Turc (Remenieras, 1974; Custodio y Llamas, 2001):

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + (P/L)^2}}$$

Donde:

ETR= Evapotranspiración

P = precipitación en mm

T = temperatura anual en °C (16.5°C)

$$L = 300 + (25) * (T) + (0.05) * (T)^3$$

Sustituyendo los valores se tienen:

$$L = 300 + (25 \times 16.5) + 0.05 \times (16.5^3) = 300 + 417.5 + 232.87315 = 937.11$$

$$ETR = \frac{451}{\sqrt{0.9 + (451/937.11)^2}} = 422.634.92$$

$$\text{Evapotranspiración real} = 451 / 428618.29 = 0.0011$$

$$\text{Evapotranspiración real x superficie} = 199,400 \text{ m}^2 \times 0.0011 = 212.78$$

$$\text{Evapotranspiración real x superficie} = 25,048,200 \text{ m}^2 \times 0.0011 = 26,729.31$$

4.- Infiltración

En base a los resultados anteriores, la infiltración se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Infiltración} = \text{Precipitación Total} - (\text{Escurrimiento} + \text{Evapotranspiración})$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$\text{Infiltración} = 89,929.4 - (8,944.68 + 212.78) = 80,771.94$$

$$\text{Infiltración} = 11,296,738.2 - (1,123,611.24 + 26,729.31) = 10,146,397.66$$

Sin vegetación (Potencial)

Esta estimación se realiza en base a la cobertura media que se podría tener cuando se haga la remoción de la vegetación en área propuesta para el cambio de uso de suelo, los parámetros son los mismos como se mostraron en la tabla IV. 22, excepto por el valor de K al cual se le asignó un valor 0.30, que corresponde: Barbecho, áreas sin cultivo o desnudas.

Tabla IV. 22. Parámetros que intervienen en la infiltración

| Parámetros | Valor |
|----------------------------|--|
| Cobertura media | - |
| Tipo de terreno | Barbecho, áreas sin cultivo o desnudas |
| Textura del suelo | Ligera |
| *Temperatura media anual | 16.5 °C |
| *Precipitación media anual | 451 mm (0.451 m) |

* Fuente: CONAGUA, 2010. <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=gro>

1.- Precipitación

Para determinar la precipitación total se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_t = A \times P_m$$

Dónde:

P_t= Precipitación total

A= Área de afectación en metros

P_m= Precipitación media anual en metros

Sustituyendo en la fórmula:

$$\text{Precipitación}_{(\text{Predio CUS})} = 199,400 \text{ m}^2 \times 0.451 \text{ m} = 89,929.4 \text{ m}^3$$

$$\text{Precipitación}_{(\text{SA})} = 25,048,200.00 \text{ m}^2 \times 0.451 \text{ m} = 11,296,738.2 \text{ m}^3$$

2.- Escurrimiento

Para determinar el volumen de escurrimiento se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_M = A \times C_e \times P_m$$

Donde:

V_M = Volumen medio que puede escurrir (m³).

A = Área de afectación en metros

C_e = Coeficiente de escurrimiento ponderado

P_m = Precipitación media anual en metros

Para determinar el coeficiente de escurrimiento se considera en primer lugar el volumen de precipitación anual promedio (P) registrada en las estaciones climatológicas más cercanas a la zona de estudio expresada en milímetros. Posteriormente, se tomaron en cuenta las características de permeabilidad del suelo, y de la capacidad de interceptación de la lluvia por la vegetación, ambas incluidas en el parámetro “K”.

La relación de los tipos de vegetación y el tipo de textura del suelo para la obtención de K se observa en la tabla IV.24.

Tabla IV. 23. Clasificación del suelo

| TIPO DE SUELO | CARACTERISTICAS |
|---------------|---|
| A | Suelos permeables, tales como arenas profundas y suelos poco compactos |
| B | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, lo es algo más compacto correspondiente a los suelos A; terrenos migajosos. |
| C | Suelos casi impermeables, tales como arenas o suelos muy delgados sobre una capa impermeable |

Tabla IV. 24. Valores de “k” y de escurrimiento anual para el predio

| VALORES DE K | | | |
|--|------------------|----------|-------------|
| Uso de suelo o cubierta vegetal | Textura de suelo | | |
| | A (arena) | B (limo) | C (arcilla) |
| Cultivos: | | | |
| En hilera | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Legumbres o rotación de praderas | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Granos pequeños | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Pastizal (% de suelo cubierto/pastoreo): | | | |
| Más del 75% / Poco | 0.14 | 0.20 | 0.28 |
| Del 50 al 75% / regular | 0.20 | 0.24 | 0.30 |
| Menos del 50% / mucho | 0.24 | 0.28 | 0.30 |
| Bosque: | | | |
| Cubierto más del 75% | 0.07 | 0.16 | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75% | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Cubierto del 25 al 50% | 0.17 | 0.26 | 0.28 |
| Cubierto menos del 25% | 0.22 | 0.28 | 0.30 |

| VALORES DE K | | | |
|--|------|------|-------------|
| Otros usos: | | | |
| Pradera permanente | 0.18 | 0.24 | 0.30 |
| Barbecho, áreas sin cultivo o desnudas | 0.26 | 0.26 | 0.30 |
| Cascos y zonas con edificaciones | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| Caminos (incluyendo derecho de vía) | 0.27 | 0.30 | 0.33 |

Fuente: NOM-011-CNA-2000.

Con base en las características edafológicas del predio objeto de este estudio se ha determinado que el suelo corresponde al tipo C (arcilloso) y al trasladarlo a la gráfica de uso y tipo de suelo se tomó el factor identificado como **zona sin cultivo o desnudas**, con un tipo de **suelo C** obteniendo el factor **K= 0.30**. De igual forma se toma el mismo valor para el SA considerando sus características edafológicas similares al predio de estudio.

Una vez obtenido el valor de K (0.30 para el caso), el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

Tabla IV. 25. Valor de “k”

| K: PARAMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO | COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (Ce) |
|--|---|
| Si K resulta menor o igual que 0.15 | $Ce = K (P-250)/2000$ |
| Si K es mayor que 0.15 | $Ce = K (P-250)/2000 + (K - 0.15)/1.5$ |

Si se ha comprobado que el factor K= 0.30 entonces utilizaremos la fórmula:

$$Ce = K (P-250) /2000 + (K - 0.15) /1.5$$

Donde:

P = Precipitación media anual (451 mm)

K = Parámetro que depende del tipo y uso de suelo (0.30)

Sustituyendo en la fórmula:

$$Ce = 0.30 (439- 250) /2000 + (0.30- 0.15) /1.5$$

$$Ce = 0.1302 (13.02\%)$$

Sustituyendo en la fórmula para calcular el escurrimiento, tenemos:

$$VM_{(Predio CUS)} = 199,400 \text{ m}^2 \times 0.1302 \text{ m.} \times 0.451 = 11,704.31 \text{ m}^3$$

$$VM_{(SA)} = 25, 048,200.00 \text{ m}^2 \times 0.1302 \times 0.451 \text{ m} = 1, 470,270.48 \text{ m}^3$$

3.- Evapotranspiración Real (ETR)

Se calculó mediante la fórmula de Turc (Remenieras, 1974; Custodio y Llamas, 2001):

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + (P/L)^2}}$$

Donde:

ETR= Evapotranspiración

P = precipitación media anua en mm

T = temperatura anual en °C (16.5°C)

$L = 300 + (25)*(T) + (0.05) *(T)^3$

Sustituyendo los valores se tienen:

$$L = 300 + (25 \times 16.5) + 0.05 \times (16.5^3) = 300 + 412.5 + 232.87315 = 937.10$$

$$ETR = \frac{451}{\sqrt{0.9 + (451/937.10)^2}} = 422,634.92$$

Evapotranspiración real= 0.0011

Evapotranspiración (Predio CUS) = 212.78

Evapotranspiración (SA) = 26,729.31

4.- Infiltración

En base a los resultados anteriores, la infiltración se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Infiltración} = \text{Precipitación Total} - (\text{Esguerrimiento} + \text{Evapotranspiración})$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$\text{Infiltración (Predio CUS)} = 89,929.4 - (11,704.31 + 212.78) = 78,012.31 \text{ m}^3$$

$$\text{Infiltración (SA)} = 11,296,738.20 - (1,470,270.48 + 26,729.31) = 9,799,738.42 \text{ m}^3$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, se tiene un aumento considerable en el esguerrimiento en el polígono forestal sin vegetación, y una disminución en el agua que se estaría infiltrando una vez que se realizará la remoción de la vegetación.

En el Anexo IX se integra la memoria de cálculo en Excel para su evaluación.

IV.3.1.2 Medio biótico

IV.3.1.2.1 Vegetación.

Los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 - Serie V, contiene información del Uso del Suelo y Vegetación obtenida a partir de la aplicación de técnicas de fotointerpretación con imágenes de satélite Landsat TM5 seleccionadas del año 2011. Esta interpretación está apoyada con trabajos de campo realizado de abril a junio de 2012. Los Conjuntos de Datos contienen la ubicación, distribución y extensión de diferentes comunidades vegetales y usos agrícolas con sus respectivas variantes en tipos de vegetación, de usos agrícolas, e información ecológica relevante (INEGI, 2013).

Con base en la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie V de INEGI, el uso de suelo presente en el polígono del proyecto corresponde a Pastizal Inducido el cual predomina en el SA, (Tabla IV.26 y Figura IV.16). Sin embargo en trabajos de campo se observó que el total del polígono forestal propuesto para cambio de uso de suelo presenta especies que son propias de **matorral submontano**.

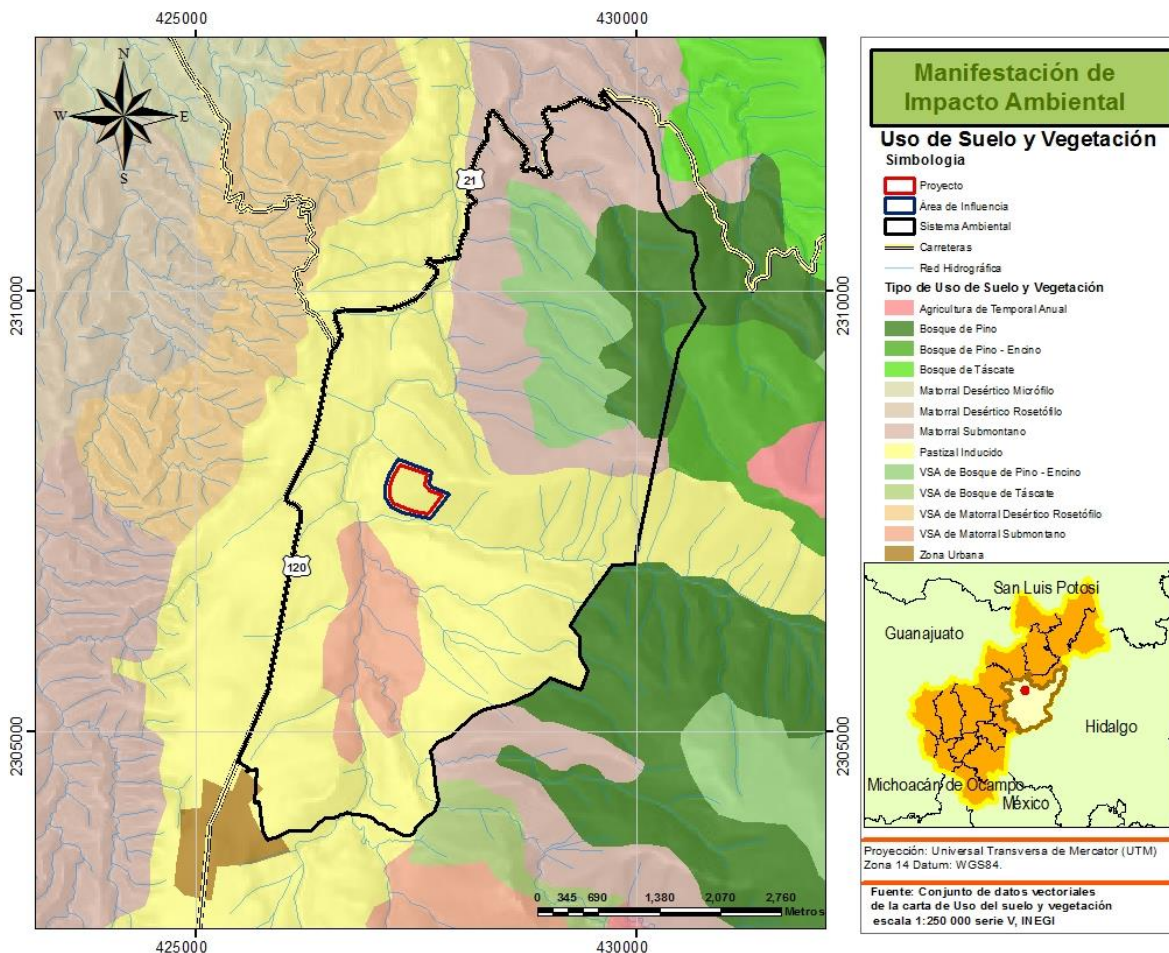


Figura IV. 16. Uso de Suelo y Vegetación correspondiente a la zona de estudio
Fuente: INEGI, 2013

Tabla IV. 26. Usos de suelo y vegetación de polígono del proyecto y Sistema Ambiental. Serie V, INEGI

| Descripción | Clave | Polígono de proyecto | | Sistema Ambiental (SA) | |
|--|---------|----------------------|----------------|------------------------|----------------|
| | | Superficie (ha) | Porcentaje (%) | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
| Pastizal Inducido | PI | 19.94 | 100.00 | 1,369.22 | 54.66 |
| Matorral Submontano | MSM | 0.00 | 0.00 | 453.04 | 18.09 |
| Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino – Encino | VSa/BQP | 0.00 | 0.00 | 269.97 | 10.78 |
| Bosque de Pino | BP | 0.00 | 0.00 | 203.24 | 8.11 |
| Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Submontano | VSa/MSM | 0.00 | 0.00 | 200.28 | 8.00 |
| Bosque de Pino - Encino | BPQ | 0.00 | 0.00 | 7.84 | 0.31 |
| Zona Urbana | ZU | 0.00 | 0.00 | 1.23 | 0.05 |
| Total | | 19.94 | 100.00 | 2,504.82 | 100.00 |

Zonificación Forestal

El Inventario Estatal Forestal y de Suelos del Estado de Querétaro fue elaborado considerando la Carta de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:50 000 del Centro Queretano de Recursos Naturales (CQRN), fotografías aéreas escala 1: 7,000 adquiridas por Gobierno del Estado, cartografía e imágenes satelitales de CONAFOR y el Plan Estatal de Cuencas realizado por la UAQ con fondos sectoriales de CONAFOR – CONACYT.

De acuerdo con este inventario forestal el 100% del polígono del proyecto presenta **formaciones no forestales**, siendo “Pastizal Inducido” el tipo de uso presente en el predio de estudio y predominante en poco más del 50% de la superficie del Sistema Ambiental (Tabla IV.27 y Figura IV.17). Sin embargo en trabajos de campo se observó que el total del polígono forestal propuesto para cambio de uso de suelo presenta especies que son propias de **matorral submontano**.

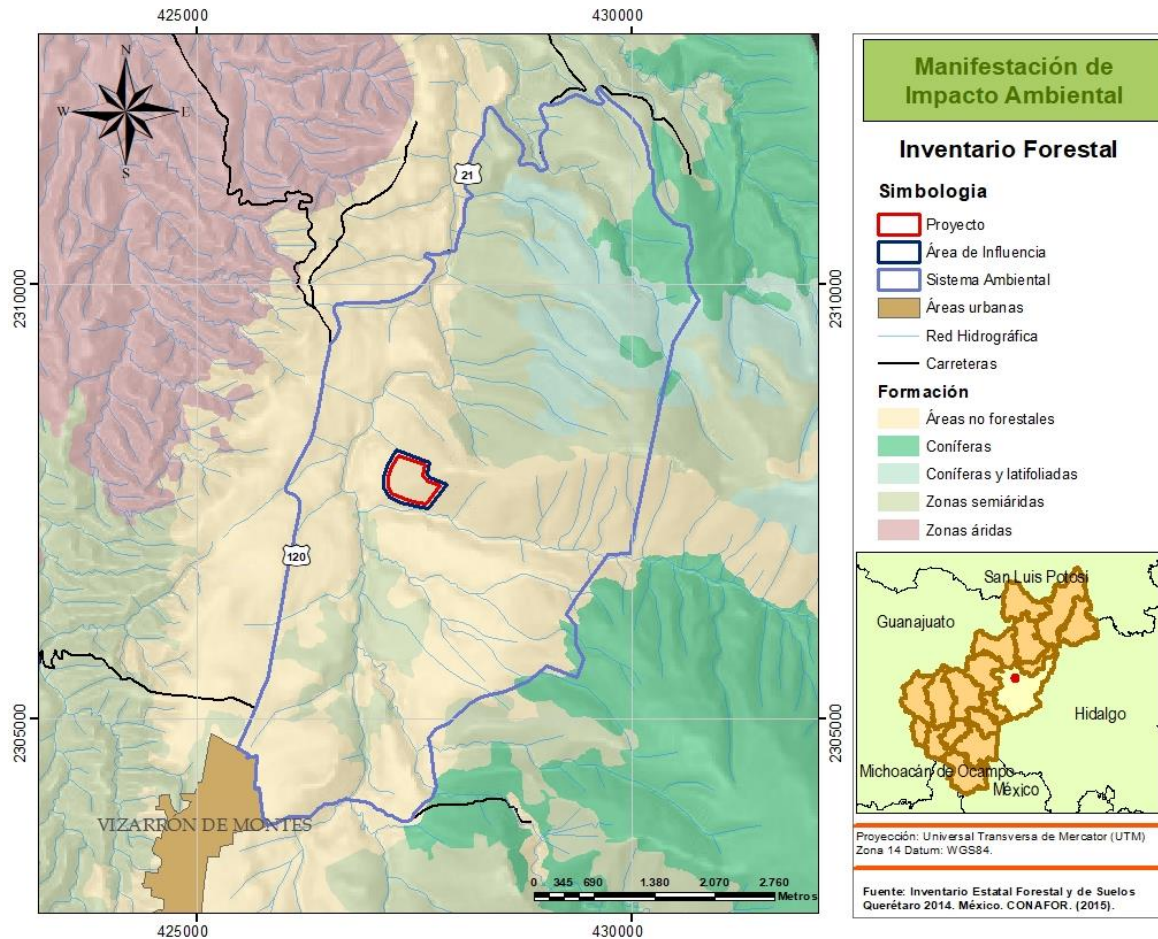


Figura IV. 17. Formaciones forestales en la zona de estudio
 Fuente: Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Querétaro 2014. México. CONAFOR. (2015).

Tabla IV. 27. Usos de suelo y vegetación de polígono del proyecto y Sistema Ambiental, Inventario Forestal

| Formación | Descripción | Polígono de proyecto | | Sistema Ambiental (SA) | |
|--------------------------|-------------------------|----------------------|----------------|------------------------|----------------|
| | | Superficie (ha) | Porcentaje (%) | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
| Áreas no forestales | Pastizal inducido | 19.94 | 100.00 | 1,275.20 | 50.91 |
| | Agricultura de temporal | 0.00 | 0.00 | 81.50 | 3.25 |
| | Sin vegetación aparente | 0.00 | 0.00 | 19.32 | 0.77 |
| | Asentamientos Humanos | 0.00 | 0.00 | 1.22 | 0.05 |
| Zonas semiáridas | Matorral submontano | 0.00 | 0.00 | 717.60 | 28.65 |
| Coníferas y latifoliadas | Bosque de Pino – Encino | 0.00 | 0.00 | 308.55 | 12.32 |
| Coníferas | Bosque de Pino | 0.00 | 0.00 | 101.43 | 4.05 |
| Total | | 19.94 | 100.00 | 2,504.82 | 100.00 |

Además del análisis cartográfico llevado en base a INEGI, 2013 y CONAFOR, 2015, se llevaron a cabo trabajos de campo en los cuales se observó que el total del polígono forestal propuesto para cambio de uso de suelo presenta especies que son propias de **matorral submontano**, y se manifiesta en una sola condición la cual corresponde a **vegetación primaria está en proceso de degradación**, puesto que presenta evidencia de actividades de pastoreo en la zona que se han llevado a cabo hasta la actualidad, si bien durante el muestreo no se observaron animales pastoreando dentro del predio en cuestión, existe evidencia como heces, que demuestran que se alimentan en la zona o se utiliza como zona de trashuma.

El matorral submontano es característico de vegetación de zonas semiáridas y se desarrolla en zonas de clima templado subhúmedo, cálido subhúmedo, seco semicálido, semiseco cálido, semicálido y templado, con una temperatura media anual de entre 16° y 22° C y una precipitación anual que oscila entre 300 y 900 mm (CONAFOR, 2015).

Este tipo de vegetación se encuentra principalmente al norte del Estado y cubre grandes extensiones de los municipios de Landa de Matamoros, Jalpan y Arroyo Seco, también presente en cañones de los ríos Estórax y Moctezuma, principalmente en Cadereyta, Peñamiller y San Joaquín, ocupando una superficie de casi 1,150 km².

Ocurre sobre suelos pedregosos, en laderas y cañones. En lugares más húmedos y suelo mejor desarrollado, es un matorral denso y alto, en condiciones opuestas, es bajo y espaciado. La diversidad de la flora depende de la humedad del suelo y de la exposición de las plantas. El estrato alto mide de 3 a 4 metros, con muchas especies verdes de hojas chicas. Presenta diversas especies trepadoras algo abundantes. Se encuentran especies de: *Acacia angustissima* (barba de chivo), *A. berlandieri* (guajillo), *A. micrantha* (mezquitillo), *Bauhinia coulteri*, *Clematis pitcheri*, *Tournefortia volubilis*, etc. Las cactáceas que se pueden encontrar son 5: *Astrophytum ornatum*, *Ferocactus glaucescens*; *Stenocactus crispatus*; *Thelocactus leucacanthus* subsp. *leucacanthus* y *Turbinicarpus pseudomacrolepis* subsp. *krainzianus*.

Entre la vegetación que da muestra o es un claro indicio del estado de perturbación que presenta la zona actualmente, se tiene: *Karwinskia mollis*, se presenta generalmente en forma abundante en el matorral xerófilo, a veces en laderas con poca pendiente y bosque de *Juniperus*. Alt. 1000-2000 m., relativamente bien representada en las zonas áridas y semiáridas de la región de estudio, aunque localizada, suele ser abundante en donde se encuentra, por lo que no está en peligro de extinción. *Forestiera phillyreoides*, es una especie que dada su abundancia carece de problemas de supervivencia en la actualidad, se encuentra asociado a matorrales xerófilos, pastizales, bosques tropicales caducifolios, así como de algunos encinares y pinares antiguos, a menudo de vegetación secundaria. *Bouvardia ternifolia* es una planta nativa que se encuentra preferentemente en lugares perturbados, *Eysenhardtia polystachya* es una especie secundaria que se encuentra abundantemente en lugares perturbados, así como terrenos pedregosos y suelo somero, *Mimosa lacerata* elemento común y abundante en la parte central del estado de Querétaro, propio de matorrales xerófilos, se encuentra principalmente en sitios perturbados. *Loeselia coerulea* es una especie nativa, ampliamente distribuida, común en lugares perturbados, incluso en áreas erosionadas (Rzedowski y Rzedowski, 2001), presente en matorrales xerófilos y pastizales.

IV.3.1.2.1.1 Levantamiento de datos en campo

Para determinar la diversidad (riqueza y abundancia) de la flora presente en el polígono forestal (CUSTF), se realizaron una serie de visitas físicas a dicha área, tomando una muestra representativa (parcelas) para conocer el estado que presenta la cubierta vegetal en los diferentes estratos a analizar: herbáceo, arbustivo arbóreo y cactáceas.

La toma de información silvícola y dasométrica para la caracterización de la vegetación del polígono forestal propuesto para el cambio de uso suelo (CUSTF) se efectuó a través de un inventario por medio de un **muestreo aleatorio**. En total se realizaron 18 sitios de muestreo circulares cubriendo una superficie de 500 m² por cada uno; en este sentido tenemos una superficie total muestreada de 9,000 m². En la parcela de mayor tamaño se toman datos de árboles, arbustos y cactáceas y dentro de la sub-parcela con un radio de 1.79 m y superficie de 10 m² sólo se mide el estrato herbáceo, (Figura IV.18).

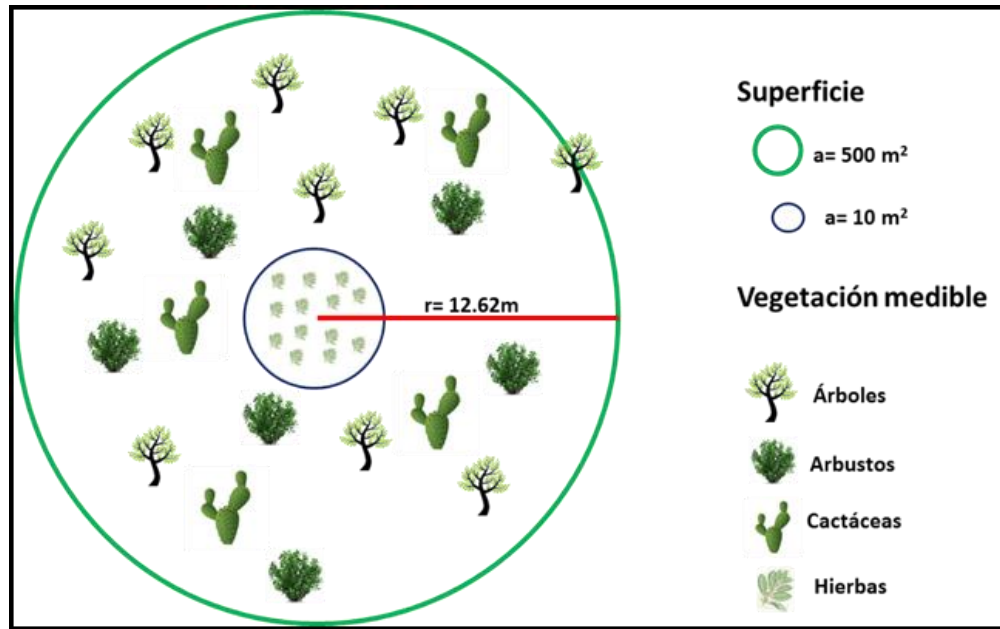


Figura IV. 18. Diseño de la parcela de muestreo y los elementos florísticos medibles dentro de la misma

Para delimitar los sitios de muestreo se requiere de una brigada de cuatro personas quienes con ayuda de un GPS localizan las coordenadas de los puntos seleccionados de acuerdo a la Figura IV.19. una vez ubicada la coordenada del primer punto, se marca sobre una roca con pintura y cinta amarilla, este punto es el centro de nuestra parcela, y con ayuda de una cinta se mide a partir de este punto un radio de 12.60 m hacia los cuatro puntos cardinales, mismos que se marcaron con pintura en aerosol y cinta amarilla, estos servirán de referencia para el muestreo (Fotografías IV.2 IV.3 y IV.4).



Fotografía IV. 2. Marcaje del punto central de la parcela de muestreo



Fotografía IV. 3. Brigadista de campo midiendo el radio de 12.62 m.



Fotografía IV. 4. Marqueo del punto central y de los límites de la parcela circular con aerosol amarillo y cinta amarilla de precaución

En el estrato arbóreo, se registraron aquellos individuos con diámetro normal (DAP) mayor o igual a 7.5 cm a la altura de 1.30m, de los cuales también se obtuvo la altura total (H). Estos se marcaron con aerosol amarillo indicando el número de árbol dentro del registro (Fotografía IV.5)



Fotografía IV. 5. Marqueo de árboles con DAP mayor a 7.5 cm

Para el estrato arbustivo y cactáceo se obtuvo la altura total, así como dos datos de diámetro por individuo (horizontal y vertical) con la finalidad de calcular la cobertura (Fotografía IV.6)



Fotografía IV. 6. Medición del estrato arbustivo

Finalmente, el estrato herbáceo se midió dentro de la sub parcela de 10 m² donde se obtuvieron dos datos de diámetro y altura por individuo herbáceo (Fotografía IV.7)



Fotografía IV. 7. Medición del estrato herbáceo en la sub parcela de 10 m²

Para este método de muestreo se consideraron las siguientes definiciones:

Árbol: planta perenne o caducifolia de tronco leñoso con diámetro normal mayor a 7.5 cm a la altura del pecho (1.30m desde la base del individuo)

Arbusto: Planta leñosa que ramifica desde la base y cuyos fustes son menores a 10 cm a la altura del pecho (1.30m desde la base del individuo)

Cactácea: Especies de la familia Cactaceae que se caracterizan por ser plantas suculentas y espinosas en su mayoría.

Hierba: Plantas sin tallo leñoso y gramíneas.

Ubicación de las parcelas de muestreo

En total se realizaron 18 sitios de muestreo circulares cubriendo una superficie de 500 m² por cada uno; en este sentido tenemos una superficie total muestreada de 9,000 m² (0.9 hectárea). En la figura IV.19 se muestra la ubicación y en la tabla IV.28 sus coordenadas.

Tabla IV. 28. Coordenadas UTM de las parcelas muestreadas en el polígono forestal

| COORDENADAS PARCELAS INTERNAS | | |
|-------------------------------|--------------|--------------|
| PARCELA | COORDENADA X | COORDENADA Y |
| 1 | 427488 | 2307857 |
| 2 | 427305 | 2307834 |
| 3 | 427400 | 2307906 |
| 4 | 427422 | 2307685 |
| 5 | 427304 | 2307606 |
| 6 | 427559 | 2307798 |
| 7 | 427312 | 2307906 |
| 8 | 427546 | 2307730 |
| 9 | 427681 | 2307627 |
| 10 | 427608 | 2307672 |
| 11 | 427423 | 2307560 |
| 12 | 427487 | 2307656 |
| 13 | 427502 | 2307596 |
| 14 | 427591 | 2307505 |
| 15 | 427604 | 2307582 |
| 16 | 427504 | 2307913 |
| 17 | 427349 | 2307967 |
| 18 | 427467 | 2307732 |

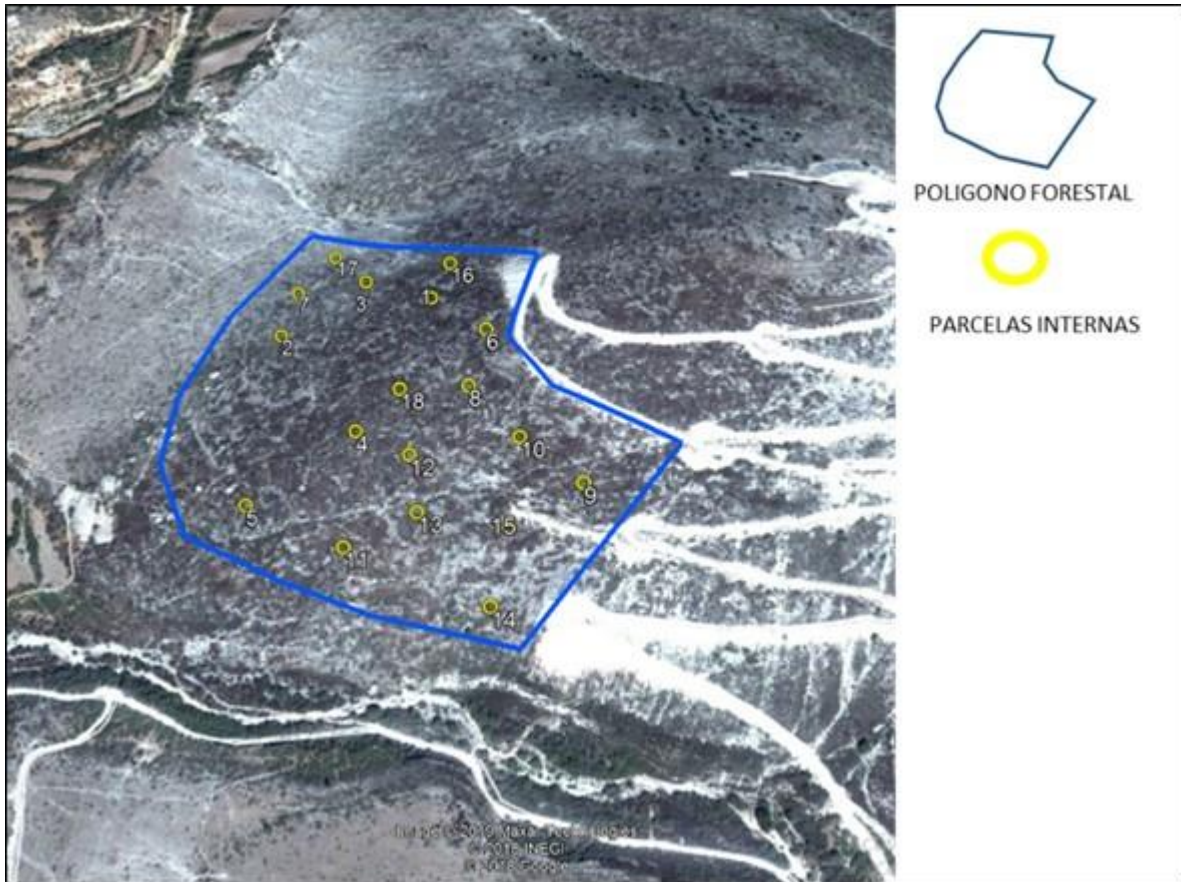


Figura IV. 19. Ubicación de las parcelas de muestreo en el polígono forestal

IV.3.1.2.1.2 Análisis estadístico del esfuerzo de muestreo y niveles de confianza

Curva de acumulación de especies

De acuerdo a los datos procesados en el programa Stimates y Statistica donde se utilizó la ecuación de Clench, cuya expresión matemática es $(S_n = a \cdot n / (1 + b \cdot n))$, se obtuvo lo siguiente:

El modelo tuvo un buen ajuste a los datos pues la R^2 es cercano a 1 ($R^2 = .99455$)

Se obtuvo un valor de 36.19399 para **a** y 0.387967 para **b**, parámetros con los que se corroboró que el muestreo efectuado fue de buena calidad, pues la pendiente al final de la curva (Pendiente en un punto $n = a / (1 + b \cdot n)^2$) fue menor a 1 (0.57), lo que indica que se realizó un inventario bastante completo y altamente fiable

En la Figura IV.20 se muestra el gráfico de la función ajustada a los datos, lo que permite hacer una evaluación visual del proceso de inventario. Se observa que la curva ya presenta una forma asintótica, lo que demuestra que se observó casi el total de las especies predichas por el programa.

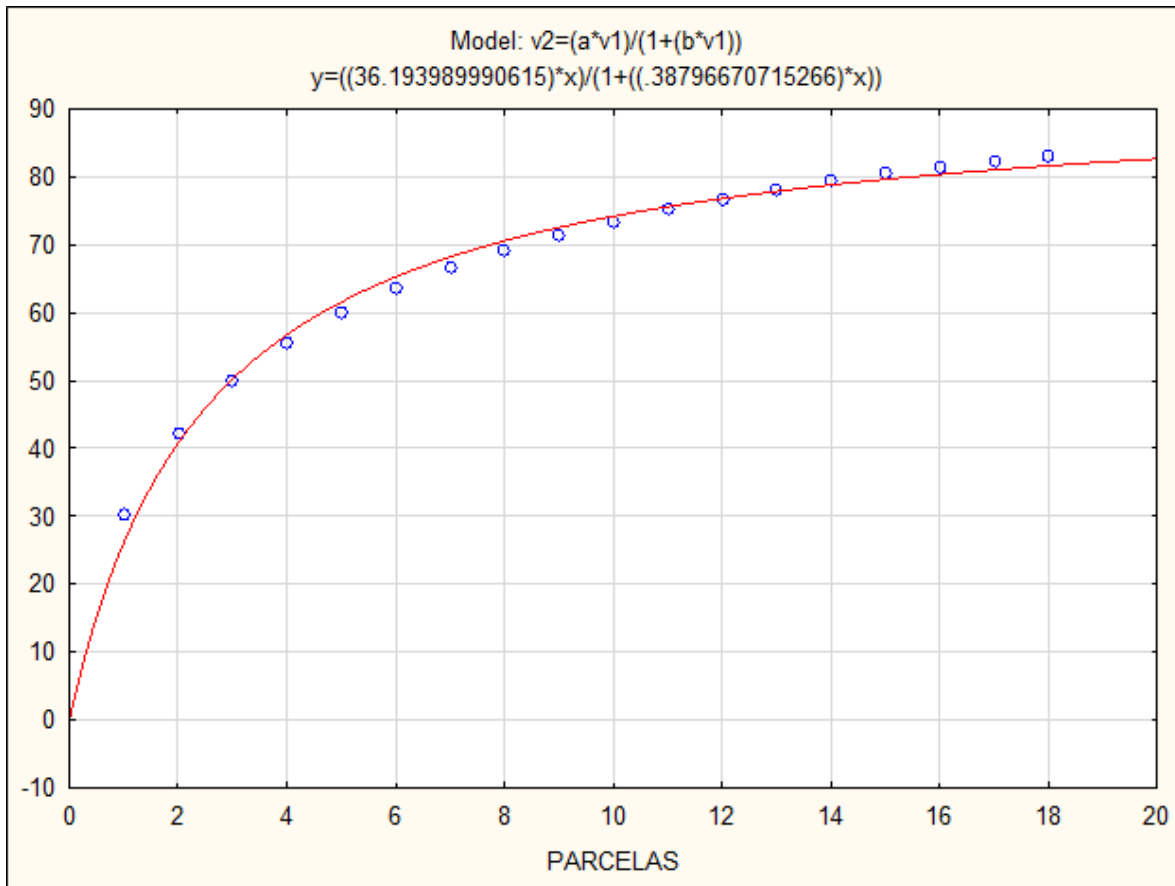


Figura IV. 20. Curva de acumulación de especies.

En el eje de las X se muestra el esfuerzo de muestreo efectuado (n=21 unidades de muestreo). El eje Y representa el número de especies encontradas durante el muestreo.

Con el esfuerzo de muestreo empleado, se obtuvo una proporción de flora observada ($Sobs/(a/b)=83/(36.19399/0.387967)=0.8897=88.97\%$). En general, para la ecuación de Clench y con el número de individuos o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70%, las estimas de riqueza asintótica se hacen estables (J. Hortal & J. M. Lobo, datos no publicados; en Jiménez-Valverde & Hortal, 2003), por lo tanto, el inventario efectuado cuenta con la representación suficiente de la vegetación de la zona de estudio sujeta a CUS.

Análisis de confianza

Una población representa el “estado de la naturaleza” o la forma de las cosas con respecto a un fenómeno aleatorio particular, mismo que puede identificarse a través de una característica medible X (número de especies). La manera en que ocurren las cosas en relación con X puede definirse por un modelo de probabilidad que recibe el nombre de distribución de probabilidad de población. Una muestra (parcelas de muestreo) es una colección de datos que se obtienen al llevar a cabo repetidos ensayos de un experimento para lograr una evidencia representativa acerca de la población en relación con la característica X .

Muestras aleatorias: una manera de obtener una buena muestra resulta cuando el proceso de muestreo proporciona, a cada objeto en la población, una oportunidad igual e independiente de ser incluido en la muestra. Si la población consiste de N objetos y de éstos se selecciona una muestra de tamaño n , el proceso de muestreo debe asegurar que cada muestra de tamaño n tenga la misma probabilidad de ser seleccionada. Este procedimiento conduce a lo que comúnmente se conoce como una muestra aleatoria simple. En este contexto, la palabra “aleatorio” sugiere una total imparcialidad en la selección de la muestra (Canavos C. George, 1986).

Para la definición del número de parcelas internas (CUSTF) se realizó el siguiente procedimiento:

Para la aplicación de las fórmulas se elige como base el número de especies encontradas en las 18 parcelas, resultados que se muestran a continuación:

Tabla IV. 29. Cálculos para X

| Parcela | Riqueza/ No. de especies | $X_i - \bar{X}$ | $(x - \bar{X})^2$ |
|---------|--------------------------|-----------------|-------------------|
| 1 | 18 | -12.06 | 145.44 |
| 2 | 36 | 5.94 | 35.28 |
| 3 | 29 | -1.06 | 1.12 |
| 4 | 31 | 0.94 | 0.88 |
| 5 | 28 | -2.06 | 4.24 |
| 6 | 28 | -2.06 | 4.24 |
| 7 | 39 | 8.94 | 79.92 |
| 8 | 25 | -5.06 | 25.60 |
| 9 | 31 | 0.94 | 0.88 |
| 10 | 36 | 5.94 | 35.28 |
| 11 | 27 | -3.06 | 9.36 |
| 12 | 25 | -5.06 | 25.60 |
| 13 | 31 | 0.94 | 0.88 |
| 14 | 31 | 0.94 | 0.88 |
| 15 | 29 | -1.06 | 1.12 |
| 16 | 32 | 1.94 | 3.76 |
| 17 | 28 | -2.06 | 4.24 |
| 18 | 37 | 6.94 | 48.16 |
| | 541 | | 426.94 |

Primeramente se realiza la sumatoria total de especies (541), para obtener la **media** se tiene el número total de especies y se divide entre el número de parcelas (18), estos resultados fueron aplicados en la fórmula de media aritmética a fin de obtener su promedio, con la siguiente fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Donde:

x = 541 individuos

n = 18

$\bar{X} = 541/18 = 30.06$

La media de la muestra es una estimación no viciada de la media poblacional.

Así mismo la **varianza** es una medida importante de dispersión. La varianza de la muestra s^2 se obtiene según la fórmula:

$$s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}$$

Donde:

n-1 son los grados de libertad: $18-1=17$

x= es la sumatoria total de especies

Por tanto sustituyendo en la fórmula se tiene los siguiente:

$$S^2 = 426.94/17 = 25.11$$

S^2 es una estimación no viciada de la varianza poblacional. El denominador indica el número de los grados de libertad (n-1).

La **desviación estándar** (s) de la muestra es la raíz de la varianza

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{25.11} = 5.01$$

El **coeficiente de variación** s% es la desviación estándar en porcentaje de la media:

$$s\% = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Donde:

s= 5.01

$$\bar{X} = 30.06$$

Por tanto sustituyendo en la fórmula se tiene lo siguiente:

$$s\% = 5.01 * 100 / 30.06 = 16.67$$

Posteriormente nos interesa obtener el **Error estándar** de la muestra, a fin de conocer su exactitud. Sabemos que cada media estimada en base a un muestreo tiene un error estadístico, el cual tenemos que calcular también.

$$S = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$$s = 5.01$$

$$n = \text{número de unidades de muestreo (18)} = \sqrt{18} = 4.24$$

Por tanto sustituyendo en la fórmula se tiene:

$$S = 5.01/4.24 = 1.18$$

El **error estándar porcentual** de la medida se expresa con la siguiente fórmula:

$$S\% = \frac{s\%}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$$s\% = 16.67$$

$$\sqrt{n} = 4.24$$

Por tanto sustituyendo en la fórmula se tiene:

$$S\% = 16.67/4.24 = 3.93$$

El error estándar en porcentaje de la media, lo que normalmente es el caso reemplazamos la desviación estándar por el coeficiente de variación para obtenerlo.

Con esta información se determina el tamaño de muestra, en el que primero se estime el **error admisible** a un 5% con un 95% de confianza, con lo que la fórmula del error admisible es:

$$E\% = t \frac{s\%}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$$t = 1.74$$

$$s\% = 16.67$$

$$\sqrt{n} = 4.24$$

Por tanto sustituyendo en la fórmula se tiene:

$$E\% = 1.74 * (16.67/4.24) = 6.84$$

Y de ahí el número requerido de unidades de muestreo es:

$$\frac{t s\%^2}{E\%^2}$$

Donde:

$$t = 1.74$$

$$s\% = 16.67$$

$$E\% = 6.84$$

Por tanto sustituyendo en la fórmula se tiene:

$$n = 1.74 * (16.67)^2 / (6.84)^2 = 10.34 = 10$$

Bajo este principio y considerando que el muestreo se realizó con 18 parcelas, queda cubierto el requerimiento de parcelas para la representación de la vegetación existente.

Bibliografía:

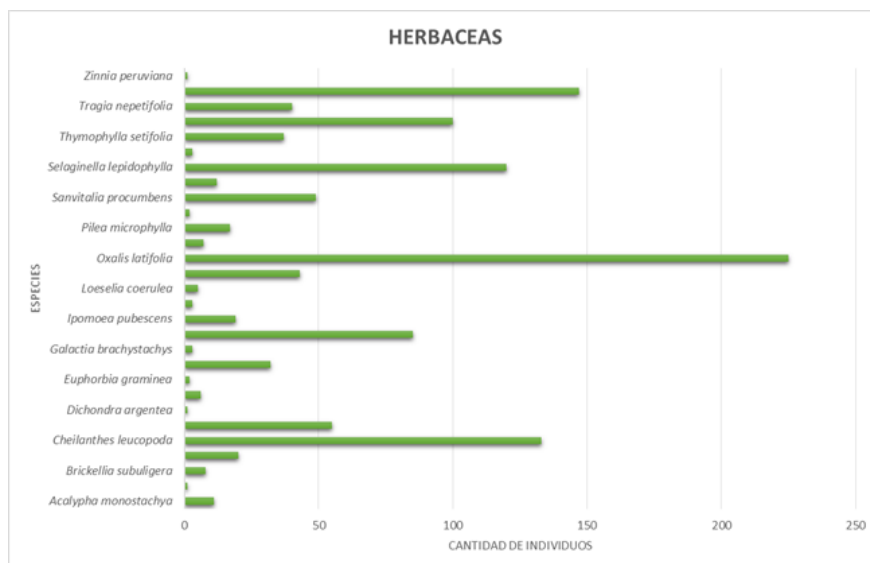
Canavos C. George. Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos. 1987. Mc Graw Hill. Pp 650

A continuación se muestran los resultados respecto a la flora, obtenidos del muestreo en campo. En las tablas se puede observar el número de especies observadas por estrato, así como el número de individuos por cada especie por parcela de muestreo:

Para el estrato herbáceo se muestrearon un total de 29 especies con un total de 1,187 individuos. La especie más abundante reportada fue *Oxalis latifolia* con 225 individuos, la segunda *Tridax coronopifolia* con 147 individuos y la tercera especie más abundante fue *Cheilanthes leucopoda* con 133 individuos.

Tabla IV. 30. Número de individuos muestreados en el estrato herbáceo en el polígono forestal

| HERBACEAS CUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|----------------------------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| No. | Nombre científico | Nombre común | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | TOTAL |
| 1 | <i>Acalypha monostachya</i> | Hierba del cancer | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 2 | <i>Acourtia purpusii</i> | N/A | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | <i>Brickellia subuligera</i> | N/A | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 4 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 7 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 20 |
| 5 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 17 | 0 | 5 | 8 | 14 | 6 | 4 | 0 | 3 | 26 | 5 | 0 | 12 | 20 | 3 | 5 | 0 | 5 | 133 |
| 6 | <i>Cyphomeris gypsophiloides</i> | N/A | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 3 | 17 | 0 | 2 | 8 | 2 | 0 | 6 | 0 | 0 | 7 | 55 |
| 7 | <i>Dichondra argentea</i> | Oreja de ratón | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | <i>Dyssodia papposa</i> | Flor de muerto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| 9 | <i>Euphorbia graminea</i> | Golondrina | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 10 | <i>Euphorbia villifera</i> | N/A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 3 | 32 |
| 11 | <i>Galactia brachystachys</i> | Frijolillo de espiga corta | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 12 | <i>Ipomoea costellata</i> | N/A | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 25 | 2 | 0 | 0 | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 85 |
| 13 | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 7 | 5 | 0 | 0 | 1 | 19 |
| 14 | <i>Krameria secundiflora</i> | Cameraia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 15 | <i>Loeselia coerulea</i> | Jarrito | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 16 | <i>Nothoscordum bivalve</i> | Cebolleta | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 43 |
| 17 | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | 49 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 105 | 17 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 29 | 0 | 0 | 225 |
| 18 | <i>Pellaea cordifolia</i> | Itamo real | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 7 |
| 19 | <i>Pilea microphylla</i> | Verdolaguilla | 12 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 17 |
| 20 | <i>Polygala barbeyana</i> | N/A | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 21 | <i>Sarvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | 8 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 |
| 22 | <i>Scutellaria potosina</i> | N/A | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 23 | <i>Selaginella lepidophylla</i> | Doradilla ondulada | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 119 | 0 | 120 |
| 24 | <i>Sida abutifolia</i> | Malva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 25 | <i>Thymophylla setifolia</i> | Parraleña | 1 | 4 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 37 |
| 26 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 11 | 10 | 2 | 0 | 0 | 22 | 4 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 | 2 | 0 | 100 |
| 27 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortiguilla | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 6 | 1 | 0 | 16 | 0 | 0 | 2 | 40 |
| 28 | <i>Tridax coronopifolia</i> | Coronilla | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 39 | 0 | 147 | |
| 29 | <i>Zinnia peruviana</i> | Gallito de monte | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| TOTAL | | | 197 | 39 | 32 | 29 | 19 | 30 | 154 | 21 | 30 | 185 | 20 | 16 | 18 | 50 | 41 | 105 | 182 | 19 | 1187 |



Grafica IV. 1. Densidad de individuos por parcela y especie en el estrato herbáceo

El estrato arbustivo se registró 42 especies diferentes con un total de 8,873 individuos en las 18 parcelas de muestreo. Las especies más abundantes de este estrato fueron *Mimosa lacerata* 1,691 individuos, *Fouquieria splendens* con 190 individuos y *Dalea lutea* con 723 individuos.

Tabla IV. 31. Número de individuos muestreados en el estrato arbustivo en el polígono forestal

| ARBUSTOS CUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| No. | Nombre científico | Nombre común | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | TOTAL |
| 1 | <i>Agave albomarginata</i> | Magüey de márgenes claros | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 2 | <i>Agave asperima</i> | Magüey áspero | 44 | 6 | 18 | 0 | 10 | 0 | 14 | 0 | 13 | 4 | 0 | 0 | 56 | 0 | 0 | 7 | 7 | 0 | 179 |
| 3 | <i>Ageratina calaminthifolia</i> | N/A | 0 | 4 | 175 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 22 | 10 | 232 |
| 4 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 2 | 2 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 20 |
| 5 | <i>Aloysia gratissima</i> | Huele de noche | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | <i>Bouvardia temifolia</i> | Trompetilla | 12 | 5 | 9 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 5 | 8 | 0 | 62 |
| 7 | <i>Brickellia veronicifolia</i> | Estrellita | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 |
| 8 | <i>Brongniartia intermedia</i> | N/A | 0 | 4 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 9 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 0 | 0 | 0 | 33 | 16 | 1 | 0 | 15 | 23 | 39 | 22 | 6 | 7 | 5 | 84 | 0 | 0 | 11 | 262 |
| 10 | <i>Bursera schlechtendalii</i> | Aceitillo | 0 | 0 | 0 | 8 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 5 | 34 |
| 11 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 36 | 32 | 2 | 0 | 0 | 23 | 152 | 26 | 3 | 53 | 0 | 22 | 12 | 0 | 1 | 43 | 17 | 5 | 427 |
| 12 | <i>Chrysactinia mexicana</i> | damianita | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| 13 | <i>Condalia mexicana</i> | Granjeno prieto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | <i>Croton morifolius</i> | Pálido | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 15 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 4 | 47 | 42 | 69 | 103 | 34 | 22 | 54 | 16 | 28 | 77 | 84 | 33 | 27 | 12 | 4 | 3 | 64 | 723 |
| 16 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 0 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 8 | 3 | 4 | 8 | 0 | 0 | 5 | 13 | 0 | 6 | 7 | 3 | 66 |
| 17 | <i>Forestiera phillyreoides</i> | Acebuche | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 18 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 0 | 0 | 0 | 57 | 44 | 5 | 2 | 80 | 39 | 152 | 96 | 38 | 63 | 30 | 72 | 1 | 0 | 111 | 790 |
| 19 | <i>Galphimia glauca</i> | Árnica roja | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| 20 | <i>Helietta parvifolia</i> | Barreta | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 21 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 22 | 10 | 12 | 12 | 32 | 12 | 119 | 38 | 5 | 40 | 66 | 35 | 67 | 154 | 29 | 19 | 0 | 22 | 694 |
| 22 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 20 | 32 | 36 | 38 | 5 | 3 | 24 | 7 | 14 | 41 | 7 | 28 | 53 | 10 | 16 | 55 | 3 | 39 | 431 |
| 23 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 72 | 43 | 4 | 2 | 1 | 5 | 2 | 23 | 37 | 17 | 18 | 6 | 8 | 24 | 53 | 12 | 2 | 12 | 341 |
| 24 | <i>Juniperus flaccida</i> | Cedro blanco | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 25 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 18 | 149 | 94 | 8 | 63 | 40 | 54 | 40 | 32 | 89 | 21 | 14 | 68 | 33 | 0 | 32 | 49 | 16 | 820 |
| 26 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 12 | 0 | 0 | 57 | 6 | 0 | 2 | 22 | 29 | 34 | 43 | 4 | 58 | 8 | 120 | 0 | 0 | 41 | 436 |
| 27 | <i>Lantana camara</i> | cinco negritos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 28 | <i>Lippia berlandieri</i> | Orégano de monte | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 13 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 41 |
| 29 | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 85 | 0 | 0 | 18 | 29 | 0 | 0 | 1 | 11 | 23 | 0 | 8 | 0 | 178 |
| 30 | <i>Menodora helianthemoides</i> | Jazmincillo de monte | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 31 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 155 | 47 | 40 | 41 | 94 | 96 | 39 | 132 | 226 | 103 | 112 | 91 | 103 | 55 | 66 | 116 | 16 | 159 | 1691 |
| 32 | <i>Neopinglea integrifolia</i> | Palo estaca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 33 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 59 | 151 | 1 | 0 | 0 | 69 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 32 | 25 | 367 |
| 34 | <i>Parthenium incanum</i> | Mariola | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 35 | <i>Randia watsonii</i> | N/A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 36 | <i>Ruellia hirsutoglandulosa</i> | N/A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 37 | <i>Salvia ballotiflora</i> | Mejorana | 18 | 6 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 6 | 8 | 17 | 35 | 9 | 12 | 5 | 8 | 4 | 1 | 11 | 153 |
| 38 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 34 | 13 | 38 | 0 | 0 | 1 | 14 | 5 | 8 | 6 | 9 | 3 | 13 | 0 | 0 | 25 | 8 | 7 | 184 |
| 39 | <i>Senna wislizeni</i> | carrozo | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 40 | <i>Tecoma stans</i> | tronadora | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 41 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 0 | 15 | 0 | 86 | 0 | 7 | 2 | 57 | 61 | 83 | 0 | 5 | 84 | 1 | 28 | 8 | 4 | 143 | 584 |
| 42 | <i>Zapoteca media</i> | Cabellito de ángel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 35 |
| TOTAL | | | 511 | 581 | 501 | 417 | 389 | 389 | 483 | 514 | 540 | 790 | 548 | 354 | 682 | 395 | 520 | 377 | 195 | 687 | 8873 |

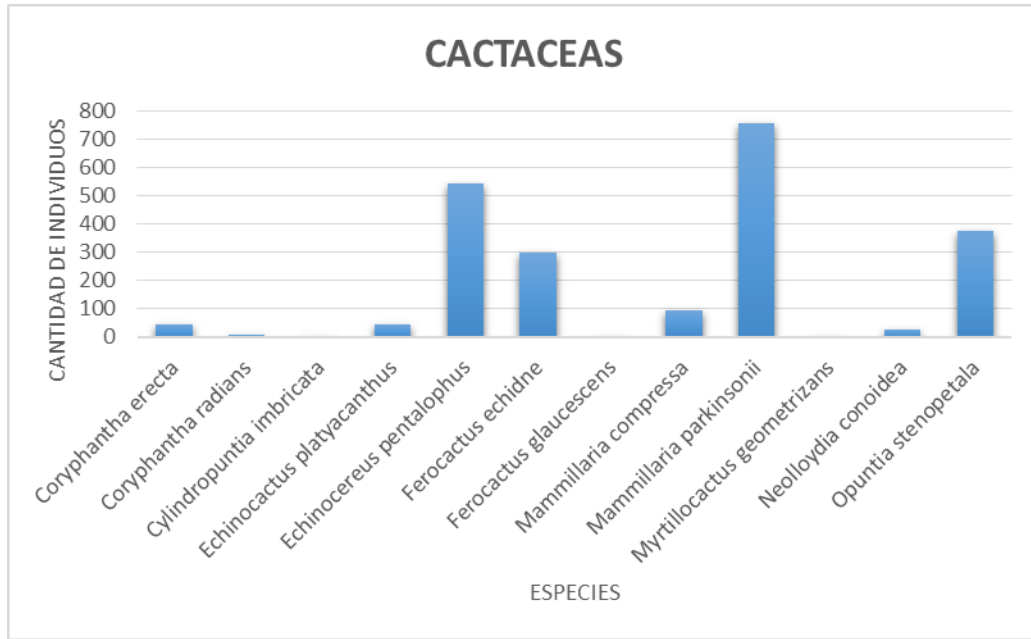


Grafica IV. 2. Densidad de individuos por parcela y especie en el estrato arbustivo

Para las cactáceas se reportaron 12 especies de las cuales la más abundante fue *Mammillaria parkinsonii* con 759 individuos, *Echinocereus platyacanthus* con 542 individuos y *Opuntia stenopetala* con 375 individuos.

Tabla IV. 32. Número de individuos muestreados en las cactáceas en el polígono forestal

| | | CACTACEAS CUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------------------------------------|----------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| No. | Nombre científico | Nombre común | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | TOTAL |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 1 | 10 | 12 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 43 |
| 2 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 3 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Cardón | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 4 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 8 | 2 | 0 | 15 | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 5 | 2 | 0 | 1 | 43 |
| 5 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 25 | 0 | 0 | 20 | 37 | 0 | 0 | 158 | 8 | 38 | 0 | 52 | 28 | 41 | 91 | 41 | 0 | 3 | 542 |
| 6 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 23 | 41 | 23 | 0 | 5 | 23 | 8 | 29 | 13 | 10 | 2 | 22 | 0 | 8 | 20 | 26 | 9 | 37 | 299 |
| 7 | <i>Ferocactus glaucescens</i> | Biznaga barril azul | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 8 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 0 | 7 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 57 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 94 |
| 9 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 37 | 7 | 11 | 41 | 17 | 30 | 1 | 100 | 79 | 81 | 18 | 120 | 21 | 33 | 110 | 1 | 0 | 52 | 759 |
| 10 | <i>Myrtillocactus geometrizans</i> | garambullo | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 11 | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 |
| 12 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 25 | 11 | 17 | 19 | 15 | 15 | 14 | 23 | 25 | 33 | 27 | 25 | 35 | 7 | 23 | 20 | 9 | 32 | 375 |
| TOTAL | | | 113 | 89 | 53 | 95 | 79 | 78 | 30 | 386 | 152 | 165 | 73 | 222 | 87 | 95 | 251 | 90 | 18 | 127 | 2203 |



Grafica IV. 3. Densidad de individuos por parcela y especie en el estrato arbóreo

*. NA, se designó para las plantas que no presentan registro alguno de nombre común establecido o designado en fuentes oficiales como fuentes electrónicas (CONABIO o el listado de flora de Bajío de SEDESU, etc.) o libros especializados.
<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxC16.pdf>
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>
<http://naturalista.conabio.gob.mx>
<http://conabio.inaturalist.org>

En resumen, dentro del tipo de vegetación muestreado se obtuvo una riqueza de 42 especies distribuidas en 31 familias diferentes y un total de 12,263 individuos. Dentro de las familias con mayor número de especies se encuentra la familia Asteraceae (15 especies), Cactaceae (12 especies), la familia Fabaceae (9 especies) y la familia Verbenaceae (4 especies), que en conjunto representan el 48% de las especies en los polígonos sujetos a CUSTF. Como se observa en las siguientes tablas IV.33 y IV.34. Dentro del área de estudio se encontraron dos especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con el estatus de protección especial (Pr): *Echinocactus platyacanthus* (Biznaga burra) y *Mammillaria parkinsonii* (Biznaga de aréola comprimida), ambas con una distribución endémica.

Tabla IV. 33. Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y estatus en la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación

| No. | Familia | Nombre científico | Nombre común | Especies prioritarias para la conservación | Estatus en la NOM | Distribución |
|-----|----------------|-----------------------------------|----------------------------|--|-------------------|--------------|
| 1 | Euphorbiaceae | <i>Acalypha monostachya</i> | Hierba del cancer | No enlistada | No enlistada | / |
| 2 | Asteraceae | <i>Acourtia purpusii</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 3 | Asparagaceae | <i>Agave albomarginata</i> | Magüey de márgenes claros | No enlistada | No enlistada | / |
| 4 | Asparagaceae | <i>Agave asperima</i> | Magüey áspero | No enlistada | No enlistada | / |
| 5 | Asteraceae | <i>Ageratina calaminthifolia</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 6 | Asteraceae | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | No enlistada | No enlistada | / |
| 7 | Verbenaceae | <i>Aloysia gratissima</i> | Huele de noche | No enlistada | No enlistada | / |
| 8 | Rubiaceae | <i>Bouvardia ternifolia</i> | Trompetilla | No enlistada | No enlistada | / |
| 9 | Asteraceae | <i>Brickellia subuligera</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 10 | Asteraceae | <i>Brickellia veronicifolia</i> | Estrellita | No enlistada | No enlistada | / |
| 11 | Fabaceae | <i>Brongniartia intermedia</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 12 | Burseraceae | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | No enlistada | No enlistada | / |
| 13 | Burseraceae | <i>Bursera schlechtendalii</i> | Acetillo | No enlistada | No enlistada | / |
| 14 | Fabaceae | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | No enlistada | No enlistada | / |
| 15 | Pteridaceae | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | No enlistada | No enlistada | / |
| 16 | Pteridaceae | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | No enlistada | No enlistada | / |
| 17 | Asteraceae | <i>Chrysactinia mexicana</i> | Damianita | No enlistada | No enlistada | / |
| 18 | Rhamnaceae | <i>Condalia mexicana</i> | Granjeno prieto | No enlistada | No enlistada | / |
| 19 | Cactaceae | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | No enlistada | No enlistada | / |
| 20 | Cactaceae | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | No enlistada | No enlistada | / |
| 21 | Euphorbiaceae | <i>Croton monifolius</i> | Pálido | No enlistada | No enlistada | / |
| 22 | Cactaceae | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Cardón | No enlistada | No enlistada | / |
| 23 | Nyctaginaceae | <i>Cyphomeris gypsophiloides</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 24 | Fabaceae | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | No enlistada | No enlistada | / |
| 25 | Convolvulaceae | <i>Dichondra argentea</i> | Oreja de ratón | No enlistada | No enlistada | / |
| 26 | Asteraceae | <i>Dyssodia papposa</i> | Flor de muerto | No enlistada | No enlistada | / |
| 27 | Cactaceae | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | Enlistada | P | Endémica |
| 28 | Cactaceae | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | No enlistada | No enlistada | / |
| 29 | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia graminea</i> | Golondrina | No enlistada | No enlistada | / |
| 30 | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia villifera</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 31 | Fabaceae | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | No enlistada | No enlistada | / |
| 32 | Cactaceae | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | No enlistada | No enlistada | / |
| 33 | Cactaceae | <i>Ferocactus glaucescens</i> | Biznaga barril azul | No enlistada | No enlistada | / |
| 34 | Oleaceae | <i>Forestiera phillyreoides</i> | Acebuche | No enlistada | No enlistada | / |
| 35 | Fouquieriaceae | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | No enlistada | No enlistada | / |
| 36 | Fabaceae | <i>Galactia brachystachys</i> | Frijolillo de espiga corta | No enlistada | No enlistada | / |
| 37 | Malpighiaceae | <i>Galphimia glauca</i> | Árnica roja | No enlistada | No enlistada | / |
| 38 | Rutaceae | <i>Helietta parvifolia</i> | Barreta | No enlistada | No enlistada | / |
| 39 | Convolvulaceae | <i>Ipomoea costellata</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 40 | Convolvulaceae | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | No enlistada | No enlistada | / |
| 41 | Euphorbiaceae | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | No enlistada | No enlistada | / |
| 42 | Asteraceae | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |

Pr= protección especial

Tabla IV. 34. Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y estatus en la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación (2)

| No. | Familia | Nombre científico | Nombre común | Especies prioritarias para la conservación | Estatus en la NOM | Distribución |
|-----|-----------------|------------------------------------|--------------------------|--|-------------------|--------------|
| 43 | Asteraceae | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 44 | Cupressaceae | <i>Juniperus flaccida</i> | Cedro blanco | No enlistada | No enlistada | / |
| 45 | Rhamnaceae | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | No enlistada | No enlistada | / |
| 46 | Krameriaceae | <i>Krameria secundiflora</i> | Clamería | No enlistada | No enlistada | / |
| 47 | Verbenaceae | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | No enlistada | No enlistada | / |
| 48 | Verbenaceae | <i>Lantana camara</i> | Cinco negritos | No enlistada | No enlistada | / |
| 49 | Verbenaceae | <i>Lippia berlandieri</i> | Orégano de monte | No enlistada | No enlistada | / |
| 50 | Polemoniaceae | <i>Loeselia coerulea</i> | Jarrito | No enlistada | No enlistada | / |
| 51 | Rubiaceae | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | No enlistada | No enlistada | / |
| 52 | Cactaceae | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | No enlistada | No enlistada | / |
| 53 | Cactaceae | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | No enlistada | Pr | Endémica |
| 54 | Oleaceae | <i>Menodora helianthemoides</i> | Jazmincillo de monte | No enlistada | No enlistada | / |
| 55 | Fabaceae | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | No enlistada | No enlistada | / |
| 56 | Cactaceae | <i>Myrtillocactus geometrizans</i> | Garambullo | No enlistada | No enlistada | / |
| 57 | Cactaceae | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | No enlistada | No enlistada | / |
| 58 | Salicaceae | <i>Neopringlea integrifolia</i> | Palo estaca | No enlistada | No enlistada | / |
| 59 | Amaryllidaceae | <i>Nothoscordum bivalve</i> | cebolleta | No enlistada | No enlistada | / |
| 60 | Cactaceae | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | No enlistada | No enlistada | / |
| 61 | Oxalidaceae | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | No enlistada | No enlistada | / |
| 62 | Fabaceae | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 63 | Asteraceae | <i>Parthenium incanum</i> | Mariola | No enlistada | No enlistada | / |
| 64 | Pteridaceae | <i>Pellaea cordifolia</i> | Itamo real | No enlistada | No enlistada | / |
| 65 | Urticaceae | <i>Pilea microphylla</i> | Verdolaguilla | No enlistada | No enlistada | / |
| 66 | Polygalaceae | <i>Polygala barbeyana</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 67 | Rubiaceae | <i>Randia watsonii</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 68 | Acanthaceae | <i>Ruellia hirsutoglandulosa</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 69 | Lamiaceae | <i>Salvia ballotiflora</i> | Mejorana | No enlistada | No enlistada | / |
| 70 | Lamiaceae | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | No enlistada | No enlistada | / |
| 71 | Asteraceae | <i>Sanvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | No enlistada | No enlistada | / |
| 72 | Lamiaceae | <i>Scutellaria potosina</i> | N/A | No enlistada | No enlistada | / |
| 73 | Selaginellaceae | <i>Selaginella lepidophylla</i> | Doradilla ondulada | No enlistada | No enlistada | / |
| 74 | Fabaceae | <i>Senna wislizeni</i> | Carrozo | No enlistada | No enlistada | / |
| 75 | Malvaceae | <i>Sida abutilifolia</i> | Malva | No enlistada | No enlistada | / |
| 76 | Bignoniaceae | <i>Tecoma stans</i> | Tronadora | No enlistada | No enlistada | / |
| 77 | Asteraceae | <i>Thymophylla setifolia</i> | Parraleña | No enlistada | No enlistada | / |
| 78 | Commelinaceae | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | No enlistada | No enlistada | / |
| 79 | Asteraceae | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortiguilla | No enlistada | No enlistada | / |
| 80 | Asteraceae | <i>Tridax coronopifolia</i> | Coronilla | No enlistada | No enlistada | / |
| 81 | Passifloraceae | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | No enlistada | No enlistada | / |
| 82 | Fabaceae | <i>Zapoteca media</i> | Cabellito de ángel | No enlistada | No enlistada | / |
| 83 | Asteraceae | <i>Zinnia peruviana</i> | Gallito de monte | No enlistada | No enlistada | / |

Pr= protección especial

Tabla IV. 35. Número de ejemplares por especie, por estrato por sitio de muestreo en el polígono forestal

| PARCELA 1 | | | |
|---|------------------------------------|----------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 1 |
| 2 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 17 |
| 3 | <i>Cyphomeris gypsophiloides</i> | N/A | 2 |
| TOTAL | | | 20 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave asperima</i> | Magüey áspero | 44 |
| 2 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 4 |
| 3 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 22 |
| 4 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 12 |
| 5 | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | 3 |
| 6 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 155 |
| 7 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 59 |
| 8 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 18 |
| 9 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 34 |
| TOTAL | | | 351 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 2 |
| 2 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 25 |
| 3 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 23 |
| 4 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 37 |
| 5 | <i>Myrtillocactus geometrizans</i> | garambullo | 1 |
| 6 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 25 |
| TOTAL | | | 113 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 2 | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Acalypha monostachya</i> | Hierba del cancer | 7 |
| 2 | <i>Acourtia purpusii</i> | N/A | 1 |
| 3 | <i>Pellaea cordifolia</i> | Itamo real | 4 |
| 4 | <i>Pilea microphylla</i> | Verdolaguilla | 3 |
| 5 | <i>Sarvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | 10 |
| 6 | <i>Thymophylla setifolia</i> | Parraleña | 4 |
| 7 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 10 |
| TOTAL | | | 39 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave asperima</i> | Magüey áspero | 6 |
| 2 | <i>Ageratina calaminthaefolia</i> | N/A | 4 |
| 3 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 2 |
| 4 | <i>Aloysia gratissima</i> | Huele de noche | 1 |
| 5 | <i>Bouvardia tenifolia</i> | Trompetilla | 5 |
| 6 | <i>Brickellia veronicifolia</i> | Estrellita | 1 |
| 7 | <i>Brongnartia intermedia</i> | N/A | 4 |
| 8 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 32 |
| 9 | <i>Chrysactinia mexicana</i> | damianita | 9 |
| 10 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 47 |
| 11 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 1 |
| 12 | <i>Helietta parvifolia</i> | Barreta | 1 |
| 13 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 10 |
| 14 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 32 |
| 15 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 43 |
| 16 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 149 |
| 17 | <i>Menodora helianthemoides</i> | Jazmincillo de monte | 2 |
| 18 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 47 |
| 19 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 151 |
| 20 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 6 |
| 21 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 13 |
| 22 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 15 |
| TOTAL | | | 581 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 2 |
| 2 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 2 |
| 3 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 41 |
| 4 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 7 |
| 5 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 7 |
| 6 | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | 19 |
| 7 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 11 |
| TOTAL | | | 89 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 3 | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Brickellia subuligera</i> | N/A | 4 |
| 2 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 5 |
| 3 | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | 8 |
| 4 | <i>Thymophylla setifolia</i> | Parraleña | 13 |
| 5 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 2 |
| TOTAL | | | 32 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave asperima</i> | Magüey áspero | 18 |
| 2 | <i>Ageratina calaminthaefolia</i> | N/A | 175 |
| 3 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 5 |
| 4 | <i>Bouvardia tenifolia</i> | Trompetilla | 9 |
| 5 | <i>Brickellia veronicifolia</i> | Estrellita | 3 |
| 6 | <i>Brongnartia intermedia</i> | N/A | 15 |
| 7 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 2 |
| 8 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 42 |
| 9 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 1 |
| 10 | <i>Galphimia glauca</i> | Árnica roja | 1 |
| 11 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 12 |
| 12 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 36 |
| 13 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 4 |
| 14 | <i>Juniperus flaccida</i> | Cedro blanco | 1 |
| 15 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 94 |
| 16 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 40 |
| 17 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 1 |
| 18 | <i>Parthenium incanum</i> | Mariola | 1 |
| 19 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 3 |
| 20 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 38 |
| TOTAL | | | 501 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 2 |
| 2 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 23 |
| 3 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 11 |
| 4 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 17 |
| TOTAL | | | 53 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 4 | | | |
|---|----------------------------------|--------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 1 |
| 2 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 8 |
| 3 | <i>Cyphomeris gypsophiloides</i> | N/A | 4 |
| 4 | <i>Pollygala baibeyana</i> | N/A | 2 |
| 5 | <i>Scutellaria potosina</i> | N/A | 11 |
| 6 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortiguilla | 3 |
| TOTAL | | | 29 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 33 |
| 2 | <i>Bursera schlechtenalii</i> | Acetillo | 8 |
| 3 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 69 |
| 4 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 4 |
| 5 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 57 |
| 6 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 12 |
| 7 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 38 |
| 8 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 2 |
| 9 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 8 |
| 10 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 57 |
| 11 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 41 |
| 12 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 2 |
| 13 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 86 |
| TOTAL | | | 417 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 14 |
| 5 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 20 |
| 8 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 1 |
| 9 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 41 |
| 12 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 19 |
| TOTAL | | | 95 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 5 | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 14 |
| 2 | <i>Dichondra argentea</i> | Oreja de ratón | 1 |
| 3 | <i>Galactia brachystachys</i> | Frijolillo de espiga corta | 2 |
| 4 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortiguilla | 2 |
| TOTAL | | | 19 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave asperima</i> | Maguey áspero | 10 |
| 2 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 16 |
| 3 | <i>Bursera schlechtenalii</i> | Acetillo | 6 |
| 4 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 103 |
| 5 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 2 |
| 6 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 44 |
| 7 | <i>Helietta parvifolia</i> | Barreta | 1 |
| 8 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 32 |
| 9 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 5 |
| 10 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 1 |
| 11 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 63 |
| 12 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 6 |
| 13 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 94 |
| 14 | <i>Parthenium incanum</i> | Mariola | 1 |
| 15 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 4 |
| 16 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 0 |
| 17 | <i>Senna wislizeni</i> | carrozo | 1 |
| TOTAL | | | 389 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Cardón | 1 |
| 2 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 2 |
| 3 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 37 |
| 4 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 5 |
| 5 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 2 |
| 6 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 17 |
| 7 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 15 |
| TOTAL | | | 79 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 6 | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 1 |
| 2 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 6 |
| 3 | <i>Pellaea cordifolia</i> | Itamo real | 1 |
| 4 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 22 |
| TOTAL | | | 30 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 1 |
| 2 | <i>Bouvardia ternifolia</i> | Trompetilla | 3 |
| 3 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 1 |
| 4 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 23 |
| 5 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 34 |
| 6 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 1 |
| 7 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 5 |
| 8 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 12 |
| 9 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 3 |
| 10 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 5 |
| 11 | <i>Juniperus flaccida</i> | Cedro blanco | 1 |
| 12 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 40 |
| 13 | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | 85 |
| 14 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 96 |
| 15 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 69 |
| 16 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 1 |
| 17 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 1 |
| 18 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 7 |
| 19 | <i>Zapoteca media</i> | Cabellito de ángel | 1 |
| TOTAL | | | 389 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 8 |
| 2 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 23 |
| 3 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 2 |
| 4 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 30 |
| 5 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 15 |
| TOTAL | | | 78 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 7 | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Acalypha monostachya</i> | Hierba del cancer | 4 |
| 2 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 4 |
| 3 | <i>Cyphomeris gypsophiloides</i> | N/A | 4 |
| 4 | <i>Euphorbia villifera</i> | N/A | 1 |
| 5 | <i>Ipomoea costellata</i> | N/A | 25 |
| 6 | <i>Loeselia coerulea</i> | Jarrito | 2 |
| 7 | <i>Nothoscordum bivalve</i> | cebollita | 0 |
| 8 | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | 105 |
| 9 | <i>Pilea microphylla</i> | verdolaquilla | 1 |
| 10 | <i>Sanvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | 1 |
| 11 | <i>Sida abutifolia</i> | Malva | 2 |
| 12 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 4 |
| 13 | <i>Zinnia peruviana</i> | Gallito de monte | 1 |
| TOTAL | | | 154 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave asperima</i> | Maguey áspero | 14 |
| 2 | <i>Ageratina calamintaefolia</i> | N/A | 14 |
| 3 | <i>Bouvardia temifolia</i> | Trompetilla | 3 |
| 4 | <i>Brickellia veronicifolia</i> | Estrellita | 3 |
| 5 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 152 |
| 6 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 22 |
| 7 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 8 |
| 8 | <i>Forestiera phillyroides</i> | Acebuché | 1 |
| 9 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 2 |
| 10 | <i>Galphimia glauca</i> | Árnica roja | 1 |
| 11 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 119 |
| 12 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 24 |
| 13 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 2 |
| 14 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 54 |
| 15 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 2 |
| 16 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 39 |
| 17 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 4 |
| 18 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 3 |
| 19 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 14 |
| 20 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 2 |
| TOTAL | | | 483 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 1 |
| 2 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 2 |
| 3 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 8 |
| 4 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 1 |
| 5 | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | 4 |
| 6 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 14 |
| TOTAL | | | 30 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 8 | | | |
|---|------------------------------------|---------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 1 |
| 2 | <i>Cyphomeris gypsophiloides</i> | N/A | 3 |
| 3 | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | 17 |
| TOTAL | | | 21 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave albomarginata</i> | Maguey de márgenes claros | 4 |
| 2 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 15 |
| 3 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 26 |
| 4 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 54 |
| 5 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 3 |
| 6 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 80 |
| 7 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 38 |
| 8 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 7 |
| 9 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 23 |
| 10 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 40 |
| 11 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 22 |
| 12 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 132 |
| 13 | <i>Randia watsonii</i> | N/A | 2 |
| 14 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 6 |
| 15 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 5 |
| 16 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 57 |
| TOTAL | | | 514 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 10 |
| 2 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 158 |
| 3 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 29 |
| 4 | <i>Ferocactus glaucescens</i> | Biznaga barril azul | 2 |
| 5 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 57 |
| 6 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 100 |
| 7 | <i>Myrtillocactus geometrizans</i> | garambullo | 3 |
| 8 | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | 4 |
| 9 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 23 |
| TOTAL | | | 386 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 9 | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 3 |
| 2 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 3 |
| 3 | <i>Cyphomeris gypsophiloides</i> | N/A | 17 |
| 4 | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | 1 |
| 5 | <i>Pellaea cordifolia</i> | Itamo real | 1 |
| 6 | <i>Sanvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | 1 |
| 7 | <i>Tridax coronopifolia</i> | Coronilla | 4 |
| TOTAL | | | 30 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave asperima</i> | Maguey áspero | 13 |
| 2 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 1 |
| 3 | <i>Bouvardia temifolia</i> | Trompetilla | 3 |
| 4 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 23 |
| 5 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 3 |
| 6 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 16 |
| 7 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 4 |
| 8 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 39 |
| 9 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 5 |
| 10 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 14 |
| 11 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 37 |
| 12 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 32 |
| 13 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 29 |
| 14 | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | 18 |
| 15 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 226 |
| 16 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 8 |
| 17 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 8 |
| 18 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 61 |
| TOTAL | | | 540 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 12 |
| 2 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 15 |
| 3 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 8 |
| 4 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 13 |
| 5 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 79 |
| 6 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 25 |
| TOTAL | | | 152 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |



| PARCELA 10 | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 7 |
| 2 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 26 |
| 3 | <i>Euphorbia vilifera</i> | N/A | 21 |
| 4 | <i>Ipomoea costellata</i> | N/A | 25 |
| 5 | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | 1 |
| 6 | <i>Krameria secundiflora</i> | clameria | 2 |
| 7 | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | 12 |
| 8 | <i>Sanvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | 29 |
| 9 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 7 |
| 10 | <i>Tridax coronopifolia</i> | Coronilla | 55 |
| TOTAL | | | 185 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave albomarginata</i> | Magüey de márgenes claros | 5 |
| 2 | <i>Agave asperima</i> | Magüey áspero | 4 |
| 3 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 39 |
| 4 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 53 |
| 5 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 28 |
| 6 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 8 |
| 7 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 152 |
| 8 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 40 |
| 9 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 41 |
| 10 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 17 |
| 11 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 89 |
| 12 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 34 |
| 13 | <i>Lantana camara</i> | cinco negritos | 1 |
| 14 | <i>Lippia berlandieri</i> | Orégano de monte | 22 |
| 15 | <i>Machaonia couleri</i> | Huele de noche | 29 |
| 16 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 103 |
| 17 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 17 |
| 18 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 6 |
| 19 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 83 |
| 20 | <i>Zapoteca media</i> | Cabellito de ángel | 19 |
| TOTAL | | | 790 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 1 |
| 2 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 2 |
| 3 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 38 |
| 4 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 10 |
| 5 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 81 |
| 6 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 33 |
| TOTAL | | | 165 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 11 | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 5 |
| 2 | <i>Cyphomeris gypsophilioides</i> | N/A | 2 |
| 3 | <i>Ipomoea costellata</i> | N/A | 2 |
| 4 | <i>Sida abutilifolia</i> | Malva | 1 |
| 5 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortigailla | 10 |
| 6 | <i>Tridax coronopifolia</i> | Coronilla | 0 |
| TOTAL | | | 20 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 1 |
| 2 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 22 |
| 3 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 77 |
| 4 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 96 |
| 5 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 66 |
| 6 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 7 |
| 7 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 18 |
| 8 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 21 |
| 9 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 43 |
| 10 | <i>Lippia berlandieri</i> | Orégano de monte | 13 |
| 11 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 112 |
| 12 | <i>Ruellia hirsutoglandulosa</i> | N/A | 25 |
| 13 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 35 |
| 14 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 9 |
| 15 | <i>Senna wislizeni</i> | carrozo | 2 |
| 16 | <i>Tecoma stans</i> | tronadora | 1 |
| TOTAL | | | 548 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 1 |
| 2 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 2 |
| 3 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 25 |
| 4 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 18 |
| 5 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 27 |
| TOTAL | | | 73 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 12 | | | |
|---|------------------------------------|----------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cyphomeris gypsophilioides</i> | N/A | 8 |
| 2 | <i>Dyssodia papposa</i> | Flor de muerto | 2 |
| 3 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortigailla | 6 |
| TOTAL | | | 16 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | Individuos |
| 1 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 1 |
| 2 | <i>Brickellia veronicifolia</i> | Estrellita | 1 |
| 3 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 6 |
| 4 | <i>Bursera schlechtendalii</i> | Aceitillo | 7 |
| 5 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 22 |
| 6 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 84 |
| 7 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 38 |
| 8 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 35 |
| 9 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 28 |
| 10 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 6 |
| 11 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 14 |
| 12 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 4 |
| 13 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 91 |
| 14 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 9 |
| 15 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 3 |
| 16 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 5 |
| TOTAL | | | 354 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 1 |
| 2 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 1 |
| 3 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 52 |
| 4 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 22 |
| 5 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 120 |
| 6 | <i>Myrtillocactus geometrizans</i> | Garambullo | 1 |
| 7 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 25 |
| TOTAL | | | 222 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 13 | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 12 |
| 2 | <i>Cyphomeris gypsophioides</i> | N/A | 2 |
| 3 | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | 2 |
| 4 | <i>Scutellaria potosina</i> | N/A | 1 |
| 5 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortigailla | 1 |
| TOTAL | | | 18 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave asperima</i> | Maguey áspero | 56 |
| 2 | <i>Bouvardia tenifolia</i> | Trompetilla | 14 |
| 3 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 7 |
| 4 | <i>Bursera schlechtendalii</i> | Aceitillo | 6 |
| 5 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 12 |
| 6 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 33 |
| 7 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 5 |
| 8 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 63 |
| 9 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 67 |
| 10 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 53 |
| 11 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 8 |
| 12 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 68 |
| 13 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 58 |
| 14 | <i>Lippia berlandieri</i> | Orégano de monte | 4 |
| 15 | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | 1 |
| 16 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 103 |
| 17 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 12 |
| 18 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 13 |
| 19 | <i>Tecoma stans</i> | Tronadora | 1 |
| 20 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 84 |
| 21 | <i>Zapoteca media</i> | Cabellito de ángel | 14 |
| TOTAL | | | 682 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 2 |
| 2 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 1 |
| 3 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 28 |
| 4 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 21 |
| 5 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 35 |
| TOTAL | | | 87 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 14 | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 4 |
| 2 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 20 |
| 3 | <i>Euphorbia graminea</i> | Golondrina | 2 |
| 4 | <i>Ipomoea costellata</i> | N/A | 12 |
| 5 | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | 7 |
| 6 | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | 5 |
| TOTAL | | | 50 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Bronquiaria intermedia</i> | N/A | 1 |
| 2 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 5 |
| 3 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 27 |
| 4 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | Palo dulce | 13 |
| 5 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 30 |
| 6 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 154 |
| 7 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 10 |
| 8 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 24 |
| 9 | <i>Juniperus flaccida</i> | Cedro blanco | 0 |
| 10 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 33 |
| 11 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 8 |
| 12 | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | 11 |
| 13 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 55 |
| 14 | <i>Neopirnglea integrifolia</i> | Palo estaca | 1 |
| 15 | <i>Ruellia hirsutoglandulosa</i> | N/A | 13 |
| 16 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 5 |
| 17 | <i>Tecoma stans</i> | Tronadora | 4 |
| 18 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 1 |
| TOTAL | | | 395 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 1 |
| 2 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Cardón | 3 |
| 3 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 2 |
| 4 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 41 |
| 5 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 8 |
| 6 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 33 |
| 7 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 7 |
| TOTAL | | | 95 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 15 | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 3 |
| 2 | <i>Cyphomeris gypsophioides</i> | N/A | 6 |
| 3 | <i>Dyssodia papposa</i> | Flor de muerto | 3 |
| 4 | <i>Euphorbia villifera</i> | N/A | 6 |
| 5 | <i>Ipomoea costellata</i> | N/A | 1 |
| 6 | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | 5 |
| 7 | <i>Krameria secundiflora</i> | clameria | 1 |
| 8 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortigailla | 16 |
| TOTAL | | | 41 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 84 |
| 2 | <i>Bursera schlechtendalii</i> | Aceitillo | 1 |
| 3 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 1 |
| 4 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 12 |
| 5 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 72 |
| 6 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 29 |
| 7 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 16 |
| 8 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 53 |
| 9 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 120 |
| 10 | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | 23 |
| 11 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 66 |
| 12 | <i>Ruellia hirsutoglandulosa</i> | N/A | 7 |
| 13 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 8 |
| 14 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 28 |
| TOTAL | | | 520 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 2 |
| 2 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 5 |
| 3 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 91 |
| 4 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 20 |
| 5 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 110 |
| 6 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 23 |
| TOTAL | | | 251 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 16 | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 5 |
| 2 | <i>Nothoscordum bivalve</i> | cebolleta | 15 |
| 3 | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | 29 |
| 4 | <i>Pellaea cordifolia</i> | Itam o real | 2 |
| 5 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 42 |
| 6 | <i>Tridax coronopifolia</i> | Coronilla | 12 |
| TOTAL | | | 105 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave asperima</i> | Maguey áspero | 7 |
| 2 | <i>Ageratina calaminthaefolia</i> | N/A | 7 |
| 3 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 3 |
| 4 | <i>Bouvardia ternifolia</i> | Trompetilla | 5 |
| 5 | <i>Bursera schlechtendalii</i> | Acetillo | 1 |
| 6 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 43 |
| 7 | <i>Chrysactinia mexicana</i> | Diamianita | 1 |
| 8 | <i>Condalia mexicana</i> | Granjeno prieto | 1 |
| 9 | <i>Croton monilius</i> | Páldo | 1 |
| 10 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 4 |
| 11 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | Palo dulce | 6 |
| 12 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 1 |
| 13 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 19 |
| 14 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 55 |
| 15 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 12 |
| 16 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 32 |
| 17 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 116 |
| 18 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 26 |
| 19 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 4 |
| 20 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 25 |
| 21 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 8 |
| TOTAL | | | 377 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 2 |
| 2 | <i>Echinocereus pentaloophus</i> | Alicoche falso | 41 |
| 3 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 26 |
| 4 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 1 |
| 5 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 20 |
| TOTAL | | | 90 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 17 | | | |
|---|-----------------------------------|-------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 2 |
| 2 | <i>Pilea microphylla</i> | Verdolaguilla | 1 |
| 3 | <i>Selaginella lepidophylla</i> | Doradilla ondulada | 119 |
| 4 | <i>Thymophylla setifolia</i> | Parraleña | 19 |
| 5 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 2 |
| 6 | <i>Tridax coronopifolia</i> | Coronilla | 39 |
| TOTAL | | | 182 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Agave asperima</i> | Maguey áspero | 7 |
| 2 | <i>Ageratina calaminthaefolia</i> | N/A | 22 |
| 3 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 4 |
| 4 | <i>Bouvardia ternifolia</i> | Trompetilla | 8 |
| 5 | <i>Brickellia veronicifolia</i> | Estrellita | 1 |
| 6 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 17 |
| 7 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 3 |
| 8 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | Palo dulce | 7 |
| 9 | <i>Forestiera phillyreoides</i> | Acebuche | 1 |
| 10 | <i>Galphimia glauca</i> | Ámrica roja | 2 |
| 11 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 3 |
| 12 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 2 |
| 13 | <i>Juniperus flaccida</i> | Cedro blanco | 0 |
| 14 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 49 |
| 15 | <i>Machaonia coultteri</i> | Huele de noche | 8 |
| 16 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 16 |
| 17 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 32 |
| 18 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 1 |
| 19 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 8 |
| 20 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 4 |
| TOTAL | | | 195 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 9 |
| 2 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 9 |
| TOTAL | | | 18 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

| PARCELA 18 | | | |
|---|------------------------------------|----------------------------|----------------|
| HERBACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 5 |
| 2 | <i>Cyphomeris gypsophioides</i> | N/A | 7 |
| 3 | <i>Dyssodia papposa</i> | Flor de muerto | 1 |
| 4 | <i>Euphorbia villifera</i> | N/A | 3 |
| 5 | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | 1 |
| 6 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortigailla | 2 |
| TOTAL | | | 19 |
| ARBUSTOS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Ageratina calaminthaefolia</i> | N/A | 10 |
| 2 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 11 |
| 3 | <i>Bursera schlechtendalii</i> | Acetillo | 5 |
| 4 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 5 |
| 5 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 64 |
| 6 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 3 |
| 7 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 111 |
| 8 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 22 |
| 9 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 39 |
| 10 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 12 |
| 11 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 16 |
| 12 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 41 |
| 13 | <i>Lippia berlandieri</i> | Orégano de monte | 2 |
| 14 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 159 |
| 15 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 25 |
| 16 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 11 |
| 17 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 7 |
| 18 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 143 |
| 19 | <i>Zapoteca media</i> | Cabello de ángel | 1 |
| TOTAL | | | 687 |
| CACTACEAS | | | |
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. Individuos |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 2 |
| 2 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 0 |
| 3 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Cardón | 0 |
| 4 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 1 |
| 5 | <i>Echinocereus pentaloophus</i> | Alicoche falso | 3 |
| 6 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 37 |
| 7 | <i>Ferocactus glaucescens</i> | Biznaga barril azul | 0 |
| 8 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 0 |
| 9 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 52 |
| 10 | <i>Myrtillocactus geometrizans</i> | garam bullo | 0 |
| 11 | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | 0 |
| 12 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 32 |
| TOTAL | | | 127 |
| ARBOLES | | | |
| NO SE REPORTARON INDIVIDUOS PARA ESTE ESTRATO | | | |

IV.3.1.2.1.3 Análisis de la diversidad de la vegetación

Índice de 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 (Krebs, 1985).

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

El análisis del valor de importancia tiene como objetivo medir la biodiversidad, en base a parámetros que permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de las especies o parejas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

El IVI se calcula mediante las siguientes fórmulas:

$IVI = \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa} + \text{dominancia relativa}$

Donde:

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

Densidad= N° individuos/área muestreada

Densidad relativa= densidad de una especie x100/ densidad de todas las especies

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

Frecuencia relativa= frecuencia de la especie/ \sum de las frecuencias de todas las especies x 100

Dominancia relativa (DmR)= 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.

Área basal = $(DAP/2)^2 \pi$

DmR=área basal de la especie / \sum área basal de todas las especies x 100

A continuación se presentan los datos obtenidos para el IVI de los estratos muestreados en el área representativa del polígono forestal (CUS).

Tabla IV. 36. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo

| IVI HERBACEAS CUS | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------|
| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. MUESTREADOS | DENSIDAD RELATIVA | FRECUENCIA RELATIVA | DOMINANCIA RELATIVA | IVI |
| 1 | <i>Acalypha monostachya</i> | Hierba del cancer | 11 | 0.93 | 1.74 | 1.09 | 3.76 |
| 2 | <i>Acourtia purpusii</i> | N/A | 1 | 0.08 | 0.87 | 0.28 | 1.23 |
| 3 | <i>Brickellia subuligera</i> | N/A | 8 | 0.67 | 1.74 | 0.46 | 2.87 |
| 4 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 20 | 1.68 | 6.09 | 4.31 | 12.08 |
| 5 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 133 | 11.20 | 12.17 | 32.78 | 56.16 |
| 6 | <i>Cyphomeris gypsophiloides</i> | N/A | 55 | 4.63 | 8.70 | 10.48 | 23.81 |
| 7 | <i>Dichondra argentea</i> | Oreja de ratón | 1 | 0.08 | 0.87 | 0.07 | 1.03 |
| 8 | <i>Dyssodia papposa</i> | Flor de muerto | 6 | 0.51 | 3.48 | 0.59 | 4.57 |
| 9 | <i>Euphorbia graminea</i> | Golondrina | 2 | 0.17 | 0.87 | 0.02 | 1.06 |
| 10 | <i>Euphorbia villifera</i> | N/A | 32 | 2.70 | 4.35 | 0.09 | 7.14 |
| 11 | <i>Galactia brachystachys</i> | Frijolillo de espiga corta | 3 | 0.25 | 0.87 | 4.09 | 5.21 |
| 12 | <i>Ipomoea costellata</i> | N/A | 85 | 7.16 | 5.22 | 2.88 | 15.25 |
| 13 | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | 19 | 1.60 | 3.48 | 4.19 | 9.27 |
| 14 | <i>Krameria secundiflora</i> | Clameria | 3 | 0.25 | 1.74 | 0.08 | 2.07 |
| 15 | <i>Loeselia coerulea</i> | Jarrito | 5 | 0.42 | 1.74 | 0.07 | 2.23 |
| 16 | <i>Nothoscordum bivalve</i> | Cebolleta | 43 | 3.62 | 1.74 | 1.45 | 6.81 |
| 17 | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | 225 | 18.96 | 6.09 | 10.95 | 35.99 |
| 18 | <i>Pellaea cordifolia</i> | Itamo real | 7 | 0.59 | 3.48 | 0.87 | 4.93 |
| 19 | <i>Pilea microphylla</i> | Verdolaguilla | 17 | 1.43 | 3.48 | 1.44 | 6.35 |
| 20 | <i>Pollygula baibeyana</i> | N/A | 2 | 0.17 | 0.87 | 0.35 | 1.39 |
| 21 | <i>Sanvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | 49 | 4.13 | 4.35 | 0.43 | 8.90 |
| 22 | <i>Scutellaria potosina</i> | N/A | 12 | 1.01 | 0.87 | 2.42 | 4.30 |
| 23 | <i>Selaginella lepidophylla</i> | Doradilla ondulada | 120 | 10.11 | 1.74 | 0.08 | 11.93 |
| 24 | <i>Sida abutifolia</i> | Malva | 3 | 0.25 | 1.74 | 0.07 | 2.06 |
| 25 | <i>Thymophylla setifolia</i> | Parraleña | 37 | 3.12 | 3.48 | 1.99 | 8.58 |
| 26 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 100 | 8.42 | 6.96 | 3.93 | 19.32 |
| 27 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortigailla | 40 | 3.37 | 6.09 | 11.38 | 20.84 |
| 28 | <i>Tridax coronopifolia</i> | Coronilla | 147 | 12.38 | 4.35 | 3.14 | 19.87 |
| 29 | <i>Zinnia peruviana</i> | Gallito de monte | 1 | 0.08 | 0.87 | 0.03 | 0.98 |
| TOTAL | | | 1187 | 100 | 100 | 100 | 300 |

En la Tabla IV.36 se muestran los resultados de frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa para cada especie. La especie que registró la mayor **frecuencia relativa** fue *Cheilanthes leucopoda*. Se presentó en 14 de las 18 parcelas muestreadas. Este parámetro está condicionado por la presencia de la especie en la parcela de muestreo. Las especies que presentan un valor mayor son aquellas que poseen un patrón regular entre parcelas de muestreo mientras que aquellas con un valor bajo son características de un patrón agregado, irregular y disperso. Los individuos con mayor **densidad relativa** fue *Cheilanthes leucopoda*. La densidad absoluta en la cual se basa la relativa es el resultado del cociente entre la cantidad de individuos de una misma especie y la sumatoria total de los individuos de todas las especies. La dominancia relativa tiene como base el conocimiento de la cobertura, es decir, la proporción de terreno ocupada por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada (Matteucci y Colma, 2002). Los resultados demuestran que la especie con mayor **dominancia relativa** fue *Cheilanthes leucopoda*, el resultado está influenciado directamente con la cobertura de los individuos. Para este estrato de acuerdo a los resultados se presentaron 2 especies con el IVI más alto: *Cheilanthes leucopoda* y *Oxalis latifolia* por lo cual tienen una mayor importancia dentro de la comunidad florística muestreada.

Tabla IV. 37. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo

| ARBUSTOS CUS | | | | | | | |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------|
| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. MUESTREADOS | DENSIDAD RELATIVA | FRECUENCIA RELATIVA | DOMINANCIA RELATIVA | IVI |
| 1 | <i>Agave albomarginata</i> | Magüey de márgenes claros | 9 | 0.10 | 0.64 | 0.02 | 0.77 |
| 2 | <i>Agave asperima</i> | Magüey áspero | 179 | 2.02 | 3.22 | 0.22 | 5.45 |
| 3 | <i>Ageratina calaminthaefolia</i> | N/A | 232 | 2.61 | 1.93 | 1.01 | 5.56 |
| 4 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 20 | 0.23 | 2.89 | 0.07 | 3.19 |
| 5 | <i>Aloysia gratissima</i> | Huele de noche | 1 | 0.01 | 0.32 | 0.02 | 0.35 |
| 6 | <i>Bouvardia temifolia</i> | Trompetilla | 62 | 0.70 | 2.89 | 0.06 | 3.65 |
| 7 | <i>Brickellia veronicifolia</i> | Estrellita | 9 | 0.10 | 1.29 | 0.01 | 1.40 |
| 8 | <i>Brongniartia intermedia</i> | N/A | 20 | 0.23 | 0.96 | 0.08 | 1.27 |
| 9 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 262 | 2.95 | 3.86 | 1.89 | 8.70 |
| 10 | <i>Bursera schlechtendalii</i> | Aceitillo | 34 | 0.38 | 2.25 | 0.30 | 2.93 |
| 11 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 427 | 4.81 | 4.50 | 0.39 | 9.70 |
| 12 | <i>Chrysactinia mexicana</i> | damianita | 10 | 0.11 | 0.32 | 0.02 | 0.45 |
| 13 | <i>Condalia mexicana</i> | Granjeno prieto | 1 | 0.01 | 0.32 | 0.01 | 0.34 |
| 14 | <i>Croton morifolius</i> | Pálido | 1 | 0.01 | 0.32 | 0.02 | 0.35 |
| 15 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 723 | 8.15 | 5.79 | 6.84 | 20.78 |
| 16 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | palo dulce | 66 | 0.74 | 4.50 | 0.86 | 6.10 |
| 17 | <i>Forestiera phyllireoides</i> | Acebuché | 2 | 0.02 | 0.32 | 0.00 | 0.35 |
| 18 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 790 | 8.90 | 4.50 | 28.91 | 42.32 |
| 19 | <i>Galphimia glauca</i> | Ámrica roja | 4 | 0.05 | 0.96 | 0.00 | 1.01 |
| 20 | <i>Helietta parvifolia</i> | Barreta | 2 | 0.02 | 0.64 | 0.00 | 0.67 |
| 21 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 694 | 7.82 | 5.47 | 1.20 | 14.48 |
| 22 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 431 | 4.86 | 5.79 | 1.45 | 12.10 |
| 23 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 341 | 3.84 | 4.82 | 1.75 | 10.42 |
| 24 | <i>Juniperus flaccida</i> | Cedro blanco | 2 | 0.02 | 0.64 | 0.01 | 0.67 |
| 25 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 820 | 9.24 | 5.47 | 8.35 | 23.06 |
| 26 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 436 | 4.91 | 4.18 | 1.08 | 10.17 |
| 27 | <i>Lantana camara</i> | cinco negritos | 1 | 0.01 | 0.32 | 0.00 | 0.34 |
| 28 | <i>Lippia bertandieri</i> | Orégano de monte | 41 | 0.46 | 1.29 | 0.09 | 1.84 |
| 29 | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | 178 | 2.01 | 2.57 | 2.74 | 7.32 |
| 30 | <i>Menodora helianthemoides</i> | Jazmincillo de monte | 2 | 0.02 | 0.32 | 0.00 | 0.34 |
| 31 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 1691 | 19.06 | 5.79 | 38.69 | 63.54 |
| 32 | <i>Neopinglea integrifolia</i> | Palo estaca | 1 | 0.01 | 0.32 | 0.11 | 0.44 |
| 33 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 367 | 4.14 | 2.57 | 0.84 | 7.55 |
| 34 | <i>Parthenium incanum</i> | Mariola | 2 | 0.02 | 0.64 | 0.02 | 0.68 |
| 35 | <i>Randia watsonii</i> | N/A | 2 | 0.02 | 0.32 | 0.03 | 0.38 |
| 36 | <i>Ruellia hirsutoglandulosa</i> | N/A | 45 | 0.51 | 0.96 | 0.03 | 1.50 |
| 37 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 153 | 1.72 | 5.14 | 0.51 | 7.38 |
| 38 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 184 | 2.07 | 3.54 | 0.52 | 6.13 |
| 39 | <i>Senna wislizeni</i> | carrozo | 3 | 0.03 | 0.64 | 0.09 | 0.77 |
| 40 | <i>Tecoma stans</i> | tronadora | 6 | 0.07 | 0.96 | 0.02 | 1.05 |
| 41 | <i>Turnera diffusa</i> | Damiana | 584 | 6.58 | 4.50 | 1.54 | 12.62 |
| 42 | <i>Zapoteca media</i> | Cabellito de ángel | 35 | 0.39 | 1.29 | 0.19 | 1.87 |
| TOTAL | | | 8873 | 100 | 100 | 100 | 300 |

En la Tabla IV.37 se muestran los resultados de frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa para cada especie. La especie que registró la mayor **frecuencia relativa** y presentaron el mismo valor con 5.79% fueron *Dalea lutea*, *Jefea gnaphalioides* y *Mimosa lacerata*. Estas especies, se presentaron en las 18 parcelas muestreadas. Los individuos con mayor **densidad relativa** son *Fouquieria splendens* y *Mimosa lacerata*. Las especies con mayor **dominancia relativa** son: *Mimosa lacerata* y *Fouquieria splendens* los resultados están influenciados en el primer caso por el número de individuos muestreados y la cobertura, en el segundo caso el resultado está influenciado por la cobertura. Para este estrato de acuerdo a los resultados el IVI mayor lo presentan 2 especies:

Mimosa lacerata 63.54% y *Fouqueria splendens* 42.32% por lo cual tienen una mayor importancia dentro de la comunidad florística muestreada.

Tabla IV. 38. Índice de Valor de Importancia para las cactáceas.

| CACTACEAS CUS | | | | | | | |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|
| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. MUESTREADOS | ABUNDANCIA RELATIVA | FRECUENCIA RELATIVA | DOMINANCIA RELATIVA | IVI |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 43 | 1.95 | 8.82 | 0.05 | 10.82 |
| 2 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 10 | 0.45 | 4.90 | 0.00 | 5.36 |
| 3 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Cardón | 4 | 0.18 | 1.96 | 1.06 | 3.20 |
| 4 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 43 | 1.95 | 9.80 | 1.16 | 12.91 |
| 5 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 542 | 24.60 | 11.76 | 1.24 | 37.61 |
| 6 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 299 | 13.57 | 15.69 | 2.06 | 31.32 |
| 7 | <i>Ferocactus glaucescens</i> | Biznaga barril azul | 2 | 0.09 | 0.98 | 0.04 | 1.11 |
| 8 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 94 | 4.27 | 5.88 | 0.05 | 10.20 |
| 9 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 759 | 34.45 | 16.67 | 7.39 | 58.51 |
| 10 | <i>Mytillocactus geometrizans</i> | Garambullo | 5 | 0.23 | 2.94 | 0.07 | 3.24 |
| 11 | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | 27 | 1.23 | 2.94 | 0.01 | 4.18 |
| 12 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 375 | 17.02 | 17.65 | 86.87 | 121.54 |
| TOTAL | | | 2203 | 100 | 100 | 100 | 300 |

La especie que registró la mayor **frecuencia relativa** fue *Ferocactus echidne*, la especie estuvo presente en 17 parcelas de las 18 muestreadas. El individuo con mayor **densidad relativa** fue *Mammillaria parkinsonii*. La especie con mayor **dominancia relativa** fue *Cylindropuntia imbricata*, los resultados están influenciados en este por la cobertura de la especie en el área muestreada. Para este estrato de acuerdo a los resultados se presentaron dos especies con el IVI más alto: *Opuntia stenopetala* y *Mammillaria parkinsonii* por lo cual tienen una mayor importancia dentro de la comunidad.

Abundancia y diversidad de especies

Un **índice de abundancia** es un parámetro relacionado con la densidad y que refleja los cambios de la misma. Su utilidad radica en la posibilidad de comparar sus resultados con otros obtenidos por idéntico procedimiento. La obtención de un índice de abundancia no está sujeta a normas fijas, por lo que su aplicación depende de la creatividad y sentido común del censador. Si se controla el esfuerzo empleado en la obtención de registros y si ese mismo esfuerzo se aplica en diferentes lugares y circunstancias, los valores obtenidos reflejarán las diferencias en abundancia de las especies estudiadas, dado que el índice de abundancia es función de la densidad o tamaño de la población (Telleria, 1986). Para la obtención de los resultados se hizo

Abundancia por hectárea

$$N = n / (SM) * 10,000 \text{ m}^2$$

Donde:

N=Abundancia de individuos por hectárea

n=Número de individuos contados por especie

SM=Superficie muestreada en m²

10,000=Superficie de una hectárea en m²

Abundancia por CUS

$$Mc = N * Acus$$

Donde:

CUS= abundancia de individuos en el área propuesta para cambio de uso de suelo (CUS)

N=Abundancia de individuos por hectárea

Acus= Superficie de los polígonos forestales propuestos a cambio de uso de suelo (CUS) en hectáreas. (19.94 ha).

Tabla IV. 39. Cálculo de individuos herbáceos presentes en el área interna del predio

| HERBACEAS CUS | | | | | |
|---------------|----------------------------------|----------------------------|------------------|---------|---------|
| NO. | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN | IND. MUESTREADOS | IND./HA | IND/CUS |
| 1 | <i>Acalypha monostachya</i> | Hierba del cancer | 11 | 12 | 244 |
| 2 | <i>Acourtia purpusii</i> | N/A | 1 | 1 | 22 |
| 3 | <i>Brickellia subuligera</i> | N/A | 8 | 9 | 177 |
| 4 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 20 | 22 | 443 |
| 5 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 133 | 148 | 2947 |
| 6 | <i>Cyphomeris gypsophiloides</i> | N/A | 55 | 61 | 1219 |
| 7 | <i>Dichondra argentea</i> | Oreja de ratón | 1 | 1 | 22 |
| 8 | <i>Dyssodia papposa</i> | Flor de muerto | 6 | 7 | 133 |
| 9 | <i>Euphorbia graminea</i> | Golondrina | 2 | 2 | 44 |
| 10 | <i>Euphorbia villifera</i> | N/A | 32 | 36 | 709 |
| 11 | <i>Galactia brachystachys</i> | Frijolillo de espiga corta | 3 | 3 | 66 |
| 12 | <i>Ipomoea costellata</i> | N/A | 85 | 94 | 1883 |
| 13 | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | 19 | 21 | 421 |
| 14 | <i>Krameria secundiflora</i> | Clameria | 3 | 3 | 66 |
| 15 | <i>Loeselia coerulea</i> | Jarrito | 5 | 6 | 111 |
| 16 | <i>Nothoscordum bivalve</i> | Cebolleta | 43 | 48 | 953 |
| 17 | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | 225 | 250 | 4985 |
| 18 | <i>Pellaea cordifolia</i> | Itamo real | 7 | 8 | 155 |
| 19 | <i>Pilea microphylla</i> | verdolaguilla | 17 | 19 | 377 |
| 20 | <i>Polygala barbeyana</i> | N/A | 2 | 2 | 44 |
| 21 | <i>Sanvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | 49 | 54 | 1086 |
| 22 | <i>Scutellaria potosina</i> | N/A | 12 | 13 | 266 |
| 23 | <i>Selaginella lepidophylla</i> | Doradilla ondulada | 120 | 133 | 2659 |
| 24 | <i>Sida abutifolia</i> | Malva | 3 | 3 | 66 |
| 25 | <i>Thymophylla setifolia</i> | Parraleña | 37 | 41 | 820 |
| 26 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 100 | 111 | 2216 |
| 27 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortigailla | 40 | 44 | 886 |
| 28 | <i>Tridax coronopifolia</i> | Coronilla | 147 | 163 | 3257 |
| 29 | <i>Zinnia peruviana</i> | Gallito de monte | 1 | 1 | 22 |
| TOTAL | | | 1187 | 1319 | 26299 |

Para este estrato se registraron 29 especies, con un total de 1,187 individuos. De acuerdo a las estimaciones realizadas, se calcula que en una hectárea se tendrían **1,319**, individuos de las especies reportadas para este estrato, en el área propuesta para el cambio de uso de suelo (19.94 ha) se estima una abundancia de **26,299** individuos. La especie más abundante que se reportó fue *Oxalis latifolia*, originaria de México (salvo en las partes más frías) y distribuida desde el sur-oeste de Estados Unidos hasta Perú, introducida en Europa, África, Asia y Australia. En México presenta una amplia distribución en los estados de Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, CDMX, Durango, Guerrero, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Oaxaca, Querétaro, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz (Villaseñor y Espinosa, 1998). Nativa, común en lugares cultivados, orilla de caminos y áreas de disturbio.

Tabla IV. 40.Cálculo de individuos arbustivos presentes en el área interna del predio

| ARBUSTOS CUS | | | | | |
|--------------|----------------------------------|---------------------------|------------------|---------|---------|
| NO. | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN | IND. MUESTREADOS | IND./HA | IND/CUS |
| 1 | <i>Agave albomarginata</i> | Magüey de márgenes claros | 9 | 10 | 199 |
| 2 | <i>Agave asperima</i> | Magüey áspero | 179 | 199 | 3966 |
| 3 | <i>Ageratina calaminthifolia</i> | N/A | 232 | 258 | 5140 |
| 4 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 20 | 22 | 443 |
| 5 | <i>Aloysia gratissima</i> | Huele de noche | 1 | 1 | 22 |
| 6 | <i>Bouvardia ternifolia</i> | Trompetilla | 62 | 69 | 1374 |
| 7 | <i>Brickellia veronicifolia</i> | Estrellita | 9 | 10 | 199 |
| 8 | <i>Brongniartia intermedia</i> | N/A | 20 | 22 | 443 |
| 9 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 262 | 291 | 5805 |
| 10 | <i>Bursera schlechtendalii</i> | Aceitillo | 34 | 38 | 753 |
| 11 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquillo | 427 | 474 | 9460 |
| 12 | <i>Chrysactinia mexicana</i> | Damianita | 10 | 11 | 222 |
| 13 | <i>Condalia mexicana</i> | Granjeno prieto | 1 | 1 | 22 |
| 14 | <i>Croton morifolius</i> | Pálido | 1 | 1 | 22 |
| 15 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 723 | 803 | 16018 |
| 16 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | Palo dulce | 66 | 73 | 1462 |
| 17 | <i>Forestiera phillyreoides</i> | Acebuché | 2 | 2 | 44 |
| 18 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 790 | 878 | 17503 |
| 19 | <i>Galphimia glauca</i> | Árnica roja | 4 | 4 | 89 |
| 20 | <i>Helietta parvifolia</i> | Barreta | 2 | 2 | 44 |
| 21 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 694 | 771 | 15376 |
| 22 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 431 | 479 | 9549 |
| 23 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 341 | 379 | 7555 |
| 24 | <i>Juniperus flaccida</i> | Cedro blanco | 2 | 2 | 44 |
| 25 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 820 | 911 | 18168 |
| 26 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 436 | 484 | 9660 |
| 27 | <i>Lantana camara</i> | Cinco negritos | 1 | 1 | 22 |
| 28 | <i>Lippia berlandieri</i> | Orégano de monte | 41 | 46 | 908 |
| 29 | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | 178 | 198 | 3944 |
| 30 | <i>Menodora helianthemoides</i> | Jazmincillo de monte | 2 | 2 | 44 |
| 31 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 1691 | 1879 | 37465 |
| 32 | <i>Neopringlea integrifolia</i> | Palo estaca | 1 | 1 | 22 |
| 33 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 367 | 408 | 8131 |
| 34 | <i>Parthenium incanum</i> | Mariola | 2 | 2 | 44 |
| 35 | <i>Randia watsonii</i> | N/A | 2 | 2 | 44 |
| 36 | <i>Ruellia hirsutoglandulosa</i> | N/A | 45 | 50 | 997 |
| 37 | <i>Salvia ballotaeflora</i> | Mejorana | 153 | 170 | 3390 |
| 38 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 184 | 204 | 4077 |
| 39 | <i>Senna wislizeni</i> | carrozo | 3 | 3 | 66 |
| 40 | <i>Tecoma stans</i> | tronadora | 6 | 7 | 133 |
| 41 | <i>Tumera diffusa</i> | Damiana | 584 | 649 | 12939 |
| 42 | <i>Zapoteca media</i> | Cabellito de ángel | 35 | 39 | 775 |
| TOTAL | | | 8873 | 9859 | 196586 |

Para este estrato se presentó una riqueza total de 42 especies en el área propuesta para cambio de uso de suelo (CUSTF), con una abundancia total de **8,873** individuos, se estima que hectárea habría **9,859** individuos; y para el CUSTF, se estima tendría una abundancia de **196,586** individuos arbustivos. (Tabla IV.40). Se registraron 2 especies con mayor abundancia: *Mimosa lacerata* siendo la más abundante para este estrato, es un elemento común y abundante en la parte central de Querétaro, propio de matorrales xerófilos, se encuentra principalmente en sitios perturbados, se encuentra en altitudes de 1050-2250 m. Crece también en encinares, bosques de coníferas y bosque

tropical caducifolio, la segunda especie más abundante registrada en el CUSTF fue *Karwinskia mollis* es una especie endémica con distribución restringida solo en algunos estados del centro, asociada principalmente a bosques tropicales caducifolios y matorrales xerófilos (Fernández, 1992 et Waksman, 1992)., reconocida como planta tóxica causante de envenenamiento en ganado y niños de poblaciones rurales.

Tabla IV. 41.Cálculo de cactáceas presentes en el área interna del predio

| CACTACEAS CUS | | | | | |
|---------------|------------------------------------|----------------------------|------------------|---------|---------|
| NO. | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN | IND. MUESTREADOS | IND./HA | IND/CUS |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 43 | 48 | 953 |
| 2 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 10 | 11 | 222 |
| 3 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Cardón | 4 | 4 | 89 |
| 4 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 43 | 48 | 953 |
| 5 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 542 | 602 | 12008 |
| 6 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 299 | 332 | 6625 |
| 7 | <i>Ferocactus glaucescens</i> | Biznaga barril azul | 2 | 2 | 44 |
| 8 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 94 | 104 | 2083 |
| 9 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 759 | 843 | 16816 |
| 10 | <i>Myrtillocactus geometrizans</i> | garambullo | 5 | 6 | 111 |
| 11 | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | 27 | 30 | 598 |
| 12 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 375 | 417 | 8308 |
| TOTAL | | | 2203 | 2448 | 48809 |

Respecto a las cactáceas se registraron 12 especies con **2,203** individuos muestreados en el polígono forestal propuesto para el cambio de uso de suelo. (Tabla IV.41). De acuerdo a los análisis estadísticos por hectárea se presentarían **2,448** individuos, por CUSTF se tendrían **48,8809** individuos. La especie más abundante fue *Opuntia stenopetala*, habita en matorral xerófilo o micrófilo, matorral rosetófilo y bosque de juníferos, pinos y encinos, en suelo calizo.

Sustitución de valores para la obtención de resultados de abundancia

A continuación, se presenta la sustitución de los valores obtenidos de la estimación de los individuos por hectárea y área del proyecto (CUSTF).

Se sumó el total de individuos de cada especie que se reportaron en las 18 parcelas, y se obtuvieron los individuos muestreados, posteriormente se calcularon los individuos por hectárea, con la siguiente fórmula:

Se tomará como ejemplo para la sustitución en el valor para la especie *Opuntia stenopetala* de las cactáceas.

$$\text{Individuos/hectárea} = (10000 \cdot \text{individuos muestreado}) / \text{superficie muestreada en m}^2$$

Sustituyendo los valores se tiene:

$$\text{Individuos/hectárea} = (10000 \cdot 10,000) / 2035 = 2035 \text{ individuos por hectárea.}$$

Donde 10,000 corresponde al total de metros cuadrados muestreados en las 18 parcelas para las cactáceas.

Posteriormente se calculan los individuos para el área del proyecto mediante la siguiente fórmula:

Individuos por CUS = Área propuesta para cambio de uso de suelo*individuos por hectárea

Sustituyendo los valores se tiene:

Individuos por CUS= 19.94* 483 individuos por hectárea= 9,631 individuos por CUS.

Para el estrato arbustivo se realiza el mismo procedimiento, para el estrato herbáceo la única diferencia en la sustitución de valores del área muestreada, que corresponde a 10 m² por parcela.

Diversidad biológica

Expresa el número de especies y abundancia relativa de las mismas en una comunidad. Se pueden distinguir comunidades de baja diversidad como los médanos, charcos efímeros y comunidades de alta diversidad como las selvas tropicales y los arrecifes de coral. Así se puede decir que: a) La diversidad es baja en comunidades transitorias, muy explotadas o bajo condiciones ambientales precarias y muy fluctuantes, b) la diversidad va aumentando desde las primeras etapas de una sucesión hasta culminar en el clímax, c) la diversidad aumenta al pasar un ecosistema de condiciones rigurosas o extremas a condiciones óptimas, d) la diversidad aumenta desde regiones templadas a tropicales y desde colinas arenosas a bosques, e) la contaminación determina un descenso de la diversidad, por establecer condiciones muy desfavorables que pocas especies pueden resistir.

El índice de diversidad se calcula a través de expresiones matemáticas que relacionan el número de especies de una comunidad y los valores de importancia tales como número, biomasa, productividad, etc., de los individuos.

Cuando todos los individuos pertenecen a la misma especie, el índice es cero, significa que la diversidad es nula. Por lo contrario, altos valores del índice corresponden a una gran diversidad específica en la comunidad, cuando ocurren condiciones favorables del medio que permite la instalación de numerosas especies, como ocurre en el caso de una selva clímax. Bajos valores de índice implican condiciones desfavorables, con pocas especies adaptadas a esas situaciones extremas, que serían al caso de las comunidades halófilas (ambientes con gran cantidad de sales).

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de **Shannon**, también conocido como **Shannon- Wiener** (Shannon y Wiener, 1949), derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

Asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar. Puede adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Puede verse fuertemente influenciado por las especies más abundantes.

Para el cálculo del índice de Shannon, diversidad máxima y equidad se utilizaron las siguientes fórmulas:

El índice de Shannon (Shannon y Wiener, 1949):

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

Donde:

S= número de especies (riqueza de especie)

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia

relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa a los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran menciona que para el índice de Shannon-WEINER, los valores a 1.5 se consideran como una diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

La diversidad máxima (Hmax= lnS) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes.

Donde:

Ln= logaritmo natural

S=riqueza

El índice de equidad

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son iguales de abundantes.

$$J = H/H' \text{ max}$$

Dónde:

J= Índice de equidad de Pielou

H'=Índice de diversidad de Shannon-Wiener

H' max= LN(S)

S=número de especies

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para los estratos herbáceos, arbustivos y cactáceos.

Tabla IV. 42. Diversidad, diversidad máxima, equidad y riqueza del estrato herbáceo en el área interna del predio

| HERBACEAS CUS | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------|---------------------|------------|
| NO. | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN | IND. MUESTREADOS | ABUNDANCIA ABSOLUTA | DIVERSIDAD |
| 1 | <i>Acalypha monostachya</i> | Hierba del cancer | 11 | 0.01 | -0.04 |
| 2 | <i>Acourtia purpusii</i> | N/A | 1 | 0.00 | -0.01 |
| 3 | <i>Brickellia subuligera</i> | N/A | 8 | 0.01 | -0.03 |
| 4 | <i>Cheilanthes bonariensis</i> | Helecho | 20 | 0.02 | -0.07 |
| 5 | <i>Cheilanthes leucopoda</i> | Helecho | 133 | 0.11 | -0.25 |
| 6 | <i>Cyphomeris gypsophiloides</i> | N/A | 55 | 0.05 | -0.14 |
| 7 | <i>Dichondra argentea</i> | Oreja de ratón | 1 | 0.00 | -0.01 |
| 8 | <i>Dyssodia papposa</i> | Flor de muerto | 6 | 0.01 | -0.03 |
| 9 | <i>Euphorbia graminea</i> | Golondrina | 2 | 0.00 | -0.01 |
| 10 | <i>Euphorbia villifera</i> | N/A | 32 | 0.03 | -0.10 |
| 11 | <i>Galactia brachystachys</i> | Frijolillo de espiga corta | 3 | 0.00 | -0.02 |
| 12 | <i>Ipomoea costellata</i> | N/A | 85 | 0.07 | -0.19 |
| 13 | <i>Ipomoea pubescens</i> | Trompillo | 19 | 0.02 | -0.07 |
| 14 | <i>Krameria secundiflora</i> | Clameria | 3 | 0.00 | -0.02 |
| 15 | <i>Loeselia coerulea</i> | Jarrito | 5 | 0.00 | -0.02 |
| 16 | <i>Nothoscordum bivalve</i> | Cebolleta | 43 | 0.04 | -0.12 |
| 17 | <i>Oxalis latifolia</i> | Trebol | 225 | 0.19 | -0.32 |
| 18 | <i>Pellaea cordifolia</i> | Itamo real | 7 | 0.01 | -0.03 |
| 19 | <i>Pilea microphylla</i> | verdolaguilla | 17 | 0.01 | -0.06 |
| 20 | <i>Polygala barbeyana</i> | N/A | 2 | 0.00 | -0.01 |
| 21 | <i>Sanvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | 49 | 0.04 | -0.13 |
| 22 | <i>Scutellaria potosina</i> | N/A | 12 | 0.01 | -0.05 |
| 23 | <i>Selaginella lepidophylla</i> | Doradilla ondulada | 120 | 0.10 | -0.23 |
| 24 | <i>Sida abutilifolia</i> | Malva | 3 | 0.00 | -0.02 |
| 25 | <i>Thymophylla setifolia</i> | Parraleña | 37 | 0.03 | -0.11 |
| 26 | <i>Tradescantia navicularis</i> | Planta cadena | 100 | 0.08 | -0.21 |
| 27 | <i>Tragia nepetifolia</i> | Ortiguilla | 40 | 0.03 | -0.11 |
| 28 | <i>Tridax coronopifolia</i> | Coronilla | 147 | 0.12 | -0.26 |
| 29 | <i>Zinnia peruviana</i> | Gallito de monte | 1 | 0.00 | -0.01 |
| TOTAL | | | 1187 | 1 | -2.65 |
| Riqueza S | | | 29 | | |
| Indice de Shannon | | | 2.65 | | |
| Diversidad Máxima | | | 3.37 | | |
| Equidad (J) | | | 0.8 | | |

Para este estrato se registró una riqueza específica de 29 especies, las cuales tiene una distribución de 0.8, con lo cual se puede afirmar que la presencia de especies dominantes es muy reducida, los valores para este parámetro van de 0 a 1, considerándose el 1 como el valor más alto, cuando las especies son igualmente abundantes, por lo que se podría considerar que en este estrato las especies reportadas se encuentran igualmente distribuidos. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área muestreada para el CUSTF es de 3.37 y el índice de Shannon es de 2.65 lo que indica que el estrato no está cercano a alcanzar su diversidad máxima, según Maguran es considerada una diversidad media.

Tabla IV. 43. Diversidad, diversidad máxima, equidad y riqueza del estrato arbustivo en el área interna del predio

| ARBUSTOS CUS | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------|---------------------|------------|
| NO. | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN | IND. MUESTREADOS | ABUNDANCIA ABSOLUTA | DIVERSIDAD |
| 1 | <i>Agave albomarginata</i> | Magüey de márgenes claros | 9 | 0.001 | -0.007 |
| 2 | <i>Agave asperima</i> | Magüey áspero | 179 | 0.020 | -0.079 |
| 3 | <i>Ageratina calaminthifolia</i> | N/A | 232 | 0.026 | -0.095 |
| 4 | <i>Ageratina espinosarum</i> | Estrellita | 20 | 0.002 | -0.014 |
| 5 | <i>Aloysia gratissima</i> | Huele de noche | 1 | 0.000 | -0.001 |
| 6 | <i>Bowardia ternifolia</i> | Trompetilla | 62 | 0.007 | -0.035 |
| 7 | <i>Brickellia veronicifolia</i> | Estrellita | 9 | 0.001 | -0.007 |
| 8 | <i>Brongniartia intermedia</i> | N/A | 20 | 0.002 | -0.014 |
| 9 | <i>Bursera fagaroides</i> | Palo xixote | 262 | 0.030 | -0.104 |
| 10 | <i>Bursera schlechtendalii</i> | Aceitillo | 34 | 0.004 | -0.021 |
| 11 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charraquillo | 427 | 0.048 | -0.146 |
| 12 | <i>Chrysactinia mexicana</i> | damianita | 10 | 0.001 | -0.008 |
| 13 | <i>Condalia mexicana</i> | Granjeno prieto | 1 | 0.000 | -0.001 |
| 14 | <i>Croton monifolius</i> | Pálido | 1 | 0.000 | -0.001 |
| 15 | <i>Dalea lutea</i> | Dalea amarilla | 723 | 0.081 | -0.204 |
| 16 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | Palo dulce | 66 | 0.007 | -0.036 |
| 17 | <i>Forestiera phillyreoides</i> | Acebuche | 2 | 0.000 | -0.002 |
| 18 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 790 | 0.089 | -0.215 |
| 19 | <i>Galphimia glauca</i> | Ámica roja | 4 | 0.000 | -0.003 |
| 20 | <i>Helietta parvifolia</i> | Barreta | 2 | 0.000 | -0.002 |
| 21 | <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago | 694 | 0.078 | -0.199 |
| 22 | <i>Jefea gnaphalioides</i> | N/A | 431 | 0.049 | -0.147 |
| 23 | <i>Jefea lantanifolia</i> | N/A | 341 | 0.038 | -0.125 |
| 24 | <i>Juniperus flaccida</i> | Cedro blanco | 2 | 0.000 | -0.002 |
| 25 | <i>Karwinskia mollis</i> | Capulincillo | 820 | 0.092 | -0.220 |
| 26 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Hierba mariposa | 436 | 0.049 | -0.148 |
| 27 | <i>Lantana camara</i> | Cóncino negritos | 1 | 0.000 | -0.001 |
| 28 | <i>Lippia berlandieri</i> | Orégano de monte | 41 | 0.005 | -0.025 |
| 29 | <i>Machaonia coulteri</i> | Huele de noche | 178 | 0.020 | -0.078 |
| 30 | <i>Menodora helianthemoides</i> | Jazmínchillo de monte | 2 | 0.000 | -0.002 |
| 31 | <i>Mimosa lacerata</i> | Garabato | 1691 | 0.191 | -0.316 |
| 32 | <i>Neoprioclea integrifolia</i> | Palo estaca | 1 | 0.000 | -0.001 |
| 33 | <i>Painteria revoluta</i> | N/A | 367 | 0.041 | -0.132 |
| 34 | <i>Parthenium incanum</i> | Mariola | 2 | 0.000 | -0.002 |
| 35 | <i>Randia watsonii</i> | N/A | 2 | 0.000 | -0.002 |
| 36 | <i>Ruellia hirsutoglandulosa</i> | N/A | 45 | 0.005 | -0.027 |
| 37 | <i>Salvia ballotaeiflora</i> | Mejorana | 153 | 0.017 | -0.070 |
| 38 | <i>Salvia melissodora</i> | Mirto | 184 | 0.021 | -0.080 |
| 39 | <i>Senna wislizeni</i> | carrozo | 3 | 0.000 | -0.003 |
| 40 | <i>Tecoma stans</i> | tronadora | 6 | 0.001 | -0.005 |
| 41 | <i>Tumera diffusa</i> | Damiana | 584 | 0.066 | -0.179 |
| 42 | <i>Zapoteca media</i> | Cabellito de ángel | 35 | 0.004 | -0.022 |
| TOTAL | | | 8873 | 1 | -2.782 |
| Riqueza S | | | 42 | | |
| Índice de Shannon | | | 2.78 | | |
| Diversidad Máxima | | | 3.74 | | |
| Equidad (J) | | | 0.7 | | |

Para este estrato se registró una riqueza específica de 42 especies, las cuales tiene una distribución de 0.8, con lo cual se puede afirmar que la presencia de especies dominantes es reducida, los valores para este parámetro van de 0 a 1, considerándose el 1 como el valor más alto, cuando las especies son igualmente abundantes, por lo que se podría considerar que en este estrato las especies reportadas se encuentran igualmente distribuidos. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el CUS es de 3.74 y el índice de Shannon es de 2.78 (según Magurran es una diversidad media), lo que indica que este estrato no está cerca de alcanzar su diversidad máxima.

Tabla IV. 44. Diversidad, diversidad máxima, equidad y riqueza para cactáceas en el área interna del predio

| CACTACEAS CUS | | | | | |
|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------|---------------------|------------|
| NO. | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN | IND. MUESTREADOS | ABUNDANCIA ABSOLUTA | DIVERSIDAD |
| 1 | <i>Coryphantha erecta</i> | Biznaga partida parada | 43 | 0.020 | -0.077 |
| 2 | <i>Coryphantha radians</i> | Biznaga partida de cuernos | 10 | 0.005 | -0.024 |
| 3 | <i>Cylindropuntia imbricata</i> | Cardón | 4 | 0.002 | -0.011 |
| 4 | <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra | 43 | 0.020 | -0.077 |
| 5 | <i>Echinocereus pentalophus</i> | Alicoche falso | 542 | 0.246 | -0.345 |
| 6 | <i>Ferocactus echidne</i> | Biznaga barril espinosa | 299 | 0.136 | -0.271 |
| 7 | <i>Ferocactus glaucescens</i> | Biznaga barril azul | 2 | 0.001 | -0.006 |
| 8 | <i>Mammillaria compressa</i> | Biznaga comprimida | 94 | 0.043 | -0.135 |
| 9 | <i>Mammillaria parkinsonii</i> | Biznaga de aréola dorada | 759 | 0.345 | -0.367 |
| 10 | <i>Myrtillocactus geometrizans</i> | garambullo | 5 | 0.002 | -0.014 |
| 11 | <i>Neolloydia conoidea</i> | Biznaga cónica | 27 | 0.012 | -0.054 |
| 12 | <i>Opuntia stenopetala</i> | Arrastradillo | 375 | 0.170 | -0.301 |
| TOTAL | | | 2203 | 1 | -1.683 |
| Riqueza S | | | 12 | | |
| Índice de Shannon | | | 1.68 | | |
| Diversidad Máxima | | | 2.48 | | |
| Equidad (J) | | | 0.7 | | |

Para este estrato se registró una riqueza específica de 12 especies, las cuales tiene una distribución de 0.7, con lo cual se puede afirmar que la presencia de especies dominantes es muy reducida, los valores para este parámetro van de 0 a 1, considerándose el 1 como el valor más alto, cuando las especies son igualmente abundantes, por lo que se podría considerar que en este estrato las especies reportadas se encuentran igualmente distribuidos. La máxima diversidad que puede alcanzar para las cactáceas en el CUSTF es de 2.48 y el índice de Shannon es de 1.68 lo que indica que este estrato no está cerca de alcanzar su máxima diversidad. Sin embargo, según Magurran, presenta una diversidad media.

En relación a las especies de flora presentes en el Sistema Ambiental, se llevó a cabo un muestreo en varios puntos de la subcuenca, por lo que se define que aproximadamente el 85% de las especies de los diferentes estratos que se encuentran en el predio CUSTF, se encuentran distribuidas en dicha subcuenca a la cual pertenece el sistema ambiental, y considerando en Índice de valor de importancia (IVI) obtenido, se selecciona para rescate y reubicación a las especies que se presentaron únicamente en el predio de CUSTF, aquellas que se encontraron tanto en la subcuenca como en el predio CUSTF pero con el IVI menor o igual en la microcuenca.

IV.3.1.2.2 Fauna

Se define a la vida silvestre como organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluye sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales, de acuerdo a la fracción XLIX del artículo 3° de la Ley General de Vida Silvestre promulgada en el año 2000.

Para estimación del tamaño poblacional de fauna, específicamente en mamíferos se han utilizado métodos de conteo directo e indirecto. Los métodos directos se pueden separar en tres categorías: conteo en transecto, captura-marcaje y reconstrucción de la posible estructura de la población con base en datos de cacería. En los muestreos indirectos se cuenta el conteo de huellas, excremento, madrigueras y cantos (Gallina y López, 2011).

Para determinar cuál es la fauna silvestre que se encuentra normalmente dentro predio de estudio, se realizaron recorridos en transecto de franja (Gallina y López, 2011) los días 9 al 14 de Septiembre de 2019. Durante dichos recorridos se revisó activamente si existían lugares de anidación, madrigueras o avistamientos directos de fauna y se tomó en cuenta evidencia de rastros tales como huellas, excretas y cantos o llamados.

IV.3.1.2.2.1 Metodología de muestreo para cada grupo

El transecto de franja es una unidad de muestreo rectangular muy larga y estrecha, donde se establece un ancho de observación a cada lado de la línea media del transecto el cual está determinado por la cobertura vegetal, relieve, hora del día y técnica de muestreo (a pie, vehículo etc.) y se debe contabilizar los animales o rastros dentro del transecto de franja (Gallina y López, 2011).

Para ese estudio se establecieron 3 transectos de 100 metros dentro del predio de estudio. La apertura del paisaje permitió que la distancia de avistamiento fuera de 20 metros hacia cada lado para el reconocimiento de aves, mamíferos y reptiles; así como de rastros y posibles madrigueras. De esta forma, tomando en cuenta que cada transecto se recorrió dos veces (día y crepúsculo), se obtuvo un total de 2.4 Ha de área de muestreo (24,000 m²).

Mamíferos

Los animales pertenecientes al grupo de los mamíferos que pueden encontrarse en zonas similares a la del predio de estudio son de talla pequeña a mediana, siendo los roedores los más diversos y abundantes.

Tomando en cuenta que sus principales picos de actividad se presentan durante el crepúsculo y la noche, adicional a los muestres diurnos se realizaron recorridos al atardecer. Al mismo tiempo se tomó evidencia de rastro de caminos, excretas, madrigueras o zonas de tránsito, ayudados por el manual de rastreo de mamíferos silvestres de México, se considera rastro a “todo vestigio, señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades, así como cualquier resto que quede de ellos” (Aranda-Sanchez, 2012). Se registró y fotografió en medida de lo posible los individuos que fueran observados. De forma similar se realizaron los mismos recorridos durante la mañana del siguiente día para ubicar huellas y otros rastros, así como ubicar posibles individuos que aún tuvieran actividad

El muestreo se realizó con énfasis en el reconocimiento de huellas y excretas, esto con la finalidad de disminuir el grado de dificultad en la identificación científica de la especie e identificación de rastro en campo. En caso de encontrar huellas se considera las medidas especificadas en la figura IV.21. Las medidas mencionadas facilitan el reconocimiento de la especie ya que estas varían entre grupos (mamíferos, ungulados) e incluso entre familias, géneros o especies.

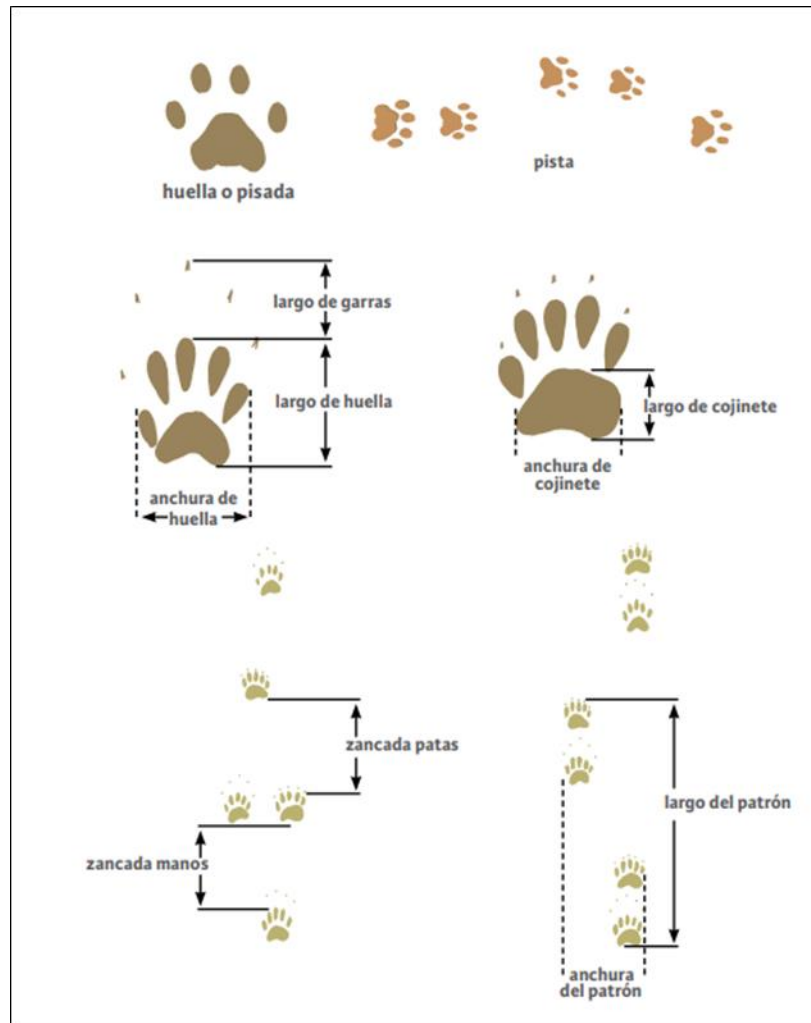
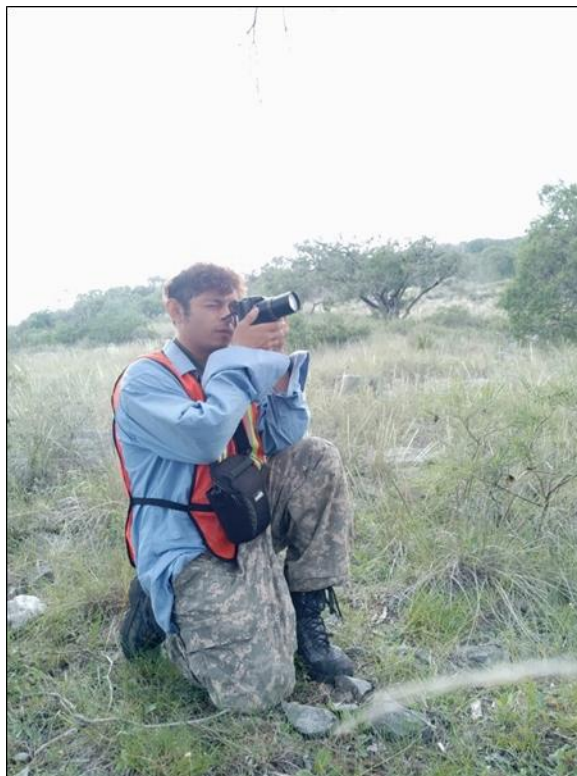


Figura IV. 21. Medidas observables para identificación de fauna silvestre a través de huellas.
Fuente (Aranda-Sánchez, 2012)

Para las excretas sólo se toma fotografía, se coloca referencia de tamaño, se anota que forma tiene, color y se observa si hay presencia de semillas, pelos etc. Para otros rastros, tales como senderos, madrigueras, sitios de descanso etc., se toman fotografías con referencia de tamaño (Aranda-Sánchez, 2012).

Aves

El avistamiento y registro de aves se realizó conforme a una modificación del método de observación de aves establecido por Bojorges-Baños (2006) el cual consiste en realizar recorridos aleatorios dentro del área de interés para detectar el mayor número de individuos posibles (Fjeldsa, 1999). De esta manera se contabilizaron y fotografiaron cuando fue posible, las aves que aparecieran durante el recorrido de los transectos y aquellas que fueran observadas durante los muestreos de vegetación. La identificación de las especies fue realizada por los técnicos de campo con ayuda de la guía de campo para identificación de aves de Norteamérica de National Geographic y la guía digital de aves norteamericanas de Audubon. Para la observación se utilizaron binoculares, el horario de muestreo u observación para el grupo fue de 6am a 8 am.



Fotografía IV. 8. Búsqueda de aves mediante avistamiento.



Fotografía IV. 9. Recorridos para búsqueda de fauna en transecto de franja.

Reptiles

Para identificar si existían individuos pertenecientes a este grupo en los sitios de interés se llevaron a cabo los siguientes métodos: muestreo de colecta oportunista, que consiste en la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año; método de encuentro visual que consiste en la observación de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o aleatorios y transectos, que son recorridos de longitud previamente establecida (Aguirre-León y Cázares, 2009; Gallina y López, 2011). Los recorridos se realizaron sobre los transectos de franja durante las primeras horas de la mañana, teniendo en cuenta que es el momento del día en el que hay más probabilidad de observar diferentes especies de reptiles debido a su necesidad de tomar sol y calentarse antes de poder iniciar correctamente su actividad. Para esto se tuvo especial cuidado de observar superficies como rocas, troncos, base de los árboles y cactáceas donde suelen posarse para aprovechar la seguridad que las espinas de la planta le proporcionan contra posibles depredadores.

De igual forma sobre los mismos transectos se levantaron rocas y troncos para observar a los que pudieran estar escondiéndose debajo. Los individuos fueron fotografiados cuando fue posible y se identificaron con ayuda de guías de identificación para reptiles mexicanos.

Anfibios

Este grupo de organismos suele estar presente únicamente en cuerpos de agua o en zonas muy húmedas y durante las temporadas de lluvias, ocultándose o buscando refugio durante las secas. La mayoría de las especies muestran actividad máxima después de la puesta de sol, pero son difícil de observar debido a su pequeño tamaño y debido a que su avistamiento varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, por lo que es recomendable realizar conteos durante periodos estandarizados, en condición climática y en tiempo. Para identificar si existían individuos pertenecientes a este grupo en los sitios de interés se ejecutaron los siguientes métodos: muestreo de colecta oportunista, que consiste en la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año; método de encuentro visual que consiste en la observación de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o aleatorios y transectos, que son recorridos de longitud previamente establecida (Aguirre-León y Cázares, 2009; Gallina y López, 2011). En este caso, la búsquedas fue constantes durante los muestreos de reptiles, bajo rocas, troncos o en las pequeñas charcas que pudieran encontrarse luego de las lluvias esporádicas que se presentaron anteriores a los días de muestreo; Sin embargo no se obtuvo ningún avistamiento o rastro de Anfibios durante los recorridos realizados.

Para la identificación de la fauna se tomó en cuenta la experiencia de los técnicos de campo acerca de la biología de las especies, y se utilizaron manuales de identificación de rastros y mamíferos de México, guías de campo para aves así como guías digitales para fauna de los cuatro grupos (mamíferos, aves, anfibios y reptiles). En los recorridos se tomaron fotografías de los avistamientos cuando fue posible, para ello se utilizó una cámara digital Nikon con 42X de Zoom óptico y una Cámara Canon EOS réflex. Para las aves se complementó la información reproduciendo grabaciones de cantos y llamados de especies registradas para la zona, identificándolas con las respuestas a dichos cantos.

Así mismo se colocaron dos trampas de cámara con sensor de movimiento durante la noche con un cebo atrayente para complementar los registros, estas se colocaron los mismos días de muestreo de los transectos de franja. Las trampas-cámara se colocan en sitios donde se hayan encontrado rastros de fauna ya que algunos animales, como los carnívoros se desplazan selectivamente por lugares como cañadas, crestas de cerros, caminos, bases de árboles o rocas de gran tamaño. La trampa-cámara se fija a un árbol a por lo menos 50cm del suelo para tomar fotografías de cuerpo

completo, y como cebo atrayente se coloca un recipiente con agua y un preparado de sardina, huevo y calamar. La metodología que se utilizó para la colocación de trampas-cámara es la recomendada por Gallina y López (2011) en el Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna.



Fotografía IV. 10. Colocación de trampa de cámara para muestreo de fauna

En la figura IV.2 se muestra la ubicación gráfica de los transectos, de los cuales se tendrá un área de observación, asimismo, en la Tabla IV.45 se muestran las coordenadas de inicio y fin de cada transecto.

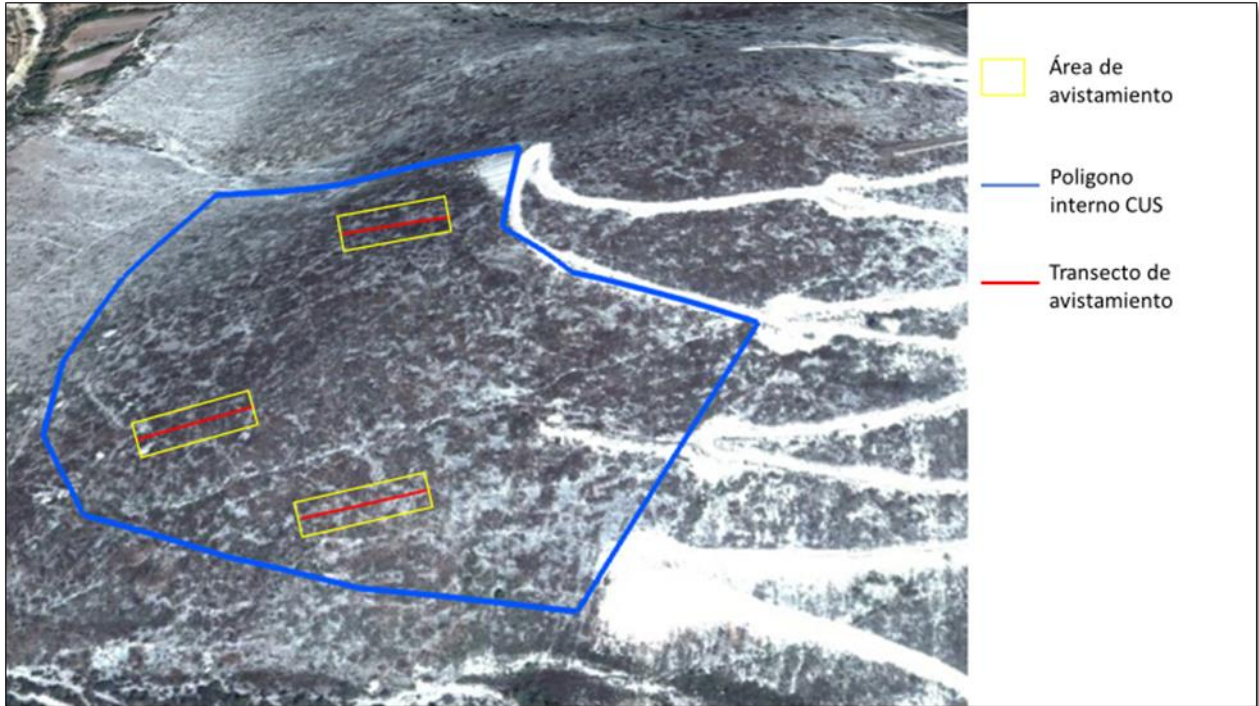


Figura IV. 22. Ubicación de los transectos internos para la observación de fauna

Tabla IV. 45. Coordenadas de los transectos internos para observación de fauna.

| Transecto | Inicio | | Final | |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| | X | Y | X | Y |
| 1 | 427443.77 | 2307849.99 | 427540.30 | 2307824.97 |
| 2 | 427274.47 | 2307643.62 | 427372.79 | 2307656.30 |
| 3 | 427415.47 | 2307553.28 | 427515.58 | 2307566.19 |

En total se registraron 15 especies de fauna, 3 de mamíferos, 10 de aves y 2 de reptiles. Contando como registro de individuos la presencia de rastros como huellas, excretas y madrigueras, y en el caso de las aves, nidos y cantos. No se observaron anfibios.

Tabla IV. 46. Especies registradas durante los recorridos de avistamiento en los transectos internos.

| No. | Nombre científico | Nombre común | Especies prioritarias para la conservación | Estatus en la NOM | Distribución |
|-----|-----------------------------|--------------------------|--|-------------------|--------------|
| 1 | <i>Bassariscus astutus</i> | Cacomixtle | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 2 | <i>Aimophila ruficeps</i> | Zacatonero corona canela | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 3 | <i>Carpodacus mexicanus</i> | Pinzon mexicano | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 4 | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote guajolote | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 5 | <i>Corvus cryptoleucus</i> | Cuervo llanero | No enlistada | No enlistada | No enlistada |



| No. | Nombre científico | Nombre común | Especies prioritarias para la conservación | Estatus en la NOM | Distribución |
|-----|---------------------------------|--------------------------------|--|---------------------|--------------|
| 6 | <i>Crotalus molosus</i> | Cascabel de cola negra | No enlistada | Protección especial | No endémica |
| 7 | <i>Hirundo rustico</i> | Golondrina tijereta | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 8 | <i>Peucaea cassinii</i> | Zacatonero de cassin | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 9 | <i>Polioptila caerulea</i> | Perlita azulgris | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 10 | <i>Salpinctes obsoletus</i> | Salta pared de rocas | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 11 | <i>Sceloporus scalaris</i> | Lagartija espinosa de pastizal | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 12 | <i>Spinus psaltria</i> | Jilguerito dominico | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 13 | <i>Spizella pallida</i> | Gorrion palido | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 14 | <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo serrano | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 15 | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | No enlistada | No enlistada | No enlistada |

Tabla IV. 47. Estatus de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y listado de especies y poblaciones prioritarias para la conservación

| FAUNA CUS | | | | | |
|-----------|---------------------------------|-------------------|--|----------------------|--------------|
| N o. | Nombre científico | Nombre común | Especies prioritarias para la conservación | Estatus de en la NOM | Distribución |
| 1 | <i>Aphelocoma wollweberi</i> | Chara pecho gris | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 2 | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 3 | <i>Corvus corax</i> | Cuervo común | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 4 | <i>Oreothlypis ruficapilla</i> | Chipe cabeza gris | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 5 | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Cardenalito | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 6 | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano gritón | No enlistada | No enlistada | No enlistada |
| 7 | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | No enlistada | No enlistada | No enlistada |

A continuación se muestra evidencia fotográfica de la fauna encontrada dentro del predio en los recorridos establecidos de acuerdo a la metodología mencionada.



Fotografía IV. 11. Avistamiento de Lagartija espinosa de pastizal en la zona de muestreo



Fotografía IV. 12. Avistamiento de zopilote dentro del área de proyecto.



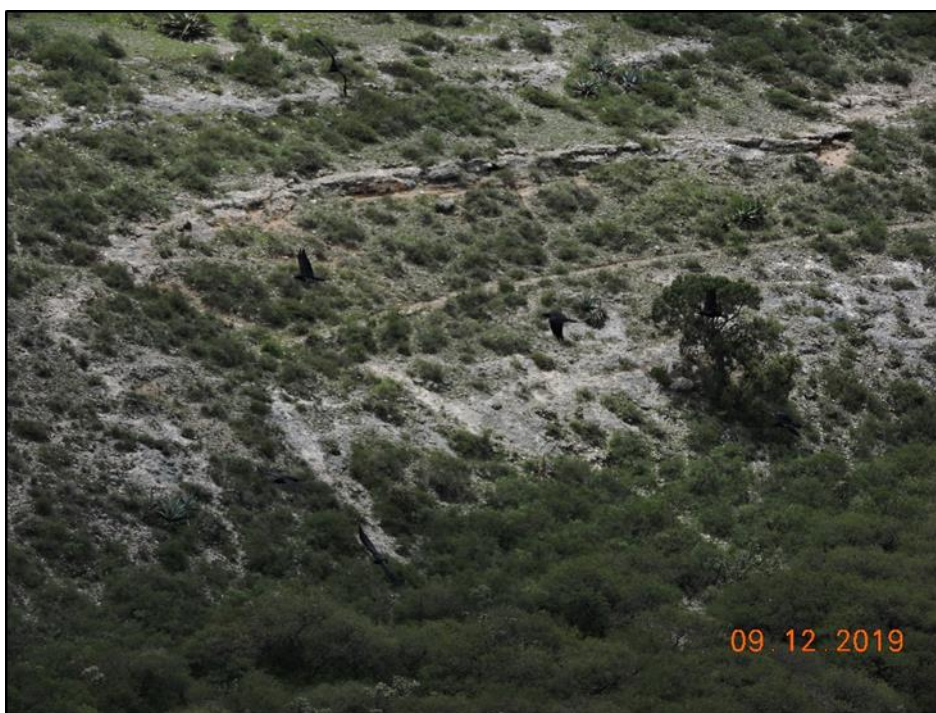
Fotografía IV. 13. *Peuceaea cassinii* (Zacatonero de cassin)



Fotografía IV. 14. Excretas de Conejo serrano.



Fotografía IV. 15. Golondrinas tijereta perchando.



Fotografía IV. 16. Cuervos llaneros volando en grupo.



Fotografía IV. 17. *Salpinctes obsoletus* (Salta pared de rocas)



Fotografía IV. 18. Zacatonero corona canela



Fotografía IV. 19. Jilguerito dominico (*Spinus psaltria*)



Fotografía IV. 20. Perlita azulgris (*Polioptila caerulea*)

Abundancia

Un **índice de abundancia** es un parámetro relacionado con la densidad y que refleja los cambios de la misma. Su utilidad radica en la posibilidad de comparar sus resultados con otros obtenidos por idéntico procedimiento. La obtención de un índice de abundancia no está sujeta a normas fijas, por lo que su aplicación depende de la creatividad y sentido común del censador. Si se controla el esfuerzo empleado en la obtención de registros y si ese mismo esfuerzo se aplica en diferentes lugares y circunstancias, los valores obtenidos reflejarán las diferencias en abundancia de las especies estudiadas, dado que el índice de abundancia es función de la densidad o tamaño de la población (Telleria, 1986). Para la obtención de los resultados se hizo

Abundancia por hectárea

$$N = n / (SM) * 10,000 \text{ m}^2$$

Dónde

N=Abundancia de individuos por hectárea

n=Número de individuos contados por especie

SM=Superficie muestreada en m²

10,000=Superficie de una hectárea en m²

Abundancia por CUS

$$Mc = N * Amc$$

Donde

CUS= abundancia de individuos en polígonos forestales.

N=Abundancia de individuos por hectárea

ACUS= Superficie en hectáreas muestreadas en los polígonos forestales (2.4 ha)

Tabla IV. 48. Abundancia proporcional de aves, mamíferos y reptiles en el CUS

| Nombre científico | Nombre común | No. de ind. | Abundancia proporcional % | |
|---------------------------------|--------------------------|-------------|---------------------------|-------|
| MAMÍFEROS CUS | | | | |
| <i>Bassariscus astutus</i> | Cacomixtle | 1 | 25 | Alta |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo serrano | 2 | 50 | Alta |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | 1 | 25 | Alta |
| AVES CUS | | | | |
| <i>Aimophila ruficeps</i> | Zacatonero corona canela | 2 | 7 | Baja |
| <i>Carpodacus mexicanus</i> | Pinzon mexicano | 2 | 7 | Baja |
| <i>Cathartes aura</i> | Zopilote guajolote | 3 | 10 | Media |

| Nombre científico | Nombre común | No. de ind. | Abundancia proporcional % | |
|--|--------------------------------|-------------|---------------------------|-------|
| | | | | |
| <i>Corvus cryptoleucus</i> | Cuervo llanero | 6 | 20 | Media |
| <i>Hirundo rustico</i> | Golondrina tijereta | 8 | 27 | Alta |
| <i>Peucaea cassinii</i> | Zacatonero de cassin | 2 | 7 | Baja |
| <i>Poliophtila caerulea</i> | Perlita azulgris | 3 | 10 | Media |
| <i>Salpinctes obsoletus</i> | Salta pared de rocas | 2 | 7 | Baja |
| <i>Spinus psaltria</i> | Jilguerito dominico | 1 | 3 | Baja |
| <i>Spizella pallida</i> | Gorrion palido | 2 | 7 | Baja |
| REPTILES CUS | | | | |
| <i>Crotalus molosus</i> | Cascabel de cola negra | 1 | 33 | Media |
| <i>Sceloporus scalaris</i> | Lagartija espinosa de pastizal | 2 | 67 | Media |
| ANFIBIOS CUS | | | | |
| No se encontraron individuos para este grupo | | | | |

Tabla IV. 49. Abundancias proporcionales

| Abundancia relativa | Abundancia proporcional |
|---------------------|-------------------------|
| Alta | Abundancia \geq 25% |
| Media | Abundancia de 10 a 25% |
| Baja | Abundancia menor a 10% |

Tabla IV. 50. Cálculos para aves y mamíferos identificados en las áreas propuesta para cambio de uso de suelo (polígonos forestales)

| Nombre científico | Nombre común | Ind/Mues | Ind/Ha | Ind/CUS |
|---------------------------------|--------------------------|----------|----------|-----------|
| MAMÍFEROS CUS | | | | |
| <i>Bassariscus astutus</i> | Cacomixtle | 1 | 0 | 8 |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo serrano | 2 | 1 | 17 |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | 1 | 0 | 8 |
| TOTAL | | 4 | 2 | 28 |
| AVES CUS | | | | |
| <i>Aimophila ruficeps</i> | Zacatonero corona canela | 2 | 1 | 17 |
| <i>Carpodacus mexicanus</i> | Pinzon mexicano | 2 | 1 | 17 |
| <i>Cathartes aura</i> | Zopilote guajolote | 3 | 1 | 25 |
| <i>Corvus cryptoleucus</i> | Cuervo llanero | 6 | 3 | 50 |
| <i>Hirundo rustico</i> | Golondrina tijereta | 8 | 3 | 66 |
| <i>Peucaea cassinii</i> | Zacatonero de cassin | 2 | 1 | 17 |

| Nombre científico | Nombre común | Ind/Mues | Ind/Ha | Ind/CUS |
|--|--------------------------------|-----------|-----------|------------|
| <i>Polioptila caerulea</i> | Perlita azulgris | 3 | 1 | 25 |
| <i>Salpinctes obsoletus</i> | Salta pared de rocas | 2 | 1 | 17 |
| <i>Spinus psaltria</i> | Jilguerito dominico | 1 | 0 | 8 |
| <i>Spizella pallida</i> | Gorrion palido | 2 | 1 | 17 |
| TOTAL | | 31 | 13 | 221 |
| REPTILES CUS | | | | |
| <i>Crotalus molosus</i> | Cascabel de cola negra | 1 | 0 | 8 |
| <i>Sceloporus scalaris</i> | Lagartija espinosa de pastizal | 2 | 1 | 17 |
| TOTAL | | 3 | 1 | 21 |
| ANFIBIOS CUS | | | | |
| No se encontraron individuos para este grupo | | | | |

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de **Shannon, también conocido como Shannon- Wiener (Shannon y Wiener, 1949)**, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

Asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar. Puede adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Puede verse fuertemente influenciado por las especies más abundantes.

El índice de Shannon (Shannon y Wiener, 1949):

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

Donde:

S= número de especies (riqueza de especie)

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa a los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran menciona que para el índice de Shannon-WEINER, los valores a 1.5 se consideran como una diversidad baja, los valores



entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

La diversidad máxima ($H_{max} = \ln S$) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes.

Donde:

\ln = logaritmo natural

S = riqueza

El índice de equidad

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son iguales de abundantes.

$J = H/H'_{max}$

Dónde:

J = Índice de equidad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$H'_{max} = \ln(S)$

S = número de especies

De los muestreos realizados al exterior del área de estudio se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla IV. 51. Riqueza, diversidad, diversidad máxima y equidad para mamíferos

| MAMÍFEROS CUS | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. de registro | Abundancia absoluta | Diversidad |
| 1 | <i>Bassariscus astutus</i> | Cacomixtle | 1 | 0.25 | -0.3466 |
| 2 | <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo serrano | 2 | 0.5 | -0.3466 |
| 3 | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | 1 | 0.25 | -0.3466 |
| TOTAL | | | 4 | 1 | -1.039720771 |
| Riqueza S | | | 3 | | |
| Índice de Shannon | | | 1.04 | | |
| Diversidad Máxima | | | 1.10 | | |
| Equidad (J) | | | 0.9 | | |

Tabla IV. 52. Riqueza, diversidad, diversidad máxima y equidad para aves

| AVES CUS | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. de registro | Abundancia absoluta | Diversidad |
| 1 | <i>Aimophila ruficeps</i> | Zacatonero corona canela | 2 | 0.06451613 | -0.1768 |
| 2 | <i>Carpodacus mexicanus</i> | Pinzon mexicano | 2 | 0.06451613 | -0.1768 |
| 3 | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote guajolote | 3 | 0.09677419 | -0.2260 |
| 4 | <i>Corvus cryptoleucus</i> | Cuervo llanero | 6 | 0.19354839 | -0.3179 |
| 5 | <i>Hirundo rustico</i> | Golondrina tijereta | 8 | 0.25806452 | -0.3496 |
| 6 | <i>Peucaea cassinii</i> | Zacatonero de cassin | 2 | 0.06451613 | -0.1768 |
| 7 | <i>Polioptila caerulea</i> | Perlita azulgris | 3 | 0.09677419 | -0.2260 |
| 8 | <i>Salpinctes obsoletus</i> | Salta pared de rocas | 2 | 0.06451613 | -0.1768 |
| 9 | <i>Spinus psaltria</i> | Jilguerito dominico | 1 | 0.03225806 | -0.1108 |
| 10 | <i>Spizella pallida</i> | Gorrion palido | 2 | 0.06451613 | -0.1768 |
| TOTAL | | | 31 | 1 | -2.114334473 |
| Riqueza S | | | 10 | | |
| Indice de Shannon | | | 2.11 | | |
| Diversidad Máxima | | | 2.30 | | |
| Equidad (J) | | | 0.9 | | |

Tabla IV. 53. Riqueza, diversidad, diversidad máxima y equidad para réptiles

| REPTILES CUS | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| No. | Nombre científico | Nombre común | No. de registro | Abundancia absoluta | Diversidad |
| 1 | <i>Crotalus molossus</i> | Cascabel de cola negra | 1 | 0.33333333 | -0.3662 |
| 2 | <i>Sceloporus scalaris</i> | Lagartija espinosa de pastizal | 2 | 0.66666667 | -0.2703 |
| TOTAL | | | 3 | 1 | -0.636514168 |
| Riqueza S | | | 2 | | |
| Indice de Shannon | | | 0.64 | | |
| Diversidad Máxima | | | 0.69 | | |
| Equidad (J) | | | 0.9 | | |

Tabla IV. 54. Riqueza, diversidad, diversidad máxima y equidad para anfibios en la sub-cuenca.

| ANFIBIOS CUS | |
|--|--|
| NO SE ENCONTRARON INDIVIDUOS PARA ESTE GRUPO | |

Tabla IV. 55. Caracterización de fauna en el polígono forestal (CUS).

| MAMÍFEROS | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------|------------|--|-------------------|--|--|
| NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMUN | ESTACIONALIDAD | ABUNDANCIA | SOCIABILIDAD | ALIMENTACIÓN | HÁBITAT | DISTRIBUCIÓN VERTICAL |
| <i>Bassariscus astutus</i> | Cacomixtle | | Común | Solitario a excepción de época de celo | Omnívoro | Diferentes tipos de hábitat y en áreas semiurbanas | Activo en tierra |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo serrano | Residente | Común | Solitario a excepción de época de celo | Herbívoro | Matorral Xerófilo, pastizal, zonas áridas y semi áridas | Activo en tierra |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | Residente | Común | Solitario a excepción de época de celo | Omnívoro | Diferentes tipos de hábitat y en áreas semiurbanas | Activo en tierra |
| AVES | | | | | | | |
| NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMUN | ESTACIONALIDAD | ABUNDANCIA | SOCIABILIDAD | ALIMENTACIÓN | HÁBITAT | DISTRIBUCIÓN VERTICAL |
| <i>Aimophila ruficeps</i> | Zacatonero corona canela | Residente de invierno | Común | Solitario | Semillas | Matorral abierto, bosque abierto, matorral alto. | Activo en árboles y arbustos |
| <i>Carpodacus mexicanus</i> | Pinzón mexicano | Residente | Común | Solitario y en pareja | Semillas | Matorral abierto, bosque abierto, matorral alto. | Activo en árboles y arbustos |
| <i>Cathartes aura</i> | Zopilote guajolote | Residente | Común | Gregario | Carroñero | Llanura, matorral bajo, matorral medio, bosque abierto | Suelo y árboles |
| <i>Corvus cryptoleucus</i> | Cuervo llanero | Residente | Común | Gregario y en pareja | Omnívoro | Matorral, zonas áridas, cañones, matorral alto, bosque abierto | Activo en árboles, arbustos y suelo |
| <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | Migratorio | Común | Gregario | Insectívoro | Acantilados, cañones, cañadas, matorral | Activo en cañones y paredes de gran tamaño |
| <i>Peucaea cassinii</i> | Zacatonero de cassin | Residente | Común | Gregario | Semillas/Insectos | Zonas urbanizadas y matorrales inducidos | Activo en árboles y arbustos |
| <i>Poliptila caerulea</i> | Perlita azulgrís | Residente de invierno | Común | Gregario | Semillas/Insectos | Zonas urbanizadas y matorrales inducidos | Activo en árboles y arbustos |
| <i>Salpinctes obsoletus</i> | Salta pared de rocas | Residente | Común | Solitario y pequeñas bandas | Insectívoro | Bosque abierto, encinos, pinos, matorral alto. | Activo en árboles y arbustos |
| <i>Spinus psaltria</i> | Jilguerito dominico | Residente | Común | Solitario | Semillas/Insectos | Matorral, bosque abierto, bosque de pino y encino. | Activo en árboles y arbustos |
| <i>Spizella pallida</i> | Gorrión palido | Residente | Común | Solitario y en pareja | Semillas/Insectos | Zonas urbanizadas y matorrales inducidos. | Activo en árboles, arbustos y en suelo. |
| REPTILES | | | | | | | |
| NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMUN | ESTACIONALIDAD | ABUNDANCIA | SOCIABILIDAD | ALIMENTACIÓN | HÁBITAT | DISTRIBUCIÓN VERTICAL |
| <i>Crotalus molossus</i> | Cascabel de cola negra | Residente | Común | Solitario | carnívora | Zonas rocosas, matorral xerófilo, zonas desérticas. | Activo sobre el suelo y matorral, rocas y troncos |
| <i>Sceloporus scalaris</i> | Lagartija espinosa de pastizal | Residente | Común | Solitario | Insectívoro | Zonas rocosas, matorral xerófilo, zonas desérticas. | Activo sobre suelo, troncos, matorral, debajo de rocas |
| ANFIBIOS | | | | | | | |
| No se reportaron individuos para este grupo | | | | | | | |

IV.3.1.3 Medio Socioeconómico

El medio socioeconómico lo referimos al municipio de Cadereyta de Montes, ya que el predio se encuentra ubicado en este municipio y por tanto son de repercusión recíproca las actividades y acciones de tipo socioeconómicas que se realicen dentro de la superficie predial como en su entorno.

Cabe mencionar que el predio en estudio se encuentra colindando con las localidades rurales de Culata, Los Juárez, El membrillo, El Venado y Vizarron de Montes siendo esta última la que tiene mayor importancia en la zona, debido a su actividad económica secundaria que es la manufactura (extracción y tratamiento) así como venta de mármol.

1. Demografía

Con una población de 69,549 habitantes al 2015 (INEGI 2015), lo que representa el 3.4% de la población estatal Cadereyta de Montes exhibe una densidad de población de 51.6 habitantes por kilómetro cuadrado, con una tasa de crecimiento de 1.7 colocándolo en el 11.5% de superficie del territorio nacional. Cuenta con índice de 0.06 de marginación lo que lo coloca en un grado medio en este indicador al año 2010, por lo que base a estos indicadores se dice que se encuentra actualmente con carencias medianas en infraestructura básica como son agua potable, drenaje, energía eléctrica, calles pavimentadas principalmente, pero su población ha ido aumentando en los últimos años (64,183 habitantes, INEGI 2010) así como el número de localidades del 2005 al 2010 de 238 a 243 respectivamente por lo que se requiere de inversión en el desarrollo habitacional y vivienda para este municipio.

Del total de La población al 2015 el 47.3% son hombres y 52.7% son mujeres es decir su relación hombre -mujer es de 89.6, la edad mediana de la población es de 23 años. La esperanza de vida de hombres y mujeres queretanos es igual al promedio nacional 71.8 años y 77. 3 años, respectivamente.

El nivel de escolaridad promedio para habitantes de 15 años y más según es de 10.7% sin escolaridad, 69.3 % nivel básico, 13.8% media superior, 6.0% superior y un 0.2 % sin especificar. (INEGI 2015).

Por otro lado, Vizarron de Montes se tiene una población de 2,235 al 2010 (INEGI), de los cuales 1,126 son mujeres y 1,109 son hombres. Tiene un grado de marginación de localidad bajo, cuenta con los servicios básicos en infraestructura urbana, pero presentan un porcentaje de población de 15 años y más con educación básica incompleta con un 45% del total de habitantes.

2. Calidad de vida

Con respecto a la calidad de vida, se obtuvieron de la CONEVAL la cual nos dice el número de viviendas particulares habitadas para Cadereyta es de 15,699. De la cuales Querétaro, San Juan del Rio, Corregidora y El Marques representan el 75.2 % del total. El porcentaje más alto promedio de ocupantes por viviendas por municipio lo tiene Tolimán con 4.5, Seguido de Cadereyta y Pinal de amoles con 4.4 y Colon con 4.3, por lo que cuando mucho tienen una persona más respecto al promedio de la entidad. El promedio general en Querétaro es de 3.8 ocupantes por cada vivienda particular habitada.

Otro tema importante para la determinación de la calidad de vida es conocer las características de las viviendas particulares habitadas del estado y dar cuenta de las condiciones de vida de la población. El material del piso se asocia directamente con condiciones de salud y bienestar, por tanto, el CONEVAL obtuvo esta encuesta que, durante los últimos 15 años, EL porcentaje de viviendas con piso de tierra descendió 7.7 puntos porcentuales, lo cual debe reflejarse en una importante mejora en la calidad de vida de sus ocupantes. Asimismo, disminuyó la porción de viviendas con piso de cemento o firme, mientras se incrementó en forma notable la porción de viviendas con pisos de mosaico, madera u otro recubrimiento. (CONEVAL 2015). Para el presente estudio en Querétaro 49.3% de las viviendas tiene piso de cemento o firme y 48.8% piso de madera, mosaico u otro recubrimiento, lo que en conjunto representa 98.1%. Para el caso de Cadereyta se tiene un 96.6. %, en el mismo sentido tiene un 96.7 % de viviendas que disponen de energía eléctrica y 96% de viviendas que disponen de agua entubada, no obstante, el porcentaje más alto de agua entubada pertenece a Pedro Escobedo con 99.8, seguido de colon con 99.7, San Juan del Rio y Tequisquiapan con 99. En drenaje sanitario Cadereyta está en los municipios con menos infraestructura con un 76.2 comparado con 95.2 promedio municipal.

El CONEVAL identifica como personas vulnerables a quienes se encuentran bajo 2 condiciones: insuficiencia de ingresos y carencia sociales. Cadereyta se encuentra dentro de los 5 municipios con mayor pobreza ver en la Tabla IV.56.

Tabla IV. 56. Municipios con mayor y menor porcentaje de población en situación de pobreza

| Municipio | Querétaro | | | | | |
|--|--|-----------|------------|-----------------|-----------|-----|
| | Municipios con mayor y menor porcentaje de población en situación de pobreza, 2010 | | | | | |
| | Pobreza | | | Pobreza extrema | | |
| Porcentaje | Personas | Carencias | Porcentaje | Personas | Carencias | |
| Municipios con mayor porcentaje de población en pobreza | | | | | | |
| Pinal de Amoles | 84.6 | 24,489 | 2.7 | 34.9 | 10,104 | 3.6 |
| Landa de Matamoros | 81.2 | 17,137 | 2.4 | 24.2 | 5,100 | 3.5 |
| Amealco de Bonfil | 76.6 | 55,813 | 2.6 | 25.4 | 18,508 | 3.7 |
| San Joaquín | 75.8 | 6,816 | 2.6 | 25.3 | 2,278 | 3.7 |
| Cadereyta de Montes | 72.9 | 48,455 | 2.4 | 17.7 | 11,779 | 3.6 |
| Municipios con menor porcentaje de población en pobreza | | | | | | |
| Corregidora | 18.7 | 28,095 | 2.0 | 0.9 | 1,315 | 3.7 |
| Querétaro | 29.5 | 234,523 | 2.1 | 3.3 | 26,209 | 3.6 |
| San Juan del Río | 36.2 | 87,369 | 2.3 | 4.8 | 11,590 | 3.7 |
| Pedro Escobedo | 47.7 | 29,782 | 2.3 | 7.2 | 4,526 | 3.7 |
| El Marqués | 51.1 | 57,338 | 2.3 | 8.8 | 9,855 | 3.6 |
| Total de municipios en el estado: 18 | | | | | | |

El índice de rezago social del CONEVAL contempla cuatro carencias sociales, rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a los servicios básicos en la vivienda y la calidad y espacios en la vivienda.

En el estado de Querétaro el grado de rezago social (CONEVAL 2015) por municipio se tiene con Pinal de Amoles como el más alto con 0.56, seguido de Amealco de Bonfil, Cadereyta de Montes, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Peñamiller, y Toliman con un promedio de 0.03, luego Arroyo Seco, Colón, Ezequiel Montes, Huimilpan, El Marqués, Pedro Escobedo, San Joaquín y Tequisquiapan con promedio de -0.58 y muy bajo con Corregidora, Querétaro y San Juan del Río con -1.28 estos últimos siendo zonas urbanas ya consolidadas con buena infraestructura y servicios públicos.

Respecto a la educación en Cadereyta la tasa de alfabetismo es de 98.7% de 15 a 24 años y 85.6% de 25 años y más.

3. Distribución territorial de la población

Las localidades más pobladas en el municipio son Cadereyta de Montes, Santa María del Palmar y Vizarrón de Montes con 20.80% ,4.49% y 3.48 % respectivamente del total de los habitantes con un total de 243 localidades al 2010. (INEGI). La tasa de crecimiento anual del municipio es de 1.7 seguida de los municipios de Tequisquiapan, El Marques, Corregidora, San Juan del Río y Querétaro con tasas de 2.3, 6.4, 5.2, 2.3 y 2.0 respectivamente. (Encuesta Intercensal 2015).

4. Características sociodemográficas de la población

En el municipio de Cadereyta de Montes se registra que la población derechohabiente a servicios médicos es de 88.9% afiliados (incluye afiliaciones múltiples), del total el Instituto Mexicano del Seguro Social brinda servicio médico al 10% de los derechohabientes en la entidad, el Seguro Popular cubre la mayoría con 88.4% y el ISSSTE atiende al 3.0%, se registran porcentajes pequeños de 0.3 % y 0.2% de seguro privado y otras instituciones respectivamente (Encuesta Intercensal 2015).

La presencia de hablantes de alguna lengua indígena dentro de la entidad es baja; 1,244 personas de 3 años y más se declararon hablantes al 2010, sin embargo, esta cifra es mayor a 753 y 814 personas registradas en el 2005 y 2000 respectivamente. (INAFED 2010)

La asistencia de la población de 5 años y más a los servicios de educación incremento en el 2010 con 18,277 hombres y mujeres, con respecto al año 2005 y 2000 con 16,339 y 14,361 sucesivamente, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más (años de escolaridad) es de 6.6 (INEGI 2010). El porcentaje de 15 años y más con instrucción media superior es 13.8 y para nivel superior es 6.0 (INEGI 2015).

Este crecimiento poblacional es el detonador del crecimiento urbano y de la creciente demanda de vivienda y servicios públicos gubernamentales con mejores instalaciones y calidad en el servicio.

A nivel regional, la Zona Conurbana de la ciudad de Querétaro es la más dinámica del territorio estatal; en ella se concentran prácticamente todas las actividades económicas del Estado, que es un rasgo que distingue el fenómeno de la concentración. En la ciudad de Querétaro se encuentran los principales equipamientos de salud, la mayoría de los centros educativos de nivel Superior, tanto públicos como privados y alrededor del 75% de los Parques y Zonas Industriales, toda esta concentración económica y de servicios va necesariamente relacionada con la concentración de la población; en esta zona radica el 55 % del total de la población del Estado (S.D.U.O.P.E., 2003 INEGI - 2005).

Otros factores poblacionales de consideración son: El crecimiento del municipio de Querétaro supera la tasa estatal y nacional, pues es considerado como de fuerte atracción (inmigrantes) debido a la infraestructura laboral y de servicios, así como por los niveles de bienestar que ofrece.

5. Natalidad, mortalidad y morbilidad

La natalidad es el número proporcional de nacimientos en un lugar y tiempo determinado, así como la mortalidad y morbilidad es el número de defunciones y enfermos respectivamente en un lugar y tiempo en relación con la población total de ese lugar. De acuerdo con INEGI, al año 2016 en el municipio de Cadereyta la natalidad se registró de 1312, el mismo año hubo 381 defunciones de los cuales menores a un año fueron 22, que corresponden a 12 hombres y 10 mujeres.

Respecto al matrimonio se tienen 217 y divorcios 18 registrados, es decir el 8.17% de separaciones del total de matrimonios (INEGI Censo de Población y Vivienda 2016).

La estructura por edad y sexo de una entidad representa un factor decisivo de cambio social. El fenómeno de transformación de la composición poblacional del municipio por edades propiciará una relación cada vez más ventajosa entre la población dependiente (menores de 15 años y mayores de 60) y la población en edad laboral (entre 15 y 59 años). Esta manifestación permitirá tener una ventaja de oportunidad transitoria a bono demográfico en las próximas décadas, al seguir aumentando con mayor rapidez la población en edad laboral, respecto a la población.

La población total en el municipio de Cadereyta de Montes es de 69,549 habitantes, 22,742.5 habitantes de 0 a 14 años; 42,563.9 habitantes de 15 a 64 años y 4,242.4 de 65 años o más. La distribución de la población por sexo es: 47.3% son hombres y 52.7 % son mujeres (INEGI 2015)

IV.3.1.4 Paisaje

El paisaje se denomina de acuerdo con Gómez Orea, D (1999) como la expresión externa y perceptual del medio. De manera particular para la zona de estudio, el paisaje está representado por un sistema topográfico de ladera. El importante elemento del medio natural, en el que se encuentra, aglutina toda una serie de características del medio físico.

El estudio del paisaje tiene como objetivo describir detalladamente el paisaje desde el punto de vista visual y total, además de determinar el valor paisajístico actual que presenta el área donde se desarrollará el proyecto. Este estudio caracteriza y evalúa la visibilidad, la calidad y la fragilidad visual del paisaje, atendiendo a lo requerido por el presente Manifiesto de Impacto Ambiental. Con base a lo anterior se puede valorar el paisaje a fin de conocer el grado de sensibilidad que este componente ambiental presenta frente a la intervención del proyecto.

La accesibilidad visual a una porción del territorio tiene directa relación con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación) presentes en el paisaje y cómo estos se transforman en barreras visuales para los usuarios del recurso. A esto se suman las posibilidades de accesibilidad física (distancia), que tengan los observadores a las distintas porciones del territorio.

El análisis de visibilidad se define como el análisis espacial del lugar, tomando en consideración sus formas, vistas, etc. Para ello se consideran puntos relevantes de observación.

Visibilidad

La ubicación del predio se encuentra privilegiada en este aspecto ya que, a partir del sitio del proyecto, es posible apreciar un paisaje amplio de vegetación y algunas topoformas, creando un ambiente casi completamente natural, con excepción de la carretera No. 120 que se aprecia desde las zonas altas del área. Ahora bien, la visibilidad al interior de la superficie que constituye el proyecto de cambio de uso de suelo se encuentra muy favorecida alcanzando en términos medios hasta un 80% influenciada por la media cobertura y crecimiento limitado de las especies arbustivas.

Debido a que actualmente la vegetación ocupa la mayor parte del terreno y tiene una altura superior a los 2.5 m, la visibilidad es considerable haciendo posible el observar las características de las diferentes porciones del predio cuando se encuentra ubicado a una distancia de 50 m con respecto al punto que se quiere observar. Aún y cuando existe una pendiente natural en dirección Sur a Norte siendo el primero la porción más alta del sitio pronunciada con una diferencia altitudinal de 250 m desde la parte superior de la zona de estudio a su confluencia con el río grande. Esta es lo suficientemente significativa para facilitar la visibilidad de predio en su totalidad.



Fotografía IV. 21. Pendiente en el área de muestreo.

Calidad visual

La calidad visual tiene relación con el valor intrínseco que posee cierto paisaje. Se determina a través de la evaluación estética de los elementos que conforman el paisaje, y que en conjunto permiten definir las características y potencialidades que presenta el territorio.

Para determinar la calidad visual se usa el modelo Rojas y Kong (1998), el cual corresponde a una adaptación realizada a partir de los métodos aplicados por diversas instituciones estadounidenses. Esta adaptación define calidad visual a través de un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente los factores que conforman el paisaje (biótico, abiótico, estético y humano).

En la siguiente tabla, se muestran los criterios utilizados para evaluar la calidad visual de acuerdo con el modelo Rojas y Kong (1998), y en la Tabla IV.58, se presenta el modelo.

Tabla IV. 57. Modelo de Calidad Visual en el área de estudio.

| Elemento | Calidad Visual Alta | Calidad Visual Media | Calidad Visual Baja |
|-------------------------|---|--|--|
| Vegetación | Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos. | Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual. | Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo. Inferior al 50 %. Presencia de áreas con erosión evidente y sin vegetación. Dominación de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa. |
| Morfología o Topografía | Pendiente de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos. | Pendientes entre 15% y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados. | Pendientes entre 0% y 15% dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual. |
| Fauna | Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación, reproducción y alimentación. | Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado). | No hay evidencias de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos. |
| Formas de Agua | Presencia de cuerpos de agua con significancia en la estructura global del paisaje. | Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual. | Ausencia de cuerpos de agua de interés. |
| Acción Antrópica | Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas. | La calidad escénica esta modificadas en menor grado por obras, no añaden calidad visual. | Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje. |
| Variabilidad cromática | Combinaciones de color intensas y variadas contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua. | Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. | Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos continuos |
| Singularidad o riqueza | Paisaje único, con riqueza de elementos singulares | Característico, pero similar a otros de la región. | Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares. |

Tabla IV. 58. Modelo de Rojas y Kong (1998) modificado y parametrizado utilizando para la evaluación de la calidad visual.

| Factor | Características | Peso | Total |
|----------------------------|---|-----------|-------|
| Vegetación Densidad | Sin vegetación | 1 | 3 |
| | Matorral | 2 | |
| | Matorral con cactáceas | 3 | |
| Vegetación Diversidad | Alta | 3 | 2 |
| | Media | 2 | |
| | Baja | 1 | |
| Morfología o Topografía | Plano | 1 | 2 |
| | Medio | 2 | |
| | Abrupto | 3 | |
| Fauna | Alta | 3 | 2 |
| | Media | 2 | |
| | Baja | 1 | |
| Formas de Agua | Presencia de cuerpos con alta importancia | 3 | 1 |
| | Presencia de cuerpos sin jerarquía visual | 2 | |
| | Ausencia de cuerpos de agua | 1 | |
| Acción Antrópica | Baja | 3 | 2 |
| | Media | 2 | |
| | Alta | 1 | |
| Variabilidad cromática | Baja | 3 | 2 |
| | Media | 2 | |
| | Alta | 1 | |
| Singularidad o rareza | Paisaje único | 3 | 2 |
| | Característico pero similar | 2 | |
| | Paisaje común | 1 | |
| Síntesis de calidad visual | Alta | >21.1 | 16 |
| | Media | 11.1 – 21 | |
| | Baja | <11 | |

En síntesis, la calidad visual del sitio es media, el sistema ambiental se encuentra en un sitio con presencia de vegetación de matorral submontano de todos los estratos, arbórea, arbustiva y herbácea, con presencia de fauna nativa de relevancia visual.

Frecuencia de la presencia humana

La presencia humana en la zona es media, ya que la inmediata la mina de extracción el cual mantiene un nivel medio de actividad constante antrópica.

Fragilidad visual

La fragilidad visual se refiere al grado de deterioro que el paisaje experimenta ante la ocurrencia de ciertas acciones. Determinar la fragilidad es una forma de establecer el grado de vulnerabilidad de un espacio territorial a la intervención, cambio de usos y ocupaciones que se pretendan desarrollar en él. Mientras la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio, la fragilidad visual no lo es pues dependerá del tipo de proyecto que se pretenda desarrollar.

Para evaluar la fragilidad visual del paisaje se propone un método que considera tres grupos de variables:

- Factores biofísicos, derivados de los elementos característicos de cada punto. Forman parte de este grupo la pendiente, orientación y vegetación, considerada en diversos aspectos (altura, densidad, variedad cromática, estacionalidad). La integración de estas variables origina un único valor que mide la fragilidad visual de un punto.
- Factores de visualización, incluyen los parámetros de cuenca visual o superficie vista desde cada punto, tanto en magnitud como en forma y complejidad. Al integrar estas variables se agregan a un único valor que determina la fragilidad visual del entorno del punto.
- Factores histórico-culturales, intentan explicar el carácter y las formas de cierto paisaje en función del proceso histórico que los ha forjado, y son determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuaciones con el medio.

En la Tabla IV.59 se presentan los criterios utilizados para evaluar la fragilidad visual de acuerdo al modelo Rojas y Kong (1998), y en la Tabla IV.60 se presenta el modelo modificado y parametrizado de acuerdo al paisaje del área del proyecto.

Un paisaje tiene mayor fragilidad visual cuando: es muy accesible a través de carreteras y caminos, su relieve es plano, la superficie de la cuenca visual es grande y presenta un alto número de observaciones potenciales.

En el caso del sitio de estudio y su área de influencia, la fragilidad visual del paisaje se considera media, debido a que se trata de un sitio de complejidad media, con vegetación en su mayoría arbustiva, con pendientes pronunciada con una diferencia altitudinal de 250 m desde la parte superior y se encuentra accesible en cuanto a vías de comunicación por la actividad de minería que se encuentra adyacente.

Tabla IV. 59. Modelo de Fragilidad Visual en el área de estudio.

| FACTORES | ELEMENTOS DE INFLUENCIA | FRAGILIDAD VISUAL ALTA | FRAGILIDAD VISUAL MEDIA | FRAGILIDAD VISUAL BAJA |
|---------------|----------------------------|---|--|---|
| Biofísicos | Pendiente | Pendiente de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización | Pendientes entre un 15% y un 30%, terrenos con modelados suaves y ondulados | Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual. |
| | Vegetación (densidad) | Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrato herbácea | Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrato arbustiva o arbórea aislada. | Grandes masas boscosas 100% de ocupación del suelo |
| | Vegetación (altura) | Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 metros de altura | No hay gran altura de las masas (-10 metros) baja diversidad de estratos. | Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 metros. |
| Visualización | Tamaño de la cuenca visual | Visión de carácter cercana o próxima de 0 a 300m | Visión media 300 a 1000m. | Visión de carácter lejano a zonas distantes > a 1000 |
| | Forma de la cuenca visual | Cuencas alargadas generalmente unidireccionales en el flujo visual | Cuencas irregulares mezcla de ambas categorías | Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas. |
| | Compacidad | Vistas panorámicas abiertas. | Vistas simples o múltiples. | Vistas cerradas u obstaculizadas. |
| Singularidad | Unicidad del paisaje | Paisajes singulares, con riqueza de elementos únicos y distintivos | Paisaje de importancia visual pero habitual sin presencia de elementos singulares. | Paisaje común sin riqueza visual o muy alterada. |
| Accesibilidad | Visual | Percepción visual alta, visible a distancia y sin restricción. | Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles. | Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas o breves. |

Tabla IV. 60. Modelo de Rojas y Kong (1998) modificado y parametrizado utilizando para la evaluación de la fragilidad visual.

| FACTOR | CARACTERÍSTICAS | VALORES | PESOS | TOTAL |
|-----------------------------------|---|---------|----------|-------|
| Vegetación | Sin Vegetación | Alta | 3 | 1 |
| | Matorral | Media | 2 | |
| | Matorral con cactáceas | Baja | 1 | |
| Pendiente | 0°- 6° | Baja | 1 | 2 |
| | 6.1°-11° | Media | 2 | |
| | 11.1°- <45° | Alta | 3 | |
| Singularidad | Paisaje singular notable | Alta | 3 | 2 |
| | Paisaje de importancia visual pero habitual | Media | 2 | |
| | Paisaje común | Baja | 1 | |
| Complejidad | Simple | Alta | 3 | 2 |
| | Medio | Media | 2 | |
| | complejo | Baja | 1 | |
| Accesibilidad visual | Distancia a red vial y población 0-300 m | Alta | 3 | 2 |
| | Distancia a red vial y población 200-800 m | Media | 2 | |
| | Distancia a red vial y población 800-2600 m | Baja | 1 | |
| Síntesis Fragilidad Visual | | Alta | > 11.0 | 9 |
| | | Media | 6.1 - 11 | |
| | | Baja | < 6 | |

Un paisaje tiene mayor fragilidad visual cuando: es muy accesible a través de carreteras y caminos, su relieve es plano, la superficie de la cuenca visual es grande y presenta un alto número de observaciones potenciales.

En el caso del sitio de estudio y su área de influencia, se puede considerar un sistema medio frágil, ya que en la actualidad presenta una cubierta vegetal importante sin un aislamiento producto del desarrollo urbano, sin embargo, se trata de un ambiente sometido a presión por el paso la actividad contigua, una mina de extracción.

IV.3.2. Diagnóstico Ambiental

Descripción del Sistema Ambiental Actual

Componente Físico Natural. - Con base en los recorridos de campo y a la descripción biofísica y socioeconómica del presente capítulo, el escenario original del sitio del proyecto se describe de la siguiente manera; El predio para el depósito de residuos de la extracción de piedra caliza se ubica sobre un predio colindante con el banco de material de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V.

Con su acceso principal sobre la carretera 120 San Juan del Río – Jalpan de Serra, en el municipio de Cadereyta de Montes, Querétaro. Con Vizarrón de Montes como su localidad más representativa de la zona.

El sitio presenta un clima o climático Semiseco Templado BS1Kw(w). De forma general este clima predomina en el municipio, ya que cubre aproximadamente un 60% de su superficie. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 16° y 18°C, siendo la temperatura promedio más alta de 23.4 °C y más baja de 9.6 C °, la lluvia anual está en un promedio de 500.0 mm y la máxima precipitación se presenta en los meses de junio a septiembre.

En cuanto a vulnerabilidad climática, el sitio de estudio es propenso a algunos fenómenos hidrometeorológicos, como tormentas, eventualmente granizadas y algunos periodos de sequía de intensidad moderada.

Las tormentas se presentan de manera esporádica en el estado de Querétaro y con mayor frecuencia en la zona del semidesierto, donde se ubica el proyecto. Las lluvias producto de este fenómeno se registran en verano y en invierno eventualmente, en cuanto a las granizadas, pueden darse hasta 3 veces al mes principalmente en los meses de abril y mayo.

Las sequías, es una situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación durante un prolongado periodo de tiempo, las cuales pueden causar importantes impactos económicos a todos los sectores económicos, sociales debido a carencia del recurso agua y los altos costos de suministro y ambientalmente puede causar daños a la flora y fauna silvestre al degradar su hábitat natural (SGM, 2007).

El área estudio, se ha visto afectada por este fenómeno en varios periodos, registrando el más intenso y duradero en el municipio, en el periodo abril, 2011 hasta febrero de 2012, y de manera puntual el sitio de estudio se tuvo un registro de sequía de intensidad moderada durante este periodo (SMN, 2018).

El área del polígono de estudio se encuentra sobre unidad geológica de origen Cretácico inferior específicamente caliza, Ki(cz), La roca Caliza es de tipo sedimentaria, se caracteriza por su composición de carbonato de calcio (CaCO_3) en su mayoría, así como otros carbonatos como magnesita (MgCO_3). Con respecto a al geomorfología de la zona esta se encuentra en un topografía de sierras, el cual se caracteriza por pendientes pronunciadas, El sistema de topografías antes mencionado domina el paisaje en el municipio y pertenece a la subprovincia fisiográfica Carso Huasteco o Huasteco; que a su vez, pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, en topografía se cuenta con una diferencia altitudinal de aproximadamente 250 desde la parte superior de la zona de estudio a su confluencia con el arroyo grande. La pendiente va en dirección Sur- Norte. El sitio de estudio y sistema ambiental no presenta fallas y fracturas, ni actividad sísmica, es de baja vulnerabilidad a inundaciones y baja o nula susceptibilidad a vulcanismo.

En cuestión de suelos, el área de estudio se localiza sobre un suelo de tipo Calcisol Epipétrico con suelo secundario Phaeozem Endopetrocálcico y suelo terciario Lelposol Éútrico Lítico de textura media (CLptp+PHpcn+LPeuli/2) (INEGI, 2009), en cual predomina en el Sistema Ambiental junto con el leptosol.

El sitio presenta vulnerabilidad a la erosión hídrica por cárcavas en grado moderado, la cual puede ser causada por agua en forma de torrente, lluvia o granizadas.

La zona de estudio pertenece a la Región Hidrológica del Panuco (RH26), se localiza en la cuenca del Río Moctezuma con la subcuenca es la del Río Extoraz. Dentro del área del sistema ambiental (SA) se localizan tres corrientes temporales colindantes que fluyen de sureste a noroeste entre las que destacan el Arroyo el Ladrón, Arroyo Grande y Arroyo Culebras, (todos en dirección sureste a

noroste) que siguen aguas abajo hasta unirse al Arroyo Higuierillas y posteriormente al Río Extoraz. De los arroyos colindantes al SA mencionados anteriormente cabe mencionar que el Arroyo el Grande recolecta los escurrimientos generados únicamente en temporadas de lluvias del arroyo que pasa en el predio en estudio. Con lo que respecta a la hidrología subterránea el predio de estudio se encuentra sobre el acuífero Tolimán (2207).

El uso de suelo y vegetación predominante en el sistema ambiental como en el área de estudio es Matorral Submontano el cual se manifiesta en una sola condición que corresponde a vegetación primaria en proceso de degradación, puesto que presenta evidencia de actividades de pastoreo en la zona que se han llevado a cabo hasta la actualidad, si bien durante el muestreo no se observaron animales pastoreando dentro del predio en cuestión. En el sitio se encontraron especies de flora que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como son la *Echinocactus platyacactus* y *Mammillaria parkinsonii*, ambas en estatus de protección (Pr).

En relación a la fauna silvestre, no hubo avistamiento de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se sabe que, por características del sitio debido a actividades de pastoreo y actividad del banco de material colindante, ha originado presión sobre la fauna, obligándola a modificar sus hábitos para la subsistencia.

El componente socioeconómico. - El municipio de Cadereyta de Montes, ha registrado un crecimiento poblacional en los últimos años, contando 69549 habitantes al 2015 y su proyección al 2017 con 70,814 (SEDESOL 2017), lo cual implicará dotar de infraestructura y servicios a estos nuevos pobladores debido a que se presentará una mayor demanda de equipamiento y vivienda lo que presionará el requerimiento de infraestructura vial. Presenta un 3.4 % de la población estatal, exhibe una densidad de población de 51.6 habitantes por kilómetro cuadrado con una tasa de crecimiento de 1.7 colocándolo en el 11.5% de superficie del territorio nacional. Cuenta con índice de 0.06 de marginación lo que lo coloca en un grado medio en este indicador al año 2010, por lo que base a estos indicadores se dice que se encuentra actualmente con carencias medianas en infraestructura básica como son agua potable, drenaje, energía eléctrica, calles pavimentadas principalmente



CAPITULO V

**IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE
IMPACTOS AMBIENTALES**



INDICE

| | |
|--|-----------|
| V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | 2 |
| V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES | 2 |
| V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS | 7 |
| V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO | 7 |
| V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS | 10 |
| V.3.1 DETERMINACIÓN DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS | 10 |
| V.3.2 ANÁLISIS CUALITATIVO GLOBAL | 15 |
| V.4 CONCLUSIONES | 17 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla V. 1. Lista de acciones relevantes del proyecto..... | 4 |
| Tabla V. 2. Factores ambientales susceptibles a recibir impactos | 5 |
| Tabla V. 3. Matriz de Identificación de impactos..... | 6 |
| Tabla V. 4. Indicadores de Impacto..... | 8 |
| Tabla V. 5. Valores de los impactos..... | 9 |
| Tabla V. 6. Matriz de importancia de los impactos ambientales | 10 |
| Tabla V. 7. Matriz de evaluación de los Impacto Ambiental | 16 |

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF, 2017), el impacto ambiental se define como la “*modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*”, y mediante la Manifestación de Impacto Ambiental, se da a conocer los impactos ambientales significativos y potenciales que generaría el proyecto en cuestión, así como los medios para evitarlos o atenuarlos en caso de que estos sean negativos.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir, la alteración neta (positiva o negativa) resultante de una actuación.

Para la evaluación de impactos, utilizaremos la “Matriz de Interacciones de Leopold”, ésta es una matriz de interacción simple para identificar los diferentes impactos ambientales potenciales de un proyecto determinado.

Esta matriz de doble entrada tiene como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que tendrán lugar y que pueden causar impactos. Se usará en primera etapa para la identificación de impactos ambientales.

Matriz de identificación de efectos.

Una vez conocido el proyecto, su Sistema Ambiental y Área de Influencia y su capacidad receptiva; se hace un estudio preliminar de impactos, en el que se analiza una primera visión del proyecto y su entorno.

En esta primera aproximación al estudio de acciones y efectos se puede apreciar la forma en que éstos inciden sobre el medio y cuáles son las consecuencias que acarrearán estas acciones para la ejecución del proyecto en relación con parámetros ambientales. Se analizan las acciones que por la ejecución del proyecto van a actuar sobre el medio y los factores del medio que pueden verse afectados por aquellas. Para eso se elabora un primer informe en donde la relación acciones-factores el cual brindará una visión inicial de los efectos que pueden resultar más sintomáticos debido a su importancia para el entorno del proyecto. Estos factores y acciones son dispuestos en filas y columnas respectivamente y formarán el esqueleto de la primera matriz: Matriz de Identificación de Efectos.

Matriz de importancia

Una vez identificadas las acciones y los factores, la matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa de los impactos.

En esta fase, se “cruza” las dos informaciones, con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del Proyecto, como de su explotación, y poder así valorar su importancia.

Una vez identificadas las posibles alteraciones, se hace preciso una previsión y valoración de estas. Esta operación es importante para clarificar aspectos que la propia simplificación del método conlleva. Es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación Acción del proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

No es válido, por tanto, pasar tras una identificación de posibles impactos, a un proceso de evaluación de estos sin un previo análisis enunciado, escribiendo y analizando los factores más importantes constatados, justificando el por qué merecen una determinada valoración.

La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Estos elementos tipo, o casillas de cruce, estarán ocupados por la valoración correspondiente a siete símbolos siguiendo el orden espacial plasmado en los que se añade uno o más que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de los seis primeros símbolos anteriores.

Identificación de acciones del proyecto susceptibles de producir impactos

Previo a la ejecución de un proyecto, la identificación de los impactos ambientales que afectaran al Sistema Ambiental se tiene como propósito analizar y evaluar las acciones y actividades impactantes, con el objeto de implementar medidas preventivas, de mitigación o compensatorias que garanticen la reducción de los efectos y resalten los efectos benéficos que se pretende con la realización de la obra.

La identificación de los impactos del proyecto es posible con el conocimiento de las acciones a desarrollar para la ejecución del proyecto. Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa – efecto que define un impacto ambiental. Tales causas pueden residir en todas las fases o etapas del proyecto y en todas las partes y elementos que lo forman.

Para la identificación de estas acciones se deben diferenciar los elementos del proyecto de manera estructurada, atendiendo a los siguientes aspectos:

- Acciones que modifiquen el uso del suelo
 - Por nuevas ocupaciones

- Acciones que implican emisión de contaminantes
 - A la atmósfera
 - Al agua
 - Al suelo
 - En forma de residuos sólidos

- Acciones derivadas del almacenamiento de residuos
 - Dentro del núcleo de la actividad
 - Transporte
 - Vertederos
 - Almacenes



- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
 - Materias primas
 - Consumos energéticos
 - Consumos de agua

- Acciones que actúan sobre el medio biótico
 - Emigración
 - Disminución
 - Aniquilación

- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
 - Topografía y suelo
 - Vegetación
 - Agua

- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

Se hace notar que existen acciones cuyos efectos tienen lugar durante la fase de construcción, pero por su irreversibilidad, persistencia o duración, el impacto continúa a lo largo de la vida del proyecto (Fernández, 2009). En la Tabla V.1, se muestran las diferentes acciones o actividades relevantes del proyecto susceptibles a producir impactos.

Tabla V. 1. Lista de acciones relevantes del proyecto

| Etapa o fase | | Acciones impactantes |
|----------------------------------|--|--|
| Preparación del sitio | | Trazo y nivelación |
| | | Rescate y reubicación de flora y fauna |
| | | Desmonte y despalme (área de construcción del muro de retención) |
| | | Transporte y manejo de residuos |
| Construcción | Desarrollo de caminos | Acarreo y empuje de materiales residuo |
| | | Compactación y nivelación |
| | | Operación de maquinaria y equipo |
| | | Transporte y manejo de residuos |
| | Construcción del muro de retención y alcantarillas | Excavación y acondicionamientos |
| | | Obra civil (desplante del muro y alcantarillas) |
| | | Operación de maquinaria y vehículos |
| | | Transporte y manejo de residuos |
| Operación y mantenimiento | Formación de planillas | Disposición de material residuo |
| | | Operación maquinaria y vehículos |
| | | Transporte y manejo de residuos |
| | | Rehabilitación de planillas mediante la reforestación |
| | Mantenimiento | Seguimiento y monitoreo de áreas de reubicación y reforestación |

Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos



Una vez identificadas las acciones del proyecto, se procede a la identificación de impactos que estas tienen sobre los factores ambientales.

El Medio Ambiente tendrá una mayor capacidad de acogida del proyecto y que de alguna manera evaluamos, estudiando los efectos que sobre los principales factores ambientales causan las acciones identificadas de acuerdo con el apartado anterior.

Técnicamente, el entorno, está constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen a los medios abiótico, biótico, sociocultural y económico.

A partir de la revisión de los resultados de la caracterización del proyecto se identifican los factores relevantes en el área sujeta a cambio de uso de suelo, su área de influencia y Sistema Ambiental, que resulten afectados por las acciones del proyecto en cualquiera de sus etapas (Tabla V.2).

A cada factor se le asigna una medida de importancia relativa al entorno, medida en *Unidades de Importancia (UIP)*, y la suma de todas las UIP debe ser 1000. Estas unidades se usan para efectuar ponderaciones en las estimaciones globales de los efectos.

Tabla V. 2. Factores ambientales susceptibles a recibir impactos

| Medio | Factor ambiental | Atributo | UIP | |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------|
| SISTEMA AMBIENTAL | Abiótico | Agua | Calidad | 50 |
| | | | Drenaje Superficial | 50 |
| | | Atmósfera | Calidad del aire | 50 |
| | | | Ruido y vibraciones | 50 |
| | | Suelo | Erosión | 50 |
| | | | Infiltración | 50 |
| | | | Propiedades físicas del suelo | 25 |
| | | | Calidad del suelo | 25 |
| | Total, Medio Abiótico | | | 350 |
| | Biótico | Vegetación | Cobertura vegetal | 100 |
| | | | Afectación por gases y PST | 50 |
| | | Fauna | Perturbación y desplazamiento | 100 |
| | Total, Medio biótico | | | 250 |
| | Perceptual | Paisaje | Calidad paisajística | 100 |
| | Total, Medio Perceptual | | | 100 |
| Socioeconómico | | Economía local y regional | 100 | |
| | | Mano de obra / Empleos | 100 | |
| | | Seguridad laboral | 100 | |
| Total, Medio Socioeconómico | | | 300 | |
| TOTAL SISTEMA AMBIENTAL | | | 1000 | |

Fuente: Conesa, 2010

Ahora bien, conociendo las acciones del proyecto y los factores ambientales susceptibles a recibir impactos por dichas acciones, se hace la identificación de impactos por etapa del proyecto mediante la matriz de identificación de impactos (Tabla V.3), las filas corresponden a los elementos ambientales y las columnas son las acciones del proyecto.

Tabla V. 3. Matriz de Identificación de impactos

| Etapa o fase del proyecto | | | | Preparación del sitio | | | | Construcción | | | | | Operación y mantenimiento | | | | | |
|---------------------------|------------------|-------------------------------|----|-----------------------|--|---------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---|---|
| Acciones del proyecto | | | | Trazo y nivelación | Rescate y reubicación de flora y fauna | Desmonte y despalle | Transporte u manejo de residuos | Acarreo y empuje de material residuo | Excavación y acondicionamientos | Compactación y nivelación (caminos) | Obra civil (muro y alcantarillas) | Operación de maquinaria y vehículos | Transporte y manejo de residuos | Disposición de material residuo | Operación de maquinaria y vehículos | Transporte y manejo de residuos | Rehabilitación de planillas (reforestación) | Seguimiento y monitoreo de áreas de reubicación y reforestación |
| Medio | Factor ambiental | Atributo | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abiótico | Agua | Calidad | 1 | | | | | | | | | I _(1,9) | | I _(1,12) | | | | |
| | | Drenaje superficial | 2 | | | I _(2,3) | | | | | I _(2,8) | | | | | | I _(2,14) | I _(2,15) |
| | Atmósfera | Calidad del aire | 3 | | I _(3,2) | I _(3,3) | | I _(3,5) | I _(3,6) | I _(3,7) | | I _(3,9) | | I _(3,11) | I _(3,12) | | I _(3,14) | I _(3,15) |
| | | Ruido y vibraciones | 4 | | | I _(4,3) | | | | I _(4,7) | | I _(4,9) | | | I _(4,12) | | | |
| | Suelo | Erosión | 5 | | I _(5,2) | I _(5,3) | | | I _(5,6) | | | I _(5,9) | | | I _(5,12) | | I _(5,14) | I _(5,15) |
| | | Infiltración | 6 | | I _(6,2) | I _(6,3) | | | I _(6,6) | I _(6,7) | | I _(6,9) | | | I _(6,12) | | I _(6,14) | I _(6,15) |
| | | Propiedades físicas | 7 | | | | | | | I _(7,7) | I _(7,8) | | | | | | I _(7,14) | I _(7,15) |
| | | Calidad del suelo | 8 | | I _(8,2) | I _(8,3) | I _(8,4) | | | I _(8,7) | I _(8,8) | I _(8,9) | I _(8,10) | I _(8,11) | I _(8,12) | I _(8,13) | I _(8,14) | I _(8,15) |
| Biótico | Flora | Cobertura vegetal | 9 | | I _(9,2) | I _(9,3) | | | | | | | I _(9,11) | | | I _(9,14) | I _(9,15) | |
| | | Afectación por gases y PST | 10 | | | | | I _(10,5) | | I _(10,7) | | I _(10,9) | | I _(10,11) | I _(10,12) | | | |
| | Fauna | Perturbación y desplazamiento | 11 | I _(11,1) | I _(11,2) | I _(11,3) | | I _(11,5) | I _(11,6) | I _(11,7) | I _(11,8) | I _(11,9) | | I _(11,11) | I _(11,12) | | I _(11,14) | I _(11,15) |
| Perceptual | Paisaje | Calidad Paisajística | 12 | | I _(12,2) | I _(12,3) | I _(12,4) | I _(12,5) | I _(12,6) | I _(12,7) | I _(12,8) | I _(12,9) | I _(12,10) | I _(12,11) | I _(12,12) | I _(12,13) | I _(12,14) | I _(12,15) |
| Socio - económico | | Economía local y regional | 13 | I _(13,1) | I _(13,2) | I _(13,3) | I _(13,4) | I _(13,5) | I _(13,6) | I _(13,7) | I _(13,8) | I _(13,9) | I _(13,10) | I _(13,11) | I _(13,12) | I _(13,13) | I _(13,14) | I _(13,15) |
| | | Generación de empleos | 14 | I _(14,1) | I _(14,2) | I _(14,3) | I _(14,4) | I _(14,5) | I _(14,6) | I _(14,7) | I _(14,8) | I _(14,9) | I _(14,10) | I _(14,11) | I _(14,12) | I _(14,13) | I _(14,14) | I _(14,15) |
| | | Seguridad Laboral | 15 | I _(15,1) | I _(15,2) | I _(15,3) | I _(15,4) | I _(15,5) | I _(15,6) | I _(15,7) | I _(15,8) | I _(15,9) | I _(15,10) | I _(15,11) | I _(15,12) | I _(15,13) | I _(15,14) | I _(15,15) |

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO

Los indicadores de impacto se determinan en función de las acciones impactantes y los factores impactados, describiendo la relación con cada una de las etapas del proyecto, las acciones y los factores se interrelacionan y son la base para estructurar la matriz de evaluación. A continuación, se describen los indicadores que utiliza la metodología, a fin de crear una matriz de valoración cualitativa:

Naturaleza (NA): Hace referencia al carácter beneficioso o perjudicial del Impacto.

Intensidad (IN): Expresa el grado de incidencia o destrucción de la acción sobre el factor que pueda considerarse desde una afección mínima hasta la destrucción total del factor.

Extensión (EX): Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada el impacto será puntual, mientras que el área corresponde a todo el entorno el impacto será total.

Momento (MO): Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que ésta produce sobre el factor del medio considerado. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que el corto plazo corresponde a menos de un año, el medio plazo entre uno y cinco años, y el largo plazo a más de cinco años.

Persistencia (PE): Indica el tiempo que permanece el efecto, desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, ya sea por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse fugaz si permanece menos de un año, temporal si lo hace entre uno y 10 años, y permanente si supera los 10 años.

La persistencia no es igual que la reversibilidad, aunque son conceptos asociados: los efectos fugaces o temporales siempre son reversibles o recuperables; los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, recuperables o irrecuperables.

Reversibilidad (RV): Indica la posibilidad de la construcción del factor afectado por la realización del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que se deja de actuar sobre el medio. En caso de que sea posible, el intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo, que si es menos de un año se considera el corto plazo; entre uno y diez años se considera mediano plazo, y si se superan los diez años se considera irreversible.

Sinergia (SI): se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado (la manifestación es lineal respecto a los efectos).

Puede visualizarse como el reforzamiento de dos efectos simples; si en lugar de reforzarse los efectos se debilitan, el valor de la sinergia deberá ser negativa.

Acumulación (AC): Es el incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera.

Relación Causa - Efecto (EF): La relación causa-efecto puede ser directa o indirecta, es directa si es la acción misma la que origina el efecto, mientras que es indirecta si es otro efecto el que la origina, generalmente por la interdependencia de un factor sobre otro.

Periodicidad (PR): Indica la regularidad de la manifestación del efecto, y puede ser: efecto periódico el que se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua con el tiempo.

Efecto de aparición irregular, es el que se manifiesta de manera imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.

Recuperabilidad (MC): Indica la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado por la realización del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales, por medio de una intervención humana.

Tabla V. 4. Indicadores de Impacto

| | | | |
|--|----|---|----|
| (NA) Naturaleza | | (IN) Intensidad | |
| (+) Impacto beneficioso | +1 | (B) Baja | 1 |
| (-) Impacto adverso | -1 | (M) Media | 2 |
| | | (A) Alta | 4 |
| | | (MA) Muy alta | 8 |
| | | (T) Total | 12 |
| (EX) Extensión (Área de Influencia) | | (MO) Momento (Plazo de manifestación) | |
| (Pu) Puntual | 1 | (L) Largo plazo | 1 |
| (Pa) Parcial | 2 | (M) Medio Plazo | 2 |
| (Ex) Extenso | 4 | (I) Inmediato | 4 |
| (T) Total | 8 | (C) Crítico ⁽²⁾ | +4 |
| (C) Crítico ⁽¹⁾ | +4 | | |
| (PE) Persistencia (Permanencia del efecto) | | (RV) Reversibilidad (Por medidas naturales) | |
| (F) Fugaz | 1 | (C) Corto Plazo | 1 |
| (T) Temporal | 2 | (M) Medio Plazo | 2 |
| (P) Permanente | 4 | (I) Irreversible | 4 |
| (SI) Sinergismo | | (AC) Acumulación (Incremento progresivo) | |
| (SS) Sin sinergismo | 1 | (S) Simple | 1 |
| (S) Sinérgico | 2 | (A) Acumulativo | 2 |
| (MS) Muy Sinérgico | 4 | | |
| (EF) Efecto (Relación causa – efecto) | | (PR) Periodicidad (Regularidad de la manifestación) | |
| (I) Indirecto (secundario) | 1 | (I) Irregular o discontinuo | 1 |
| (D) Directo (Primario) | 4 | (P) Periódico | 4 |
| | | (C) Continuo | 8 |
| (MC) Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos) | | I: Importancia | |
| (In) De manera inmediata | 1 | Irrelevante o compatible (CO) | |
| (MP) A mediano plazo | 2 | Moderado (M) | |
| (M) Mitigable | 4 | Severo (A) | |
| (I) Irrecuperable | 8 | Crítico (C) | |

⁽¹⁾ Si el área cubre un lugar crítico (especialmente importante) la valoración será cuatro unidades superior.

⁽²⁾ Si el impacto se presenta en un momento (crítico) la valoración será cuatro unidades superior.

Fuente: (Dellavedova, 2011)

IMPORTANCIA DE IMPACTO (I): Valoración que nos da una especie de ponderación del impacto; expresa la importancia del efecto de una acción sobre el factor ambiental.

La importancia del impacto viene representada con un número que se deduce mediante la expresión:

$$I = NA (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Cada impacto puede clasificarse de acuerdo con su Importancia (I) como:

Impacto Irrelevante o compatible: Es aquel cuya recuperación es inmediata, una vez que cesa la actividad causante y no requiere de medidas preventivas y correctivas.

Impacto Moderado: Es el que no requiere las medidas preventivas o correctivas intensivas y la recuperación de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.

Impacto Severo: La recuperación de las condiciones ambientales requiere medidas protectoras o correctivas y aun con ellas, la recuperación lleva un tiempo largo.

Impacto Crítico. La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad ambiental, sin posible recuperación incluso con la aplicación de medidas.

Tabla V. 5 Valores de los impactos

| Evaluación | Rango |
|-------------------------------|---------------------|
| Irrelevante o compatible (CO) | $0 \leq I < 25$ |
| Moderado (M) | $25 \leq I \leq 50$ |
| Severo (A) | $50 \leq I \leq 75$ |
| Crítico (C) | $75 \leq I$ |

Fuente: (Dellavedova, 2011)

Impacto Ambiental Moderado: efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el entorno 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 protectoras o correctoras y en el que aun con esas medidas aquella recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado.

Impacto Ambiental Crítico: efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Produce la pérdida permanente de la calidad ambiental sin recuperación con adopción de medidas correctoras o protectoras

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.3.1 DETERMINACIÓN DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS

Tabla V. 6. Matriz de importancia de los impactos ambientales

| Impacto | Naturaleza (NA) | Intensidad (IN) | Extensión (EX) | Momento (MO) | Persistencia (PE) | Reversibilidad (RV) | Sinergia (SI) | Acumulación (AC) | Efecto (EF) | Periodicidad (PR) | Recuperabilidad (MC) | Importancia (I) | Evaluación |
|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------|------------------|-------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------|
| I _(11,1) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -17 | CO |
| I _(13,1) | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 26 | M |
| I _(14,1) | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 26 | M |
| I _(15,1) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -21 | CO |
| I _(3,2) | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 8 | 36 | M |
| I _(5,2) | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 39 | M |
| I _(6,2) | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 39 | M |
| I _(8,2) | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 39 | M |
| I _(9,2) | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 50 | A |
| I _(11,2) | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 50 | A |
| I _(12,2) | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 44 | M |
| I _(13,2) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 31 | M |
| I _(14,2) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 31 | M |
| I _(15,2) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -21 | CO |
| I _(2,3) | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -20 | CO |
| I _(3,3) | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -19 | CO |
| I _(4,3) | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -19 | CO |
| I _(5,3) | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -19 | CO |
| I _(6,3) | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -19 | CO |
| I _(8,3) | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | -29 | M |
| I _(9,3) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | -33 | M |
| I _(11,3) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | -26 | M |
| I _(12,3) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | -25 | M |
| I _(13,3) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 32 | M |
| I _(14,3) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 32 | M |
| I _(15,3) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -27 | M |
| I _(8,4) | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 32 | M |



| Impacto | Naturaleza (NA) | Intensidad (IN) | Extensión (EX) | Momento (MO) | Persistencia (PE) | Reversibilidad (RV) | Sinergia (SI) | Acumulación (AC) | Efecto (EF) | Periodicidad (PR) | Recuperabilidad (MC) | Importancia (I) | Evaluación |
|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------|------------------|-------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------|
| I _(12,4) | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 32 | M |
| I _(13,4) | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 8 | 32 | M |
| I _(14,4) | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 8 | 32 | M |
| I _(15,4) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | -26 | M |
| I _(3,5) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(10,5) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(11,5) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | -26 | M |
| I _(12,5) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(13,5) | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 8 | 32 | M |
| I _(14,5) | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 8 | 32 | M |
| I _(15,5) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -20 | CO |
| I _(3,6) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(5,6) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(6,6) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(11,6) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -20 | CO |
| I _(12,6) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -22 | CO |
| I _(13,6) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 36 | M |
| I _(14,6) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 36 | M |
| I _(15,6) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | -21 | CO |
| I _(3,7) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(4,7) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(6,7) | -1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | -24 | CO |
| I _(7,7) | -1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -27 | M |
| I _(8,7) | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -19 | CO |
| I _(10,7) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(11,7) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -20 | CO |
| I _(12,7) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -22 | CO |
| I _(13,7) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 36 | M |
| I _(14,7) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 36 | M |
| I _(15,7) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | -21 | CO |
| I _(2,8) | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -20 | CO |



| Impacto | Naturaleza (NA) | Intensidad (IN) | Extensión (EX) | Momento (MO) | Persistencia (PE) | Reversibilidad (RV) | Sinergia (SI) | Acumulación (AC) | Efecto (EF) | Periodicidad (PR) | Recuperabilidad (MC) | Importancia (I) | Evaluación |
|----------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------|------------------|-------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------|
| I _(7,8) | -1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -27 | M |
| I _(8,8) | -1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -27 | M |
| I _(11,8) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -20 | CO |
| I _(12,8) | -1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | -31 | M |
| I _(13,8) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 36 | M |
| I _(14,8) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 36 | M |
| I _(15,8) | -1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(1,9) | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -21 | CO |
| I _(3,9) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(4,9) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(5,9) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(6,9) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(8,9) | -1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -27 | M |
| I _(10,9) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -23 | CO |
| I _(11,9) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -20 | CO |
| I _(12,9) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -22 | CO |
| I _(13,9) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 36 | M |
| I _(14,9) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 36 | M |
| I _(15,9) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | -21 | CO |
| I _(8,10) | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 32 | M |
| I _(12,10) | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 32 | M |
| I _(13,10) | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 8 | 32 | M |
| I _(14,10) | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 8 | 32 | M |
| I _(15,10) | -1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | -26 | M |
| I _(3,11) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -28 | M |
| I _(8,11) | -1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 8 | -51 | A |
| I _(9,11) | -1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 8 | -51 | A |
| I _(10,11) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -28 | M |
| I _(11,11) | -1 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -30 | M |
| I _(12,11) | -1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | -27 | M |
| I _(13,11) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 8 | 40 | M |



| Impacto | Naturaleza (NA) | Intensidad (IN) | Extensión (EX) | Momento (MO) | Persistencia (PE) | Reversibilidad (RV) | Sinergia (SI) | Acumulación (AC) | Efecto (EF) | Periodicidad (PR) | Recuperabilidad (MC) | Importancia (I) | Evaluación |
|----------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------|------------------|-------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------|
| I(14,11) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 8 | 40 | M |
| I(15,11) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | -30 | M |
| I(1,12) | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -26 | M |
| I(3,12) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -28 | M |
| I(4,12) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -28 | M |
| I(5,12) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -28 | M |
| I(6,12) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -28 | M |
| I(8,12) | -1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -32 | M |
| I(10,12) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | -28 | M |
| I(11,12) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -25 | M |
| I(12,12) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -27 | M |
| I(13,12) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 36 | M |
| I(14,12) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 36 | M |
| I(15,12) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | -26 | M |
| I(8,13) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 34 | M |
| I(12,13) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 34 | M |
| I(13,13) | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 8 | 37 | M |
| I(14,13) | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 8 | 37 | M |
| I(15,13) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | -31 | M |
| I(2,14) | 1 | 4 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 52 | A |
| I(3,14) | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 53 | A |
| I(5,14) | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 54 | A |
| I(6,14) | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 54 | A |
| I(7,14) | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 8 | 51 | A |
| I(8,14) | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 54 | A |
| I(9,14) | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 54 | A |
| I(11,14) | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 8 | 40 | M |
| I(12,14) | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 51 | A |
| I(13,14) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 8 | 37 | M |
| I(14,14) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 8 | 37 | M |
| I(15,14) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -26 | M |



| Impacto | Naturaleza (NA) | Intensidad (IN) | Extensión (EX) | Momento (MO) | Persistencia (PE) | Reversibilidad (RV) | Sinergia (SI) | Acumulación (AC) | Efecto (EF) | Periodicidad (PR) | Recuperabilidad (MC) | Importancia (I) | Evaluación |
|----------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------|------------------|-------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------|
| I _(2,15) | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 8 | 49 | M |
| I _(3,15) | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 8 | 49 | M |
| I _(5,15) | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 8 | 50 | A |
| I _(6,15) | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 8 | 50 | A |
| I _(7,15) | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 8 | 47 | M |
| I _(8,15) | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 8 | 50 | A |
| I _(9,15) | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 8 | 50 | A |
| I _(11,15) | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 8 | 36 | M |
| I _(12,15) | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 8 | 39 | M |
| I _(13,15) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 8 | 37 | M |
| I _(14,15) | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 8 | 37 | M |
| I _(15,15) | -1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | -26 | M |



V.3.2 ANÁLISIS CUALITATIVO GLOBAL

Una vez calculada la importancia de cada uno de los impactos y consignados estos valores en la Matriz de Importancia, se procede al análisis del proyecto en su conjunto, en este análisis también se considera la importancia del factor relativa al entorno.

En esta matriz, las filas corresponden a los factores y las columnas a las acciones, en la celda ij de la Matriz se consigna la Importancia del impacto que la acción Aj tiene sobre el factor Fi – que tiene Pi Unidades de Importancia.

La suma ponderada de las columnas permitirá identificar las acciones más agresivas, las poco agresivas y las benéficas, y la suma ponderada por filas permite identificar los factores más afectados por las acciones del proyecto (Conesa, 2010)

| | |
|--|---|
| Importancia de efectos debidos a la acción Aj: | $I_j = \sum_i I_{ij}$ |
| Importancia de los efectos sufridos por el factor Fi | $I_i = \sum_j I_{ij}$ |
| Importancia relativa al entorno de los efectos debidos a la acción Aj | $I_{Rj} = \sum_i I_{ij} * P_j / \sum_j P_j$ |
| Importancia relativa al entorno de los efectos sufridos por el factor Fi | $I_{Ri} = \sum_j I_{ij} * P_j / \sum_j P_j$ |
| Importancia Total del Proyecto | $I_T = \sum_i \sum_j I_{ij}$ |
| Importancia Total del Proyecto relativa al entorno | $I_{R-T} = \sum_i \sum_j P_i I_{ij}$ |



Tabla V. 7. Matriz de evaluación de los Impacto Ambiental

| Etapa o fase del proyecto | | | Preparación del sitio | | | | Construcción | | | | | | Operación y mantenimiento | | | | | Importancia de los efectos debidos a la acción | Importancia relativa al entorno de los efectos debidos a la acción | Importancia Total del Proyecto relativa al entorno | | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--|--|--|---------------|------------|-------|
| Medio | Factor ambiental | Atributo | UIP | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 | A14 | | | | A15 | I Aj | IR Aj |
| Abiótico | Agua | Calidad | P1 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -21 | 0 | 0 | -26 | 0 | 0 | 0 | -47 | -23.5 | | |
| | | Drenaje superficial | P2 | 50 | 0 | 0 | -20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 | 49 | 61 | 30.5 | |
| | | | | 100 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | -10.5 | 0 | 0 | -13 | 0 | -26 | -24.5 | 14 | 7 | -54 | |
| | Atmósfera | Calidad del aire | P3 | 50 | 0 | 36 | -19 | 0 | -23 | -23 | -23 | 0 | -23 | 0 | -28 | -28 | 0 | 53 | 49 | -29 | -14.5 | | |
| | | Ruido y vibraciones | P4 | 50 | 0 | 0 | -19 | 0 | 0 | 0 | -23 | 0 | -23 | 0 | 0 | -28 | 0 | 0 | 0 | 0 | -93 | -46.5 | |
| | | | | 100 | 0 | 0 | -6.84 | 0 | 0 | 5.29 | 5.29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.84 | 0 | 0 | 25.97 | -122 | -61 | 32 | |
| | Suelo | Erosión | P5 | 50 | 0 | 39 | -19 | 0 | 0 | -23 | 0 | 0 | -23 | 0 | 0 | -28 | 0 | 54 | 50 | 50 | 16.6667 | | |
| | | Infiltración | P6 | 50 | 0 | 39 | -19 | 0 | 0 | -23 | -24 | 0 | -23 | 0 | 0 | -28 | 0 | 54 | 50 | 26 | 8.66667 | | |
| | | Propiedades físicas | P7 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -27 | -27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 47 | 44 | 7.33333 | | |
| | | Calidad del suelo | P8 | 25 | 0 | 39 | -29 | 32 | 0 | 0 | -19 | -27 | -27 | 32 | -51 | -32 | 34 | 54 | 50 | 56 | 9.33333 | | |
| | | | 150 | 0 | 0 | 7.54 | 6.187 | 0 | 0 | -3.68 | -8.28 | -4.86 | 5.76 | 10.9 | -10.88 | 7.253 | -12.24 | -33.98 | 176 | 42 | -0.111 | | |
| Biótico | Flora | Cobertura vegetal | P9 | 100 | 0 | 50 | -33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -51 | 0 | 0 | 54 | 50 | 70 | 46.6667 | | | |
| | | Afectación por gases y PST | P10 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | -23 | 0 | -23 | 0 | -23 | 0 | -28 | -28 | 0 | 0 | 0 | -125 | -41.667 | | |
| | | | | 150 | 0 | 0 | -11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -5.227 | 0 | 0 | 18 | -55 | 5 | 45 | |
| Fauna | Perturbación y desplazamiento | | P11 | 100 | -17 | 50 | -26 | 0 | -26 | -20 | -20 | -20 | 0 | -30 | -25 | 0 | 40 | 36 | -78 | -78 | | | |
| | | | | 100 | -17 | -8.5 | -13 | 0 | 0 | 5.2 | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 | 7.5 | 0 | 0 | 14.4 | -78 | -78 | -78 | |
| Perceptual | Paisaje | Calidad Paisajística | P12 | 100 | 0 | 44 | -25 | 32 | -23 | -22 | -22 | -31 | -22 | 32 | -27 | -27 | 34 | 51 | 39 | 33 | 33 | | |
| | | | | 100 | 0 | 0 | -11 | -8 | -7.36 | 5.06 | 4.84 | 6.82 | 6.82 | -7.04 | -8.64 | 7.29 | -9.18 | 17.34 | 19.89 | 33 | 33 | 33 | |
| Socio - económico | | Economía local y regional | P13 | 100 | 26 | 31 | 32 | 32 | 32 | 36 | 36 | 36 | 36 | 32 | 40 | 36 | 37 | 37 | 37 | 516 | 172 | | |
| | | Generación de empleos | P14 | 100 | 26 | 31 | 32 | 32 | 32 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 32 | 40 | 36 | 37 | 37 | 37 | 516 | 172 | |
| | | Seguridad Laboral | P15 | 100 | -21 | -21 | -27 | -26 | -20 | -21 | -21 | -23 | -21 | -26 | -30 | -26 | -31 | -26 | -26 | -26 | -366 | -122 | |
| | | | 300 | 7 | -1.47 | -1.89 | -2.34 | -1.73 | -1.4 | -1.47 | -1.61 | -1.61 | -1.82 | -2.6 | -2.6 | -2.69 | -2.687 | -2.253333 | 666 | 222 | 122 | | |
| Importancia de los efectos sufridos por el factor (I Fi) | | | | 14 | 338 | -172 | 102 | -51 | -60 | -130 | -76 | -154 | 102 | -165 | -204 | 111 | 511 | 468 | | | | | |
| Importancia relativa al entorno de los efectos sufridos por el factor (IR Fi) | | | | -1.4 | -1.203 | 4.796 | -1.02 | -1.83 | -4.28 | -5 | -5.4 | -4.886 | -1.28 | -0.84 | -8.339 | -1.46 | -7.114 | -25.185 | | | -68.45 | | |
| Importancia Total del Proyecto (I T) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 634 | | | | |

V.4 CONCLUSIONES

La ejecución de todo proyecto conlleva un gran número de impactos a los diferentes factores ambientales los cuales pueden ser de naturaleza positiva o negativa, estos últimos requieren de aplicación de acciones para que sus efectos pueden reducirse y/o compensarse de tal manera que el proyecto pueda integrarse al medio con el menor impacto posible.

La matriz anterior nos muestra el valor global del impacto de este proyecto, en esta se identifican los factores ambientales mayormente afectados, así como las acciones que impactan en mayor medida a dichos factores, en qué etapa se presentan y su duración con relación al programa de trabajo que se muestra en el capítulo II; para de esta manera llevar a cabo una propuesta de las medidas de mitigación y compensación.

En relación al factor agua, considerando que dentro del predio no existen corrientes ni cuerpos de agua, no es posible la contaminación de agua de manera directa por derrames de aceites y combustibles por el empleo de maquinaria, camiones y equipo, sin embargo en caso de que un derrame accidental pueda presentarse, los contaminantes pueden ser arrastrados y llegar a corrientes de agua cercanos (aguas abajo) por medio de los escurrimientos durante lluvias intensas, lo que puede afectar su calidad.

En cuanto al drenaje superficial, influye la estructura del suelo, pero también son factores importantes el relieve y la vegetación, por lo que considerando la pendiente del predio, durante las actividades de desmonte y despalle del área de construcción del muro, el suelo quedará desnudo y susceptible a que el pasaje del agua sea más rápido, favoreciendo la erosión del suelo.

En el factor atmósfera, los principales impactos son la alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión de vehículos, material particulado, así como la generación de ruido y vibraciones. Estos impactos son generados por acciones como operación y tránsito de maquinaria y vehículos, camiones de volteo y movimientos de tierra principalmente, de acuerdo a la matriz de importancia, estos impactos van de un rango irrelevante o compatible a moderado y se hacen presentes en todas las etapas del proyecto.

El suelo, se ve afectado por actividades de desmonte y despalle en el área del muro de retención, su impacto es considerado por la erosión y compactación en las actividades que tienen que ver con actividades de desarrollo y acondicionamiento de caminos, el acarreo, descarga y empuje de material residual en área de planillas, asimismo, por el probable derrame accidental de hidrocarburos en caso de averías mecánicas lo que impacta en la calidad del suelo.

Uno de los factores de mayor importancia es la vegetación, que recibirá el mayor impacto por actividad desmonte y despalle para la construcción del muro de retención, aun cuando esta actividad se llevará de manera paulatina de acuerdo a los avances del proyecto. En la superficie que ocuparán las planillas no se llevará a cabo el retiro de vegetación, el material residual se empujará sobre la misma, por lo que previo a estas actividades se llevará a cabo la ejecución del programa de rescate y reubicación de flora.

Derivado del retiro de la vegetación para la construcción del muro y llenado de planillas, también se generan impactos a la fauna, provocando su desplazamiento por lo que previo al inicio estas actividades se llevará a cabo la ejecución del programa de rescate de fauna.

El paisaje es uno de los factores impactados por la mayoría de las acciones del proyecto, principalmente por retiro de vegetación, el tránsito vehicular, operación de maquinaria y actividades donde hay movimiento de tierras, se presentan impactos que van del rango irrelevante o compatible a moderado y requieren la aplicación de medidas de mitigación y compensación.



Los impactos se consideran de baja y media intensidad y de baja extensión considerando las dimensiones del proyecto, algunos de estos se manifiestan de manera temporal y puede el factor ambiental regresar a sus condiciones después de cierto periodo de tiempo y más aun con la aplicación de las medidas.

Por último, los factores social y económico, como resultado de la evaluación se tiene un valor de importancia alto, los impactos en mayoría son positivos y se presentan durante el total de la vida útil del proyecto beneficiando la economía y bienestar social.



CAPITULO VI

**MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS
IMPACTOS AMBIENTALES**

INDICE

| | |
|--|-----------|
| VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS DEL COMPONENTE AMBIENTAL | 2 |
| VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL | 19 |
| VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) | 27 |
| VI.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS Y FIANZAS | 35 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla VI. 1. Periodo de retorno 5 años | 5 |
| Tabla VI. 2. Estimación y diferencia de la infiltración en condiciones actuales y sin vegetación. | 6 |
| Tabla VI. 3. Capacidad anual del muro de retención (presa filtrante) | 6 |
| Tabla VI. 4. Estimación de erosión total en el polígono forestal en condiciones actuales y sin vegetación | 13 |
| Tabla VI. 5. Índice de vacíos, contenido de humedad y peso unitario seco | 16 |
| Tabla VI. 6. Capacidad anual y total de la presa filtrante. | 16 |
| Tabla VI. 7. Programa de vigilancia Ambiental | 21 |
| Tabla VI. 8. Seguimiento y control (monitoreo) | 28 |
| Tabla VI. 9. Resumen de costos del proyecto | 35 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura VI. 1. Muro de retención o presa filtrante | 4 |
| Figura VI. 2. Dirección de los escurrimientos en las planillas | 7 |
| Figura VI. 3. Diseño del terreno y ubicación de las cunetas | 8 |
| Figura VI. 4. Escurrimientos del agua de lluvia | 8 |
| Figura VI. 5. Ubicación de muro de retención y alcantarillas | 10 |
| Figura VI. 6. Obra de conservación de suelo sobre el terreno. El triángulo anaranjado representa el espacio donde se captará suelo. | 14 |

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, o disminuir los impactos negativos que el proyecto pueda generar sobre el entorno humano y natural, incluso puede reponer uno o más componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían antes de causar el daño. En caso de no ser posible, se reestablecen al menos las propiedades básicas iniciales.

El propósito de la mitigación es generar acciones destinadas a llevar a niveles aceptables los impactos ambientales ocasionados por una acción o actividad humana.

Por otro lado, las medidas de compensación buscan generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso y se llevan a cabo cuando los impactos negativos significativos no pueden mitigarse, es decir, cuando no es posible eliminarlos o disminuirlos.

La compensación, son un grupo de medidas de manejo mediante las cuales se pretende restituir los impactos ambientales irreversibles generados por las acciones o actividades del proyecto, mismas que pueden llevarse a cabo en el sitio del proyecto o en un lugar distinto, generando un impacto positivo alternativo y equivalente a un impacto adverso.

Las medidas preventivas para reducir o eliminar los impactos negativos surgen de la premisa de que siempre es mejor no producirlos que establecer medidas de mitigación, ya que estas suponen costos adicionales al proyecto, mismos que pueden disminuir o evitarse al no generar impacto mediante modificaciones o ajustes al proyecto. Los impactos pueden reducirse en gran medida con un diseño adecuado durante las fases de construcción, operación y abandono, así mismo, puede disminuir considerablemente los costos de aplicación de medidas de mitigación y compensación.

Es importante considerar la escala espacial y temporal de estas medidas en la aplicación de las medidas, en general es conveniente llevarlas a cabo lo antes posible, ya que de este modo se evitan impactos secundarios no deseables (Espinoza, G., 2007).

De acuerdo a la legislación ambiental, las medidas de prevención son un conjunto de acciones que se deberán ejecutar para evitar efectos previsibles de deterioro al ambiente; y las medidas de mitigación son el conjunto de acciones que deberán ejecutar para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS DEL COMPONENTE AMBIENTAL

Como parte del proyecto, se propone la aplicación de acciones y medidas para reducir al máximo el impacto que éste pudiese generar en el entorno abiótico, biótico y social; y de esta manera garantizar el cumplimiento de los aspectos legales encaminados y el compromiso con el cuidado del medio ambiente.

Las medidas propuestas para este proyecto tienen como objetivo:

- Integrar el proyecto con el desarrollo local y regional atendiendo las cuestiones ambientales, sociales y económicas.
- Prevenir la ocurrencia de impactos potenciales y evitar el posible deterioro ambiental como consecuencia de la ejecución del proyecto.

- Mitigar los impactos adversos mediante la aplicación de estas medidas adecuadas.
- Favorecer las condiciones del sitio para la continuidad de los procesos naturales del sitio al término de cada etapa del proyecto y abandono de sitio.
- La selección de mejores métodos y tecnologías (maquinaria y equipo) en las diferentes etapas del proyecto, para la prevención de impactos ambientales que necesitan de remediación o compensación que resultan más costosas.

A continuación, se presentan las medidas propuestas para un el mejor desempeño del proyecto, mismas que se clasifican por factor ambiental sujeto a impacto:

A. AGUA (SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA)

Su impacto puede manifestarse en aspectos como cambios en el patrón de drenaje (velocidad, infiltración, dirección del flujo, etc.), así como cambios en su calidad por presencia de residuos sólidos y líquidos, por derrames de aceites y combustibles y en menor proporción por arrastre de partículas de suelo derivado de actividades de movimiento de tierras. Si bien dentro del predio no existen corrientes ni cuerpos de agua, no es posible la contaminación de agua de manera directa, sin embargo, los contaminantes pueden ser arrastrados y llegar a corrientes de agua cercanos (aguas abajo) por medio de los escurrimientos durante lluvias intensas, lo que puede afectar su calidad.

Medidas de prevención a implementar para conservar la calidad del agua

1. Las reparaciones, mantenimiento y abasto de combustibles se harán tomando las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.
2. Se debe contar con unidades en perfecto estado y con el mantenimiento preventivo; mismo que se deberá llevar a cabo en sitios especializados para dicho fin.
3. Cualquier derrame accidental debe ser atendido inmediatamente. Por lo que se deberá contar con un kit de atención de derrames en el sitio donde se trabaje con maquinaria.
4. Se dotará de sanitarios móviles para servicio de los trabajadores, y los residuos líquidos sanitarios serán manejados por la empresa que brinde el servicio misma que llevará a cabo el mantenimiento periódico y deberá contar con las autorizaciones correspondientes para garantizar su adecuada gestión.
5. Se deberá instalar y dar mantenimiento a contenedores de residuos sólidos urbanos y peligrosos, llevar a cabo un estricto control, mediante la separación, almacenamiento temporal y transporte a su disposición final de manera continua para evitar que estos lleguen por arrastre a cuerpos de agua y generen su contaminación.

Medidas de mitigación a implementar para neutralizar los impactos ambientales negativos sobre los escurrimientos y la infiltración del agua

Como parte del proyecto y como medida de compensación y mitigación de impactos sobre los escurrimientos e infiltración del agua se construirá el muro de retención cuya función principal será retener el material dentro del área de los terreros y a la vez funcionará como presa de retención y filtración de agua de lluvia.

Para el control de escurrimientos a través de las planillas del terrero, estas contarán con cunetas de recibo de agua proveniente del escurrimiento, además de la construcción de tres alcantarillas que junto con las cunetas controlaran los escurrimientos.

El diseño de estas obras se describe a continuación:

A) Muro de retención (presa de filtración)

Como medida de compensación y mitigación y como parte del proyecto se construirá un MURO DE RETENCIÓN O PRESA DE FILTRACIÓN cuya función en primera instancia será para retener el material que trate de rebasar el área del polígono de terrenos permitido y a la vez como presa de retención de agua de lluvia sobre el mismo terrero y como presa de filtración.

El muro de retención se desplantará en el nivel 1970 que es el nivel a donde patea el material del terreno de la primera planilla 1985, la longitud total del muro será de 894.11 m, en el primer año se construirán los primeros 123.08 m., y así sucesivamente año con año en un promedio de 85.96 m., por año hasta el año 10.

Se desplantará en mamposteado a pase de piedra y mortero de cemento arena de río, tendrá una altura máxima de 1.50 m. En la base del muro y a la mitad de este a 0.75 m., se le dejaran orificios con tubo PVC en 3" de diámetro a lo ancho del muro y a lo largo separados cada metro, que nos permitirán retener a esa altura agua, que se filtrara en el subsuelo por los contactos y el fracturamiento de los estratos de las calizas requistalizadas y también para permitir el libre flujo del escurrimientos del agua del mismo terrero y de las planillas. La descripción del proceso de construcción se puede ver con mayor detalle en el apartado II.2.5 del capítulo II.

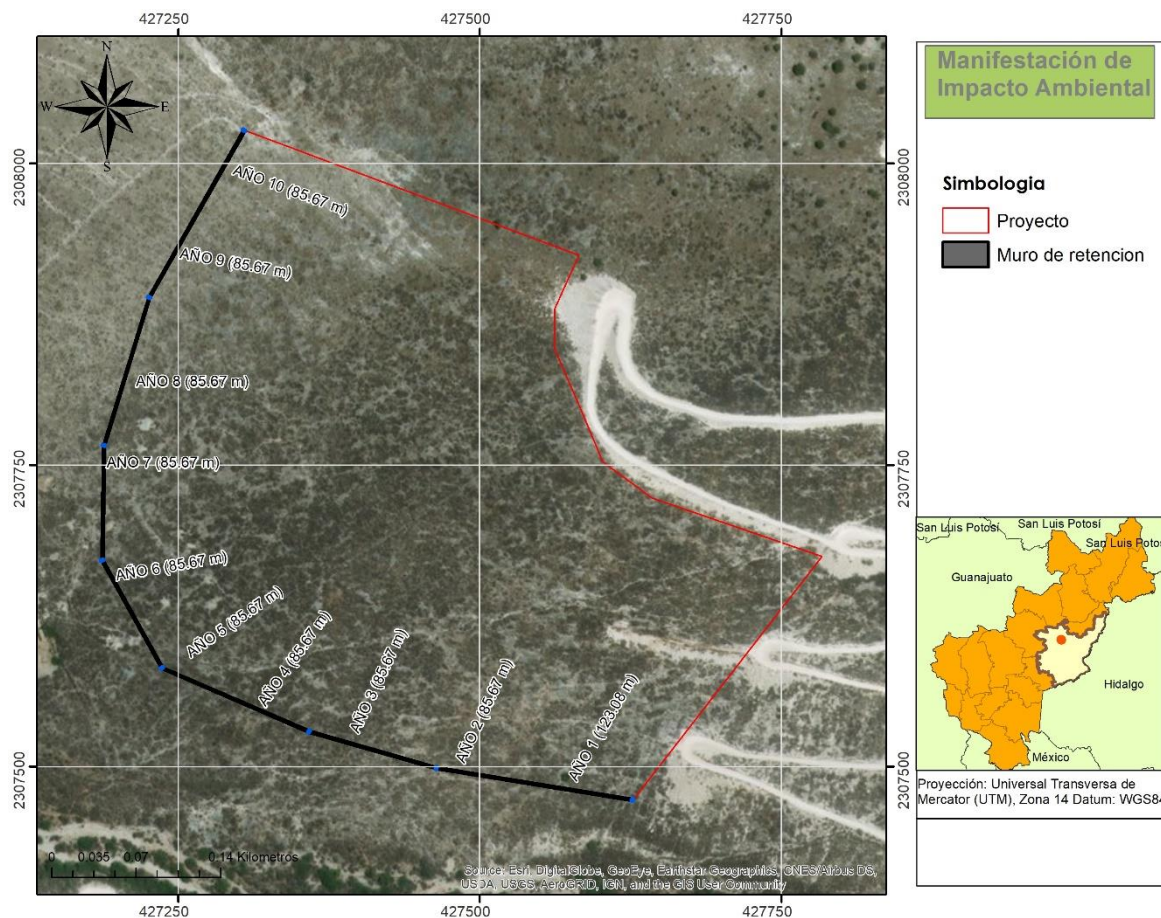


Figura VI. 1. Muro de retención o presa filtrante

Para calcular el **volumen de infiltración y la capacidad** de dicho muro, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- 1) El tipo de suelo en el área propuesta para cambio de uso de suelo es del tipo rendizinas, son suelos poco profundos y pegajosos que se presentan sobre las rocas calizas. Se caracterizan por presentar una capa superficial abundante en humus y muy fértil que subyace sobre roca caliza. Su disponibilidad a la erosión en forma general, es moderada.
- 2) La pendiente media de 20° que se considera una pendiente media-alta.
- 3) El tipo de vegetación es matorral submontano, que se caracteriza por su ocurrencia sobre suelos pedregosos, en laderas y cañones. En lugares más húmedos y suelo mejor desarrollado, es un matorral denso y alto, en condiciones opuestas, es bajo y espaciado. La diversidad de la flora depende de la humedad del suelo y de la exposición de las plantas. El estrato alto mide de 3 a 4 metros, con muchas especies verdes de hojas chicas.
- 4) Cobertura vegetal, se puede determinar en un 50 a 75%

Se calculó el periodo de retorno que puede ser cualquier evento extremo como lo son las lluvias torrenciales, temperaturas extremas, huracanes, entre otros, con lo cual, el intervalo, duración o número de años en que promedio, se cree que será igual o excedido, es decir es la frecuencia con la que se presenta un evento. El grado de magnitud de un fenómeno extremo está relacionado de forma inversa con su frecuencia (periodicidad), las precipitaciones muy intensas ocurren con una frecuencia menor que las moderadas o débiles (Gutiérrez *et al.* 2011).

Para calcular el periodo de retorno de las lluvias en un lapso de 5 años, se utilizaron los datos del Estudio Hidrológico (ver Anexo VI), de las cuencas de aporte al predio de la minera OMYA MÉXICO S.A DE C.V. y el método de Weibull que enuncia:

$$T = \frac{n+1}{m}$$

Se define el periodo de retorno (T) como el valor inverso a la probabilidad de un determinado evento (lluvia).

$$P = \frac{1}{T} \times 100$$

En la formula *n* es el número total de datos de una serie, *m* representa el número de orden de la serie arreglada en forma creciente y *P* la probabilidad de excedencia de que la precipitación sea igualada o superada.

Tabla VI. 1. Periodo de retorno 5 años

| Año | Precipitación | Precipitación ordenada | m | T (años) | P | Porcentaje |
|------|---------------|------------------------|---|----------|--------|------------|
| 2011 | 74 | 74 | 1 | 6 | 0.1667 | 16.67 |
| 2012 | 44 | 54 | 2 | 3 | 0.3333 | 33.33 |
| 2013 | 34.5 | 44 | 3 | 2 | 0.5000 | 50.00 |
| 2014 | 54 | 35 | 4 | 1.5 | 0.6667 | 66.67 |
| 2015 | 35 | 34.5 | 5 | 1.2 | 0.8333 | 83.33 |



Por lo tanto, la probabilidad más alta de un periodo de lluvia máxima al día es del 83.33 % con una precipitación del 34.5 mm en 24 horas, en un periodo de retorno de 5 años. Se tiene una infiltración promedio anual de 89.82% en **condiciones actuales (Anexo IX)** de acuerdo a las estimaciones, por lo tanto, se tiene $34.5 \text{ mm} \times 0.89 = 30.98 \text{ mm}$ de infiltración al día, en el CUSTF se tienen $0.03098 \text{ m} \times 199,400 \text{ m}^2 = 6,178.98 \text{ m}^3$ al día, mensualmente se tendría, $185,369.61 \text{ m}^3$ y anualmente $2,255,330.35 \text{ m}^3$.

En condiciones **sin vegetación** se tendría una infiltración anual promedio de 86.75 % (**Anexo IX**), **por lo tanto**, $34.5 \text{ mm} \times 0.86 = 29.92 \text{ mm}$ de infiltración al día, en el CUSTF se tendrían $0.02992 \text{ m} \times 199,400 \text{ m}^2 = 5,967.79 \text{ m}^3$ al día, $179,033.78 \text{ m}^3$ mensuales y $2,178,244.35 \text{ m}^3$ al año. Se tiene una diferencia de $78,621.88 \text{ m}^3$ anuales de agua que por la ejecución del proyecto dejarían de infiltrarse en el CUSTF, en caso del retiro de la vegetación. Cabe mencionar que la única actividad que requiere retiro de vegetación es la construcción del muro, sin embargo, en material se dispondrá sobre la vegetación existente, por lo que se toma el total del predio sin vegetación.

En la tabla VI. 2 se muestra un resumen de los cálculos anteriores.

Tabla VI. 2. Estimación y diferencia de la infiltración en condiciones actuales y sin vegetación.

| Condición | Infiltración (m ³) | | |
|----------------|--------------------------------|------------|--------------|
| | Diaria | Mensual | Anual |
| Actual | 6,178.98 | 185,369.61 | 2,255,330.35 |
| Sin vegetación | 5,967.79 | 179,033.78 | 2,178,244.35 |
| Diferencia | 211.19 | 6,335.83 | 77,086.00 |

En la tabla siguiente se presenta la capacidad año con año, del muro de retención (presa filtrante), de acuerdo a la longitud construida, cabe resaltar que como medida de mitigación el proyecto está diseñado para que el suelo no permanezca desnudo, previo al llenado de las planillas se realizaran acciones de rescate y reubicación de especies, teniendo especial atención en las especies enlistadas en el NOM-059-SEMARNAT-2010; la cubierta vegetal restante, se dejará intacta hasta que comienza con el proceso de depósito de material.

Tabla VI. 3. Capacidad anual del muro de retención (presa filtrante)

| Año | Longitud (m) | Capacidad (m ³) | | |
|--------------|---------------|-----------------------------|-----------------|------------------|
| | | Diaria | Mensual | Anual |
| 1 | 123.08 | 380.31 | 11409.51 | 136914.19 |
| 2 | 85.67 | 264.72 | 7941.60 | 95299.30 |
| 3 | 85.67 | 264.72 | 7941.60 | 95299.30 |
| 4 | 85.67 | 264.72 | 7941.60 | 95299.30 |
| 5 | 85.67 | 264.72 | 7941.60 | 95299.30 |
| 6 | 85.67 | 264.72 | 7941.60 | 95299.30 |
| 7 | 85.67 | 264.72 | 7941.60 | 95299.30 |
| 8 | 85.67 | 264.72 | 7941.60 | 95299.30 |
| 9 | 85.67 | 264.72 | 7941.60 | 95299.30 |
| 10 | 85.67 | 264.72 | 7941.60 | 95299.30 |
| Total | 894.11 | 2762.79 | 82883.99 | 994607.96 |

Por lo tanto, **la capacidad de retención de la presa filtrante, es suficiente para la retención del agua y propiciar su infiltración en un 100%, en un evento máximo de lluvia.** Ya que al día tiene una capacidad de 380.31 m³ en el primer año de construcción, en los subsecuentes se tendría una capacidad de 264.72 m³, al mes se tendría una capacidad mensual de retención de 11,409.51 m³ y en el primer año y en los subsecuentes de 7,941.60m³, anualmente una capacidad de 136,914.19 m³ en el primer año y en los subsecuentes de 95,229.30 m³.

B) Cunetas para el control de escurrimientos

Las cunetas son una obra propuesta para dirigir los escurrimientos a través de las planillas del terrero; cada una de las (nueve) planillas proyectadas contara con una cuneta de recibo de agua de escurrimiento.

En cada planilla se excavará en la base del pateo de la planilla superior y a lo largo de la planilla la cuneta de recibo del agua del escurrimiento, para que filtre a través del mismo terrero y hasta el fondo donde encuentre el terreno original y se conduzca por este hasta el muro de retención, el cual permite que el agua se infiltre en el subsuelo.

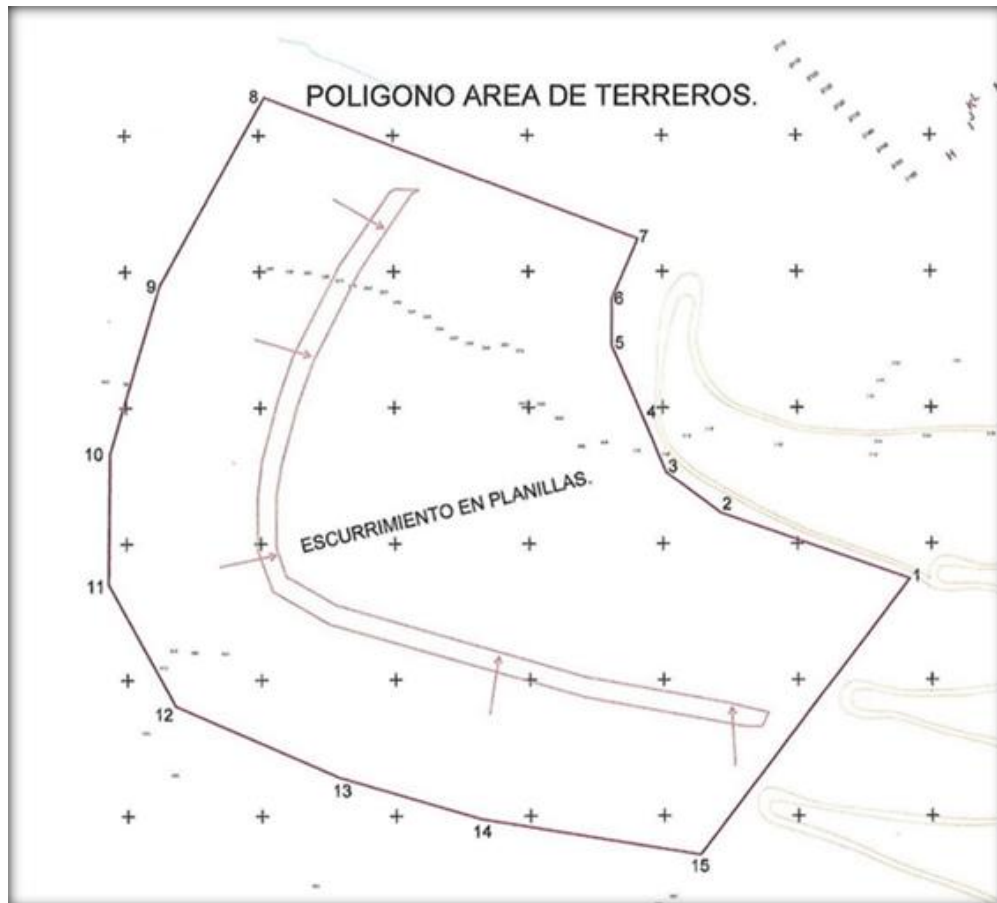


Figura VI. 2. Dirección de los escurrimientos en las planillas.

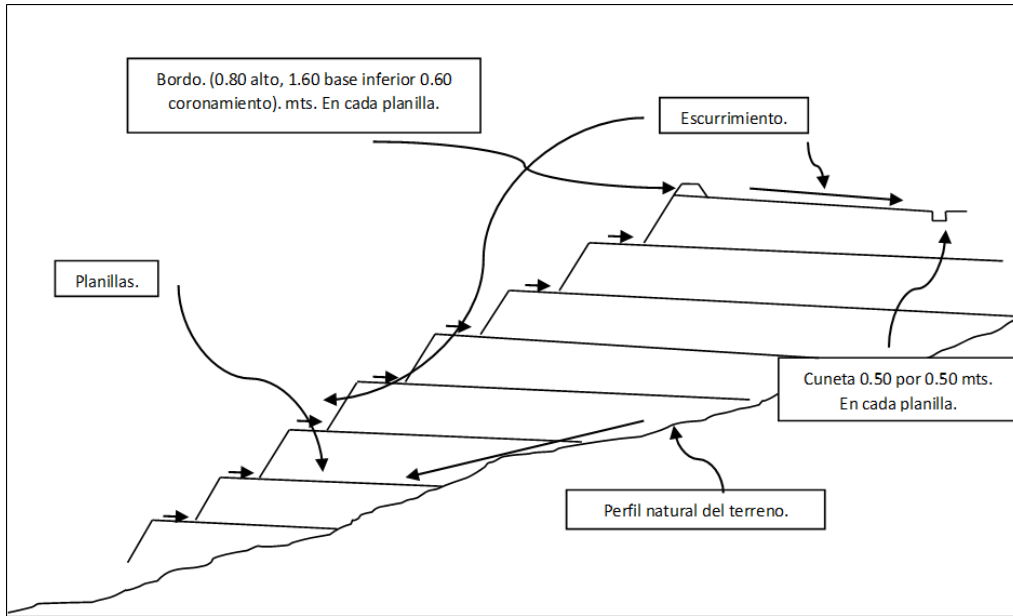


Figura VI. 3. Diseño del terreno y ubicación de las cunetas

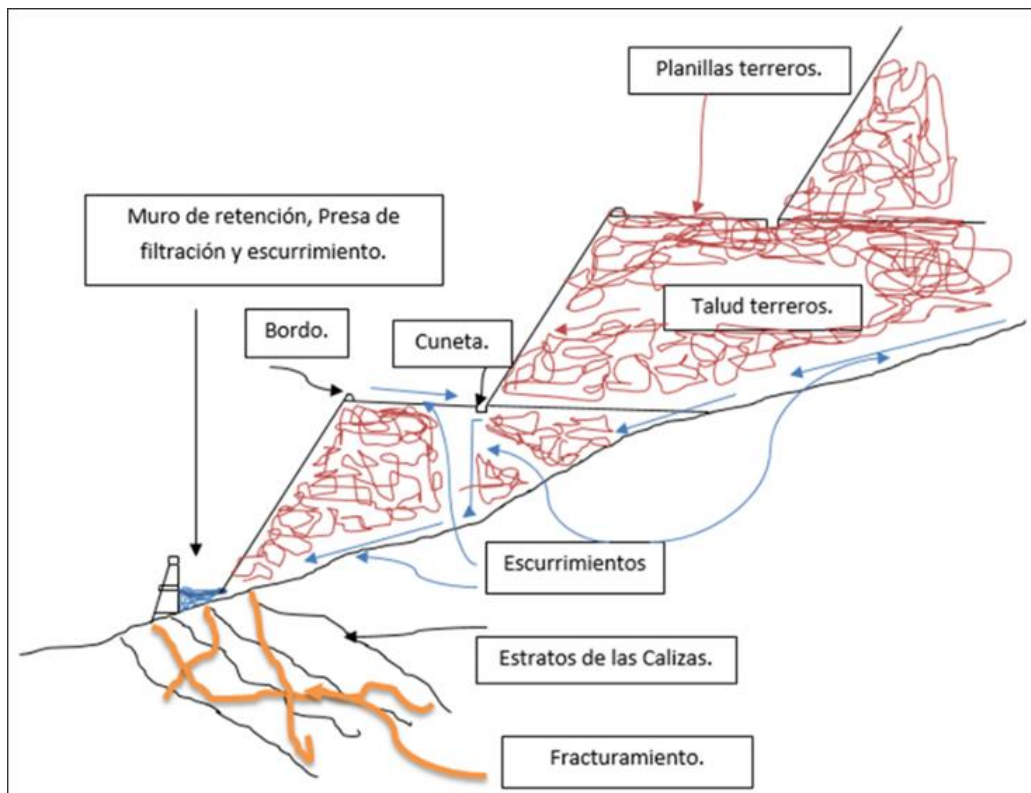


Figura VI. 4. Escurrimientos del agua de lluvia.

C) Alcantarillas

La construcción de las alcantarillas es con el motivo de no interrumpir drenajes que ya se tenían y que derivan de las cuentas del camino de acarreo minero de la cantera Los Españoles. Básicamente lo que se pretende construir es un pequeño “paso” entre el drenaje de las cunetas a los niveles de acceso.

Alcantarilla 1. Se construirá en la curva No.5, en el nivel 2090, en el camino de acceso principal de 55 metros cuadrados, de 22 metros de largo, por 2.5 metros de ancho, se construirá en mamposteo y con cerramientos de concreto con tubería al bañal de 12 pulgadas a 20 pulgadas de diámetro en dos camas, compactando el terreno y asentando la tubería con concreto. Esta será responsable de conducir el agua de escorrentía que viene de la parte alta de camino a la curva número 5. Su ejecución será en el año 41 de acuerdo al Diagrama de Gantt del proyecto.

Alcantarilla 2. Se construirá en la curva No.3, en el nivel 2040, en el camino de acceso principal de 64 metros cuadrados de 8 metros de largo, por 8 metros de ancho, se construirá en mamposteo y con cerramientos de concreto con tubería al bañal de 12 pulgadas a 20 pulgadas de diámetro en dos camas, compactando el terreno y asentando la tubería con concreto. Esta alcantarilla canalizará las aguas provenientes de los escurrimientos de la alcantarilla 1 y de los tramos de camino de las curvas 4 y 3. Su ejecución será en el año 4 de acuerdo al Diagrama de Gantt del proyecto.

La **alcantarilla 3** será la primera en construirse, ya que el proyecto del relleno de terreros va de abajo hacia arriba. Esta alcantarilla se construirá en el nivel 1993, en el camino de acceso principal de 112 metros cuadrados de 14 metros de largo, por 8 de ancho, se construirá en mamposteo y con cerramientos de concreto con tubería al bañal de 12 pulgadas a 20 pulgadas de diámetro en dos camas, compactando el terreno y asentando la tubería con concreto. Colectará las aguas provenientes de la alcantarilla 1, la alcantarilla 2 y del tramo de camino de la curva 3 y 2. Su ejecución será en el año 1 de acuerdo al Diagrama de Gantt del proyecto.

Tabla 1. Coordenadas de alcantarillas para el control de escurrimientos

| Punto | X | Y | Elevación | Año de ejecución |
|----------------|--------|---------|-----------|------------------|
| Alcantarilla 1 | 427800 | 2307679 | 2090 | 41 |
| Alcantarilla 2 | 427692 | 2307590 | 2040 | 4 |
| Alcantarilla 3 | 427651 | 2307510 | 1993 | 1 |

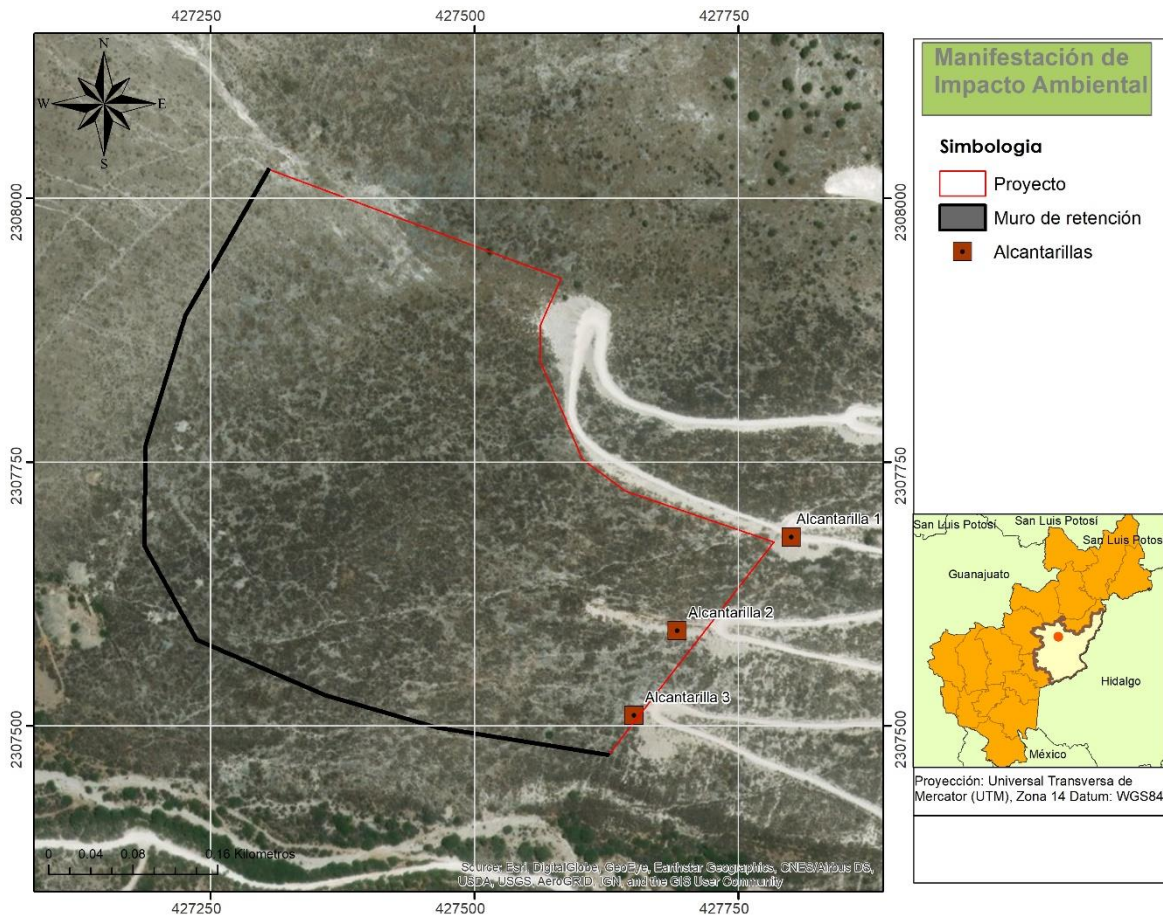


Figura VI. 5. Ubicación de muro de retención y alcantarillas

El agua proveniente de la escorrentía se conducirá al **muro de retención, donde podrá permanecer por más tiempo permitiendo su infiltración.**

Cabe mencionar que el área del proyecto se encuentra cercana a dos cuerpos de agua (uno en la parte nororiente y otro al sur del predio), debido a que el tipo de proyecto propuesto no causará desviaciones en los flujos, interrupciones de ellos mismos, sellamiento del suelo, o contaminación no se considera que habrá ninguna afectación a dichos cuerpos.

B. ATMOSFERA (CALIDAD DEL AIRE, RUIDO Y VIBRACIONES)

En el factor atmosfera, los principales impactos son la alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión de vehículos, material particulado, así como la generación de ruido y vibraciones. Estos impactos son generados por acciones como operación y tránsito de maquinaria y vehículos, camiones de volteo y movimientos de tierra principalmente.

Medidas de Prevención

1. Cubrir los camiones de transporte con lonas para evitar la dispersión de partículas de polvo durante el traslado. Todos los camiones deberán circular cubiertos con lonas, colocadas inmediatamente después de la carga en el sitio previo a su transporte. Deberán circular a baja velocidad sobre todo en los caminos sin revestimiento. Cuando se presenten ráfagas de viento es necesario suspender las actividades de movimiento y carga de tierras o aplicando riegos para humedecerlas.
2. Queda prohibida la extensión de las jornadas de trabajo en actividades que provoquen ruidos excesivos y se constituyan en una molestia para la fauna silvestre. Los ruidos se propagan con mayor facilidad en horarios nocturnos en donde son menos interferidos por otras actividades, motivo por el cual las operaciones de maquinaria deberán dejar de realizarse en horarios apropiados para la fauna silvestre. Las jornadas laborales no deberán iniciar antes de las 8:00 am ni después de las 6:00 pm. Las maniobras deben ser atendidas con bandereros y señales evitando el uso de claxon.

Medidas de Mitigación

1. El control de emisiones de la maquinaria, se efectuará con la revisión de rutina y un programa de mantenimiento periódico a los silenciadores de motores de los camiones y maquinaria empleada en la construcción, para que cumplan con la verificación vehicular conforme a los límites permisibles por las NOM's correspondientes. El control de las emisiones (humos y ruidos) en un tanto compleja sin embargo pueden reducirse hasta alcanzar los límites permisibles mediante las verificaciones vehiculares oportunas; mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria cambios de aceite y filtros, evitar mantenerla encendida si no se encuentra en operación; emplear combustibles más limpios y llevar a cabo las maniobras con maquinaria solo si no pueden ser desarrolladas de forma manual. Los ruidos deberán ser mitigados mediante el engrasado de partes metálicas en fricción y llevar a cabo la carga de materiales lo más cercano posible a la unidad para evitar golpes. La limpieza de los camiones de volteo (material pegado) deberá realizarse con palas evitando el golpeteo de las unidades.
2. Uso de supresor de polvos. Mantener húmedas las superficies de trabajo que puedan constituirse como tolvaneras al contacto con ráfagas de viento. Cuando se presenten fuertes ráfagas de viento se realizarán riegos para humedecer los materiales a fin de evitar la dispersión de material particulado (polvo), esto con el fin de reducir los impactos y evitar suspender las actividades del proyecto.

C. SUELO

El suelo, se ve afectado por actividades de desmonte y despalme en el área del muro de retención, su impacto es considerado por la erosión (erosión hídrica y/o eólica y compactación en las actividades que tienen que ver con actividades de desarrollo y acondicionamiento de caminos, el acarreo, descarga y empuje de material residuo en área de planillas, asimismo, por el probable derrame accidental de hidrocarburos en caso de averías mecánicas lo que impacta en la calidad del suelo.

Medidas Preventivas

1. Se delimitarán las áreas de trabajo, a fin de evitar al máximo la compactación del suelo en superficies adicionales durante la fase de construcción. En el sitio se marcarán los límites a fin de señalar a los operadores la restricción de espacio para realicen las maniobras evitando sobrepasar los límites del predio.
2. Las reparaciones, mantenimiento y abasto de combustibles se harán tomando las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación del suelo. Cualquier derrame accidental debe ser atendido inmediatamente. Por lo que se deberá contar con un kit de atención de derrames en el sitio donde se trabaje con maquinaria.
3. El material de excavación y de despalme deberá ser integrado a las planillas en caso de no ser usado para rellenos, evitando pueda ser erosionado.
4. Se dotará de sanitarios móviles para servicio de los trabajadores, y los residuos líquidos sanitarios serán manejados por la empresa que brinde el servicio misma que llevará a cabo el mantenimiento periódico y deberá contar con las autorizaciones correspondientes para garantizar su adecuada gestión. De esta manera se evitará a los trabajadores defecar al aire libre.
5. Se deberá instalar y dar mantenimiento a contenedores de residuos sólidos urbanos y peligrosos, llevar a cabo un estricto control, mediante la separación, almacenamiento temporal y transporte a su disposición final de manera continua para evitar que representen un riesgo de contaminación para el suelo.

Medidas que se consideran para garantizar que no se provocará la erosión de los suelos

A) Muro de retención.

En el polígono forestal se han identificado diversos factores que influyen en la pérdida natural del suelo, principalmente por erosión hídrica, estos son: la pendiente pronunciada, el tipo de suelo (suelo con poca profundidad) que principalmente se compone por rocas y arenas donde se desarrolla la vegetación encontrada.

Como medida de compensación y mitigación y como parte del proyecto se construirá un **muro de retención** cuya función en primera instancia será para retener el material que trate de rebasar el área del polígono de terreros permitido y a la vez como presa **de retención de agua de lluvia sobre el mismo terrero, como presa de filtración y para la retención de suelo**, para estimar dicho volumen se consideran los siguientes parámetros:



- 1) El tipo de suelo en el área propuesta para cambio de uso de suelo es del tipo **rendizinas**, son suelos poco profundos y pegajosos que se presentan sobre las rocas calizas. Se caracterizan por presentar una capa superficial abundante en humus y muy fértil que subyace sobre roca caliza. Su disponibilidad a la erosión en forma general, es moderada.
- 2) La pendiente media de 20° que se considera una pendiente media-alta.
- 3) El tipo de vegetación es matorral submontano, que se caracteriza por su ocurrencia sobre suelos pedregrosos, en laderas y cañones. En lugares más húmedos y suelo mejor desarrollado, es un matorral denso y alto, en condiciones opuestas, es bajo y espaciado. La diversidad de la flora depende de la humedad del suelo y de la exposición de las plantas. El estrato alto mide de 3 a 4 metros, con muchas especies verdes de hojas chicas.
- 4) Cobertura vegetal, se puede determinar en un 50 a 75%
- 5) Tipo de cárcava, no se presentan cárcavas en el área de influencia.
- 6) Niveles de erosión que presenta el área, el tipo de erosión dominante de la zona y del semi-desierto es de tipo eólico en primer lugar y posteriormente del hídrico, provocadas por la deforestación de décadas anteriores, la escasa vegetación natural y por las pendientes existentes.

La pérdida de suelo actual se calculó mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), con el siguiente resultado:

Tabla VI. 4. Estimación de erosión total en el polígono forestal en condiciones actuales y sin vegetación

| Condición | Erosión (t/ha/año) | | | Superficie CUSTF 19.94 has/año |
|------------------------------------|--------------------|-------|---------|--------------------------------|
| | Eh | Ee | E total | |
| Matorral submontano | 7.62 | 30.03 | 37.65 | 750.74 |
| Sin vegetación (erosión potencial) | 761.60 | 50.04 | 811.64 | 16,184.10 |

(Ver cálculos de erosión en anexo VIII)

En compensación a la pérdida de suelo derivado de las actividades propuestas, se propone la construcción MURO DE RETENCIÓN de piedra que contribuye a la retención de suelo.

El muro de retención se desplantará en el nivel 1970 que es el nivel a donde patea el material del terreno de la primera planilla 1985, la longitud total del muro será de 894.11m, en el primer año se construirán los primeros 123.08 m., y así sucesivamente año con año en un promedio de 85.96 m., por año hasta el año 10. **La longitud total del muro será de 894.11 m., lo que representará una capacidad volumétrica de 2,762.79 m³.** La descripción del proceso de construcción se puede ver con mayor detalle en el apartado II.2.5 del capítulo II y en la figura VI.1 se muestra su ubicación dentro del predio de estudio.

Para estimar el volumen retenido por esta obra se consideró lo siguiente:

- Pendiente media del terreno: 20°
- Erosión actual del terreno con vegetación: 750.74 Tn
- Erosión potencial del terreno sin vegetación: 16,184.10 Tn.
- La presa filtrante tendrá 1.5m de alto con una longitud de 894.11 m.

La presa filtrante funcionará como un medio captador de suelo, que podrá retener una capa de hasta 1.5 metros de alto, ya que es la altura del muro que se construirá, siendo así, se tendrá una capa de 4.12m de longitud sobre la pendiente del terreno, la cual es de 20°.

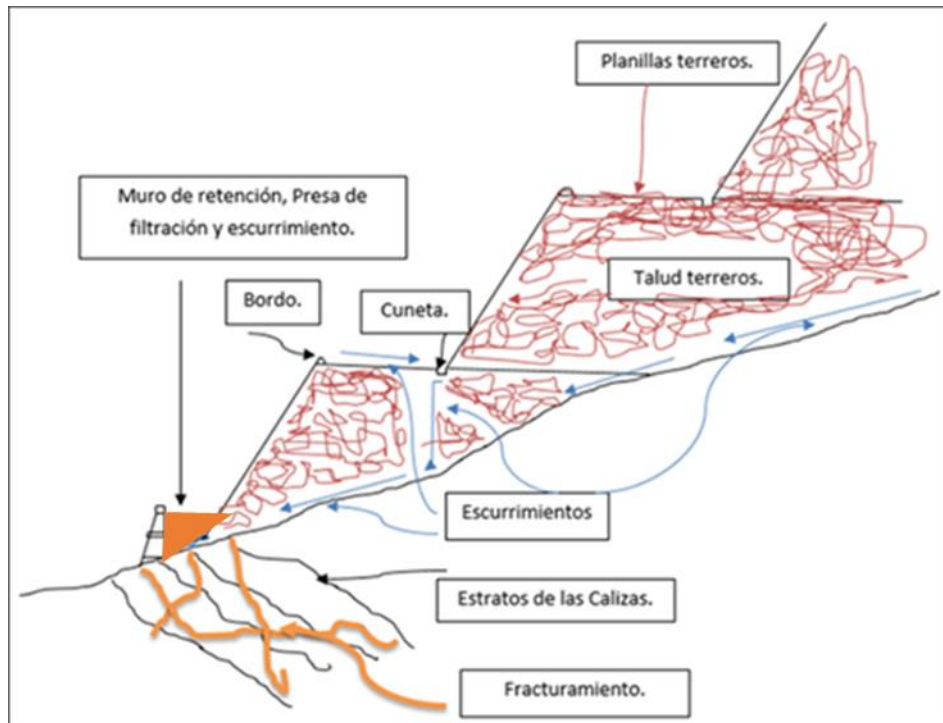
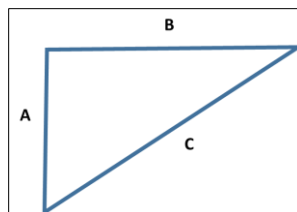


Figura VI. 6. Obra de conservación de suelo sobre el terreno. El triángulo anaranjado representa el espacio donde se captará suelo.

Para calcular el volumen de suelo que se retendrá por el muro de piedra, el área de captación se visualizó como un triángulo donde se utilizaron los siguientes cálculos:



Donde:

A=Cateto opuesto (altura de la presa filtrante)

B= Cateto adyacente

C= Hipotenusa

Debido a que solo se cuenta con el dato de altura y pendiente del terreno se utilizaron las funciones trigonométricas de cosecante y tangente para conocer el cateto adyacente y la hipotenusa.

$$CSC\alpha = \frac{\text{Hipotenusa}}{\text{Cateto opuesto}} \quad CSC\alpha = \frac{C}{A}$$

$$C = A(CSC\alpha)$$

$$C = 1.5\text{m} (2.9238)$$

$$C = 4.38\text{m}$$

$$TAN\alpha = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Cateto adyacente}} \quad TAN\alpha = \frac{A}{B}$$

$$B = \frac{A}{TAN\alpha}$$

$$B = 1.5\text{m}/0.3639$$

$$B = 4.12 \text{ m (suelo sobre la pendiente del terreno)}$$

Posteriormente se calcula el área que ocupará el suelo dentro de la presa filtrante, utilizando la fórmula del triángulo para obtener el área.

$$A = \frac{b * h}{2}$$

Donde:

A= área

b= base (4.12 m)

h= altura (1.5m)

$$A = 4.12\text{m}(1.5\text{m})/2$$

$$\mathbf{A=3.09 \text{ m}^2}$$

Para obtener un volumen de capacidad total dentro de la presa filtrante, el área se multiplica por la longitud total de la obra de mitigación

$$V = 3.09\text{m}^2 (894.11\text{m})$$

$$\mathbf{V=2762.79 \text{ m}^3}$$

Para calcular el peso total de suelo retenido se utilizó la tabla de Coduto (1999), donde se considera que la arcilla dura (tipo de suelo dentro del terreno sujeto a CUS) tiene un peso unitario seco de 17 KN/m³.

Tabla VI. 5. Índice de vacíos, contenido de humedad y peso unitario seco

| Tipo de suelo | e | w % Típico | γ_a KN/m ³ |
|------------------------|-----------|------------|------------------------------|
| Arena uniforme suelta | 0.8 | 30 | 14.5 |
| Arena uniforme densa | 0.45 | 16 | 18 |
| Arena limosa suelta | 0.65 | 25 | 16 |
| Arena limosa densa | 0.4 | 15 | 19 |
| Arcilla dura | 0.6 | 21 | 17 |
| Arcilla blanda | 0.9 - 1.4 | 30 - 50 | 11.5 - 14.5 |
| Arcilla orgánica suave | 2.5 - 3.2 | 90 - 120 | 6 - 8 |

Fuente: (Coduto, 1999)

Con la conversión del valor unitario de peso seco a toneladas (1 KN= 0.101972 Tn) se obtiene que el peso del suelo en el terreno es de 1.73 Tn/m³.

Para calcular la capacidad total de retención de suelo en los 894.11 m de longitud de presa filtrante se utiliza:

Capacidad de retención de suelo = peso del suelo (volumen total)

Capacidad=1.733524 Tn/m³ (2762.79m³)

Capacidad total= **4,789.38 Tn**

Se tiene contemplado que el proyecto tenga una vida útil de 59 años, en el supuesto de que el suelo permaneciera desnudo se tendría una pérdida de 16,184.10 toneladas por año en la superficie de 19.94 hectáreas. Sin embargo por la naturaleza del proyecto el depósito del material (mármol natural fragmentado) se realizará en etapas, como se establece en el diagrama de gant (capítulo II), y como se dispondrá sobre la vegetación existente no será necesario **EL DESMONTE (RETIRO DE VEGETACIÓN) NI EL DESPALME (REMOCIÓN DE SUELO)**, por lo que en suelo no estará desnudo. A excepción de la superficie de desplante del muro de retención que también se llevara a cabo por etapas para evitar mantener el suelo desnudo por largos periodos de tiempo.

Se tiene previsto que la construcción de la presa filtrante (longitud total construida de 894.11 m) se concluya en los 10 primeros años de la operación del proyecto, tiempo en el cual se constituirá la planilla 1. A continuación se muestra en la tabla VI.6 la capacidad de la presa filtrante en este periodo de tiempo (10 años).

Tabla VI. 6. Capacidad anual y total de la presa filtrante.

| AÑO | Longitud (m) | Volumen (m ³) | Capacidad anual (Tn) |
|-----|--------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | 123.08 | 380.32 | 659.29 |
| 2 | 85.67 | 264.72 | 458.90 |
| 3 | 85.67 | 264.72 | 458.90 |
| 4 | 85.67 | 264.72 | 458.90 |
| 5 | 85.67 | 264.72 | 458.90 |
| 6 | 85.67 | 264.72 | 458.90 |
| 7 | 85.67 | 264.72 | 458.90 |
| 8 | 85.67 | 264.72 | 458.90 |

| AÑO | Longitud (m) | Volumen (m³) | Capacidad anual (Tn) |
|--------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 9 | 85.67 | 264.72 | 458.90 |
| 10 | 85.67 | 264.72 | 458.90 |
| Total | 894.11 | 2762.80 | 4789.38 |

b) Reforestación

En el año 9 se iniciarán las actividades de Reforestación como parte de las medidas de mitigación propuestas (ver anexo IV). La vegetación influye directamente para el control de la erosión, ya que es una barrera física al impacto directo de las gotas de lluvia. Las hojas reciben el impacto, absorben la energía y dejan caer con menor intensidad las gotas de lluvia, así mismo la materia orgánica tiene un fuerte poder agregante para las partículas del suelo, dando suelos de estructura bien desarrolladas y muy estables, las hojas recogen parte del agua de lluvia y conducen a las ramas para finalmente pasar a los troncos y llegan así canalizada a infiltrarse en el suelo. Además de entrar el agua en las discontinuidades que aparecen en el contacto suelo-tronco/tallo, la materia orgánica produce porosidad al agregar a las partículas del suelo. Los troncos y los tallos representan un obstáculo para la circulación del agua de escorrentía, por otra parte el entramado radicular que se establecerá en el área además de que le permiten a la planta sujetarse al suelo, desempeña una función ecológica, ya que protege a la tierra evitando que se desprenda ante los elementos naturales que lo afectan (viento y agua), adicionalmente, al adherirse a las partículas del suelo las raíces lo mantienen unido, absorben el exceso de agua que al acumularse debilita el terreno y puede ocasionar que se desprenda, como en el caso de las pendientes inclinadas.

En cada planilla al momento de concluir el depósito de material, se comenzarán con las acciones de reforestación, por lo tanto a partir del año 11 al 59 se tendrá una vegetación similar a la natural por lo tanto la pérdida de suelo total en ese periodo de tiempo sería menor a 750.74 toneladas/año (ver tabla VI.4).

D. PAISAJE

Este factor se ve impactado por cambios en la naturalidad (materiales dispersos, personal, maquinaria y vehículos), por la presencia de residuos sólidos dispersos; las actividades que contribuyen más a estos impactos son: Excavación, rellenos y compactación y movimiento de materiales, uso de maquinaria y personal suficientes. Estos cambios no pueden ser prevenidos pero si mitigados, para eso se proponen las siguientes medidas:

Medidas de prevención:

1. Evitar a toda costa la concentración y el abandono de materiales de construcción o excavaciones que obstruyan la visibilidad del paisaje, al concluir el proyecto las áreas deberán quedar despejadas y limpias. En el caso del muro de retención y alcantarillas, los materiales de construcción serán suministrados en el tiempo cercano a su uso, para evitar mantenerlos por tiempos prolongados en áreas contiguas al proyecto, causando obstrucciones a las vialidades o caminos terracería o a las propias maniobras del proyecto conforme se avance en el frente los excedentes serán levantados y trasladados a otros sitios para su uso. Los materiales sobrantes al concluir el proyecto serán retirados.
2. Evitar la concentración excesiva de maquinaria y personal en sitios visibles desde cualquier punto.

Medidas de Mitigación

1. Emplear las áreas estrictamente necesarias para el proyecto, evitando utilizar otras áreas ajenas al proyecto que impliquen cambios en la condición actual del paisaje. La superficie del proyecto será delimitada por lo que la maquinaria, vehículos, etc., deberán estar dentro de los polígonos considerados a fin de evitar impactos en superficie no consideradas en el proyecto.
2. Retiro de residuos sólidos del sitio del proyecto y sus colindancias; colocación de recipientes rotulados para la disposición separada de residuos sólidos dentro del área del proyecto a fin de evitar su dispersión no controlada, facilitar su recolección, transporte y disposición final.
3. Contar con señalización durante la obra Para la obra se consideran las actividades de señalización tanto preventivas, restrictivas, etc., a fin de brindar seguridad a los trabajadores y visitantes.

E. VEGETACIÓN

Uno de los factores de mayor importancia es la vegetación, que recibirá el mayor impacto por actividad desmonte y despalme para la construcción del muro de retención, aun cuando esta actividad se llevará de manera paulatina de acuerdo a los avances del proyecto. En la superficie que ocuparán las planillas no se llevará a cabo el retiro de vegetación, el material residuo se empujará sobre la misma.

a) Rescate y reubicación de flora

Como medida de mitigación y compensación se llevará a cabo la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de especies flora (Ver Anexo II) mediante el cual se da cumplimiento a lo dispuesto en la normatividad jurídica en materia de impacto ambiental y de protección a la vida silvestre.

El polígono propuesto para la reubicación de especies vegetales, tiene una superficie de 20,290 m² (2.029 ha), y presenta una vegetación circundante del mismo tipo (matorral submontano) que el polígono propuesto para cambio de uso de suelo, este polígono está dentro de la propiedad de OMYA MÉXICO, S.A. de C.V. (Ver en Anexo I copia de escritura de la propiedad) y se manifiesta que dicha **superficie no será sujeta en un futuro a solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para realizar una actividad distinta a la forestal.**

De acuerdo al Programa de Rescate y Reubicación de especies flora, se rescatará un total de 2016 individuos que corresponden a herbáceas, arbustos y cactáceas, dando prioridad al rescate de todos los individuos de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se establecerán los lugares de acopio y resguardo de las especies, donde se realizarán actividades de mantenimiento para asegurar su supervivencia para su posterior reubicación.

Se dará una capacitación a los trabajadores señalando los procedimientos y cuidados necesarios para el manejo de ejemplares, así como la sensibilización para la protección de especies de flora y fauna, durante la ejecución de los trabajos.

Posterior a la reubicación, se llevará a cabo el monitoreo y seguimiento para asegurar el mayor porcentaje de supervivencia del cual se deberán presentar informes de avances y resultados.

b) Reforestación

Conforme finaliza el llenado de las planillas se llevara a cabo la reforestación en su superficie, el área a reforestar propuesta para este proyecto comprende una superficie total de 94,482.43 m² (9.4482 hectáreas), lo que representa el 46.27% del área total de la superficie del proyecto.

Para la reforestación se seleccionaron especies como pino piñonero (*Pinus cembroides*) y Mezquite (*Prosopis laevigata*), especies propias de climas semidesérticos, de fácil adaptación y resistentes a temperaturas extremas, en total se plantarán 965 individuos repartidos en la superficie de las 9 planillas. En el Anexo IV se integra el Programa de Reforestación.

F. FAUNA

Manejo de Fauna

Previo al llenado de cada planilla se ejecutará el Plan de rescate y manejo de Fauna (ver anexo III). El cual tiene como objetivo ahuyentar, rescatar y reubicar a la fauna silvestre del predio sujeto a cambio de uso de suelo

Se ejecutará de manera adecuada el rescate de todos los individuos de las especies de fauna nativa que sean encontrados dentro de la zona del proyecto.

Se ahuyentarán especies de aves, mamíferos voladores, mamíferos medianos/grandes de hábitos cursoriales, mediante técnicas de amedrentamiento, con la finalidad de disminuir la densidad de fauna, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar a la que se encuentra en el área que comprende el proyecto, se ha considerado el predio de 2.029 ha donde se reubicará la flora, para la reubicación de la fauna.

Este plan será llevado a cabo por biólogos expertos y experimentados en el manejo y manipulación de todos los grupos faunísticos, debiendo tener también un gran conocimiento de la biología, ecología, etología, etc. Debido al peligro que representa la actividad, en todo momento de deberá contar con un botiquín de primeros auxilios a la mano, el cual, obligatoriamente contará con venoclis y dos antiviperinos, teniendo que saber el encargado del programa la manera de administrar estos fármacos.

Se deberá dar capacitación al personal que esté a cargo del monitoreo en la zona de rescate de fauna para que puedan llevar a cabo el seguimiento de la adaptación de las especies a las nuevas áreas de colonización. Se recomiendan revisiones semanales así como llevar a cabo registros de resultados en bitácoras.

Plan de Manejo Ambiental

Con la finalidad de contribuir al equilibrio, recuperación, conservación de la flora y fauna de la zona, la empresa OMYA MÉXICO S.A de C.V, de acuerdo a su visión y responsabilidad social, presenta una propuesta de proyecto ecológico incluyente, tanto para personas que laboren en la empresa, como para escuelas y sociedad en general que esté interesada en la conservación de los recursos naturales.

Por tal motivo lleva a cabo un Plan de Manejo ambiental (Ver Anexo VII) cuyo objetivo es conservar los ecosistemas y su biodiversidad incluyendo los procesos ecológicos, los cambios naturales y los servicios ecosistémicos que permitan la continuidad y evolución de la vida en la zona destinada al proyecto ecológico.

VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de Vigilancia Ambiental tiene como objetivo verificar el cumplimiento de las acciones de prevención y mitigación contempladas para el proyecto y controlar las posibles desviaciones en el



sistema ambiental que pudieran repercutir en la población, revisar que el sistema de control a las emisiones vehiculares se mantenga para evitar que decaiga el sistema.

Durante el desarrollo de cada una de las etapas de la obra, es posible incorporar elementos a reducir, mitigar, corregir o compensar los impactos negativos, así como potencializar los positivos. Al hacer un análisis cruzado entre el proyecto y el medio, se puede identificar cuáles son las actividades que requieren un manejo más cuidadoso y los programas más importantes para reducir los impactos significativos.

Con el proceso de verificar que todas las acciones de prevención y mitigación propuestas se lleven a cabo, se establece una serie de consideraciones que debe tener en cuenta el contratista de la obra, en coordinación con el promovente. Al cumplir estas disposiciones, se garantiza que los impactos que se cause por la implementación del proyecto sean poco relevantes.

Objetivos:

- Realizar un seguimiento adecuado de los impactos identificados determinando si se adecuan a las provisiones del mismo.
- Verificar la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación.
- Realizar un seguimiento para determinar la efectividad y suficiencia de dichas medidas para lograr minimizar los niveles programados de prevención, reducción y mitigación de impactos ambientales adversos



Tabla VI. 7. Programa de vigilancia Ambiental

| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Tiempo en el que se instrumentará o duración | Recursos necesarios | Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia |
|--------------------------------------|---|--|--|--|
| Calidad del agua | <p>Las reparaciones, mantenimiento y abasto de combustibles se harán tomando las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.</p> <p>Se debe contar con unidades en perfecto estado y con el mantenimiento preventivo; mismo que se deberá llevar a cabo en sitios especializados para dicho fin.</p> <p>Cualquier derrame accidental debe ser atendido inmediatamente. Por lo que se deberá contar con un kit de atención de derrames en el sitio donde se trabaja con maquinaria.</p> <p>Se dotará de sanitarios móviles para servicio de los trabajadores, y los residuos líquidos sanitarios serán manejados por la empresa que brinde el servicio misma que llevará a cabo el mantenimiento periódico y deberá contar con las autorizaciones correspondientes para garantizar su adecuada gestión.</p> <p>Se deberá instalar y dar mantenimiento a contenedores de residuos sólidos urbanos y peligrosos, llevar a cabo un estricto control, mediante la separación, almacenamiento temporal y transporte a su disposición final de manera continua para evitar que estos lleguen por arrastre a cuerpos de agua y generen su contaminación.</p> | Durante todo el proyecto | Bitácoras o listas de chequeo Contrato con empresa prestadora de servicio (sanitarios móviles) Memoria fotográfica | Supervisor ambiental |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Tiempo en el que se instrumentará o duración | Recursos necesarios | Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia |
|--|---|--|--|--|
| Cambios en el patrón de drenaje (velocidad, infiltración, dirección del flujo, etc.) | Construcción del MURO DE RETENCIÓN O PRESA DE FILTRACIÓN cuya función en primera instancia será para retener el material que trate de rebasar el área del polígono de terreros permitido y a la vez como presa de retención de agua de lluvia sobre el mismo terrero y como presa de filtración. la capacidad de retención de la presa filtrante, es suficiente para la retención del agua y propiciar su infiltración en un 100%, en un evento máximo de lluvia | Años 1 al 10 | Planos de proyecto Bitácoras o listas de chequeo Memoria fotográfica | Supervisor de obra y supervisor ambiental |
| | Construcción de cunetas, obra propuesta para dirigir los escurrimientos a través de las planillas del terrero. | Años 10, 18, 27, 35, 42, 48, 52, 56 y 59 | Planos de proyecto Bitácoras o listas de chequeo Memoria fotográfica | Supervisor de obra y supervisor ambiental |
| | Construcción de las alcantarillas es con el motivo de no interrumpir drenajes que ya se tenían y que derivan de las cuentas del camino de acarreo minero de la cantera Los Españoles. | Años 1, 4 y 41 | Planos de proyecto Bitácoras o listas de chequeo Memoria fotográfica | Supervisor de obra y supervisor ambiental |
| Calidad del aire | Cubrir los camiones de transporte con lonas para evitar la dispersión de partículas de polvo durante el traslado. Todos los camiones deberán circular cubiertos con lonas, colocadas inmediatamente después de la carga en el sitio previo a su transporte. Deberán circular a baja velocidad sobre todo en los caminos sin revestimiento. Cuando se presenten ráfagas de viento es necesario suspender las actividades de movimiento y carga de tierras o aplicando riegos para humedecerlas. El control de emisiones de la maquinaria, se efectuará con la revisión de rutina y un programa de | Durante todo el proyecto | Bitácoras Memoria fotográfica | Supervisor de obra y supervisor ambiental |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Tiempo en el que se instrumentará o duración | Recursos necesarios | Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia |
|--------------------------------------|--|--|--|--|
| | <p>mantenimiento periódico a los silenciadores de motores de los camiones y maquinaria empleada en la construcción, para que cumplan con la verificación vehicular conforme a los límites permisibles por las NOM's correspondientes.</p> <p>Uso de supresor de polvos. Mantener húmedas las superficies de trabajo que puedan constituirse como tolveneras al contacto con ráfagas de viento. Cuando se presenten fuertes ráfagas de viento se realizarán riegos para humedecer los materiales a fin de evitar la dispersión de material particulado (polvo).</p> | | | |
| Ruido y vibraciones | <p>Queda prohibida la extensión de las jornadas de trabajo en actividades que provoquen ruidos excesivos y se constituyan en una molestia para la fauna silvestre. Las jornadas laborales no deberán iniciar antes de las 8:00 am ni después de las 6:00 pm. Las maniobras deben ser atendidas con bandereros y señales evitando el uso de claxon.</p> | Durante todo el proyecto | Bitácoras de mantenimiento Facturas de verificación vehicular Memoria fotográfica | Personal de trabajo, supervisor ambiental |
| Calidad del suelo | <p>Se delimitarán las áreas de trabajo, a fin de evitar al máximo la compactación del suelo en superficies adicionales durante la fase de construcción.</p> <p>Las reparaciones, mantenimiento y abasto de combustibles se harán tomando las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación del suelo. Cualquier derrame accidental debe ser atendido inmediatamente. Por lo que se deberá contar con un kit de atención de derrames en el sitio donde se trabaje con maquinaria</p> | Durante todo el proyecto | Bitácoras o listas de chequeo Contrato con empresa prestadora de servicio (sanitarios móviles) Memoria fotográfica | Supervisor ambiental |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Tiempo en el que se instrumentará o duración | Recursos necesarios | Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia |
|--------------------------------------|--|---|---|---|
| | <p>El material de excavación y de despalme deberá ser integrado a las planillas en caso de no ser usado para rellenos, evitando pueda ser erosionado.</p> <p>Se dotará de sanitarios móviles para servicio de los trabajadores, y los residuos líquidos sanitarios serán manejados por la empresa que brinde el servicio misma que llevará a cabo el mantenimiento periódico y deberá contar con las autorizaciones correspondientes para garantizar su adecuada gestión. De esta manera se evitará a los trabajadores defecar al aire libre.</p> <p>Se deberá instalar y dar mantenimiento a contenedores de residuos sólidos urbanos y peligrosos, llevar a cabo un estricto control, mediante la separación, almacenamiento temporal y transporte a su disposición final de manera continua para evitar que representen un riesgo de contaminación para el suelo.</p> | | | |
| Erosión | <p>Construcción del MURO DE RETENCIÓN O PRESA DE FILTRACIÓN cuya función en primera instancia será para retener el material que trate de rebasar el área del polígono de terrenos permitido.</p> | Años 1 al 10 | <p>Planos de proyecto Bitácoras o listas de chequeo Memoria fotográfica</p> | Supervisor de obra y supervisor ambiental |
| | <p>Colocación de material residuo de mayor diámetro en el centro de la cuenca para que permita el flujo de agua a través del mismo.</p> | Durante operación del proyecto (Llenado de planillas) | Bitácora y memoria fotográfica | Supervisor de obra, supervisor ambiental |
| | <p>Rehabilitación de planillas mediante la reforestación en la superficie de las planillas, lo que influye directamente para el control de la erosión.</p> | Etapa de Abandono de sitio | <p>Bitácora y memoria fotográfica Material y equipo Personal capacitado</p> | <p>Supervisor ambiental Técnico de campo Ayudantes de campo</p> |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Tiempo en el que se instrumentará o duración | Recursos necesarios | Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia |
|---|--|--|--|--|
| | | | Número de individuos a reforestar: 965 | |
| Calidad paisajística | <p>Evitar a toda costa la concentración y el abandono de materiales de construcción o excavaciones que obstruyan la visibilidad del paisaje, al concluir el proyecto las áreas deberán quedar despejadas y limpias.</p> <p>Evitar la concentración excesiva de maquinaria y personal en sitios visibles desde cualquier punto.</p> <p>Emplear las áreas estrictamente necesarias para el proyecto, evitando utilizar otras áreas ajenas al proyecto que impliquen cambios en la condición actual del paisaje.</p> <p>Retiro de residuos sólidos del sitio del proyecto y sus colindancias; colocación de recipientes rotulados para la disposición separada de residuos sólidos dentro del área del proyecto.</p> <p>Contar con señalización durante la obra</p> | Todo el proyecto | Programa de capacitación y concientización. Bitácora de mantenimiento. | Supervisor de obra Supervisor Ambiental |
| Cambios en la densidad y diversidad de especies | Implementación del Programa de Rescate y Reubicación de especies flora, misma que se llevará a cabo a un predio colindante con una superficie de 2.029 ha. Se implementarán medidas particulares de rescate, reubicación y cuidado especial para las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | Preparación del sitio | Bitácora y memoria fotográfica Material y equipo Personal capacitado Número de individuos: 2016 | Supervisor ambiental Técnico de campo Ayudantes de campo |
| | Rehabilitación de planillas mediante la reforestación en la superficie de las planillas con especies nativas como pino piñonero (<i>Pinus cembroides</i>) y Mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>), especies propias de climas | Abandono de sitio | Bitácora y memoria fotográfica Material y equipo Personal capacitado | Supervisor ambiental Técnico de campo Ayudantes de campo |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Tiempo en el que se instrumentará o duración | Recursos necesarios | Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia |
|---|---|--|---|--|
| | semidesérticos, de fácil adaptación y resistentes a temperaturas extremas, en total se plantarán 965 individuos repartidos en la superficie de las 9 planillas. | | Número de individuos a reforestar: 965 | |
| Deposición de polvo en follaje | <p>Reducir la emisión de partículas suspendidas mediante actividades como:</p> <p>Moderar la velocidad de conducción de los vehículos automotores (25 km/hr).</p> <p>Los materiales sueltos al ser transportados deberán ser cubiertos con lonas para evitar su dispersión.</p> <p>Hacer riego de agua tratada en superficies donde habrá movimiento de tierras como vías de acceso, así como dar mantenimiento a estas cuando lo requieran. (supresor de polvos)</p> | Durante todo el proyecto | Bitácora y memoria fotográfica | Supervisor de obra, supervisor ambiental |
| Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre | <p>Llevar a cabo el rescate y manejo de todos los individuos de fauna nativa encontrados en la zona del proyecto, misma que se llevará a cabo a un predio colindante al sitio de estudio, el cual cuenta con condiciones adecuadas para la obtención de alimento y refugio.</p> <p>De acuerdo al muestreo de campo llevado a cabo, ninguna especie se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> | Preparación del sitio | Bitácora donde se señala cada reubicación y memoria fotográfica Programa de rescate y manejo de fauna Personal capacitado | Supervisor de obra, supervisor ambiental |
| Predisposición de caza y saqueo ilegal de especies | Brindar capacitación y concientización al personal operativo para el cuidado de fauna silvestre y acciones en situación de riesgos. | Durante todo el proyecto | Bitácora y memoria fotográfica | Supervisor de obra, supervisor ambiental |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Tiempo en el que se instrumentará o duración | Recursos necesarios | Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia |
|--------------------------------------|---|--|--------------------------------|--|
| | Las actividades que producen ruido deberán llevarse a cabo en horarios diurnos para evitar molestias a la fauna silvestre. | | | |
| Riesgo de accidentes | <p>Brindar capacitación a todo el personal de trabajo para la implementación de buenas prácticas ambientales. Si desde el mismo momento de la contratación se hace énfasis en este tema, se irá consolidando una nueva cultura de responsabilidad ambiental.</p> <p>Los trabajadores de la obra deberán ser dotados de equipo de protección personal adecuado para la realización de su actividad. Se deberá respetar la jornada laboral de 8 horas.</p> <p>El personal operativo deberá contar con equipo de protección personal (EPP) para el desempeño de sus actividades.</p> <p>Las instalaciones deben contar con un botiquín de primeros auxilios.</p> | Durante todo el proyecto | Bitácora y memoria fotográfica | Supervisor de obra, supervisor ambiental |

VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

El seguimiento y control de las medidas de mitigación propuestas se lleva a cabo con el objetivo de asegurar su cumplimiento, el monitoreo ambiental contempla las actividades o acciones de cada etapa del proyecto, los componentes ambientales involucrados, el impacto ambiental asociado, la descripción de la medida, ya sea de prevención, mitigación, reparación o compensación, así como los indicadores de cumplimiento para cada una de las medidas, la periodicidad del monitoreo y el responsable del mismo.



Tabla VI. 8. Seguimiento y control (monitoreo)

| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Indicador de cumplimiento | Periodicidad del monitoreo | Responsable de cumplimiento |
|--------------------------------------|---|---|----------------------------|-----------------------------|
| Calidad del agua | <p>Las reparaciones, mantenimiento y abasto de combustibles se harán tomando las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.</p> <p>Se debe contar con unidades en perfecto estado y con el mantenimiento preventivo; mismo que se deberá llevar a cabo en sitios especializados para dicho fin.</p> <p>Cualquier derrame accidental debe ser atendido inmediatamente. Por lo que se deberá contar con un kit de atención de derrames en el sitio donde se trabaja con maquinaria.</p> <p>Se dotará de sanitarios móviles para servicio de los trabajadores, y los residuos líquidos sanitarios serán manejados por la empresa que brinde el servicio misma que llevará a cabo el mantenimiento periódico y deberá contar con las autorizaciones correspondientes para garantizar su adecuada gestión.</p> <p>Se deberá instalar y dar mantenimiento a contenedores de residuos sólidos urbanos y peligrosos, llevar a cabo un estricto control, mediante la separación, almacenamiento temporal y transporte a su disposición final de manera continua para evitar que estos lleguen por arrastre a cuerpos de agua y generen su contaminación.</p> | <p>Bitácoras o listas de chequeo</p> <p>Contrato con empresa prestadora de servicio (sanitarios móviles)</p> <p>Memoria fotográfica</p> | Diaria | Supervisor ambiental |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Indicador de cumplimiento | Periodicidad del monitoreo | Responsable de cumplimiento |
|--|--|----------------------------------|--|---|
| Cambios en el patrón de drenaje (velocidad, infiltración, dirección del flujo, etc.) | Construcción del MURO DE RETENCIÓN O PRESA DE FILTRACIÓN cuya función en primera instancia será para retener el material que trate de rebasar el área del polígono de terreros permitido y a la vez como presa de retención de agua de lluvia sobre el mismo terrero y como presa de filtración. la capacidad de retención de la presa filtrante, es suficiente para la retención del agua y propiciar su infiltración en un 100%, en un evento máximo de lluvia | Reportes de avance de obra | Planos de proyecto Semanal (durante los años de ejecución) | Supervisor de obra y supervisor ambiental |
| | Construcción de cunetas, obra propuesta para dirigir los escurrimientos a través de las planillas del terrero. | Reportes de avance de obra | Semanal (durante los años de ejecución) | Supervisor de obra y supervisor ambiental |
| | Construcción de las alcantarillas es con el motivo de no interrumpir drenajes que ya se tenían y que derivan de las cuentas del camino de acarreo minero de la cantera Los Españoles. | Reportes de avance de obra | Semanal (durante los años de ejecución) | Supervisor de obra y supervisor ambiental |
| Calidad del aire | Cubrir los camiones de transporte con lonas para evitar la dispersión de partículas de polvo durante el traslado. Todos los camiones deberán circular cubiertos con lonas, colocadas inmediatamente después de la carga en el sitio previo a su transporte. Deberán circular a baja velocidad sobre todo en los caminos sin revestimiento. Cuando se presenten ráfagas de viento es necesario suspender las actividades de movimiento y carga de tierras o aplicando riegos para humedecerlas. El control de emisiones de la maquinaria, se efectuará con la revisión de rutina y un programa de mantenimiento periódico a los silenciadores de | Bitácoras Memoria fotográfica | Semanal | Supervisor de obra y supervisor ambiental |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Indicador de cumplimiento | Periodicidad del monitoreo | Responsable de cumplimiento |
|--------------------------------------|---|---|----------------------------|--|
| | <p>motores de los camiones y maquinaria empleada en la construcción, para que cumplan con la verificación vehicular conforme a los límites permisibles por las NOM's correspondientes.</p> <p>Uso de supresor de polvos. Mantener húmedas las superficies de trabajo que puedan constituirse como tolvaneras al contacto con ráfagas de viento. Cuando se presenten fuertes ráfagas de viento se realizarán riegos para humedecer los materiales a fin de evitar la dispersión de material particulado (polvo).</p> | | | |
| Ruido y vibraciones | <p>Queda prohibida la extensión de las jornadas de trabajo en actividades que provoquen ruidos excesivos y se constituyan en una molestia para la fauna silvestre. Las jornadas laborales no deberán iniciar antes de las 8:00 am ni después de las 6:00 pm. Las maniobras deben ser atendidas con bandereros y señales evitando el uso de claxon.</p> | <p>Bitácoras Memoria fotográfica</p> | <p>Semanal</p> | <p>Supervisor de obra y supervisor ambiental</p> |
| Calidad del suelo | <p>Se delimitarán las áreas de trabajo, a fin de evitar al máximo la compactación del suelo en superficies adicionales durante la fase de construcción.</p> <p>Las reparaciones, mantenimiento y abasto de combustibles se harán tomando las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación del suelo. Cualquier derrame accidental debe ser atendido inmediatamente. Por lo que se deberá contar con un kit de atención de derrames en el sitio donde se trabaje con maquinaria</p> | <p>Bitácoras o listas de chequeo Contrato con empresa prestadora de servicio (sanitarios móviles) Memoria fotográfica</p> | <p>3 veces a la semana</p> | <p>Supervisor ambiental</p> |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Indicador de cumplimiento | Periodicidad del monitoreo | Responsable de cumplimiento |
|--------------------------------------|--|--|--|--|
| | <p>El material de excavación y de despalme deberá ser integrado a las planillas en caso de no ser usado para rellenos, evitando pueda ser erosionado.</p> <p>Se dotará de sanitarios móviles para servicio de los trabajadores, y los residuos líquidos sanitarios serán manejados por la empresa que brinde el servicio misma que llevará a cabo el mantenimiento periódico y deberá contar con las autorizaciones correspondientes para garantizar su adecuada gestión. De esta manera se evitará a los trabajadores defecar al aire libre.</p> <p>Se deberá instalar y dar mantenimiento a contenedores de residuos sólidos urbanos y peligrosos, llevar a cabo un estricto control, mediante la separación, almacenamiento temporal y transporte a su disposición final de manera continua para evitar que representen un riesgo de contaminación para el suelo.</p> | | | |
| Erosión | <p>Construcción del MURO DE RETENCIÓN O PRESA DE FILTRACIÓN cuya función en primera instancia será para retener el material que trate de rebasar el área del polígono de terrenos permitido.</p> | Reportes de avance de obra | Semanal (durante los años de ejecución) | Supervisor de obra y supervisor ambiental |
| | <p>Colocación de material residuo de mayor diámetro en el centro de la cuenca para que permita el flujo de agua a través del mismo.</p> | Reportes de avance de obra | Semanal (durante los años de ejecución) | Supervisor de obra, supervisor ambiental |
| | <p>Rehabilitación de planillas mediante la reforestación en la superficie de las planillas, lo que influye directamente para el control de la erosión.</p> | <p>% de supervivencia < 80%</p> <p>Evidencia fotográfica y documental</p> | <p>3 veces a la semana durante el periodo que dura esta actividad.</p> | <p>Supervisor ambiental y Técnico de campo</p> |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Indicador de cumplimiento | Periodicidad del monitoreo | Responsable de cumplimiento |
|---|---|--|---|--|
| Calidad paisajística | Evitar a toda costa la concentración y el abandono de materiales de construcción o excavaciones que obstruyan la visibilidad del paisaje, al concluir el proyecto las áreas deberán quedar despejadas y limpias. Evitar la concentración excesiva de maquinaria y personal en sitios visibles desde cualquier punto. Emplear las áreas estrictamente necesarias para el proyecto, evitando utilizar otras áreas ajenas al proyecto que impliquen cambios en la condición actual del paisaje. Retiro de residuos sólidos del sitio del proyecto y sus colindancias; colocación de recipientes rotulados para la disposición separada de residuos sólidos dentro del área del proyecto. Contar con señalización durante la obra | Programa de capacitación y concientización. Bitácora de mantenimiento. | Semanal | Supervisor de obra, Supervisor Ambiental |
| Cambios en la densidad y diversidad de especies | Implementación del Programa de Rescate y Reubicación de especies flora, misma que se llevará a cabo a un predio colindante con una superficie de 2.029 ha. Se implementarán medidas particulares de rescate, reubicación y cuidado especial para las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | Porcentaje de supervivencia < 85% Evidencia fotográfica y documental. | 3 veces a la semana durante el periodo que dura esta actividad. | Supervisor ambiental y Técnico de campo |
| | Rehabilitación de planillas mediante la reforestación en la superficie de las planillas con especies nativas como pino piñonero (<i>Pinus cembroides</i>) y Mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>), especies propias de climas semidesérticos, de fácil adaptación y resistentes a temperaturas extremas, en total se plantarán 965 | % de supervivencia < 80% Evidencia fotográfica y documental | 3 veces a la semana durante el periodo que dura esta actividad. | Supervisor ambiental y Técnico de campo |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Indicador de cumplimiento | Periodicidad del monitoreo | Responsable de cumplimiento |
|---|--|--|--|--|
| | individuos repartidos en la superficie de las 9 planillas. | | | |
| Deposición de polvo en follaje | Reducir la emisión de partículas suspendidas mediante actividades como: Moderar la velocidad de conducción de los vehículos automotores (25 km/hr). Los materiales sueltos al ser transportados deberán ser cubiertos con lonas para evitar su dispersión. Hacer riego de agua tratada en superficies donde habrá movimiento de tierras como vías de acceso, así como dar mantenimiento a estas cuando lo requieran. (supresor de polvos) | Propiedades físicas modificadas con las actividades de ingreso de maquinaria y remoción de vegetación forestal | Diaria | Supervisor de obra, supervisor ambiental |
| Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre | Llevar a cabo el rescate y manejo de todos los individuos de fauna nativa encontrados en la zona del proyecto, misma que se llevará a cabo a un predio colindante al sitio de estudio, el cual cuenta con condiciones adecuadas para la obtención de alimento y refugio. De acuerdo al muestreo de campo llevado a cabo, ninguna especie se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | Evidencia fotográfica y documental (Bitácora de rescate y manejo de fauna) | Diaria durante la ejecución del programa | Supervisor de obra, supervisor ambiental |
| Predisposición de caza y saqueo ilegal de especies | Brindar capacitación y concientización al personal operativo para el cuidado de fauna silvestre y acciones en situación de riesgos. Las actividades que producen ruido deberán llevarse a cabo en horarios diurnos para evitar molestias a la fauna silvestre. | Evidencia fotográfica y documental Programas de capacitación Listado de asistencia a capacitación | Mensual | Supervisor de obra, supervisor ambiental |



| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de mitigación y/o compensación | Indicador de cumplimiento | Periodicidad del monitoreo | Responsable de cumplimiento |
|--------------------------------------|---|---|----------------------------|--|
| Riesgo de accidentes | <p>Brindar capacitación a todo el personal de trabajo para la implementación de buenas prácticas ambientales. Si desde el mismo momento de la contratación se hace énfasis en este tema, se irá consolidando una nueva cultura de responsabilidad ambiental.</p> <p>Los trabajadores de la obra deberán ser dotados de equipo de protección personal adecuado para la realización de su actividad. Se deberá respetar la jornada laboral de 8 horas.</p> <p>El personal operativo deberá contar con equipo de protección personal (EPP) para el desempeño de sus actividades.</p> <p>Las instalaciones deben contar con un botiquín de primeros auxilios.</p> | <p>Evidencia fotográfica y documental</p> <p>Número de accidentes e incidentes presentados</p> <p>Enfermedades de trabajo</p> | Semanal | Supervisor de obra, supervisor ambiental |

VI.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS Y FIANZAS

Durante la realización de las obras y actividades del proyecto pueden producirse daños al ambiente y sus ecosistemas, por lo que de acuerdo al artículo 51 del REIA fracción II, se presentará a la Secretaría seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas

Para tal efecto deberá se presenta la estimación de costos de cada una de las obras y actividades que ocurran durante la fase de preparación construcción, operación, abandono del proyecto, incluyendo los costos de medidas de mitigación y compensación.

Tabla VI. 9. Resumen de costos del proyecto

| ETAPA O FASE | COSTO (\$) |
|--|------------------------|
| PREPARACIÓN DEL SITIO | 5,334,374.56 |
| OBRA CIVIL MURO | 6,708,138.79 |
| OBRA CIVIL ALCANTARILLAS | 543,284.01 |
| OPERACIÓN (LLENADO DE PANTILLAS) | 213,676,082.37 |
| REABILITACION PLANILLAS | 11,403,413.16 |
| PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACION DE FLORA | 66,574.00 |
| PLAN DE RESCATE Y MANEJO DE FAUNA | 87,000.00 |
| PROGRAMA DE REFORESTACIÓN | 609,945.00 |
| TOTAL, PROYECTO | 238, 428,811.90 |



CAPITULO VII

**PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO,
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**



INDICE

| | |
|---|----------|
| VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE | 1 |
| VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO | 1 |
| VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO | 2 |
| VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN | 3 |
| VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL | 4 |
| VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS | 5 |
| VII.6. CONCLUSIONES | 6 |
| VII.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 8 |

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Actualmente el sitio del proyecto mismo que se pretende usar para depósito del material de residuo de la extracción de roca Caliza Ki(cz) y su sistema ambiental presentan vegetación de tipo matorral submontano de acuerdo información obtenida durante trabajos de campo, siendo vegetación de tipo forestal. De manera particular la vegetación del sitio se manifiesta en una sola condición la cual corresponde a vegetación primaria en proceso de degradación, ya que existen especies vegetales que evidencian su estado de conservación en un 75%, este proceso de degradación, se debe a varios factores y elementos antropogénicos que se encuentran cerca del área como es el caso del pastoreo que se ha practicado desde tiempos pasados hasta la actualidad.

Este predio presenta un relieve con pendiente pronunciada de varía de 15° a 27°, se localiza, no hay cuerpos de agua existentes dentro del polígono, pero colindantes a este se encuentran escorrentías de tipo temporal, cercano a la zona de estudio se encuentran algunos cuerpos de agua en los que destacan el Arrollo el Ladrón, Arroyo Grande y Arrollo Culebras. Los resultados del estudio hidrológico e hidráulico indican un gasto de 1.12m³/s en Tr=5años, equivalentes a un volumen de 2500 m³.

Con respecto a la producción de sedimentos se tiene que, se presentan de mayor concentración en la parte más alta de la cuenca que pertenece al predio en estudio, en el cual se presenta un índice mayor de erosión en comparación con otras áreas de la cuenca, las laderas que conforman la otra parte de la cuenca, presentan un comportamiento similar en la producción de sedimentos, con base a los cálculos realizados para el área de estudio, tomando en consideración los factores de erodabilidad del suelo, grado de pendiente, topografía, uso de suelo y vegetación entre otros.

De acuerdo a la estimación de la erosión hídrica usando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), en condiciones actuales (matorral submontano) el sitio presenta una erosión de 7.62 t/ha/año, esto indica que la erosión actual es baja tomando como referencia que la erosión máxima permisible en algunas regiones de México es de 10 ton/ha/año. En el caso de erosión eólica, se calcula una pérdida de suelo de 30.03 ton/ha/año.

En cuanto a vías de comunicación, este sitio es de fácil acceso debido a su carretera federal no 120, la cual conecta con un camino de terracería que conduce hasta el banco de material OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., mismo que colinda directamente con el predio de estudio y por el cual se tendría el acceso a éste. Las localidades rurales más cercanas al sitio del proyecto son La Culata, Los Juárez, El membrillo, El Venado y Vizarrón de Montes siendo esta última la que tiene mayor importancia en la zona, debido a su actividad económica secundaria que es la manufactura (extracción y tratamiento) así como venta de mármol.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Considerando la ejecución de la obra sin llevar a cabo las medidas de prevención, mitigación, beneficios hidrológicos, de erosión y sedimentación, así como las medidas de compensación de impactos ambientales, se prevé una significativa alteración de los elementos que conforman el medio ambiente.

Agua

El predio de estudio no presenta cuerpos de agua de ningún tipo que se vean afectados o beneficiados de manera directa por la ejecución del proyecto, sin embargo, conocemos que el sitio presenta un relieve con pendiente pronunciada, y en condiciones actuales presenta una erosión hídrica de 7.62 t/ha/año, y en caso de que el proyecto contemplara el retiro de vegetación, la erosión potencial (suelo desnudo) incrementaría a 761.60 ton/ha/año, lo que significaría un aporte mayor de sedimentos específicamente de esta área. Considerando de igual manera el retiro de vegetación, el nivel de infiltración tiende a disminuir, en condiciones actuales del predio de estudio se calculó que del total de la precipitación hay una infiltración del 89.82% misma que disminuye al 86.75% en caso de tener un suelo desnudo.

Por otra parte, existe generación de residuos generados por personal operativo y actividades de construcción y esporádicamente pequeñas cantidades de residuos peligrosos por actividades de mantenimiento de maquinaria y vehículos principalmente. Siendo estos una fuente de contaminación si no son dispuestos inadecuadamente, pueden afectar la calidad del agua principalmente en temporada de lluvia.

Atmósfera

Durante la etapa de ejecución del proyecto se emitirán gases derivados de la combustión de maquinaria y vehículos, durante el traslado de materiales durante la apertura del camino de acceso interno y la construcción del muro de contención, así mismo, durante el llenado de material residuo de roca caliza en las planillas.

Se considera que habrá presencia de partículas suspendidas por el movimiento de tierras en durante toda la vida del proyecto, y al igual que las emisiones de gases, pueden ser trasladadas por corrientes de aire a otros sitios y asimiladas por la vegetación circundante.

También a causa del uso de maquinaria y vehículos, hay presencia de ruido que puede representar un factor que genere molestia y desplazamiento de la fauna nativa, además, cuando este se vuelve excesivo, también representa un riesgo para la salud de los trabajadores.

Suelo

El proyecto no contempla el retiro de vegetación, a excepción del trazo donde se desplantará el muro de retención. Por lo que no habrá fuertes cambios drásticos en su estructura durante su ejecución, debido principalmente a la pendiente que presenta el predio está expuesto a la erosión eólica e hídrica, por lo que los volúmenes de material erosionado podrían incrementar en caso de retiro de la capa vegetal.

De acuerdo al cálculo de la erosión hídrica usando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), se estima la erosión actual y potencial de los suelos. Como resultado se obtuvo una erosión potencial de 761.60 ton/ha/año, La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tiene prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 783.1162 t/ha

al año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 76.160 mm/ha (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Este material expuesto a erosión puede convertirse en fuentes de contaminación de agua por aporte de sedimentos y aire por deposición emisión de partículas las cuales pueden depositarse en la superficie foliar de las plantas lo que limita su proceso de fotosíntesis

Vegetación

El proyecto no contempla la remoción de vegetación a excepción del área de desplante del muro de retención, el material residuo de roca caliza se colocará sobre la superficie del terreno, hasta formar cada una de las planillas en un periodo de 59 años, por lo que finalmente y de manera paulatina, el predio forestal perderá su cobertura vegetal de origen, y requerirá de la implementación de medidas para restablecer la estructura vegetal.

Respecto a la vegetación de predios colindantes, esta puede ser expuesta a partículas suspendidas, originadas por material suelto ahí presente y tránsito vehicular que en ocasiones este suelo puede presentar contaminación por derrames de aceites y combustibles al suelo. Por acción del viento estas partículas llegan a la superficie foliar, limitando su fotosíntesis. Por acción de la lluvia regresan al suelo siendo absorbidos por las raíces de las plantas, pasa lo mismo los gases de combustión de vehículos automotores.

Paisaje

La ejecución del proyecto genera una modificación del paisaje, toda vez que se instalara infraestructura como es el muro retención y la etapa de operación que consiste en el llenado de las planillas de material de residuo, por lo que de manera continua habrá tránsito vehicular, ya sea para el acarreo y transporte de materiales para la construcción o para el transporte del material a disponer en las planillas, así como movimiento de materiales.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Considerando la ejecución del proyecto con la aplicación oportuna de las medidas preventivas, de mitigación y compensación, habrá una disminución y control de los impactos que se pueden generar y afectar los elementos ambientales del ecosistema, de tal manera que puedan seguir cumpliendo satisfactoriamente sus funciones en el medio.

Por tal motivo, se ha planificado el proyecto para generar el menor impacto posible al ambiente, para lo cual se han diseñado medidas preventivas, de mitigación y compensación de Impactos Ambientales, mismas que se describen en el capítulo VI y aseguran la protección y buen funcionamiento de los elementos medio ambientales.

En la cuestión de los suelos se tiene que el depósito de los residuos de la extracción de roca caliza $Ki(cz)$, en base al análisis de erosión, se determina que actualmente es 37.65 t/ha año, considerando la vegetación existente, por lo que, con la aplicación de medidas dirigidas a la conservación de suelos como la reforestación con especies nativas al término del llenado de cada planilla, lo que dará una mayor estabilidad de los mismos, reduciendo considerablemente la erosión ya que la vegetación funciona como una barrera que elimina el impacto directo de la lluvia sobre el suelo permitiendo mayor infiltración. Otra medida propuesta, es la construcción del muro de retención o presa filtrante,

la cual tendrá la capacidad de retener sólidos y disminuir el proceso de erosión del predio, esta obra se llevará a cabo en los primeros 10 años del proyecto, pero su función será de manera permanente.

Estas medidas de mitigación también contribuyen a la mitigación de impactos ambientales sobre escurrimientos e infiltración, ya que permiten la retención del agua de lluvia por mayor periodo de tiempo. Adicionalmente también se han proyectado otras medidas como la construcción de tres alcantarillas y cunetas en las planillas, las cuales tienen como función conducir los escurrimientos hacia el muro de retención donde permanecerá por mayor tiempo favoreciendo su infiltración.

En cuestión de la vegetación y fauna, previo al inicio del proyecto se llevará a cabo el rescate y reubicación de especies, en relación a la flora se seleccionaron para la reubicación un total de 2016 individuos, dando prioridad a todos los individuos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se dará seguimiento a fin de asegurar al menos en un 85% su sobrevivencia. Siendo especies nativas, se pretende que con su reubicación continúen brindando servicios ambientales en el área establecida para su reubicación. En relación a la fauna nativa también será rescatada y liberada en el sitio elegido por sus características ideales para la obtención de alimento y refugio, lo que contribuye a su conservación disminuyendo el impacto en sus hábitos.

Al final del llenado de cada planilla se llevará a cabo la rehabilitación del sitio mediante la reforestación de especies nativas en cada superficie de las planillas, por ello se llevará a cabo el acondicionamiento de las superficies cuidando su estabilidad. De igual manera al término del proyecto se acondicionará el área para que la vegetación pueda crecer de forma natural. La vegetación crea suelos porosos, protegiéndolos del estancamiento de la precipitación, que puede cerrar los huecos naturales entre partículas del suelo, y soltando el suelo a través de la acción de las raíces. La capa vegetal que se genera con la vegetación y materia orgánica que aún no está descompuesta (hojas) protege al suelo de la acción de la lluvia lo que hace que el suelo sea más permeable.

De esta manera se pretende llevar a cabo el proyecto asegurando que se ejecute con el menor impacto posible al ambiente y poder brindar importantes beneficios a nivel local y regional mediante la contribución al incremento de la economía.

VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Es sabido que toda acción representa un impacto sobre los diferentes elementos ambientales, por lo que es importante incluir obras y/o actividades dirigidas a que estos impactos sean menos agresivos y lograr integrar el proyecto de forma sustentable con el ambiente, de tal manera que, al término de su vida útil el sitio de ocupación presente condiciones similares a las de inicio, en cuanto a cobertura vegetal y estabilidad del suelo.

Para tal motivo se proyectaron obras como la construcción del muro de retención cuya función principal será la retención de material sólido dentro del área de terreros, además de funcionar como presa filtrante al contribuir con la retención de agua de lluvia por mayor periodo de tiempo, lo que favorecerá su infiltración.

Otra obra importante para el control de escurrimientos son las cunetas, cada planilla contará con una cuneta de recibo de agua, misma que será dirigida hacia la presa filtrante favoreciendo la infiltración y retención de sólidos. También se construirán tres alcantarillas a fin de no interrumpir drenajes que ya se tienen y al igual que los escurrimientos de las cunetas, enviarlos hacia el muro de retención.



En cuanto a la cobertura vegetal del predio, como parte del diseño del proyecto no habrá retiro de vegetación durante el llenado de las planillas, al término del llenado de cada una se llevará a cabo la reforestación con especies nativas, a la cual se dará seguimiento y mantenimiento para asegurar su supervivencia por lo que se pronostica que al término de la vida útil del proyecto que el predio contará con una cobertura vegetal para que brinde servicios ambientales como la estabilidad climática, la contribución a los ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes), la conservación de suelos, entre otros.

En el aspecto social y económico, un proyecto de esta magnitud implica que, a nivel local, se generen empleos evitando que la población emigre a otros lugares incluido el extranjero, ya que no hay otro medio de subsistencia, la agricultura, ganadería, y otro tipo de industria son escasas. Las industrias extractivas y de transformación están instaladas en esta región por la existencia del recurso mineral, que tiene gran demanda a nivel nacional e internacional, actividades que se realizan de manera sustentable. Conforme avancen las actividades de los terreros a lo largo de los años, se irán ejecutando actividades de reforestación, esto podría significar una fuente de empleo para los habitantes de la comunidad al participar en los programas de dicha reforestación y seguimiento.

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la ejecución del proyecto se consideró únicamente la alternativa propuesta, para lo cual se llevaron a cabo diversos estudios para determinar la viabilidad ambiental del proyecto.

Así mismo, se llevó a cabo un análisis económico, para determinar el ahorro principalmente en combustible que se tendrá durante la etapa operativa del mismo, adicional a otros importantes beneficios ambientales como la disminución de emisiones atmosféricas al aminorar las distancias de traslado de materiales.

VII.6. CONCLUSIONES

El proyecto contempla la habilitación del "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles", para llevar a cabo el depósito de los materiales, específicamente residuos de extracción de roca caliza (mármol) procedente de la explotación del banco de material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V.

Los resultados de este estudio indican la viabilidad de este proyecto, ya que NO contraviene los ordenamientos jurídicos aplicables, al tratarse de un sitio de disposición de material residuo. Así mismo, se encuentra dentro de una zona libre de riesgos de tipo geológico, no existe presencia de tierra frágil, ya que en estas áreas si bien hay evidencia de presencia de actividades antropogénicas, ha sido muy poca, no presentando una presión tan marcada sobre los recursos naturales.

En cuanto a beneficios ambientales, se llevó a cabo un análisis comparativo donde se considera como primera opción la disposición del material residuo (mármol); en el predio propuesto por el proyecto "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles" y como segunda opción factible un banco de tiro controlado ubicado a una distancia de 50 km, teniendo como resultado una disminución de emisiones de CO² de hasta del 99.5% considerando que la ubicación del proyecto propuesto se localiza a 0.5 km de distancia del banco de material propiedad de OMYA MÉXICO S.A. DE C.V., de donde se procede el material residuo (mármol).

Dicho proyecto contempla medidas, como el rescate y reubicación de flora; el cual contempla la reubicación de un total de 2,016 individuos, correspondientes a los tres estratos (herbáceas, arbustos, y cactáceas), con especial atención a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, también se ejecutará un Programa de Reforestación, en la superficie de cada planilla, con 965 individuos de las especies *Juniperus flaccida* (enebro) y *Prosopis laevigata* (Mezquite). La vegetación influye directamente para el control de la erosión ya que es una barrera física que evita el impacto del agua en el suelo e incrementa el volumen de infiltración, propiciando la recuperación del hábitat que beneficiará también a la fauna.

También como parte del proyecto se incluirán obras como la construcción del muro de retención cuya función principal será la retención de material sólido dentro del área de terreros, además de funcionar como presa filtrante al contribuir con la retención de agua de lluvia por mayor periodo de tiempo, lo que favorecerá la infiltración, así como cunetas para el control de escurrimientos en la superficie de cada planilla y tres alcantarillas a fin de no interrumpir drenajes que ya se tienen, ambas obras dirigirán los escurrimientos hacia el muro de retención o presa filtrante favoreciendo la infiltración y retención de sólidos.

Con la finalidad de contribuir al equilibrio, recuperación, conservación de la flora y fauna de la zona, la empresa Omya México, de acuerdo a su visión y responsabilidad social, presenta una propuesta de proyecto ecológico incluyente, tanto para personas que laboren en la empresa, como para escuelas y sociedad en general que esté interesada en la conservación de los recursos naturales.

Por tal motivo lleva a cabo un Plan de Manejo ambiental cuyo objetivo es conservar los ecosistemas y su biodiversidad incluyendo los procesos ecológicos, los cambios naturales y los servicios ecosistémicos que permitan la continuidad y evolución de la vida en la zona destinada al proyecto ecológico.



En relación al medio social y económico, debido a la ubicación del proyecto no se prevé que represente una molestia para la población, y se consideran un proyecto beneficioso para dicha población al ser una fuente de generación de empleos que contribuye al desarrollo económico local y regional, ya que, según datos de INEGI, Cadereyta de Montes es uno de los municipios queretanos con mayor porcentaje de población en situación de pobreza y la actividad minera es una de las principales fuentes económicas que es importante impulsar.

Así mismo, el desarrollo de este proyecto se llevará conforme a lo establecido en los ordenamientos jurídicos, comprometiéndose a mejorar las condiciones ambientales de la superficie durante y al término del proyecto, mediante la aplicación de medidas que beneficien el sitio en particular y su sistema ambiental.

Por lo anterior, a manera de compensación por la ejecución del proyecto "Área de terreros, Puerto Mármol Los Españoles", la empresa OMYA MÉXICO S.A de C.V, presenta una propuesta de proyecto ecológico incluyente, tanto a las personas que laboren en la empresa, como escuelas y sociedad en general que esté interesada en la conservación de los recursos naturales. El proyecto consiste en la creación y ejecución del Plan de Manejo ambiental cuyo objetivo es conservar los ecosistemas y su biodiversidad incluyendo los procesos ecológicos, los cambios naturales y los servicios ecosistémicos que permitan la continuidad y evolución de la vida en la zona destinada al proyecto ecológico.

VII.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGÜELLES, E., FERNÁNDEZ R. ZAMUDIO, S. 1991. LISTADO PRELIMINAR FLORÍSTICO DEL ESTADO DE QUERÉTARO. INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A. C. CENTRO REGIONAL DEL BAJÍO. QUERÉTARO. 155 P. BRAVO H.H., SÁNCHEZ-MEJORADA H. -1991.- LAS CACTÁCEAS DE MÉXICO VOL. III.-UNAM-MÉXICO. - 1ª. ED.

ARREGUÍN S.M.L, CABRERA L.G., FERNÁNDEZ N.R. ET. AL. 1997.- INTRODUCCIÓN A LA FLORA DEL ESTADO DE QUERÉTARO. - CONCYTEQ. - QUERÉTARO, QRO., MEX. 361P.

CALDERÓN, G. Y RZDOWSKI, J. 2001. FLORA FANEROGÁMICA DEL VALLE DE MÉXICO. SEGUNDA EDICIÓN. INSTITUTO DE ECOLOGÍA AC-CONABIO.

CONAFOR, SEDEA, UAQ, 2006. MICROCUENCAS DEL ESTADO DE QUERÉTARO

CONAGUA, 2010. Sistema Meteorológico Nacional. Normales climatológicas Estación 22035 Vizarron Periodo 1981-2010. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=qro>.

CONAGUA, 2015. ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA EN EL ACUÍFERO TOLIMÁN (2207), ESTADO DE QUERÉTARO

CONAGUA, 2017. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE ACUÍFEROS Y CUENCAS V. 2017

CONESA, VICENTE (2010). GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 4ª EDICIÓN. MADRID: MUNDI-PRENSA

CORIA, I. D. (2008). EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: CARACTERÍSTICAS Y METODOLOGÍAS.

DELLAVEDOVA, M. (2011). GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. LA PLATA.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2013). LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL. DISPONIBLE EN: <HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/PDF/LFRA.PDF>

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2014A). REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. DISPONIBLE EN: HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/REGLEY/REG_LGDFS_311014.PDF

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2014B). REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. DISPONIBLE EN: HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/REGLEY/REG_LGEEPA_MEIA_311014.PDF

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2014C). REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. DISPONIBLE EN: HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/REGLEY/REG_LGPGIR_311014.PDF

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2014D). REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. DISPONIBLE EN:
[HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/REGLEY/REG_LGVS.PDF](http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/regley/reg_LGVS.PDF)

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2014E). REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES. DISPONIBLE EN:
[HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/REGLEY/REG_LAN_250814.PDF](http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/regley/reg_LAN_250814.PDF)

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2014F). LEY DE AGUAS NACIONALES. DISPONIBLE EN:
[HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/PDF/16_240316.PDF](http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/pdf/16_240316.PDF)

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2015). LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. DISPONIBLE EN:
[HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/PDF/263_220515.PDF](http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/pdf/263_220515.PDF)

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2016). LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. DISPONIBLE EN: [HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/PDF/146_191216.PDF](http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/pdf/146_191216.PDF)

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2017A). CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. DISPONIBLE EN:
[HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/PDF/1_150917.PDF](http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/pdf/1_150917.PDF)

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2017B). LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE. DISPONIBLE EN:
[HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/PDF/148_240117.PDF](http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/pdf/148_240117.PDF)

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2017C). LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. DISPONIBLE EN:
[HTTP://WWW.DIPUTADOS.GOB.MX/LEYESBIBLIO/PDF/259_240117.PDF](http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/pdf/259_240117.PDF)

ESTEVAN BOLEA, M.T., MASTER EN EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (TOMO III). INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECOLÓGICAS (MIEMBRO DE LA UNIÓN MUNDIAL PARA LA NATURALEZA). MÁLAGA, ESPAÑA. 1999.

FERNÁNDEZ-VÍTORA, V. C. (2003). GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. 3RA EDICIÓN MUNDI-PRENSA

GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO (2016). PLAN ESTATAL DE DESARROLLO QUERÉTARO 2016 – 2021. PUBLICADO EL PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO LA SOMBRA DE ARTEAGA 149, (17): 4180 – 4234, EL 31 DE MARZO DE 2016.

GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO, (2008). PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO CADEREYTA DE MONTES, QUERÉTARO. ESTRUCTURA URBANA Y ZONIFICACIÓN PRIMARIA. ESCALA 1: 1 10 000

GÓMEZ OREA, D. (2003). EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, UN INSTRUMENTO PREVENTIVO PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL. 2ª EDICIÓN AMPLIADA. EDITORIAL MUNDI-PRENSA. MADRID, BARCELONA, MÉXICO.

GÓMEZ OREA, D. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. UN INSTRUMENTO PREVENTIVO PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL. COEDICIÓN: EDICIONES MUNDI-PRENSA Y EDITORIAL AGRÍCOLA ESPAÑOLA, S. A. ESPAÑA. 1999.

INEGI, 2001. CADEREYTA DE MONTES ESTADO DE QUERÉTARO DE ARTEAGA, CUADERNO ESTADÍSTICO MUNICIPAL 2000.

INEGI, 2007. CONJUNTO DE DATOS VECTORIALES EDAFOLÓGICO ESCALA 1:250 000 SERIE II.

INEGI, 2009. DICCIONARIO DE DATOS EDAFOLÓGICOS 1:250,000 VERSIÓN 2

INEGI, 2010. RED HIDROGRÁFICA RH26 DC, ESCALA 1: 50,000. EDICIÓN 2.0

INEGI, 2013. CONJUNTOS DE DATOS VECTORIALES DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN, ESCALA 1:250 000 - SERIE V

INEGI, 2014. CONJUNTO DE DATOS DE EROSIÓN DEL SUELO ESCALA 1: 250 000 SERIE I

INEGI, 2015. ANUARIO ESTADÍSTICO Y GEOGRÁFICO DE QUERÉTARO

MATTEUCCI, S. D., & COLMA, A. (2002). METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN.

MÓDULOS DE FLORA Y FAUNA DEL ESTADO DE QUERÉTARO. SEDESU.

NAVARRO, A., B. HERNÁNDEZ Y H. BENÍTEZ. 1993. LISTADOS FAUNÍSTICOS DE MÉXICO. IV. LAS AVES DEL ESTADO DE QUERÉTARO, MÉXICO. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM). MÉXICO.

NORMA, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (1993). OFICIAL MEXICANA NOM-050-SEMARNAT-1993, NORMA OFICIAL MEXICANA. QUE ESTABLECE LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTE DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GAS LICUADO DE PETRÓLEO, GAS NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS COMO COMBUSTIBLE.

NORMA, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (1995). OFICIAL MEXICANA NOM-080-SEMARNAT-1994, NORMA OFICIAL MEXICANA. QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS Y TRICICLOS MOTORIZADOS EN CIRCULACIÓN Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN.

NORMA, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (1999). OFICIAL MEXICANA NOM-004-STPS-1999, SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE UTILICE EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

NORMA, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2006). OFICIAL MEXICANA NOM-045-SEMARNAT-2006, PROTECCIÓN AMBIENTAL. - VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN QUE USAN DIÉSEL COMO COMBUSTIBLE. - LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD, PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN.



NORMA, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2006). OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-2005, NORMA OFICIAL MEXICANA. QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS, EL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LOS LISTADOS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

NORMA, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2008). OFICIAL MEXICANA NOM-017-STPS-2008, EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL-SELECCIÓN, USO Y MANEJO EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

NORMA, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2010A). OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010. PROTECCIÓN AMBIENTAL DE ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES – CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO DE LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.

NORMA, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2010B). OFICIAL MEXICANA NOM-002-STPS-2010, CONDICIONES DE SEGURIDAD-PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

NORMA, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2011). OFICIAL MEXICANA NOM-031-STPS-2011, CONSTRUCCIÓN-CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

NORMA, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2015). OFICIAL MEXICANA NOM-041-SEMARNAT-2015, NORMA OFICIAL MEXICANA. 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.

PADILLA-GARCÍA, U. Y R. PINEDA-LÓPEZ. 1997. VERTEBRADOS DEL ESTADO DE QUERÉTARO. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO/FOMES.

PMDUCM (2008). PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE CADEREYTA DE MONTES, QRO. APROBADO MEDIANTE SESIÓN ORDINARIA DE CABILDO DE FECHA DEL 4 DE MARZO DE 2008, E INSCRITO EN EL REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO EL 22 DE AGOSTO DE 2008 Y PUBLICADO EN EL PERIÓDICO OFICIAL LA SOMBRA DE ARTEAGA NO. 24 TOMO CXLI: 3021 - EL 25 DE ABRIL DE 2008.

PMDUCM, 2007. Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cadereyta de Montes, Qro. (2007-2025).

POELMCAD (2018). PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE CADEREYTA DE MONTES QUERÉTARO 2017 DECRETADO EN EL PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO CON FECHA DEL 9 DE MAYO DE 2018.

RZDOWSKI J., 1988. VEGETACIÓN DE MÉXICO; EDIT. LIMUNSA; MÉXICO.

RZEDOWSKI, J., 2006. VEGETACIÓN DE MÉXICO. 1RA. EDICIÓN DIGITAL, COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD. MÉXICO.



SEDESU (2009). PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO, PUBLICADO EN EL PERIÓDICO OFICIAL “LA SOMBRA DE ARTEAGA” NO. 24, TOMO CXLII, SANTIAGO DE QUERÉTARO, QRO., DE FECHA 17 DE ABRIL DE 2009.

SEMARNAT (2012). PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO. PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE SEPTIEMBRE DE 2012.

SEMARNAT (2013). PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018. PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 12 DE DICIEMBRE DE 2013.

SEOÁNEZ C., MARIANO. 1998. MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO: MANUAL DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ED. MUNDI- PRENSA.

ZAMUDIO, S., J. RZEDOWSKI, E. CARRANZA, Y G. CALDERÓN. 1992. LA VEGETACIÓN EN EL ESTADO DE QUERÉTARO. CONSEJO ESTATAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE QUERÉTARO, MÉXICO.