

**Estudio Técnico Unificado de
Cambio de Uso de Suelo Forestal,
Modalidad A, para el proyecto:**

**“Ampliación de banco de
basalto La Loma -
Huimilpan, Qro.”**



**Presentado por:
CEMEX Concretos S.A de C.V.**

ÍNDICE GENERAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE	1
I.1 NOMBRE DEL PROYECTO	2
I.2 NOMBRE Y RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE	2
I.3 NOMBRE DEL APODERADO O REPRESENTANTE LEGAL	2
I.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE	2
I.4 SUPERFICIE SOLICITADA PARA CAMBIO DE USO DE SUELO	2
I.5 DURACIÓN DEL PROYECTO	2
II. USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO	3
II.1. OBJETIVO GENERAL	4
II.1.1 <i>Objetivos Específicos</i>	4
II.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL NUEVO USO PROPUESTO	4
II.2.1. <i>Aprovechamiento</i>	4
II.2.1 <i>Trituración y molienda</i>	6
II.4. JUSTIFICACIÓN PORQUE LOS TERRENOS SON APROPIADOS.	6
II.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO.	7
II.6. PREPARACIÓN DEL SITIO	8
III. DENOMINACIÓN, UBICACIÓN Y COLINDANCIAS DEL PREDIO	9
III.1 DENOMINACIÓN DEL PREDIO	10
III.2 SITUACIÓN LEGAL DEL PREDIO	10
III.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	10
III.4 UBICACIÓN DEL PREDIO DENTRO DE ALGÚN TIPO DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA.....	12
IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL.....	13
IV.1 HIDROLOGÍA	14
IV.1.2 <i>Hidrología subterránea</i>	15
IV.2 FISIOGRAFÍA	17
IV.2.1 <i>Descripción en el Estado de Querétaro y la subcuenca</i>	19
IV.3 GEOLOGÍA.....	19
IV.4 TOPOGRAFÍA.....	21
IV.5 SUELOS.....	22
IV.6 EROSIÓN EN LA CUENCA	24
IV.7 CLIMA	26
IV.7.1 <i>Temperatura</i>	27
IV.7.2 <i>Velocidades máximas del viento</i>	29
IV.8 VEGETACIÓN DE LA SUBCUENCA	30
IV.9 FAUNA SILVESTRE	40
IV.9.1 <i>Avifauna</i>	41
IV.9.2 <i>Herpetofauna</i>	44
V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO	45

V.1. FINES A QUE ESTÁ DESTINADO	46
V.2. CLIMA	46
V.3. TIPOS DE SUELO	47
V.3.1 Tipo y grado de erosión y su origen.	48
V.3.2. Determinación de la erosión en el predio.	50
V.3.3 Incremento de la erosión por la ejecución del proyecto.	54
V.4. PENDIENTE MEDIA	54
V.5. RELIEVE	54
V.6. HIDROGRAFÍA	54
V.6.1 Captación actual de agua en el predio	54
V.6.2. Infiltración	56
V.7. TIPOS DE VEGETACIÓN	59
V.7.1. Matorral subinerme.....	59
V.7.2 Estado de conservación y/o deterioro de la vegetación	60
V.8. FAUNA SILVESTRE	61
V.8.1 Metodología empleada para cada grupo estudiado	61
V.8.2 Diseño de Muestreo empleado por grupo de especie.....	64
Ubicación espacial de cada sitio se Muestreo	65
V.8.3. Parámetros Comparación	66
V.8.4 Índice de Biodiversidad	68
V.9 UBICACIÓN DEL PREDIO RESPECTO A LA POBLACIÓN MÁS CERCANA	69
V.10 ACTIVIDADES Y USOS QUE ACTUALMENTE SE LE DAN AL PREDIO	70
VI. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	71
VII.1. ESTRATIFICACIÓN DE LAS SUPERFICIES PARA SOLICITA CUS	72
VII.2. MÉTODO PARA DETERMINAR EL VOLUMEN DE MADERA E INDIVIDUOS A REMOVER	72
VII.2.1 Planeación del Inventario forestal	72
VII.2.2. Diseño de Muestreo.....	73
VII.2.3. Forma y Tamaño de los Sitios	73
VII.2.4. Distribución de la muestra.....	73
VII.2.5. Numeración de los sitios.....	73
VII.2.6. Información Silvícola y Dasométrica.....	73
VII.2.7. Intensidad de muestreo	74
VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	76
VII.1. PLAZO DE EJECUCIÓN	77
VII.2. FORMA DE EJECUCIÓN	77
VII.2.1 Obtención del permiso de cambio de uso del suelo en terreno forestal.....	77
VII.2.2. Rescate de especies de flora y fauna	77

VII.2.3. Estrategia de rescate de fauna silvestre.....	82
VII.2.4. Extracción de Materia prima	84
VII.2.5. Ejecución del cambio de uso de suelo.....	84
VII.2.6. Control de desperdicios.....	85
VII.2.7. Cumplimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos.....	85
VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES.....	86
IX. MEDIDA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.91	
IX.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA	92
IX.1.1 Metodología de Evaluación	92
IX.1.2 Justificación de la Metodología Seleccionada.....	92
IX.1.3 Identificación de las Actividades Generadoras de impacto y Componentes Ambientales Susceptibles de Impacto	92
IX.1.4 Indicadores de impacto.....	93
IX.1.5 Lista Indicativa de Indicadores de Impacto.....	93
IX.1.6 Identificación de Impacto	94
IX.1.7 Criterios y Evaluación de Impactos	94
IX.2 CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	98
IX.3.1 Impactos identificados.....	100
IX.4 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	101
IX.4.1 Reglamento Interno de protección Ambiental.....	101
IX.4.3 Descripción de las medidas de prevención y mitigación para disminuir la erosión del suelo y protección a la biodiversidad.....	106
IX.3.3 Descripción de las medidas de prevención y mitigación para garantizar que no se provoca deterioro de la calidad del agua.	106
IX.5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA).....	107
IX.6 PNÓSTICO DE ESCENARIO.....	109
IX.6.1 Escenario actual sin proyecto y sin medidas de mitigación	109
IX.6.2 Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.....	110
IX.6.3 Escenario con proyecto aplicando medidas de mitigación y compensación.....	110
IX.6.4 Pronóstico Ambiental.....	110
X. SERVICIOS AMBIENTALES QUE SE PUDIERAN PONER EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO..	111
X.1 PROVISIÓN DE AGUA EN CANTIDAD Y CALIDAD	112
X.2 CAPTURA DE CARBONO	112

X.3 MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA	113
X.4 PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	113
X.5 PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS	114
X.6 PAISAJE Y RECREACIÓN	114
X.7 USOS FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES	114
XI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO.....	115
XI.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	116
XI.2 JUSTIFICACIÓN SOCIOECONÓMICA	118
<i>XI.2.1. Con aprovechamiento forestal y pago por servicios ambientales.</i>	<i>118</i>
<i>XI.2.2. Con ampliación del banco.</i>	<i>119</i>
XI.3 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL	122
XII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE FORMULÓ EL ESTUDIO.....	124
XII.1 NOMBRE	125
XII.2 CEDULA PROFESIONAL	125
XII.3 REGISTRO FORESTAL NACIONAL	125
XII.4 DIRECCIÓN	125
XII.5 TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO	125
XIII. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA Y EN SU CASO CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO	126
XIII.1 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2010-2015	127
XIII.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO	128
XIII.4 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS	133
XIV. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS BIOLÓGICO FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO	137
XV. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO	141
XVI. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	147
XVI.1 BIBLIOGRAFÍA	149
XVII. ANEXOS.....	150

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO	7
TABLA 2. COLINDANCIAS.....	10
TABLA 3. COORDENADAS UTM DEL PREDIO.....	11
TABLA 4. COORDENADAS UTM DEL POLÍGONO 1.	12
TABLA 5. COORDENADAS UTM DEL POLÍGONO 2.	12
TABLA 6. PROVINCIAS Y SUBPROVINCIAS FISIográfICAS DEL ESTADO DE QUERÉTARO.....	17
TABLA 7. GRADO DE EROSIÓN POR TIPO DE SUELO Y CAUSA DE ORIGEN.....	25
TABLA 8. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS	27
TABLA 9. NORMALES DE TEMPERATURA DE LA ESTACIÓN DE COYOTILLOS, EL MARQUÉS.....	28
TABLA 10. NORMALES DE TEMPERATURA DE LA ESTACIÓN EL BATÁN, CORREGIDORA.	28
TABLA 11. NORMALES DE TEMPERATURA DE LA ESTACIÓN EL PEBLITO, CORREGIDORA.....	28
TABLA 12. NORMALES DE TEMPERATURA DE LA ESTACIÓN JURQUILLA, QUERÉTARO.	28
TABLA 13. NORMALES DE TEMPERATURA DE LA ESTACIÓN LA JOYA, QUERÉTARO.....	29
TABLA 14. NORMALES DE TEMPERATURA DE LA ESTACIÓN QUERÉTARO, QUERÉTARO.....	29
TABLA 15. SUPERFICIE DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN LA CUENCA.....	34
TABLA 16. ESPECIES VEGETALES PRESENTES EN EL MATORRAL SUBINERME	36
TABLA 17. ESPECIES DE MASTOFAUNA SILVESTRE EN LA CUENCA.....	41
TABLA 18. ESPECIES DE AVIFAUNA SILVESTRE EN LA CUENCA	41
TABLA 19. ESPECIES DE HERPETOFAUNA EN LA CUENCA	44
TABLA 20. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE LA ESTACIÓN EL BATÁN LA MÁS CERCANA AL PREDIO	46
TABLA 21. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL	48
TABLA 22. DATOS FÍSICO-QUÍMICOS DEL SUELO.....	48
TABLA 23. EROSIÓN PRESENTE EN EL PREDIO.....	50
TABLA 24. ESTIMACIÓN DE EROSIÓN	50
TABLA 25. VALORES DE EROSIONABILIDAD DE LOS SUELOS (K) ESTIMADO EN FUNCIÓN DE LA TEXTURA Y EL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (MORGAN 1985).....	51
TABLA 26. VALORES DE C QUE SE PUEDEN UTILIZAR PARA ESTIMAR PÉRDIDAS DE SUELO.	53
TABLA 27. VALORES DE K EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO	55
TABLA 28. CAPTACIÓN ACTUAL DE AGUA EN EL PREDIO PROPUESTO PARA CUS.....	55
TABLA 29. CAPTACIÓN DE AGUA EN EL PREDIO CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	56
TABLA 30. COEFICIENTES DE Kv Y Kp.....	56
TABLA 31. INFILTRACIÓN MENSUAL EN EL PREDIO PROPUESTO PARA CUS	57
TABLA 32. INFILTRACIÓN POTENCIAL EN EL PREDIO	57

TABLA 33. INFILTRACIÓN MENSUAL EN EL PREDIO CON AMPLIACIÓN DEL BANCO.....	58
TABLA 34. INFILTRACIÓN POTENCIAL EN EL PREDIO COM AMPLIACIÓN DEL BANCO	58
TABLA 35. ESCURRIMIENTO EN EL PREDIO DE ACUERDO AL USO DE SUELO	58
TABLA 36. COORDENADAS UTM SITIOS DE MUESTREO DE AVES.....	65
TABLA 37. COORDENADAS UTM TRANSECTOS DE MUESTREO DE MAMÍFEROS Y REPTILES.	65
TABLA 38. RIQUEZA DE FAUNA SILVESTRE POR GRUPO EN EL PREDIO	66
TABLA 39. COMPARATIVO DE LA RIQUEZA DE FAUNA SILVESTRE CUENCA VS PREDIO	66
TABLA 40. PARÁMETROS PARA EL GRUPO DE AVES	68
TABLA 41. PARÁMETROS PARA EL GRUPO DE MAMÍFEROS	68
TABLA 42. PARÁMETROS PARA EL GRUPO DE REPTILES	68
TABLA 43. VOLUMEN, NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE EN EL PREDIO PROPUESTO PARA CUS.	74
TABLA 44. PARÁMETROS E ÍNDICE DE DIVERSIDAD	75
TABLA 45. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE RESCATE DE FLORA.....	81
TABLA 46. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL CUS.....	85
TABLA 47. ESPECIES A ESTABLECER EN LAS TIERRAS FRÁGILES.....	89
TABLA 48. INDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES.....	93
TABLA 49. IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	94
TABLA 50. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	95
TABLA 51. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.	96
TABLA 52. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS EVALUADOS	98
TABLA 53. IMPACTOS IDENTIFICADOS	100
TABLA 54. MEDIDAS DE PREVENCIÓN PREPARACIÓN DEL SITIO.....	104
TABLA 55. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN.....	105
TABLA 56. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	105
TABLA 57. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	109
TABLA 58. CAPTURA DE CARBONO	113
TABLA 59. INFILTRACIÓN DE AGUA CON EJECUCIÓN DEL PROYECTO	116
TABLA 60. EGRESOS POR APROVECHAMIENTO FORESTAL	118
TABLA 61. CÁLCULO DE INGRESOS ANUALES POR APROVECHAMIENTO MADERABLE Y SERVICIOS AMBIENTALES	119
TABLA 62. CÁLCULO DEL FLUJO NETO DE EFECTIVO	119
TABLA 63. EGRESOS POR APROVECHAMIENTO DE BASALTO	119
TABLA 64. CÁLCULO DE INGRESOS ANUALES POR VENTA DE AGREGADOS	120
TABLA 65. CÁLCULO DEL FLUJO NETO DE EFECTIVO	120
TABLA 66. CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO	120
TABLA 67. CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO	121

TABLA 68. ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD DE ESTRATEGIAS DEL PLAN QUERÉTARO.	127
TABLA 69. ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD DE ESTRATEGIAS DEL PLAN QUERÉTARO.	128
TABLA 70. ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD DE ACCIONES CON LA UGA 297.	129
TABLA 71. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LGEEPA.	134
TABLA 72. NORMAS OFICIALES VINCULADAS CON EL PROYECTO.	136
TABLA 73. VALOR DE LOS PRODUCTOS NO MADERABLES.	138
TABLA 74. VALOR DE LOS PRODUCTOS MADERABLES.	138
TABLA 75. VALORES DE USO POR HA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS DEL PREDIO.	140
TABLA 76. ESTIMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN DE 2.376 HECTÁREAS PARA UN PERIODO DE 20 AÑOS.	146

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CROQUIS DE UBICACIÓN DEL PREDIO.	11
FIGURA 2. HIDROLOGÍA DE LA CUENCA RÍO LAJA.	15
FIGURA 3. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA DE LA CUENCA RÍO LAJA.	17
FIGURA 4. GEOLOGÍA DE LA CUENCA RÍO LAJA.	21
FIGURA 5. MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN DE LA CUENCA RÍO LAJA.	21
FIGURA 6. SUPERFICIE EN HECTÁREAS POR TIPO DE SUELO DENTRO DE LA CUENCA.	23
FIGURA 7. EDAFOLOGÍA EN LA CUENCA RÍO LAJA.	23
FIGURA 8. EROSIÓN EN LA CUENCA RÍO LAJA.	25
FIGURA 9. SUPERFICIE EN HACTÁREAS POR TIPO DE EROSIÓN EN LA CUENCA.	26
FIGURA 10. CLIMAS DE LA CUENCA RÍO LAJA.	27
FIGURA 11. VELOCIDADES MÁXIMAS MENSUALES DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS MÁS REPRESENTATIVAS UBICADAS EN LA CUENCA DEL RÍO LAJA.	30
FIGURA 12. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE LA CUENCA EN PORCENTAJE.	34
FIGURA 13. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE LA CUENCA.	35
FIGURA 14. CLIMA PREVALECIENTE EN EL PREDIO.	47
FIGURA 15. RECORRIDO ALEATORIO PARA EL CONTEO DE REPTILES.	62
FIGURA 16. RECuento EN PUNTO SIN ESTIMACIÓN DE DISTANCIA.	63
FIGURA 17. ESTRATIFICACIÓN DEL PREDIO.	64
FIGURA 18. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE AVES.	65
FIGURA 19. GRÁFICA COMPARATIVA DE LA RIQUEZA DE FAUNA ENTRE LA CUENCA Y EL PREDIO.	66
FIGURA 20. UBICACIÓN DEL PREDIO RESPECTO A LA POBLACIÓN MÁS CERCANA.	69
FIGURA 21. EJEMPLO DE EXTRACCIÓN Y MANTENIMIENTO DE CACTÁCEAS.	78
FIGURA 22. TIPOS DE TUTORES.	79
FIGURA 23. SITIOS PARA TRASPLANTE.	82
FIGURA 24. ILUSTRACIÓN DEL DESMONTE.	85

FIGURA 25. PROPAGACIÓN VEGETATIVA.....	89
FIGURA 26. UBICACIÓN DE LAS TIERRAS FRÁGILES Y OBRAS DE RESTAURACIÓN	90
FIGURA 27. ESQUEMA DEL PROCESO DE VIGILANCIA AMBIENTAL	108
FIGURA 29. ESQUEMA DEL PROCESO EXPLOTACIÓN/RESTAURACIÓN A. ESTADO INICIAL; B: DESPALME; C EXTRACCIÓN; D: RELLENO; E: RECONSTRUCCIÓN DEL SUELO, F. RESTAURACIÓN FORESTAL.....	142
FIGURA 30. TIPOS DE RESTAURACIÓN DE BANCOS	144
FIGURA 31. PROCESO DE EXPLOTACIÓN DESCENDENTE Y RESTAURACIÓN.	145

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1 Nombre del Proyecto

Estudio Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad A para el proyecto:

"Ampliación de banco de basalto La Loma – Huimilpan, Qro."

I.2 Nombre y razón social del Promovente

CEMEX CONCRETOS, S.A de C.V

I.4 Superficie solicitada para cambio de uso de suelo

2.204 hectáreas

I.5 Duración del proyecto

5 años

II. USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO

II.1. Objetivo General

En cumplimiento a los artículos 117 y 121 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, se solicita el cambio de uso de suelo de 2.204 hectáreas del predio conocido como "La Loma" (parcela 222 Z-3 P1/1) localizado en el municipio de Huimilpan, Querétaro; con la finalidad de ampliar el área de explotación del banco de basalto.

II.1.1 Objetivos Específicos

- ✓ Contar con mayor superficie para realizar el aprovechamiento de roca basáltica.
- ✓ Desarrollar de manera ordenada la extracción de material pétreo bajo la técnica de aprovechamiento a cielo abierto.
- ✓ Proponer medidas de mitigación y corrección de impactos ambientales para prevenir alteraciones al medio ambiente dentro del predio y de la cuenca.
- ✓ Determinar las acciones correspondientes a fin de restaurar el área ya aprovechada
- ✓ Generar fuentes de empleo durante todas las etapas del proyecto.

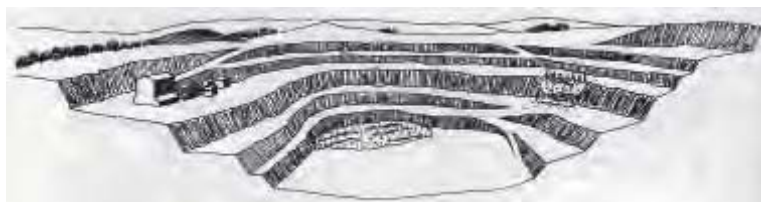
II.2. Descripción detallada del nuevo uso propuesto

El nuevo uso propuesto consiste en la ampliación de un banco para la extracción de basalto, el cual se tritura para usarlo posteriormente como agregado en la construcción; por lo que a continuación mencionaremos las actividades referentes a los tipos de aprovechamiento y al proceso de trituración.

II.2.1. Aprovechamiento

El aprovechamiento en el predio la Loma, consisten en excavaciones por banqueo, con varios niveles de extracción que pueden ser ascendente o descendente.

El método de arranque del basalto en el banco la Loma es a través de voladuras, en la mayoría de los casos. En el banco suele ser necesario el uso de explosivos y por ello se trabajan en tajos largos y profundos, organizados en varios bancos con alturas comprendidas entre 10 y 12 metros.



La voladura se inicia mediante el uso de pistolas neumáticas que barrenan la roca con orificios de 1 pulgada de diámetro y 10 a 12 metros de profundidad aproximadamente, creando con ello a cada 4 m de distancia, una cuadrícula de 4x4.

Posteriormente a la perforación de los barrenos, se procede a cargar estos con alto explosivo, agente explosivo, cordón detonante, iniciadores y conductores, cubriendo la parte superior con un taco de tierra e inmediatamente se procede a realizar la voladura del material con el apoyo de la empresa Distribuidora de Explosivos Oviedo, S.A. de C.V con quien se contrata el servicio para la ejecución del Proceso de Voladura, coordinando la supervisión de evento tanto con personal de CEMEX como de Oviedo.

Cabe señalar que este mismo servicio con Explosivos Oviedo incluye la compra y abastecimiento de los explosivos por evento, de forma que NO contamos con instalación de polvorines al interior del predio.

El relieve del predio facilita tanto las labores de extracción, como la creación de bancos y, con ello, la estabilidad del talud y abarata costos porque el transporte de materiales se realiza cuesta abajo. También es frecuente utilizar la ladera situada bajo el banco inferior de la explotación para formar la escombrera, evitando tener que recrecerla mediante tongadas horizontales de mayor costo.

Según la forma de ataque que se da en los frentes de la explotación, existen tres alternativas que se pueden realizar en el banco, dada la estructura geológica que presenta:

1- Avance frontal y frente de trabajo de altura creciente. En este caso el frente se mantiene siempre activo y gana altura progresivamente. Es la solución de más fácil inicio y la más apropiada en caso de laderas pequeñas o que no se pretenda explotar todo el macizo, ya que a medida que el frente avanza y el talud gana altura, los costos de extracción aumentan.

2- Excavación descendente con talud final en bancos. Consiste en excavar bancos en la parte superior de la ladera e ir descendiendo en sucesivos bancos. En este caso el aprovechamiento del macizo es máximo, pudiendo llegar a enrasarlo completamente.

3- Avance lateral y abandono del talud final. Resulta apropiado cuando se explotan estratos subhorizontales dispuestos bajo un recubrimiento muy voluminoso cuya eliminación no se considera viable. Se denomina minería de contorno y consiste en extraer el material en paralelo a la ladera, avanzando en perpendicular solamente hasta llegar al límite económico de desmonte. Presenta la ventaja de entre poder rellenar el hueco que se deja atrás con los estériles extraídos en el avance del frente.

Actualmente se lleva una supervisión puntual por parte de CTCC (unidad al interior de CEMEX que se encarga de los planes de minado, el levantamiento y avances de frentes de explotación de los diferentes Bancos de materiales del Corporativo), mediante la co-responsabilidad con el perito responsable del banco (perteneciente a CTCC), el Gerente de la cantera y su personal especialista, con lo que se asegura la correcta y óptima explotación del banco de material.

Una vez que se tiene el material descubierto y disponible, se procede a cargar los camiones mineros y se transporta hacia el área de planta para dar inicio al proceso de trituración.

II.2.1 Trituración y molienda

El material extraído del banco no tiene el tamaño y forma necesarios para los usos que se da a los agregados en la construcción, por lo que se requiere reducción de tamaño y clasificación por granulometrías. Para esto, se empleando equipos de trituración y clasificación de diferentes tipos según la roca a tratar y los productos que se quieran obtener.

La trituración; atiende a la reducción del material a tamaños de grano arena y superiores. En cuanto a la clasificación, para la separación de tamaños de grano gruesos se utiliza una serie de cribas y molinos que se intercomunican con sistemas de bandas hasta la conformación del producto final que se desee.

La trituración conduce a la reducción del tamaño de las partículas mediante procesos de compresión, abrasión e impacto. La trituración se realiza de tal forma que ninguno de los fragmentos obtenidos sobrepase una dimensión previamente definida, y conduce a la obtención de toda una gama de tamaños comprendidos entre dicha dimensión y la infinitamente pequeña.

Los diferentes productos son almacenados en forma temporal y se cargan a los camiones (góndolas) en forma directa para su destino final.

II.4. Justificación porque los terrenos son apropiados.

Técnicamente se justifica por:

- ✓ Por tratarse de la ampliación del banco ya existente y en operación, es importante resaltar que ya se cuenta con toda la infraestructura necesaria que permite el desarrollo del proyecto, sin tener que invertir en obras complementarias o tener que realizar cambio de uso de suelo para el acceso al banco.
- ✓ El material aprovechable cuenta con las características ideales para ser usado como agregado en la construcción.

- ✓ El proyecto es compatible con lo mencionado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional; en la línea de acción 083, al estar a más de mil metros de distancia de cualquier zona urbana y área con aptitud para la conservación.

Ecológicamente se justifica por lo siguiente:

- ✓ Dentro del predio se desarrolla vegetación de tipo matorral subinerme perturbado, que tiene una amplia distribución en el estado, y por el desarrollo del proyecto, no se compromete su permanencia.
- ✓ La flora y fauna no es considerada como frágil.
- ✓ Se promueve el rescate y reubicación de los individuos de vegetación y fauna silvestres.

La Justificación Socioeconómica se refiere principalmente a que:

- ✓ Por las características dasonómicas del predio no se considera económicamente rentable para realizar algún aprovechamiento forestal maderable, por lo que la posibilidad de obtener ganancias por venta de madera es nula.
- ✓ Con estas actividades se inicia por parte del promovente un ordenamiento dentro del predio, seleccionando las áreas más aptas para la ampliación del banco, además de las áreas de conservación, protección y fomento de los recursos forestales.
- ✓ El predio no se ubica dentro de los polígonos de apoyo para el pago de servicios ambientales por lo que el Promovente no puede recibir un pago por este concepto, por lo que el desarrollo del proyecto propuesto es la mejor opción.

II.5. Cronograma de actividades del Proyecto.

Debido a que se trata de la ampliación del banco de materiales ya existente y autorizado, a continuación se presenta el cronograma de actividades que se realiza anualmente de acuerdo al crecimiento del banco de material, en este caso se contemplan las actividades de rescate de flora y fauna; y cumplimiento de términos del trámite unificado.

Tabla 1. Programa general de trabajo

Actividad	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Autorizaciones en materia ambiental</i>													
PREPARACIÓN DEL SITIO													
Rescate de flora y fauna													
Desmonte y despalme													
Cumplimiento de Términos del trámite unificado													
APROVECHAMIENTO													
Barrenación y voladura													
Ampliación del banco													
Transporte del material													
Triturado													
Salida del material del banco													
Cumplimiento de Términos del trámite unificado													
LIMPIEZA Y REFORESTACIÓN													
Limpieza													
Trasplante de vegetación rescatada													
Cumplimiento de Términos del trámite unificado													

II.6. Preparación del sitio

En esta etapa del proyecto se efectúan las siguientes acciones:

Rescate de flora y fauna.- Se realiza el rescate de las plantas sanas y vigorosas que se encuentren en el área de desmonte, de acuerdo con el frente de avance de la ampliación del banco, las plantas rescatadas serán colocadas temporalmente en un vivero provisional destinado para su mantenimiento, localizado dentro del predio, en esta área las plantas permanecerán hasta su reubicación en los sitios definitivos. En esta etapa también serán rescatados los individuos de fauna silvestre para su posterior reubicación dentro de la zona de amortiguamiento que se encuentra entre la carretera y el banco, o en su defecto, en el predio forestal ubicado al otro lado de la carretera.

Desmonte y despalme.- Estas actividades se inician una vez que se liberan las áreas por el personal encargado de realizar el rescate de flora y fauna. El desmonte se realiza en forma manual y el despalme se realiza con maquinaria. Los residuos vegetales y el material de despalme se almacenan en sitios separados hasta que se requieran para las labores de reforestación. Los residuos vegetales son triturados y el material de despalme es cernido para la extracción de la tierra que se utiliza en el vivero y en las áreas verdes proyectadas.

Ampliación del banco.- Una vez que ha concluido el desmonte y despalme, se procede a realizar la delimitación física de las áreas de crecimiento del banco. En esta actividad participa una brigada de topógrafos conformada cuando menos por 5 personas, pertenecientes y supervisados por CTCC y el Gerente de planta.

Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

Por tratarse de la ampliación de un banco que ya está en operación, no se requieren obras complementarias.

Etapas de aprovechamiento

El aprovechamiento de la roca basáltica se realizará como se mencionó en el apartado de descripción del nuevo uso propuesto, esta actividad se prolongará hasta que se llegue al límite de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo o hasta que el material pétreo se agote.

III. DENOMINACIÓN, UBICACIÓN Y COLINDANCIAS DEL PREDIO

III.1 Denominación del predio

Nombre: Predio "La Loma" (Parcela 222 z-3 P1/1)

Localidad: Santa Teresa

Municipio: Huimilpan

Estado: Querétaro.

III.2 Situación Legal del Predio

El predio es de propiedad privada y pertenece a CEMEX CONCRETOS S.A de C.V. de acuerdo con el contrato de compra venta de la Parcela 222 Z-3 P1/1, según consta en Escritura Pública Número 12,070 de fecha 8 de julio de 2003 pasada ante la fe del Lic. Abel Reyes Castro, Titular de la Notaría Numero 2 de Amealco, Qro. (Se incluyen copias en la sección de anexos de este documento).

III.3 Ubicación geográfica

El predio se ubica al Sureste de la capital de Querétaro, en parcelas el Ejido Santa Teresa del Municipio de Huimilpan, se accede al predio por carretera estatal 400, a la altura del km 10.5 se toma a la izquierda donde se indica la entrada a la trituradora La Loma.

Tabla 2. Colindancias

Rumbo	Colindancia
Norte	En 110.10 metros en línea quebrada con ejido la Machorra
Este	En 422.74 metros en línea quebrada con área parcelada zona 1.
Sureste	En 2,342 metros en línea quebrada con área parcelada zona 1.
Suroeste	En 754.2 metros en línea quebrada con Carretera estatal 400
Noroeste	En 273.05 metros en línea quebrada con ejido La Tinaja, 472.65 metros en línea quebrada con ejido la Machorra y 2,108.01 metros en línea quebrada con área parcelada zona 2.

Tabla 3. Coordenadas UTM del predio

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	363557	2268013	21	363343	2267580	41	362606	2267259	61	362973	2267492
2	363571	2268012	22	363260	2267660	42	362563	2267117	62	363041	2267444
3	363600	2268004	23	363209	2267620	43	362560	2267079	63	363087	2267482
4	363612	2268008	24	363154	2267645	44	362029	2267260	64	363076	2267522
5	363623	2268013	25	363151	2267591	45	361967	2267297	65	363042	2267546
6	363638	2268026	26	363183	2267570	46	361903	2267400	66	363112	2267590
7	363649	2267957	27	363166	2267537	47	361930	2267413	67	363110	2267645
8	363632	2267878	28	363186	2267436	48	361978	2267481	68	363107	2267704
9	363627	2267834	29	363206	2267419	49	362138	2267473	69	363150	2267744
10	363615	2267791	30	363139	2267346	50	362459	2267555	70	363185	2267704
11	363644	2267694	31	363117	2267402	51	362496	2267577	71	363217	2267742
12	363710	2267645	32	363020	2267319	52	362552	2267533	72	363186	2267777
13	363655	2267604	33	362977	2267292	53	362645	2267521	73	363215	2267803
14	363547	2267752	34	362973	2267289	54	362589	2267390	74	363287	2267748
15	363484	2267801	35	362885	2267247	55	362779	2267391	75	363453	2267833
16	363440	2267723	36	362808	2267215	56	362813	2267481	76	363483	2267854
17	363428	2267750	37	362822	2267170	57	362825	2267477	77	363503	2267915
18	363317	2267674	38	362736	2267280	58	362847	2267489	78	363522	2267936
19	363390	2267629	39	362681	2267336	59	362794	2267645	79	363536	2268018
20	363352	2267592	40	362608	2267307	60	362896	2267508			

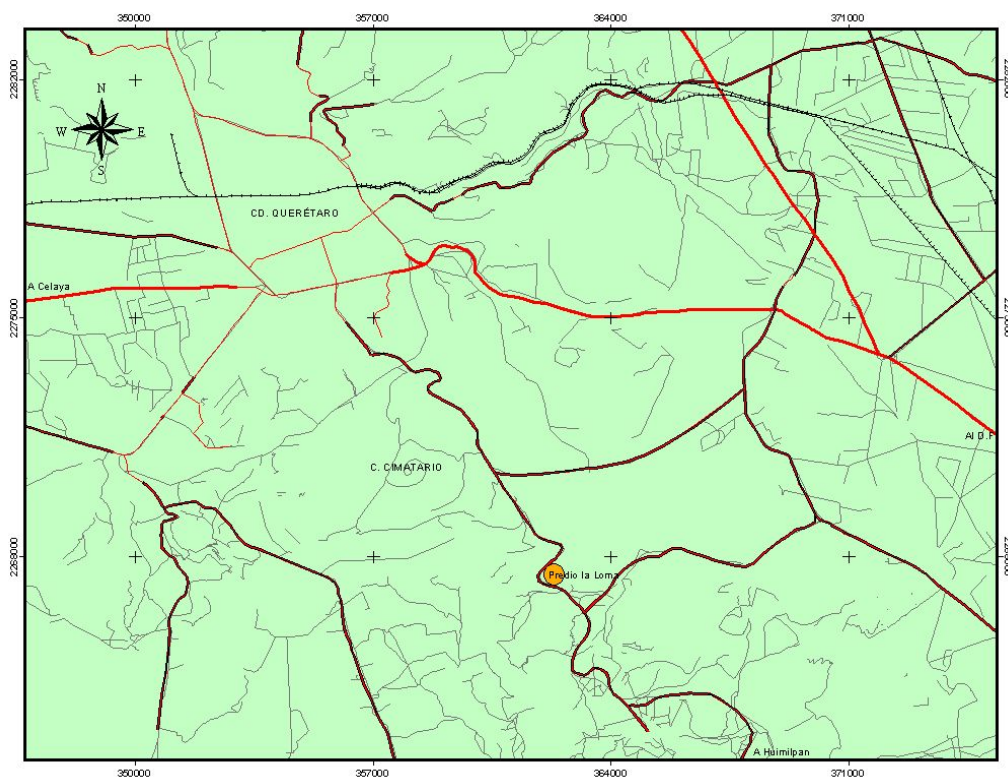


Figura 1. Croquis de ubicación del predio

El predio propuesto para cambio de uso de suelo está cubierto por vegetación forestal conocida como matorral subinierme perturbado, proponiendo el cambio de uso de suelo en 2.637 hectáreas que se delimitan por las coordenadas UTM que se presentan en la siguiente tabla

Tabla 4. Coordenadas UTM del polígono 1.

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	362218	2267288	12	361991	2267456
2	362208	2267270	13	362075	2267451
3	362219	2267260	14	362072	2267442
4	362241	2267267	15	362071	2267433
5	362257	2267270	16	362070	2267390
6	362268	2267257	17	362072	2267375
7	362256	2267252	18	362082	2267351
8	362256	2267236	19	362095	2267340
9	362050	2267306	20	362113	2267331
10	362003	2267333	21	362148	2267316
11	361957	2267408	22	362197	2267296

Tabla 5. Coordenadas UTM del polígono 2.

Vértice	X	Y
1	362309	2267252
2	362337	2267244
3	362329	2267221
4	362359	2267209
5	362377	2267206
6	362384	2267192
7	362284	2267226
8	362287	2267235
9	362295	2267244
10	362302	2267255

III.4 Ubicación del predio dentro de algún tipo de área Natural Protegida

El Predio NO se ubica dentro de ningún tipo de área Natural Protegida.

IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL

IV.1 Hidrología

El predio se encuentra localizado en la Región Hidrológica Lerma-Santiago (RH12), la que está representada por parciales de dos cuencas: Río Lerma-Toluca y Río Laja.

Cuenca Río Lerma-Toluca (12 A) Es la que ocupa menor área dentro de territorio queretano, con 209.90 km². Las aguas de esta porción de la cuenca se utilizan en el distrito de riego denominado Estado de México que por medio de canales benefician a aproximadamente 914 hectáreas pertenecientes al municipio de Amealco. Tiene como subcuencas intermedias la de Atlacomulco-Paso de Ovejas y la de Río Tigre.

Cuenca Río Laja (12 H) Comprende 2 243.00 km² en el estado. Los escurrimientos en esta zona son escasos y poco caudalosos, entre ellos se encuentran los ríos Querétaro y El Pueblito, cuyas aguas se aprovechan en la entidad. Sus subcuencas intermedias son: Presa Ignacio Allende, Río Laja-Celaya y Río Apaseo.

Subcuenca del Río Querétaro. La parte municipal sólo incluye una estrecha franja que sigue el curso del Río Querétaro y su origen es al norte de la ciudad, dentro del municipio de El Marqués, por los escurrimientos derivados en las estribaciones sur-occidentales del Cerro del Zamorano, de los arroyos Gachupines, Arroyo Grande, Los Trigos, Pinal del Zamorano, Atongo, El Laurel, Chichimequillas y Amazcala, conformando a la altura de las localidades de La Cañada y Saldarriaga, el Río Querétaro. Se une con el Río El Pueblito en el sitio denominado las Adjuntas, aguas abajo del casco urbano, dando origen al Río Apaseo que se conjunta al Río Laja, afluente del Río Lerma, en el estado de Guanajuato. Por la proximidad del origen de la Cuenca del Río Querétaro, los caudales que cruzan con dirección norponiente-suroeste, resultan ser bajos, creando arroyos y pequeños ríos como el Arenal y Jurica, Mompaní, Tlacote, Peñuelas, Bolaños y El Cimatarío que cruzan el área urbana, además del principal, el Río Querétaro, que se localiza en el área histórica de la ciudad.

Subcuenca de Jurica. Su red hidrográfica es poco significativa, aunque es la mayor en extensión e incluye lo que se conoce como microcuenca de Santa Catarina. Incluye Presa de Becerra, La Barreta, Ojo de Agua, Jofre, La Pileta, San Isidro, Santa Rosa Jáuregui y El Arenal que se une al Río Querétaro por su margen derecho.

Subcuenca del Río El Pueblito. Está formada por los escurrimientos del Río San Pedro, Huimilpan, Río Bravo, La Cueva, las estribaciones al sur del Cerro del Cimatarío que, integrados, se denomina El Batán-El Pueblito y desemboca en el Río Querétaro por su margen izquierdo, en el sitio conocido como Las Adjuntas.

Subcuenca del Río Apaseo al poniente de la Delegación Felipe Carrillo Puerto, fluye de Este a Oeste y cruza la porción central del municipio de Apaseo, para luego internarse al municipio de Celaya donde tributa sus aguas al Río Laja.

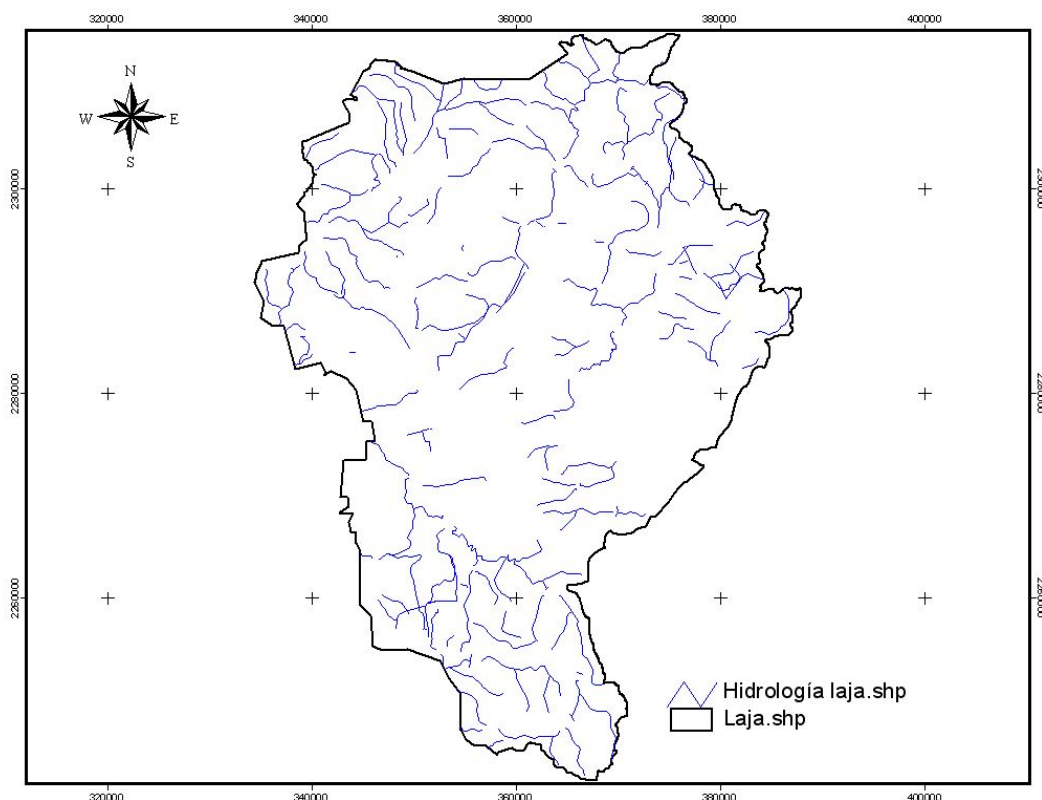


Figura 2. Hidrología de la cuenca Río Laja

Fuente: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

IV.1.2 Hidrología subterránea.

Los acuíferos del estado de Querétaro son la fuente que sustenta en mayor medida el abasto en la entidad, al suministrar casi la totalidad del agua destinada al consumo humano, los principales son los de Querétaro, Buenavista, Amazcala, Huimilpan, San Juan del Río, Tequisquiapan y Amealco de Bonfil.

Los acuíferos más explotados corresponden a San Juan del Río y Querétaro, en donde se ubica la mayor parte de la población de la entidad y la más importante actividad industrial.

En forma natural, en las cuencas hidrológicas el agua circula de las áreas de recarga a las de descarga. En el subsuelo de las zonas geohidrológicas el agua fluye de las montañas, lomeríos y mesetas hacia las partes bajas, donde la fracción de agua que ingresa a los acuíferos aflora a lo largo

de los cauces, mientras el resto continúa su curso subterráneo hacia aguas abajo a lo largo de los valles.

Pero poco a poco, la explotación de los acuíferos modifica las características del flujo subterráneo, al reducirse los niveles del agua en las áreas de bombeo, desarrollándose grandes depresiones piezométricas en las zonas de Querétaro, San Juan del Río, Tequisquiapan y Amazcala (municipio de El Marqués), hacia los cuales llega el agua subterránea, acabándose las salidas naturales en esas zonas.

Niveles del agua subterránea

A partir de 1969 se inició la observación sistemática de los niveles del agua subterránea en pozos distribuidos en las zonas geohidrológicas, teniendo un registro de casi 20 años, que revela los efectos de la explotación de los acuíferos.

Desde hace 40 años los niveles del agua subterránea han descendido progresivamente en las áreas de bombeo, encontrándose en la actualidad a una profundidad de varias decenas de metros, en donde antes salía a la superficie o se encontraba a pocos metros de la superficie del terreno.

La disponibilidad de agua en el estado de Querétaro es de 1,666 Mm³ al año: 989 Mm³ corresponden al escurrimiento virgen de los ríos y 677 Mm³ a la recarga de los acuíferos, sea natural o inducida. Por otra parte, la extracción del recurso alcanzó los 975 Mm³ al año, compuesta por 226 Mm³ de agua superficial y 749 Mm³ de agua subterránea. Donde se señala un superávit hidrológico de 763 Mm³ en aguas superficiales y un déficit de aguas subterráneas de 72 Mm³ al año (Nieto, 1995).

En el estado se registraron nueve zonas para la explotación de aguas subterráneas, que en conjunto abarcan una extensión de 3,184 km². Para el aprovechamiento del agua subterránea en 1994 se tenían 389 pozos profundos activos, dos manantiales de importancia en Higuierillas y Concá, así como 66 manantiales pequeños (Gobierno del estado de Querétaro, 1994 y 1995).

El predio se ubica en el Acuífero 2201 denominado "Valle de Querétaro", considerado como sobreexplotado, que indica que la extracción supera a las recargas.

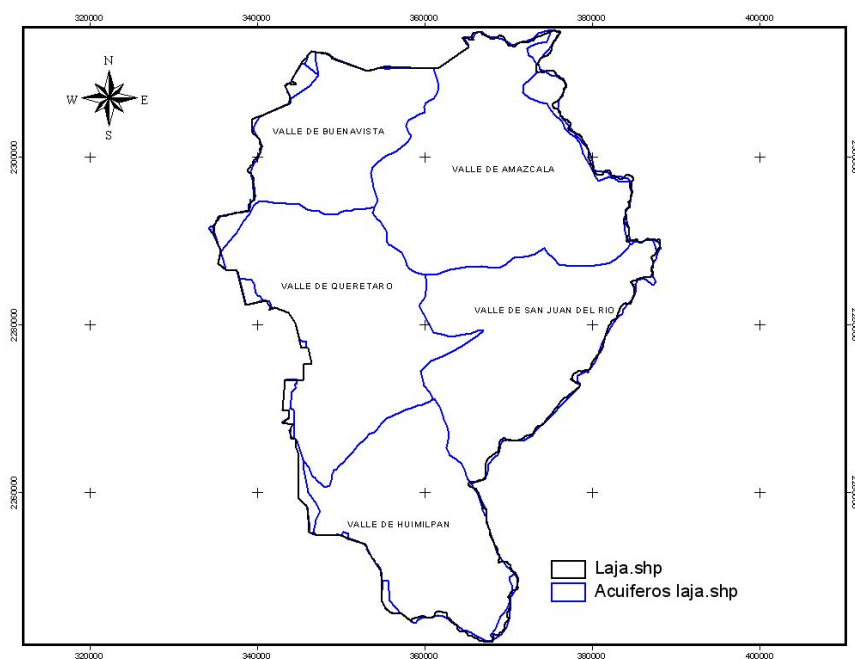


Figura 3. Hidrología subterránea de la cuenca Río Laja.

IV.2 Fisiografía

Fisiográficamente la República Mexicana está dividida en 15 provincias que son descritas con base en la similitud de los rasgos físicos y características topográficas de la superficie terrestre. Las provincias se dividen para su estudio en subprovincias.

Particularmente las existentes en el estado de Querétaro se presentan a continuación:

Tabla 6. Provincias y subprovincias fisiográficas del Estado de Querétaro

Provincia	Subprovincia	% Sup. Estatal
Eje Neovolcánico	Llanura y sierras de Querétaro e Hidalgo	47.40
	Mil cumbres	3.20
Sierra Madre Oriental	Carso Huasteco	35.44
Mesa del centro	Sierras y llanuras del norte de Guanajuato	13.96

Fuente: INEGI 2001 a Anuario estadístico del estado de Querétaro.

Al estado de Querétaro lo conforman tres provincias fisiográficas que son: Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico.

La cuenca hidrológica se ubica en la Provincia Eje Neovolcánico, la que se describe a continuación:

Esta provincia colinda al norte con la Llanura Costera del Pacífico, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte; al sur, con la Sierra Madre del Sur

y la Llanura Costera del Golfo Sur. Por el oeste llega al Océano Pacífico y por el este al Golfo de México. Abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Colima, Puebla y Veracruz, así como todo el estado de Tlaxcala y el Distrito Federal.

Se caracteriza por ser una enorme masa de rocas volcánicas de todos tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás) hasta el presente.

La integran grandes sierras volcánicas, grandes coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arena y cenizas.

Presenta también la cadena de grandes estrato-volcanes denominada propiamente "Eje Neovolcánico" integrado por: Volcán de Colima, Tancítaro, Zinatlécatl (Nevado de Toluca), Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Matlacuétl (Malinche) y Citlaltépetl (Pico de Orizaba), que casi en línea recta atraviesan el país, más o menos sobre el paralelo 19. Dan el trazo de la gran Falla Clarión, cuya existencia fuera postulada desde el siglo pasado por el Barón Von Humboldt. Otro rasgo esencial de la provincia es la existencia de las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos (Pátzcuaro, Cuitzeo, Texcoco, el Carmen, etc.) o por depósitos de lagos antiguos (Zumpango, Chalco, Xochimilco, diversos llanos en el Bajío Guanajuatense, etc. Estos lagos se han formado por bloqueo del drenaje original, debido a lavas u otros productos volcánicos, o por el afallamiento, que es otro rasgo característico de la provincia. Un área rodeada de fallas se hunde y forma una depresión llamada graben que se llena de agua; este es el origen del lago de Chapala. El clima dominante de la provincia es templado, subhúmedo que pasa a semicálido hacia el poniente y a semiseco al norte. En las altas cumbres se presentan climas semifríos, subhúmedos en los picos más elevados (Iztaccíhuatl, Popocatepetl, y Citlaltépetl) climas muy fríos, al grado de que se dan en ellos tres de los pocos glaciales de la región intertropical del mundo. En áreas reducidas de los extremos este y oeste de la provincia, las condiciones climáticas son cálidas subhúmedas. La vegetación es sumamente variada.

Los bosques de encinos y de coníferas se dan en las sierras volcánicas del oeste y del sur de la provincia, lo mismo que en la franja colindante con la Sierra Madre Oriental.

En Jalisco, al occidente, se desarrolla la selva baja caducifolia y en el centro (altos de Jalisco, Bajío, etc.), el mezquital. Los pastizales y matorrales de climas semisecos se presentan hacia el oriente, en Hidalgo y Puebla. Sobre el Golfo de México hay franjas pequeñas de bosques mesófilos y selva caducifolia. Gran parte de esta vegetación virgen ha sido eliminada por la actividad humana.

En la provincia queda casi toda la cuenca del Lerma, que nace al este de Toluca y se dirige, atravesando el Bajío Guanajuatense, hacia el oeste hasta verter sus aguas en el lago de Chapala.

Solamente los afluentes que bajan de la Mesa Central quedan fuera. En toda la parte sur de la provincia desde Michoacán hasta Puebla se originan afluentes del Balsas.

IV.2.1 Descripción en el Estado de Querétaro y la subcuenca.

La provincia abarca gran porción del centro y sur de Querétaro, la morfología del paisaje está representada por diversos tipos de estructuras volcánicas, como son conos cineríticos, volcanes compuestos, flujos piroclásticos y extensos derrames lávicos de basalto con formas de mesetas y planicies.

El conjunto de estructuras volcánicas características del paisaje de Querétaro se conformó sobre un paleorrelieve constituido por las rocas sedimentarias del Mesozoico, plegadas, correlativas con las que afloran en la Sierra Madre Oriental.

La evolución de los fenómenos volcánicos propició el cierre de algunas cuencas que fueron azolvadas con aportes volcanoclásticos, los cuales litológicamente tienen características de rocas volcánicas depositadas en un medio lacustre y por lo tanto aparecen estratificadas.

Las fases neotectónicas distensivas, asociadas con fenómenos volcánicos recientes, han contribuido a la formación de los rasgos del relieve de esta entidad, pues el fallamiento normal y el fracturamiento son los principales controles de sus incipientes patrones de drenaje.

Existen varios sistemas de fallas y fracturas pero sólo aparecen representadas las que tienen orientación noroeste-sureste. Al parecer, estos patrones están relacionados con las zonas donde hay manifestaciones hidrotermales, como Tequisquiapan. En esta provincia se extraen minerales metálicos y no metálicos, también se explotan rocas volcánicas como el basalto, que son utilizadas en la obtención de materiales para la construcción.

IV.3 Geología

En la porción que la RH12 y en específico en la subcuenca donde se ubica el predio, dominan las rocas ígneas extrusivas del Terciario y Plioceno-Cuaternario, en terrenos que pertenecen mayormente a la provincia del Eje Neovolcánico.

En Querétaro, los basaltos del Terciario Superior y Cuaternario, son dominantes en la zona del corredor San Juan del Río-Querétaro, asociados a tobas ácidas en las llanuras, y pequeños afloramientos de toba básica. En algunas zonas se observan brechas volcánicas y otras rocas que presentan metamorfismo, y que quedan expuestas principalmente en las escarpas de falla que, unas en sentido nornoroeste sursureste y otras perpendiculares a las primeras, limitan el bajío en el que se encuentra la capital del estado.

En los terrenos que pertenecen a la Mesa del Centro, se encuentran sierras volcánicas en las que afloran basaltos y otros extrusivos tanto básicos como ácidos, más relacionados al episodio volcánico que formó la Sierra Madre Occidental, durante el Terciario Medio y Superior. Destaca el volcán La Joya, al noroeste del municipio de Querétaro.

En esta zona se encuentran algunos afloramientos de rocas sedimentarias del Cretácico superior, al norte del municipio de Querétaro: calizas y lutitas alternadas, así como, en el extremo más septentrional de dicho municipio, un afloramiento de esquistos (INEGI-SPP, 1983).

El basamento en la región hidrológica, está formado por rocas sedimentarias marinas, una secuencia de calizas, calizas arcillosas, lutitas y lutitas calcáreas en estratos delgados o muy delgados. Ocasionalmente aparecen niveles de areniscas calcáreas y areniscas arcillosas. Los afloramientos son reducidos en la zona de Juriquilla y algo más extensos en la sierra más septentrional del municipio de Querétaro (Charape de los Pelones, El Raspiño), cuya cumbre más elevada es el cerro de La Márgara, ya en Guanajuato, donde hay también un afloramiento de esquistos cretácicos, derivados de secuencias de caliza y lutita, que presentan metamorfismo regional (INEGI, 1988).

Las calizas y lutitas, en la zona de Juriquilla, encajonan un pequeño cuerpo intrusivo llamado tal y como dicha localidad. Las rocas sedimentarias están, prácticamente, en todo el resto de la zona, cubiertas por derrames basálticos y productos aluviales posteriores. Su espesor es desconocido.

El paisaje de la zona es típicamente volcánico, presenta contrastes geomorfológicos asociados con la variada composición de las rocas. Las más antiguas, de composición riolítica y andesítica, constituyen las montañas escarpadas y mesetas. Las unidades geológicas más recientes, de composición basáltica, forman pequeños conos cineríticos y mesetas de menor elevación. El relieve suave es bruscamente cortado por fallas normales, que dieron lugar a la formación de pilares y fosas estructurales, mismas que han sido rellenadas por sedimentos volcánicos, lacustres y aluviales, dando origen a los llamados Valles de Querétaro, San Juan del Río y Tequisquiapan, con altitudes promedio de 1,800 a 1,900 msnm (INEGI, 1986; SARH, 1988).

El valle o bajío de Querétaro se ubica al suroeste del estado, constituido por sierras de laderas tendidas con lomeríos de forma alargada y orientación norte-sur, desde Santa Rosa Jáuregui hasta el poblado de Huimilpan. Las sierras están formadas por rocas volcánicas de edad cuaternaria, que se extienden desde El Cimatario, al sur, hasta Obrajuelo y Mompaní, al norte.

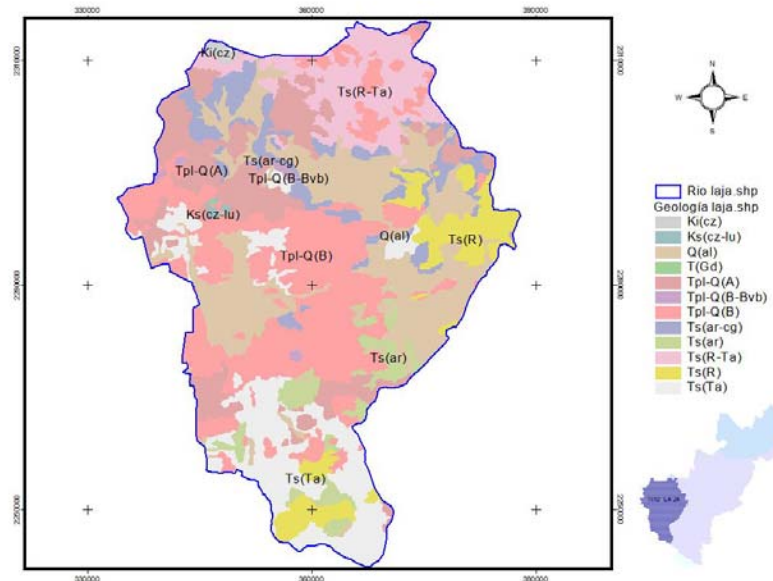


Figura 4. Geología de la Cuenca Río Laja

IV.4 Topografía

La región hidrológica RH12 y por consiguiente la subcuenca donde se ubica el predio se localiza dentro de la región fisiográfica: El Eje Neovolcánico, en el que se sitúan las porciones centro y sur del

estado de Querétaro, entre 1 800 y 2 800 m de altitud. En ella se presentan llanuras que constituyen los llamados valles o bajíos de Querétaro y San Juan del Río, sierras volcánicas de laderas suaves, en su mayoría basálticas, asociadas con lomeríos formados por pequeños volcanes y derrames de lava. Las elevaciones principales comprenden la Sierra Queretana y específicamente los cerros Redondo (2,840 msnm), Grande (2,820 msnm), Bravo (2,820 msnm) y Pelón (3,310 msnm) (INEGI-SPP, 1983).

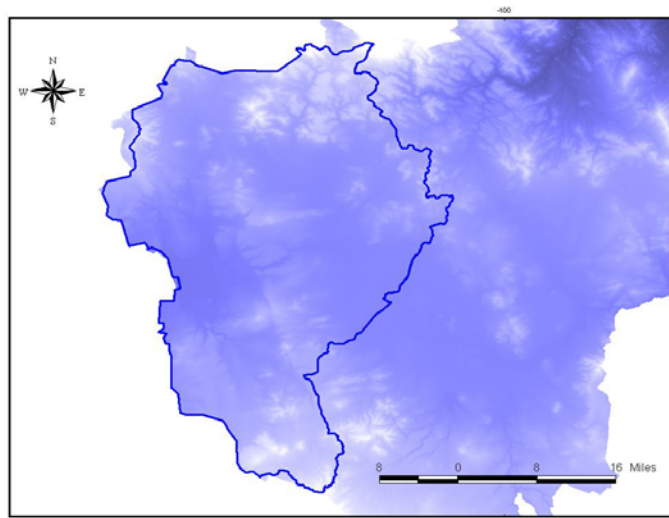


Figura 5. Modelo digital de elevación de la cuenca Río Laja

Fuente: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL

IV.5 Suelos

De acuerdo con la cartografía de INEGI, los suelos dominantes de la subcuenca hidrológica son los que se describen a continuación; mismos que se pueden presentar solos o combinados y con diferentes texturas y fases físicas:

LITOSOL. Símbolo I. Su principal característica es que tienen un espesor menor a los 10 cm y descansan directamente sobre el estrato rocoso o tepetate. Se localizan en zonas montañosas de fuertes pendientes y en algunas otras áreas, principalmente aquellas desmontadas para su incorporación a la agricultura de temporal o el pastoreo, cuestión que ha contribuido a incrementar la erosión y disminuir la profundidad del suelo. Los Litosoles se localizan al norte de los municipios de Querétaro, El Marqués, cerca de la comunidad de la Gotera y en el Municipio de Colón.

FEOZEM LUVICO. Símbolo HI. Son suelos pardos que van desde los relativamente poco profundos en laderas, hasta los de profundidad moderada en zonas casi planas. Con un subsuelo más rico en arcilla que la capa superficial. Se encuentran en áreas con climas semisecos del centro y sur del estado, con pendientes moderadas o fuertes. La vegetación que sustentan es, en su mayoría, matorral subtropical, y subinerme, o pastizales, así como algunas áreas de bosque templado, sobre todo en El Marqués. Estos suelos se han utilizado extensivamente para actividades agrícolas, principalmente de temporal.

VERTISOL PELICO. Símbolo Vp. se encuentran en planicies acumulativas –conocidas como "bajíos" en la región– de la zona centro-sur del estado, es decir, de los municipios de Querétaro, Corregidora y El Marqués. Estos se caracterizan por las grietas anchas y profundas que les aparecen en época de sequía, provocadas por su alto contenido de arcilla expandible. Se trata de suelos fértiles, de color negro, profundos en general, masivos cuando secos y muy adhesivos cuando están húmedos. Se utilizan principalmente para agricultura de riego, son altamente productivos con cultivos de forrajes, granos y hortalizas. El acelerado crecimiento de las ciudades y de la industria ha provocado que el uso agrícola de estos suelos vaya disminuyendo gradualmente.

CASTAÑOZEM HAPLICO. Símbolo: Kh. Suelos de color castaño o pardo de climas semisecos. Tienen una capa superficial oscura, gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes; puede haber cal o yeso en algún lugar del suelo. En la subcuenca lo encontramos únicamente al noreste en el valle agrícola de la comunidad Buenavista al norte del Municipio de Querétaro.

FLUVISOL EUTRICO. Símbolo: Je. Suelos formados por materiales arrastrados por los ríos.

Su capa superficial es clara, delgada y con cantidades variables de materia orgánica y nutrientes. Con subsuelo rico o muy rico en nutrientes. Es el de menor distribución en la cuenca y lo encontramos en el Marqués.

YERMOSOL HAPLICO. Símbolo: Yh. Suelos de regiones desérticas. Tienen generalmente una capa superficial clara, delgada y pobre en materia orgánica. También ocupa una superficie pequeña y lo encontramos entre el Municipio del Marques y Colón, en las inmediaciones del valle de Atongo principalmente en la parte baja de los cerros

CHERNOZEM LUVICO. Símbolo: Cl. Suelo negro de climas semisecos, Tienen una capa superficial muy oscura, gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes; puede haber cal o yeso en algún lugar del suelo. Con acumulación considerable de arcilla en el subsuelo. Únicamente se encuentra al suroeste de la subcuenca en el Municipio de Corregidora.

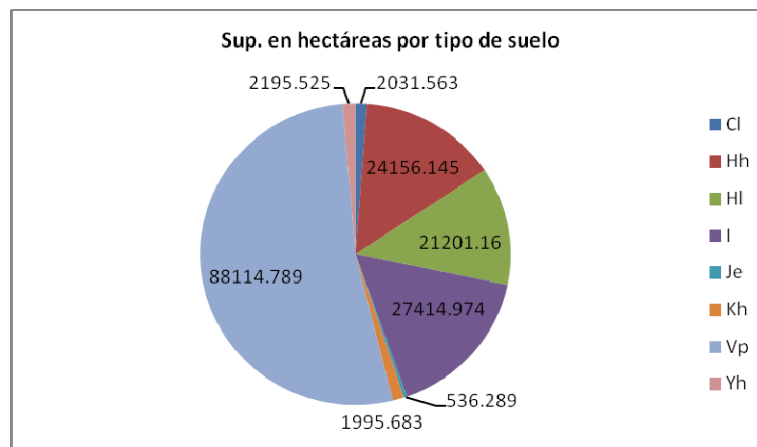


Figura 6. Superficie en hectáreas por tipo de suelo dentro de la Cuenca.

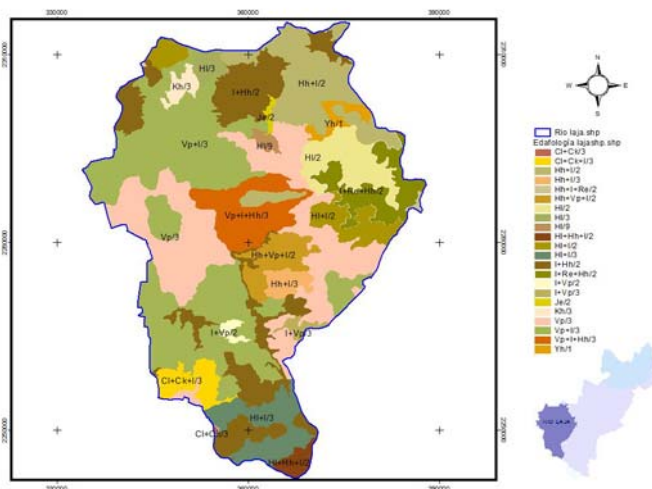


Figura 7. Edafología en la Cuenca Río Laja

Como se observa en la anterior gráfica el tipo de suelo Vertisol pélico, es el que ocupa la mayor extensión con el 52.56 % del total de la superficie de la subcuenca y el Fluvisol eutrítico es el de menor superficie únicamente con 0.32% del total.

IV.6 Erosión en la cuenca

La erosión es la ruptura y desgaste de las partículas de la superficie en su lugar de origen, por la acción de algún agente erosivo, siendo los más comunes el viento y el agua, y el subsiguiente transporte de dichas partículas a otro sitio (Flanagan, 2002). La erosión puede presentarse de manera areal (erosión laminar) o de manera lineal (en surcos y cárcavas).

La erosión como proceso natural afecta de manera negativa al suelo, ya que lo destruye y arrastra, evitando su conservación. Asimismo, las actividades antrópicas pueden incrementar la velocidad de erosión con efectos más severos, debido usualmente, a la reducción de la cobertura vegetal mediante la tala de árboles y el sobrepastoreo, exponiendo directamente el suelo a las fuerzas erosivas del viento y el agua, debilitándolo y fragmentándolo, en particular por el aumento de la escorrentía, que se lleva las partículas y las deposita en otros lugares.

SEDESU (2005), realiza un análisis sobre el "Potencial de erosión hídrica" para el estado, considerando que las regiones con mayor riesgo se localizan en las sierras de laderas convexas y abruptas, como son las que se presentan al norte y sur de la cuenca del río Laja conformadas por las ignimbritas. Por el contrario, las zonas de menor potencial erosivo son las llanuras localizadas al centro y sur del estado; es decir áreas como la del valle geográfico del río Laja; sin embargo, aclara que en estas últimas zonas, dicho problema puede alcanzar también cierta magnitud debido al mal manejo del recurso suelo, aunado a la deforestación y al excesivo riego. Para la cuenca del río Laja la SEDESU describe las siguientes categorías de erosión actual.

Erosión no manifiesta. (A). Corresponde a sitios en los cuales no hay evidencias de pérdidas de horizontes de suelo. Se localiza principalmente en la región del valle, al centro de la cuenca en los municipios de Querétaro, el Marqués, igualmente, se presenta en otras áreas al noroccidente de la cuenca y en los alrededores del volcán Zamorano.

Erosión leve. (A/B) Abarca buena parte del valle, así como algunas regiones montañosas al suroccidente y Noroccidente del valle de Querétaro en las cuales predomina la agricultura temporal, pastizal y matorrales. Igualmente se presenta de manera dispersa en el área montañosa al norte de la cuenca, en sitios donde las pendientes no son tan fuertes y hay en general una aceptable cobertura vegetal; lo que limita la erosión a niveles bajos.

Erosión moderada. (B) Comprende zonas dispersas donde se observa erosión laminar, causada principalmente por la acción de las gotas de lluvia y flujos de agua superficiales que remueven el suelo a una profundidad somera. Esto ocurre en áreas cuya cobertura vegetal es poca (matorrales y pastizales inducidos), bien sea en pendientes suaves o pendientes moderadas.

Erosión severa. (B/C) Se ubica principalmente en la zona montañosa del norte de la cuenca y en las áreas de los domos ácidos de la caldera de Amazcala, así como sobre las lavas que conforman el volcán Santa Cruz, en las que predominan las pendientes fuertes a muy fuertes. Un sitio a destacar son las laderas en los alrededores de La Cañada, en los que las características propias de la erosión se ven intensificadas el creciente desarrollo urbano en un área de pendientes fuertes, algunas veces con poco o ningún control, es así que se pueden observar continuos descapotes de vegetación, material suelto producto de los cortes, y vías sin cunetas para controlar la escorrentía. Dentro de esta categoría se incluye también un área en las cercanías del poblado de Saldarriaga, en la cual la explotación minera es intensa removiendo prácticamente toda la cobertura preexistente en el proceso de remoción.

Tabla 7. Grado de erosión por tipo de suelo y causa de origen

Tipo de suelo	Grado de erosión	Causas de origen.
Litosol	Moderada a severa	Antrópica e hídrica
Feozem	Leve	Antrópica,
Vertisol	Leve a severa	Hídrica
Luvisol	Leve a severa	Hídrica y Antrópica
Yermosol	Leve	Antrópica e Hídrica
Fuvisol	Moderada a severa	Antrópica e hídrica
Castañozem	Leve	Antrópica e hídrica
Chernozem	Severa	Antrópica e hídrica

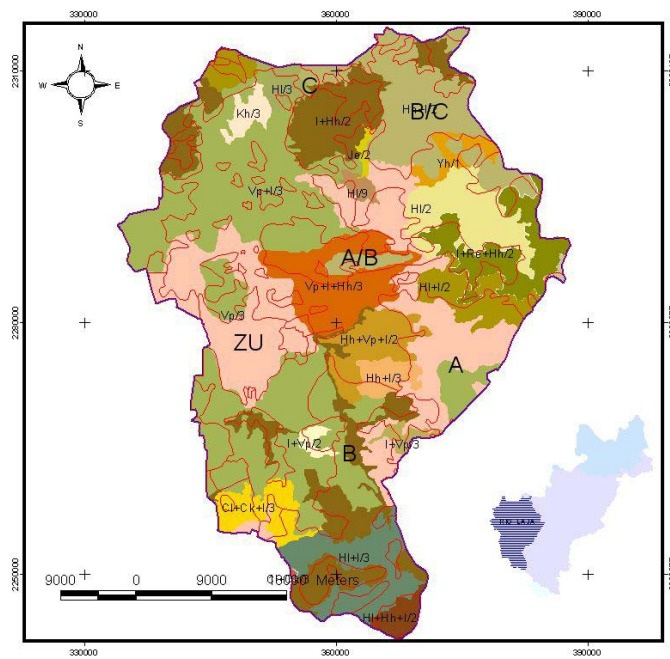


Figura 8. Erosión en la Cuenca río Laja

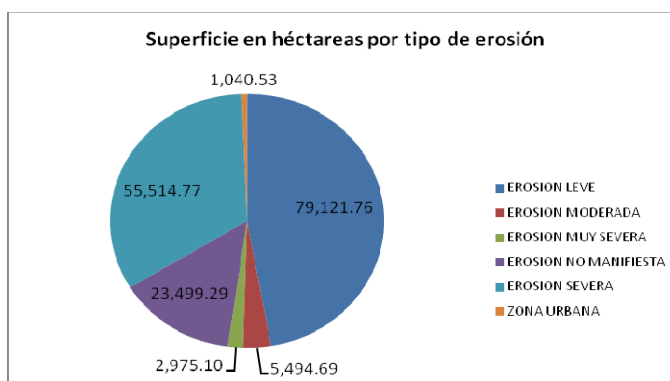


Figura 9. Superficie en hectáreas por tipo de erosión en la Cuenca

Se destaca que dentro de la subcuenca la erosión leve se presenta en la mayor parte del territorio, principalmente por que gran parte de los suelos de la subcuenca están ubicados en valles con pendientes suaves; sin embargo la erosión severa ocupa el segundo lugar debido a las actividades antrópicas que se desarrollan dentro de la subcuenca.

IV.7 Clima

Dentro de la subcuenca de acuerdo con el INEGI se reconocen los siguientes tipos de suelo de acuerdo al grupo al que pertenecen:

Grupo: Climas templados.

Subgrupo: Climas templados subhúmedos con lluvias en verano

Tipo: Templado subhúmedo con lluvias en verano.

Subtipos:

C (w1) cuya precipitación invernal es de entre 5 y 10.2%, se le considera de humedad media, es el menos extenso, se localiza en una pequeña área cerca del cerro el Zamorano, en las áreas de mayor altitud, al NW de la RH.

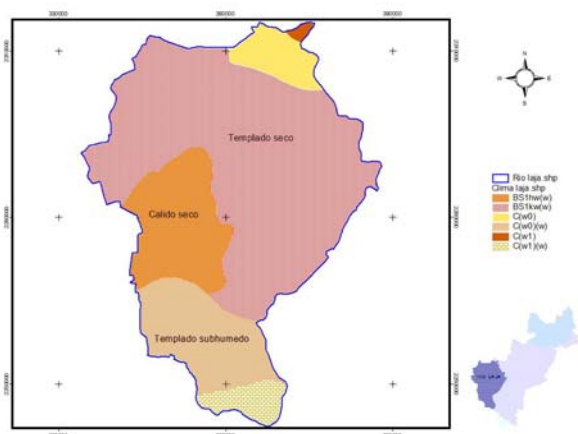
C(w1)(w) su porcentaje de lluvia invernal es menor de 5, se le considera también de humedad media, se presenta en el extremo sur, en los municipios de Huimilpan, Pedro Escobedo y Amealco.

C (w0) su precipitación invernal es de entre 5 y 10.2, es de los menos húmedos, se presenta al Norte, en los municipios de Colón y El Marqués.

C(w0)(w) La precipitación invernal es menor de 5, se le considera también de los menos húmedos de los climas de este tipo, se localiza al sur de la subcuenca, en el municipio de Corregidora.

Grupo: Climas secos

Tipo: Semisecos



Sub tipos:

Semiseco Templado.- Bs1 kw (w) Presenta lluvias en verano, la precipitación invernal es menor de 5% de la total anual, su verano es cálido, es el más extendido en la subcuenca, se localiza al oeste, centro y oriente de la misma.

Semiseco semicálido.- Bs1 hw (w) Su porcentaje de precipitación invernal es menor de cinco, con invierno fresco, se presenta al oeste, en los municipios de Corregidora y Querétaro

Figura 10. Climas de la Cuenca Río Laja

IV.7.1 Temperatura

Para conocer las normales climatológicas en particular temperaturas máximas y mínimas presentes en la subcuenca, se consideraron los datos de las estaciones climatológicas ubicadas en la subcuenca hidrológica. Los datos de identificación y localización de dichas estación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Características de las estaciones climatológicas.

No. identificación	Localización	Coordenadas geográficas	Altitud (msnm)
00022043	COYOTILLOS, EL MARQUÉS	20°37'00" LN 100°14'00" LW.	1,915
00022004	EL BATAN, CORREGIDORA	20°30'15" LN 100°25'28" LW.	1,881
00022006	EL PUEBLITO, CORREGIDORA	20°31'19" LN 100°26'53" LW.	1,826
00022045	JURIQUILLA, QUERETARO	20°42'16" LN 100°27'34" LW.	1,885
00022041	LA JOYA, QUERETARO	20°48'53" LN 100°33'00" LW.	2,400
00022063	QUERETARO (DGE), QRO.	20°34'13" LN 100°22'11" LW.	1,813

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Estaciones Climatológicas

Tabla 9. Normales de temperatura de la Estación de Coyotillos, El Marqués.

Parámetro/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Temp. máx (°C)	26.2	26.5	29.8	31.7	32.5	31.5	28.1	28.6	29.3	27.7	27.6	25.3	28.73
Temp. diaria máx(°C)	29	30	34	38	37	35	32	32	32	31	31	29	32.50
Temp. diaria mín (°C)	-6	-4	-5	0	4	4	5	6	0	-2	-8	-8	-1.17
Temp. Mín (°C)	-0.5	1.7	2.6	6.8	9.7	7.9	6.4	10.4	2.4	3.1	3.1	1.4	4.58
PP total (mm)	9.2	6.2	4.9	19.7	35.8	92.9	129.6	81.6	50	39	9.2	6.3	484.40

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000

Tabla 10. Normales de temperatura de la Estación El Batán, Corregidora.

Parámetro/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Temp. máx (°C)	27.9	30.6	34.4	35.1	36.1	31.8	29.1	28.3	28.4	26.8	27	25.9	30.12
Temp. diaria máx(°C)	32	35	38	39	40	39	32.5	31.5	31	30.5	30	29	33.96
Temp. diaria mín (°C)	-5	-6	-1	0.7	3	4	4	5	2	0	-2	-3.5	0.10
Temp. Mín (°C)	1.4	1.2	3.5	5.8	7.2	6.5	6.4	6.6	6.2	5.3	2.3	2.1	4.54
PP total (mm)	14.1	6.9	7.5	17.5	41.8	120.9	163.1	124.1	100.3	40.6	14.5	10	661.30

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000

Tabla 11. Normales de temperatura de la Estación El Pablito, Corregidora.

Parámetro/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Temp. máx (°C)	26.1	28.4	31.7	33.5	34.4	34.7	31.5	32.9	33	33.2	30.3	27.8	31.46
Temp. diaria máx(°C)	31	33	38	38	38	37	39	34	34	36	33	31	35.17
Temp. diaria mín (°C)	2.4	3.6	5.7	8.4	10.6	11.6	12.3	12	10.9	6.9	5.7	3.8	7.83
Temp. Mín (°C)	-4	-4	-1	4	5	2	8	9	1	1	-3	-4	1.17
PP total (mm)	26.3	11.5	12.4	31	64.1	206.6	259.2	217	188.3	70.6	22	17.5	1126.50

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000

Tabla 12. Normales de temperatura de la Estación Juriquilla, Querétaro.

Parámetro/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Temp. máx (°C)	24.7	26.8	29.1	30.9	32.7	30.4	27.7	27.9	28.2	26.8	26.3	25.5	28.08
Temp. diaria máx(°C)	30	31	33	34.5	35.5	34.5	31	30.5	37.5	30	30	29	32.21
Temp. diaria mín (°C)	-4	-2.5	-5	0	5.5	4.5	4	6	0	-1	0	-5.5	0.17
Temp. Mín (°C)	1.6	1.6	3.6	6.8	10.8	12.5	12.3	11.9	10.5	6.9	5.5	3.6	7.30
PP total (mm)	14.1	4.8	5.8	20.6	43.4	94.6	103.4	105.5	72.6	30.5	15.7	9.9	520.90

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000

Tabla 13. Normales de temperatura de la Estación La Joya, Querétaro.

Parámetro/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Temp. máx (°C)	20.2	21.7	25.5	26.8	26.6	25.9	23.6	24	23.1	24.3	22.8	21.4	23.83
Temp. diaria máx(°C)	25.5	25	30	32	31	30	30	29	29	29	29	28	28.96
Temp. diaria mín (°C)	-1	-2	0	3	0.8	0	2	3	-2	-1	0.1	-1	0.16
Temp. Mín (°C)	3.7	5.3	5.7	7.1	7.7	6.1	7.6	7	6.3	5.4	6.2	5	6.09
PP total (mm)	12.2	10.2	8.5	19.2	44.1	125.4	134.4	108.6	78.3	41.4	7.9	12.2	602.40

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000

Tabla 14. Normales de temperatura de la Estación Querétaro, Querétaro.

Parámetro/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Temp. máx (°C)	24.4	26.3	30.2	31.4	32.7	32	28.6	27.4	27.6	27.1	26.3	25.4	28.28
Temp. diaria máx(°C)	35.2	30	33.4	37	36.8	35.5	32.5	31.3	30.5	30.6	29.6	28.6	32.58
Temp. diaria mín (°C)	1.4	-0.4	1.7	6.7	8.1	10.2	9.1	8.6	5.9	1.8	0	0.4	4.46
Temp. Mín (°C)	5.3	5.6	8.2	10.1	11.9	13.4	13.1	12.5	12.3	9.1	6.7	5.8	9.50
PP total (mm)	15.1	7.6	3.9	13.1	44.8	98.5	128.7	80	70.9	38.1	9.4	11.2	521.30

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000

Heladas

Las heladas son una respuesta de la distribución del clima en función de su latitud y su cercanía al mar, y se desarrollan bajo condiciones de cielo despejado, poco o nada de vientos y una atmósfera relativamente seca.

La presencia de heladas la subcuenca es de 30 a 60 días, con ocurrencia de octubre a enero.

Granizadas

Las granizadas no guardan un patrón de comportamiento, sin embargo se dan generalmente en la estación caliente del año y son el resultado de movimientos ascendentes del aire. En la subcuenca no son muy comunes ya que durante todo el año solo de 0 a 2 días se presentan granizadas.

IV.7.2 Velocidades máximas del viento

En la siguiente figura, se muestran las velocidades máximas del viento de acuerdo con las estaciones que se encuentran en la subcuenca, tomadas para un periodo de doce meses; en dicha gráfica se muestra que el mayor valor se presenta en la estación Coyotillos del Municipio el Marqués con un valor

de 35.3 km/h presentándose en el mes de julio con dirección norte, en la estación la Joya del Municipio de Querétaro la velocidad máxima alcanzada es de 34.5 km/h y se presenta en marzo con dirección norte, en la Estación el Pueblito el valor más alto presenta en el mes de marzo con dirección sur-sureste y una velocidad de 31.6 km/h; para la estación ubicada en el municipio de Huimilpan la velocidad máxima se registró en el mes de abril con 33.9 km/h en la estación El Batán.

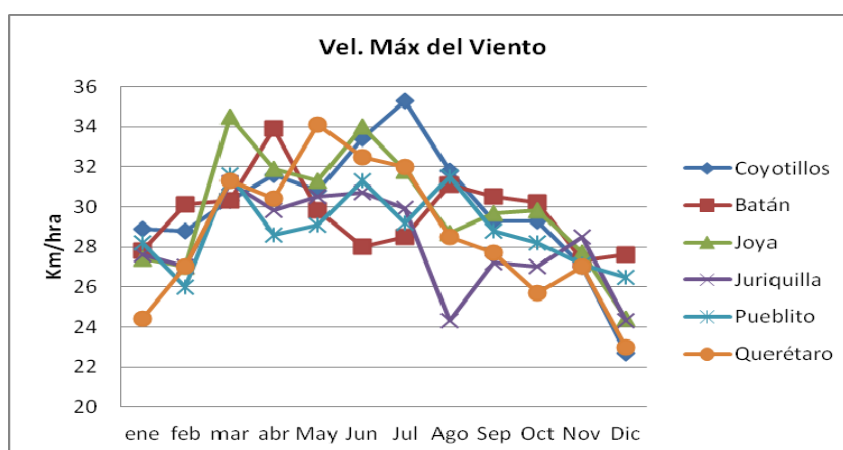


Figura 11. Velocidades Máximas mensuales de las Estaciones climatológicas más representativas ubicadas en la Cuenca del Río Laja

De acuerdo con la grafica anterior la velocidad promedio anual dentro de la subcuenca por estación meteorológica es la siguiente: 29.93 km/h, 29.59 km/h, 29.85 km/h, 28.16 km/h, 28.84 km/h, 28.63 km/h, para las estaciones Coyotillos, Batán, La Joya, Juriquilla, El Pueblito y Querétaro, respectivamente.

IV.8 Vegetación de la subcuenca

La vegetación hace referencia a la comunidad vegetal de un lugar, determinada por las formas de vida dominantes, tales como árboles, hierbas y arbustos que le dan su aspecto o fisonomía, su afinidad biogeográfica, o alguna característica morfológica, así como por su estructura horizontal. Aunque para fines prácticos se pueden representar en un mapa, en la naturaleza raras veces se encuentran fronteras bien delimitadas. (SEDESU, 2005).

Debido al esfuerzo que para el presente estudio sería evaluar físicamente la flora y fauna de la cuenca del río Laja, la metodología empleada para la obtención de la información fue la **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**, para ello se consultó la información que se presenta en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POET) realizado por SEDESU (2005).

A continuación se describen los tipos de vegetación que se desarrollan en la subcuenca, así también se mencionan las principales especies que caracterizan a cada uno de ellos siendo estas las más representativas.

AGRICULTURA. Sustitución de la vegetación natural para sembrar especies generalmente introducidas. **Agricultura de riego** Labranza mecanizada, en general; riego por gravedad, menos frecuentemente por aspersión y algunos otros métodos más tecnificados. Uno a dos ciclos al año. Se emplea fundamentalmente agua extraída del subsuelo en el corredor Querétaro-San Juan del Río, parte del Bajío de Corregidora y en el valle de Amazcala. Con frecuencia se utilizan plaguicidas, herbicidas y abonos químicos y orgánicos. Cultivos anuales y semiperennes principalmente: alfalfa, avena, trigo, maíz, cebada, hortalizas, frutales. Alto valor comercial. Venta en los mercados nacional, internacional y regional. **Agricultura de temporal** Labranza mecanizada o con tracción animal, en terrenos con cierta pendiente, algunas pedregosas o bien con alguna otra condición que impide o dificulta el riego. Presente en toda la región. Un ciclo al año. Poca tecnificación y uso de abonos químicos, herbicidas, etc. Maíz fundamentalmente, frijol y calabaza; excepcionalmente otras especies. Mercado regional o local y autoconsumo.

MATORRALES. Vegetación principalmente arbustiva, con elementos de hasta unos 5 metros de altura, sin alcanzar la fisonomía de árboles.

En el área todos los matorrales incluyen especies de cactáceas y leguminosas propias de las zonas áridas de México. En la región se aprovechan para la ganadería extensiva de especies menores o vacunos, y extracción de productos como leña, frutos y otras partes de plantas para el autoconsumo.

Matorral subinermé.

Este tipo de vegetación se caracteriza porque las plantas dominantes son arbustos de hasta 4 m que frecuentemente presentan espinas, tamaños pequeños de hojas o tallos carnosos que les permiten vivir en climas más secos que las plantas del bosque tropical. Esta vegetación se desarrolla en climas secos o semisecos en laderas o lomeríos entre los 1400 y 2500 m de altitud, sobre suelos someros derivados de rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias. (Baltazar *et. al*, 2004).

Esta vegetación está representada principalmente por cactáceas como *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Opuntia leucotricha*, *O. imbricata* (xoconostle), *Nyctocereus serpentinus*, algunos elementos leñosos como *Acacia schaffneri* y *A. farnesiana*, *Ipomea murucoides* (palo bobo), *Karwinskia humboldtiana* (tullidora), *Anisacantus quadrifidus*, *A. pumilis*, *Calliandra eryophylla* (charrasquillo), *Concaldalia veletina* (granjeno), *Croton clatoglandulifer* (solimán) y *Zalazunia augusta* (tronadora). Entre las herbáceas son comunes *Bouvardia lavesis*, *Oxalis decaphylla* y *Zephyrantes*.

Dentro de la subcuenca, este matorral se distribuye en los municipios de Colón, El marqués, Querétaro y Corregidora; donde se puede observar un matorral crasicaule en el que el estrato superior de 4 a 5 m de alto está formado por varias especies de nopales, principalmente *Opuntia streptacantha* (nopal cardón), *O. leucotricha* (duraznillo) y *O. hyptiacantha* (hartón), que forman poblaciones densas muy notorias. Frecuentemente están acompañadas por *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Prosopis laevigata* (mezquite), *Acacia farnesiana* y *A. schaffneri* (huizache) especies que se encuentran en este matorral en densidades menores que los nopales, además de la presencia conspicua pero esporádica de *Yucca filifera* (palma), así como de *Ipomea murucoides* (cazahuate, palo bobo), esta última indicando afinidad u otro tipo de relación con el bosque tropical caducifolio.

Formando un estrato arbustivo menor, de aproximadamente 1.5 m de altura, se encuentran *Zaluzunia augusta* (limpiatuna, tronadora), *Karwinskia humboldtiana* (sarambullo, tullidora) y *Mimosa biuncifera* (shaminí, uña de gato). Además de estos elementos es común observar un alto número de especies leñosas que dan al matorral mayor densidad; las más frecuentes son:

Agave lechuguilla (lechuguilla), *Anisacanthus quadrifidus*, *Bouvardia ternifolia* (trompetilla), *Brickellia veronicifolia* (Peixtó), *Brongniartia intermedia* (garbancillo), *Bursera fagaroides* (xixote), *Calliandra eriophylla* (charrasquillo), *Celtis pallida* (granjeno), *Citharexylum lycioides* (tripa de gallina), *Condalia mexicana* (granjeno prieto), *Coreopsis mutica*, *Coryphantha erecta* (biznaga), *Croton ciliato-glandulifer* (solimán), *Croton rzedowskii* (palillo), *Croton torreyanus*, *Dalea lutea*, *Echinocereus stramineus* (agrito), *Eupatorium espinosarum* (hierba de la mula), *Eysenhardtia polystachya* (vara dulce), *Ferocactus latispinus* (biznaga ganchuda), *Forestiera phillyreoides* (acibuche), *Hechtia glomerata* (guapilla), *Iresine schaffneri* (atlón), *Jatropha dioica* (sangregado), *Mimosa lacerata* (uña de gato), *Montanoa tomentosa* (zompaxtle), *Neolloydia conoidea* (biznaga)

Opuntia cantabrigiensis (cuijo), *Opuntia imbricata* (cardenche), *Parthenium incanum* (hierba ceniza), *Salvia melissodora* (mirto) y *Trixis inula* (falsa árnica)

Las trepadoras leñosas son escasas y sólo se pueden mencionar las siguientes; *Galactia brachystachya*, *Gaudichaudia cynanchoides*, *Matelea pilosa*, *Metastelma angustifolium* y *Nissolia pringlei*. Las epífitas vasculares están casi ausentes, con la excepción de *Tillandsia recurvata*, que a menudo crece abundante sobre las ramas de los arbustos.

En laderas o cañadas que reciben más humedad este matorral es de mayor altura y adquiere una fisionomía que lo asemeja al bosque tropical caducifolio, como es el caso de los alrededores de Querétaro, donde se pueden encontrar algunos sitios en los que tal bosque se mezcla estrechamente con el matorral crasicaule. En la mayoría de los casos el bosque tropical caducifolio de estos lugares está tan perturbado que es difícil reconocerlo. Sólo la presencia de algunas especies sirve como

indicador de su anterior existencia; entre las que destacan: *Albizia plurijuga* (palo blanco), *Bursera galeottiana* (xixote colorado), *B. palmeri* (copal), *Condalia velutina* (granjeno), *Ipomea murucoides* (cazahuate, palo bobo), *Lisiloma mycrophylla* (palo de arco), *Senna polyantha*.

La perturbación prolongada y el sobrepastoreo de estos matorrales ocasionan la formación y la persistencia de pastizales secundarios formados por gramíneas bajas de los géneros *Aristida*, *Buchloë*, *Boutelouca*, *Eragrostis*, *Lycuruus*, etc. O de matorrales secundarios dominados por especies resistentes al pastoreo, como los de *Dodonaea viscosa* (ocotillo) o de *Mimosa biuncifera* (uña de gato).

PASTIZAL Vegetación dominada por gramíneas herbáceas, aun cuando pueden presentarse otros elementos herbáceos, arbustivos y algunos árboles. En la región se aprovecha prácticamente en su totalidad para la ganadería extensiva.

Pastizal inducido. Vegetación dominada por gramíneas herbáceas. Los pastizales naturales en la zona están compuestos por especies del género *Aristida*, *Muhlenbergia*, *Boutelouca*, *Lycurus* y *Buchloe*, en el municipio de El Marqués.

BOSQUES TEMPLADOS Vegetación arbórea predominantemente, propia de climas templados. En ella dominan especies de encinos o robles (*Quercus spp.*), pinos u otras coníferas, o asociaciones de ambos tipos de árboles.

Bosque de encino Bosque dominado por especies de encino (*Quercus spp.*). En la porción norte de la subcuenca (El Marqués, Colón y Querétaro), por encima de los 2 300 m de altitud, se encuentran asociaciones de *Quercus grisea*, *Q. potosina* y *Q. eduardii*.

Bosque de pino Bosque dominado por árboles del género *Pinus spp.*, los cuales se encuentran en las faldas del zamorano en los Municipios de Colón y el Marqués, en pequeños manchones de *Pinus montezumae*, *P. cembroides* rodeados por el bosque de encino.

OTROS USOS

Urbano Zonas donde dominan áreas construidas, que en este estudio abarcan todas las localidades de superficie mayor a las 30 Ha.

Cuerpos de agua Presas, bordos.

Industrial Parques industriales e instalaciones de instituciones de investigación y servicios, cuando están aisladas o asociadas a las zonas urbanas.

Granjas y establos. Avícolas, en su mayor parte

Tabla 15. Superficie de uso de suelo y vegetación en la Cuenca.

Uso de suelo y Vegetación	Superficie ha	%
Agricultura riego	15,855.16	9.46
Agricultura temporal	49,337.53	29.43
Bosque de encino	1,183.62	0.71
Bosque de pino	277.06	0.17
Bosque tropical caducifolio	3,046.92	1.82
Bosque tropical caducifolio perturbado	80.98	0.05
Chaparral	4,969.52	2.96
Cuerpo de agua	36.78	0.02
Matorral espinoso	1,748.16	1.04
Matorral inerme	8,685.88	5.18
Matorral inerme perturbado	0.83	0.00
Matorral subinerme	37,707.65	22.49
Matorral subinerme perturbado	15,008.18	8.95
Pastizal inducido	1,898.34	1.13
Pastizal natural	5,970.89	3.56
Sin vegetación	2,899.76	1.73
Zona industrial	74.33	0.04
Zona urbana	18,867.45	11.25
Total general	167,649.04	100

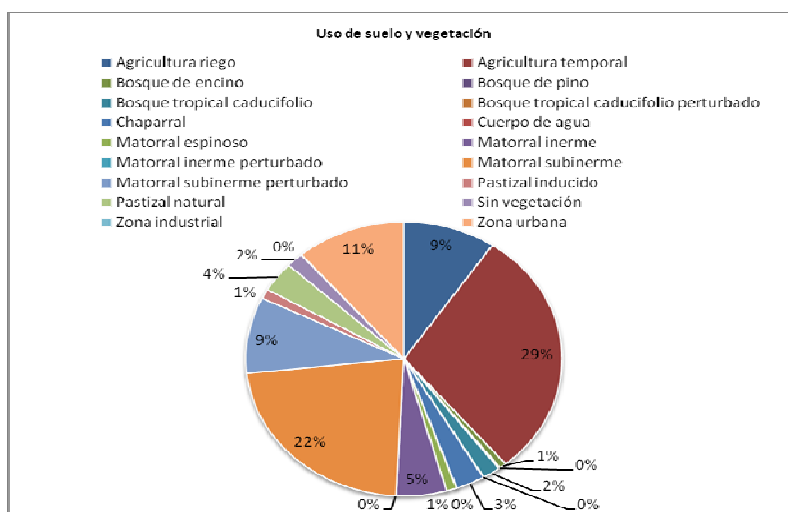


Figura12. Uso de suelo y vegetación de la Cuenca en porcentaje

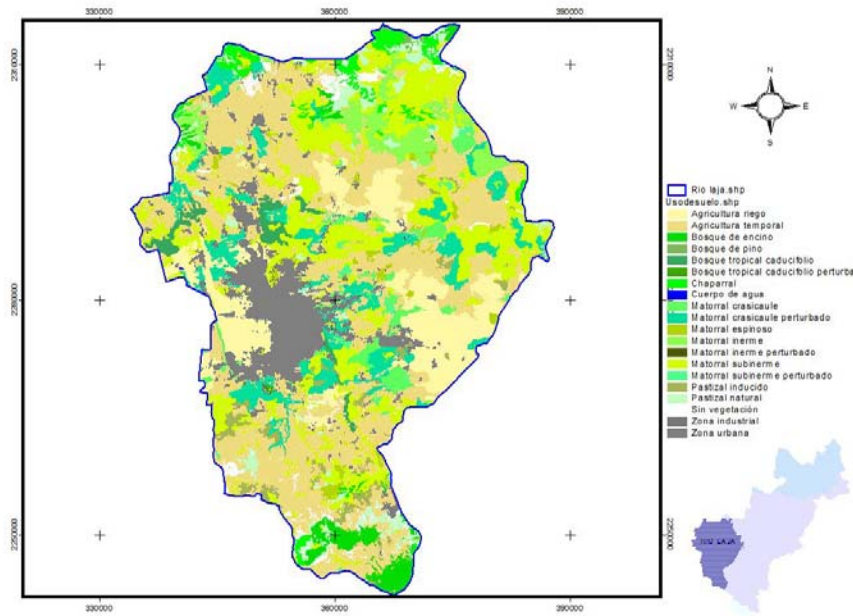


Figura 13. Uso de suelo y Vegetación de la Cuenca

Tabla 16. Especies vegetales presentes en el matorral subinerme

Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	Bryaceae	
<i>Marchantia</i> sp. 1	Marchantiaceae	
<i>Didymodon vinealis</i> (Brid.) R.H.Zander	Pottiaceae	
<i>Pseudocrossidium replicatum</i> (Taylor) R.H.Zander	Pottiaceae	
<i>Tortula inermis</i> (Brid.) Mont.	Pottiaceae	
<i>Tortula obtusissima</i> (Müll.Hal.) Mitt	Pottiaceae	
<i>Weissia</i> sp. 1	Pottiaceae	
<i>Pellaea ovata</i> (Desv.) Weath	Adiantaceae	
<i>Polypodium thyssanolepis</i> A.Braun ex. Klotzsch	Polypodiaceae	
<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	Pteridaceae	
<i>Cheilanthes hookeri</i> Domin	Pteridaceae	
<i>Cheilanthes microphylla</i> (Sw.) Sw.	Pteridaceae	
<i>Cheilanthes myriophylla</i> Desv.	Pteridaceae	
<i>Cheilanthes sinuata</i> (Lag. ex Sw.) Domin	Pteridaceae	
<i>Cheilanthes</i> sp. 1	Pteridaceae	
<i>Cheilanthes</i> sp. 2	Pteridaceae	
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. et Grev.) Spring	Selaginellaceae	
<i>Selaginella rupincola</i> Underw.	Selaginellaceae	
<i>Anisacanthus pumilus</i> Nees	Acanthaceae	
<i>Anisacanthus quadrifidus</i> (Vahl) Nees var. <i>quadrifidus</i>	Acanthaceae	
* <i>Carlwrightia parviflora</i> (Buckley) Wassh. (E. Argüelles 1248, MEXU)	Acanthaceae	
<i>Dicliptera peduncularis</i> Nees	Acanthaceae	
* <i>Justicia candicans</i> (Ness) L.D.Benson et R.A.Darrow E. (E. Argüelles 2661, IEB)	Acanthaceae	
<i>Justicia caudata</i> A.Gray	Acanthaceae	
<i>Ruellia lactea</i> Cav.	Acanthaceae	
<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	Acanthaceae	
<i>Alternanthera pungens</i> Humb.	Amaranthaceae	
<i>Gomphrena serrata</i> L.	Amaranthaceae	
<i>Iresine calea</i> (Ibáñez) Standl.	Amaranthaceae	
<i>Iresine cassiniiformis</i> S.Schauer	Amaranthaceae	
<i>Iresine schaffneri</i> S.Watson	Amaranthaceae	
<i>Schinus molle</i> L. 9 AB AM -	Anacardiaceae	
Apiaceae	Anacardiaceae	
<i>Arracacia</i> sp. 1 HP AM -	Anacardiaceae	
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F.Muell. ex Benth. 8 HA AM -	Anacardiaceae	
<i>Thevetia thevetioides</i> (Kunth) K.Schum. 1 AB M -	Apocynaceae	
<i>Asclepias linaria</i> Cav.	Asclepiadaceae	
<i>Matelea pilosa</i> (Benth.) Woodson	Asclepiadaceae	
<i>Metastelma angustifolium</i> Turcz.	Asclepiadaceae	
<i>Sarcostemma pannosum</i> Decne.	Asclepiadaceae	
<i>Acourtia alamanii</i> (DC.) Reveal et R.M.King	Asteraceae	
<i>Acourtia platyphylla</i> (A.Gray) Reveal et R.M.King	Asteraceae	
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc.	Asteraceae	
<i>Ambrosia confertiflora</i> DC.	Asteraceae	
<i>Aster subulatus</i> Michx.	Asteraceae	
<i>Baccharis pteronioides</i> DC.	Asteraceae	
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz et Pav.) Pers.	Asteraceae	
<i>Bidens ferulifolia</i> (Jacq.) DC.	Asteraceae	
<i>Bidens odorata</i> Cav.	Asteraceae	
<i>Brickellia rapunculoides</i> (DC.) McVaugh	Asteraceae	
<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A.Gray	Asteraceae	
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	Asteraceae	
<i>Dyssodia tenuifolia</i> (Cass) Loes.	Asteraceae	
<i>Eupatorium</i> sp.	Asteraceae	
<i>Erigeron</i> sp.	Asteraceae	
<i>Florestina pedata</i> (Cav.) Cass.	Asteraceae	

Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L.	Asteraceae	
<i>Gnaphalium oxyphyllum</i> DC.	Asteraceae	
<i>Helenium mexicanum</i> Kunth	Asteraceae	
<i>Helianthus aff. laciniatus</i> A.Gray	Asteraceae	
<i>Heterotheca inuloides</i> var. <i>rosei</i> B.Wagenkn.	Asteraceae	
<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	Asteraceae	
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	Asteraceae	
* <i>Pectis prostrata</i> Cav. (E. Argüelles 2379, IEB, MEXU)	Asteraceae	
<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Asteraceae	
* <i>Porophyllum macrocephalum</i> DC. (E. Argüelles 2377, MEXU)	Asteraceae	
<i>Sabazia humilis</i> (Kunth) Cass.	Asteraceae	
<i>Senecio salignus</i> DC.	Asteraceae	
<i>Trixis inula</i> Crantz	Asteraceae	
* <i>Trixis mexicana</i> Lex. (E. Argüelles 673, ENCB, MEXU)	Asteraceae	
<i>Verbesina serrata</i> Cav.	Asteraceae	
<i>Viguiera linearis</i> (Cav.) Sch.Bip. ex Hemsl.	Asteraceae	
<i>Zinnia peruviana</i> L.	Asteraceae	
<i>Anredera ramosa</i> (Moq.) Eliasson	Basellaceae	
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae	
<i>Descurainia viretillii</i> E.Fourn.	Brassicaceae	
<i>Eruca sativa</i> Mill.	Brassicaceae	
<i>Halimolobos berlandieri</i> O.E.Schulz	Brassicaceae	
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Brassicaceae	
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten et Baker f.	Bombacaceae	
<i>Heliotropium foliosissimum</i> J.F.Macbr.	Boraginaceae	
<i>Lithospermum distichum</i> Ortega	Boraginaceae	
<i>Buddleja parviflora</i> Kunth	Buddlejaceae	
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	Burseraceae	
<i>Bursera palmeri</i> S.Watson	Burseraceae	
<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F.M.Knuth subsp. <i>imbricata</i>	Cactaceae	
<i>Coryphantha erecta</i> (Lem.) Lem.	Cactaceae	
<i>Coryphantha radians</i> (DC.) Britton et Rose	Cactaceae	
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Cactaceae	Categoría Pr
<i>Echinocereus cinerascens</i> (DC.) Lem. subsp. <i>cinerascens</i>	Cactaceae	
<i>Ferocactus echide</i> (DC.) Britton et Rose	Cactaceae	
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton et Rose	Cactaceae	
<i>Isolatocereus dumortieri</i> (Scheidw.) Backeb.	Cactaceae	
<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw.	Cactaceae	
<i>Mammillaria mathildae</i> Kraehenb. et Krainz	Cactaceae	Categoría P
<i>Mammillaria polythele</i> Mart. subsp. <i>polythele</i>	Cactaceae	
<i>Marginatocereus marginatus</i> (DC.) Backeb.	Cactaceae	
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console var. <i>geometrizans</i>	Cactaceae	
<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck	Cactaceae	
<i>Opuntia joconostle</i> F.A.C.Weber	Cactaceae	
<i>Opuntia megacantha</i> Salm-Dyck	Cactaceae	
<i>Opuntia pubescens</i> J.C.Wendl. ex Pfeiff.	Cactaceae	
<i>Opuntia robusta</i> J.C.Wendl.	Cactaceae	
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Cactaceae	
<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	Cactaceae	
<i>Periocereus serpentinus</i> (Lag. et Rodr.) N.P.Taylor	Cactaceae	
<i>Pereskiaopsis diguetii</i> (F.A.C.Weber) Britton et Rose	Cactaceae	
<i>Stenocactus dichroacanthus</i> (Mart. ex Pfeiff.) A.Berger	Cactaceae	
<i>Stenocereus queretaroensis</i> (F.A.C.Weber) Buxb.	Cactaceae	
<i>Polanisia uniglandulosa</i> (Cav.) DC.	Capparaceae	
<i>Dichondra argentea</i> Humb. et Bonpl. ex Willd.	Convolvulaceae	
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Convolvulaceae	

Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Ipomoea cristulata</i> Hallier f.	Convolvulaceae	
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. et Schult.	Convolvulaceae	
<i>Ipomoea pubescens</i> Lam.	Convolvulaceae	
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Convolvulaceae	
<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	
<i>Echeveria coccinea</i> (Cav.) DC.	Crassulaceae	
<i>Echeveria mucronata</i> Schltld.	Crassulaceae	
<i>Pachyphytum compactum</i> Rose	Crassulaceae	
<i>Sedum dendroideum</i> Moc. et Sessé ex DC.	Crassulaceae	
<i>Sedum ebracteatum</i> Moc. et Sessé ex DC.	Crassulaceae	
<i>Cucurbita foetidissima</i> Kunth 10 RA AM -	Cucurbitaceae	
<i>Cucurbita radicans</i> Naudin	Cucurbitaceae	
<i>Cyclanthera dissecta</i> (Torr. et A.Gray) Arn.	Cucurbitaceae	
<i>Dipsacus</i> sp.	Dipsacaceae	
<i>Acalypha subviscida</i> S.Watson	Euphorbiaceae	
<i>Croton ciliatoglanduliferus</i> Ortega	Euphorbiaceae	
<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	Euphorbiaceae	
<i>Euphorbia hirta</i> var. <i>procumbens</i> (DC.) N.E.Br.	Euphorbiaceae	
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	Euphorbiaceae	
<i>Euphorbia</i> sp.	Euphorbiaceae	
<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	Euphorbiaceae	
<i>Manihot mexicana</i> I.M.Johnst.	Euphorbiaceae	
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	
<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	Fabaceae	
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Fabaceae	
<i>Acacia pennatula</i> (Schltld. et Cham.) Benth.	Fabaceae	
<i>Calliandra capillata</i> Benth.	Fabaceae	
<i>Calliandra eriophylla</i> Benth.	Fabaceae	
<i>Dalea bicolor</i> Humb. et Bonpl. ex Willd.	Fabaceae	
<i>Dalea versicolor</i> Zucc.	Fabaceae	
<i>Erythrina coralloides</i> DC.	Fabaceae	Categoría A
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Fabaceae	
<i>Galactia brachystachys</i> Benth.	Fabaceae	
<i>Lysiloma microphylla</i> Benth.	Fabaceae	
<i>Mimosa aculeaticarpa</i> Ortega	Fabaceae	
<i>Mimosa lacerata</i> Rose	Fabaceae	
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. et Bonpl. ex Willd.) M.C.Johnst.	Fabaceae	
<i>Phaseolus atropurpureus</i> Sessé et Moc. ex DC.	Fabaceae	
<i>Senna polyantha</i> (Moc. et Sessé ex Collad.) H.S.Irwin et Barneby	Fabaceae	
<i>Nama organifolium</i> Kunth 1 HP M1 -	Hydrophyllaceae	
<i>Krameria pauciflora</i> Moc. et Sessé ex DC.	Krameriaceae	
<i>Hyptis albida</i> Kunth	Lamiaceae	
<i>Salvia hirsuta</i> Jacq.	Lamiaceae	
<i>Salvia melissodora</i> Lag.	Lamiaceae	
<i>Salvia reptans</i> Jacq.	Lamiaceae	
<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	Lamiaceae	
<i>Stachys coccinea</i> Ortega	Lamiaceae	
<i>Teucrium cubense</i> Jacq.	Lamiaceae	
<i>Eucnide lobata</i> (Hook.) A.Gray	Loasaceae	
* <i>Mentzelia aspera</i> L. (E. Argüelles 1283, MEXU)	Loasaceae	
<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	Loasaceae	
<i>Psittacanthus schiedeianus</i> (Schltld. et Cham.) Blume	Loranthaceae	
<i>Psittacanthus palmeri</i> (S.Watson) Barlow et Wiens	Loranthaceae	
* <i>Cuphea wrightii</i> A.Gray var. <i>wrightii</i> (E. Argüelles 2660, 3010, IEB)	Lythraceae	
<i>Heimia salicifolia</i> Link	Lythraceae	
<i>Gaudichaudia cynanchoides</i> Kunth	Malpighiaceae	

Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
* <i>Allowissadula floribunda</i> (Schltdl.) Fryxell (E. Argüelles 2732, IEB, QMEX)	Malvaceae	
* <i>Anoda maculata</i> Fryxell (E. Argüelles 1434, ENCB, MEXU, QMEX)	Malvaceae	
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	Malvaceae	
<i>Malva parviflora</i> L.	Malvaceae	
<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Malvaceae	
<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G.Don	Malvaceae	
<i>Proboscidea louisiana</i> (Mill.) Wooton et Standl.	Martyniaceae	
* <i>Mollugo verticillata</i> L. (E. Argüelles 2074, MEXU)	Molluginaceae	
* <i>Boerhavia gracillima</i> Heimerl (E. Argüelles 1291, 3235, IEB, MEXU)	Nyctaginaceae	
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctaginaceae	
<i>Mirabilis longiflora</i> L.	Nyctaginaceae	
<i>Oxybaphus glabrifolius</i> (Ortega) Vahl	Nyctaginaceae	
<i>Pisoniella arborescens</i> (Lang. et Rodr.) Standl.	Nyctaginaceae	
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Oleaceae	
<i>Menodora helianthemoides</i> Bonpl.	Oleaceae	
<i>Gaura coccinea</i> ex Pursh	Onagraceae	
<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	Onagraceae	
<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	Onagraceae	
<i>Oxalis decaphylla</i> Kunth	Oxalidaceae	
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Oxalidaceae	
<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet subsp. <i>ochroleuca</i>	Papaveraceae	
<i>Rivina humilis</i> L.	Phytolaccaceae	
<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	
<i>Plumbago pulchella</i> Boiss.	Plumbaginaceae	
<i>Loeselia coerulea</i> (Cav.) G.Don	Polemoniaceae	
<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand	Polemoniaceae	
<i>Polygala barbeyana</i> Chodat	Polygalaceae	
<i>Polygonum mexicanum</i> Small	Polygonaceae	
<i>Rumex crispus</i> L.	Portulacaceae	
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	
<i>Portulaca pilosa</i> L.	Portulacaceae	
<i>Talinopsis frutescens</i> A.Gray.	Portulacaceae	
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Portulacaceae	
<i>Clematis pitcheri</i> Torr. et A.Gray	Ranunculaceae	
<i>Colubrina triflora</i> Brongn. ex Sweet	Rhamnaceae	
<i>Condalia velutina</i> I.M.Johnst.	Rhamnaceae	
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. et Schult.) Zucc.	Rhamnaceae	
<i>Bouvardia multiflora</i> (Cav.) Schult. et Schult.f.	Rubiaceae	
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltdl.	Rubiaceae	
<i>Casimiroa edulis</i> La Llave et Lex.	Rutaceae	
<i>Salix bonplandiana</i> Kunth	Salicaceae	
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	Sapindaceae	
<i>Castilleja</i> sp.	Scrophulariaceae	
<i>Maurandya antirrhiniflora</i> Humb. et Bonpl. ex Willd.	Scrophulariaceae	
<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae	
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Solanaceae	
<i>Petunia parviflora</i> Juss.	Solanaceae	
<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.	Solanaceae	
<i>Solanum cardiophyllum</i> Lindl.	Solanaceae	
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Solanaceae	
<i>Solanum nigrescens</i> M.Martens et Galeotii	Solanaceae	
<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Solanaceae	
<i>Ayenia aff. jaliscana</i> S.Watson	Sterculiaceae	
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Ulmaceae	
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies et Hook.) Tronc.	Verbenaceae	
<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze	Verbenaceae	

Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	
<i>Lantana hirta</i> Graham	Verbenaceae	
<i>Glandularia elegans</i> (Kunth) Umber	Verbenaceae	
* <i>Priva mexicana</i> (L.) Pers. (E. Argüelles 3012, 3175, IEB, MEXU)	Verbenaceae	
<i>Verbena menthiefolia</i> Benth.	Verbenaceae	
<i>Phoradendron brachystachyum</i> (DC.) Nutt.	Viscaceae	
<i>Cissus sicyoides</i> L.	Vitaceae	
* <i>Kallstroemia rosei</i> Rydb. (E. Argüelles 3232, IEB)	Zygophyllaceae	
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dick	Agavaceae	
<i>Yucca filifera</i> Chabaud-	Agavaceae	
<i>Milla biflora</i> Cav.	Alliaceae	
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Asphodelaceae	
* <i>Zephyranthes carinata</i> Herb. (E. Argüelles 351, MEXU)	Amaryllidaceae	
<i>Zephyranthes fosteri</i> Traub	Amaryllidaceae	
<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.	Bromeliaceae	
<i>Tillandsia lepidosepala</i> L.B.Sm.	Bromeliaceae	
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Bromeliaceae	
<i>Tillandsia</i> sp.	Bromeliaceae	
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	Commelinaceae	
<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav.	Commelinaceae	
<i>Cyperus spectabilis</i> Link	Cyperaceae	
<i>Lemna gibba</i> L.	Lemnaceae	
<i>Laelia</i> aff. <i>speciosa</i> (Kunth) Schltr.	Orchidaceae	Categoría Pr
<i>Aristida adscensionis</i> L.	Poaceae	
<i>Aristida divaricata</i> Humb. et Bonpl. ex Willd.	Poaceae	
<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	Poaceae	
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Poaceae	
<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag.	Poaceae	
<i>Bouteloua repens</i> (Kunth) Scribn.	Poaceae	
<i>Buchloë dactyloides</i> (Nutt.) Engelm.	Poaceae	
<i>Eleusine multiflora</i> Hochst. ex A.Rich.	Poaceae	
<i>Enneapogon desvauxii</i> P.Beauv.	Poaceae	
<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.	Poaceae	
<i>Leptochloa</i> aff. <i>aquatica</i> Scribn. et Merr.	Poaceae	
<i>Leptochloa</i> sp.	Poaceae	
<i>Muhlenbergia implicata</i> (Kunth) Trin.	Poaceae	
<i>Panicum fasciculatum</i> Sw.	Poaceae	
<i>Panicum</i> sp.	Poaceae	
<i>Melinis repens</i> (Will.) C.E.Hubb.	Poaceae	
<i>Setaria geniculata</i> P.Beauv.	Poaceae	
<i>Typha domingensis</i> Pers.	Typhaceae	

IV.9 Fauna Silvestre

Al igual que en la vegetación presente en la cuenca para el caso de la Fauna Silvestre el Método empleado para la obtención de información se basó principalmente en la **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**.

Para el caso de la mastofauna en la cuenca se presenta una riqueza de 19 especies las que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 17. Especies de Mastofauna silvestre en la cuenca

Nombre científico	Nombre Común	Enlistado en la NOM 059 SEMARNAT 2010
Mamíferos		
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común	
<i>Marmoops megalophylla</i>	Murciélago	
<i>Tadarida mexicana</i>	Murciélago	
<i>Lepus californicus</i>	Liebre	
<i>Sylvilagus cunicularis</i>	Conejo	
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo del este	
<i>Sylvilagus auduboni</i>	Conejo de Audubon	
<i>Spermophilus mexicanus</i>	Ardilla de tierra	
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	
<i>Perognathus flavus</i>	Ratón espinoso	
<i>Baiomys taylori</i>	Ratón de campo	
<i>Canis latrans</i>	Coyote	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	
<i>Bassaricus astutus</i>	Cacomixtle	
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	
<i>Nasua narica</i>	Tejón	
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	
<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo espalda blanca	

IV.9.1 Avifauna

Los estudios de avifauna (Padilla, 1997. Leopold, 1965,) para la cuenca reportan aproximadamente 131 especies de aves terrestres, lo cual implica una gran riqueza de especies entre residentes y migratorias, entre las que se destacan el orden de las rapaces.

Con respecto a las especies migratorias, revisten singular importancia las que también se pueden encontrar en Canadá y Estados Unidos como *Accipiter striatus*, *Buteo jamaicensis*, *Falco sparverius* y *Dendroica coronata*.

Tabla 18. Especies de Avifauna silvestre en la cuenca

Nombre científico	Nombre Común	Enlistado en la NOM 059 SEMARNAT 2010
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rojiza	
<i>Amazilia violiceps</i>	Chupaflor corona azul	
<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncito	
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión común	
<i>Guiraca caerulea</i>	Gorrión azul	
<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión barba negra	
<i>Ammodramus saviarum</i>	Gorrión chapulín	
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	
<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecito	
<i>Cathartes aura</i>	Aura	
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	
<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernícalo	
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz común	
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz pinta	
<i>Zenaidura macroura</i>	Huilota	

<i>Columba fasciata</i>	Paloma de collar	
<i>Columbina inca</i>	Tortilita	
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	
<i>Bombycilla cedrorum</i>	Chinito	
<i>Coccyz erythrophthalmus</i>	Platero	
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos	
<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza llanera	
<i>Calothorax Lucifer</i>	Colibrí Lucifer	
<i>Selasphorus rufus</i>	Chupamirto dorado	
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Cheque	
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero	
<i>Dendrocopos stricklandi</i>	Querreque	
<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de pechera	
<i>Contopus pertinax</i>	Tengofrío grande	
<i>Empidonax hammondii</i>	Mosquitero pasajero	
<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas fibi	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito	
<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra	
<i>Tachycinetta thalassina</i>	Golondrina verde	
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	
<i>Sialia mexicana</i>	Ventura azul	
<i>Sialia sialis</i>	Azuejo garganta canela	
<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca manchada	
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Comesebo	
<i>Catherpes mexicanus</i>	Salta pared barranquero	
<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita americana	
<i>Thryomanes bewickii</i>	Salta pared tepetatero	
<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero calandria	
<i>Troglodytes aedon</i>	Matraquita	
<i>Vermivora celata</i>	Gusanero	
<i>Vireo solitarius</i>	Vireo anteojo	
<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita grisilla	
<i>Pipilo fuscus</i>	Vieja	
<i>Geothlypis trichas</i>	Tapa ojito	
<i>Wilsonia pusilla</i>	Pelusilla	
<i>Chondestes grammacus</i>	Zacatero o gorrión arlequín	
<i>Amphispiza bilineata</i>	Chiero barbanegra	
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojos amarillos	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Urraca	
<i>Icterus wagleri</i>	Calandria palmera	
<i>Icterus gálbula</i>	Calandria norteña	
<i>Icterus parisorum</i>	Calandria tunera	
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos negros	
<i>Molothrus ater</i>	Tordo negro	
<i>Dendroica coronata</i>	Verdín de toca	
<i>Dendroica nigrescens</i>	Verdín de garganta negra	
<i>Dendroica occidentalis</i>	Verdín coronado	
<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico	
<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinerio negro	
<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulinerio gris	
<i>Toxostoma longirostre</i>	Cuitlacoche alacranero	
<i>Toxostoma curvirostre</i>	cuitlacoche común	
<i>Baeolophus wollweberi</i>	Carbonero embridado	
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle	

<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara pecho gris	
<i>Aphelocoma californica</i>	Chara pecho rayado	
<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo	
<i>Vireo nelsoni</i>	Vireo enano	
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	
<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	
<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe corona anaranjada	
<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado	
<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe negro amarillo	
<i>Setophaga nigrescens</i>	Chipe negro gris	
<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	
<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca	
<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	
<i>Sayornis saya</i>	Mosquero llanero	
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	
<i>Cistothorus palustris</i>	Chivirín pantanero	
<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirín saltaroca	
<i>Calypte costae</i>	Colibrí cabeza violeta	
<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnífico	
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	
<i>Euphonia elegantissima</i>	Eufonia capucha azul	
<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	
<i>Spinus pinus</i>	Jilguero pinero	
<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre	
<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorsorufo	
<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	
<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	
<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero barranquero	
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Mosquero copetón	
<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero gris	
<i>Campostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	Mosquero pecho leonado	
<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón degollado	
<i>Pachyrhamphus major</i>	Mosquero cabezón	
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	
<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	
<i>Polioptila melanura</i>	Perlita del desierto	
<i>Contopus cooperi</i>	Pibí boreal	
<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí occidental	
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Pico gordo tigrillo	
<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortilla	
<i>Regulus caléndula</i>	Reyezuelo de rojo	
<i>Sitta carolinensis</i>	Sita pecho blanco	
<i>Piranga flava</i>	Tángara encinera	
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	
<i>Pipilo chlorurus</i>	Toquí cola verde	
<i>Melozona fusca</i>	Toquí pardo	
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	
<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Trepatroncos corona punteada	
<i>Vireo cassini</i>	Vireo de cassin	
<i>Vireo griseus</i>	Vireo de ojo blanco	
<i>Vireo huttoni</i>	Vireo reyezuelo	

<i>Oriturus superciliosus</i>	Zacatonero rayado	
<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero rojizo	
<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	
<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal mexicano	

IV.9.2 Herpetofauna

Debido a las características ecológicas de la cuenca se tiene la certeza de la existencia de especies de anfibios y reptiles; se destaca la presencia de la víbora de cascabel (*Crotalus* sp.) en la cuenca, ocupando un nicho importante en la cadena trófica y relevante para el proceso evolutivo del ecosistema.

Tabla 19. Especies de Herpetofauna en la cuenca

Nombre científico	Nombre Común	Enlistado en la NOM 059 SEMARNAT 2010
<i>Gerrhonotus infernalis</i>	Escorpión	
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija rasposa	Rara
<i>Conopsis biserialis</i>	Hocico de puerco	Sujeta a protección especial
<i>Conopsis lineata</i>	Culebra de tierra toluqueña	
<i>Conopsis nasus</i>	Culebra terrestre narigona	
<i>Diadophis punctatus</i>	Culebra de collar amarillo	
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coralillo	Amenazada
<i>Nerodia melanogaster</i>	Serpiente de agua vientre negro	Amenazada
<i>Cnemidophorus gularis</i>	Sabandijas	
<i>Pitouphis deppei</i>	Alicante	Amenazada
<i>Leptotyphlops dulcis</i>	Aguijilla	
<i>Crotalus aquilus</i>	Cascabel	Sujeta a protección especial
<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de cola negra	Sujeta a protección especial
<i>Crotalus triseriatus</i>	Cascabel de montaña	
<i>Masticophis bilineatus</i>	Chirriónera	Amenazada
<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra parchade de Baird	Sujeta a protección especial
<i>Salvadora triaspis</i>	Serpiente de rata verde	
<i>Thamnophis eques</i>	Serpiente de liga	Amenazada
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra listonada de cuello negro	Amenazada
<i>Thamnophis scalaris</i>	Culebra listonada de montaña cola larga	Amenazada
<i>Trimorphodon tau</i>	Culebra lira mexicana	
<i>Micrurus fulvius</i>	Coralillo	Sujeta a protección especial
<i>Ramphotyphlops braminus</i>	Serpiente ciega	
<i>Kinosternon sp</i>	Tortugas casquito	Sujeta a protección especial

V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO

Nombre del predio: La Loma.

Municipio: Huimilpan

Estado: Querétaro.

V.1. Fines a que está destinado

Ampliación de banco de roca basáltica para usarlo en agregados de construcción.

V.2. Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificado por Enriqueta García, en el predio se presenta el clima que se clasifica como templado seco BS1kw(W), con temporada de lluvias en verano; la precipitación media anual es de 600 a 650 mm. La máxima incidencia de lluvias se registra en los meses de julio y agosto, con un rango entre 50 y 80 mm y la mínima entre diciembre y febrero con un valor menor a los 5 mm y un porcentaje de precipitación invernal entre 4 y 5 %. El rango térmico medio tiene un valor de entre 12 y 18°C. El mes más cálido es junio, con una temperatura media entre 15 y 18°C; y enero es el mes más frío con una temperatura media entre 5 y 6°C.

Tabla 20. Información meteorológica de la Estación El Batán la más cercana al predio

Parámetro/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Temp. máx (°C)	27.9	30.6	34.4	35.1	36.1	31.8	29.1	28.3	28.4	26.8	27	25.9	30.12
Temp. diaria máx(°C)	32	35	38	39	40	39	32.5	31.5	31	30.5	30	29	33.96
Temp. diaria mín (°C)	-5	-6	-1	0.7	3	4	4	5	2	0	-2	-3.5	0.10
Temp. Mín (°C)	1.4	1.2	3.5	5.8	7.2	6.5	6.4	6.6	6.2	5.3	2.3	2.1	4.54
PP total (mm)	14.1	6.9	7.5	17.5	41.8	120.9	163.1	124.1	100.3	40.6	14.5	10	661.30

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000

Heladas

Por lo que toca a las heladas, en este tipo de climas semisecos-templados, las heladas ocurren en un rango de 0 a 5 días al año. En algunos sitios suelen ocurrir un mayor número de días con heladas, pero en ningún caso sobrepasan los 30 días.

Granizadas

Las granizadas no guardan un patrón de comportamiento, sin embargo, se dan generalmente al principio de la época de lluvia cuando aún la temperatura propicia un ambiente caliente y son el

resultado de movimientos ascendentes del aire. En el predio no son muy comunes, ya que, durante todo el año, solo de 0 a 2 días se presentan granizadas.

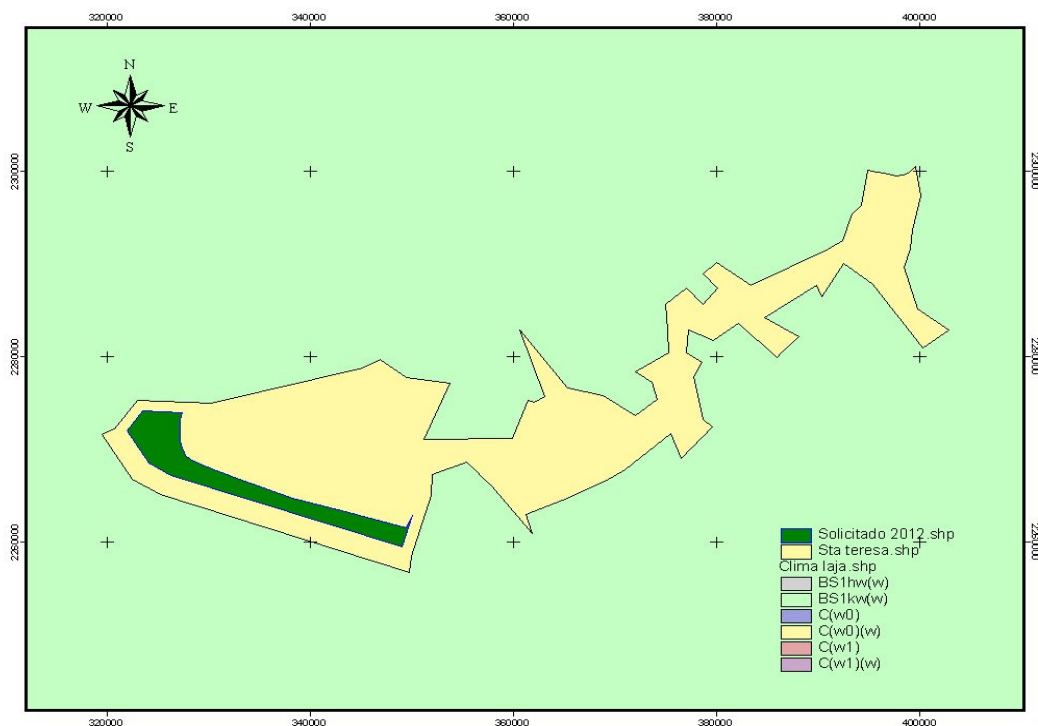


Figura 14. Clima prevalente en el predio

V.3. Tipos de suelo

LITOSOL CON FEOZEM HAPLICO DE TEXTURA MEDIA. Símbolo I+Hh/2.

Este suelo ocupa la totalidad del predio; es pardo y con un espesor entre 0 y 15 cm, está ubicado directamente sobre el basalto, es un suelo bien drenado, superficial a muy superficial, limitados por presencia de roca; pedregosos tanto en superficie como dentro del perfil; de texturas moderadamente finas en superficie y finas en los horizontes subsuperficiales. De reacción neutra, contenidos bajos a medios de materia orgánica. Se presentan en laderas inclinadas a moderadamente escarpadas.

Este suelo no es apto para la agricultura debido a que prácticamente la capa de suelo es muy delgada o no existe. El uso de este suelo en desarrollos urbanos presenta como restricción el bajo potencial de excavación que presentan, así como la pendiente del terreno donde se encuentran generalmente.

Tabla 21. Descripción del perfil

Variable	Horizonte
	A1
Profundidad en cm	0-15
Color en húmedo	Pardo oscuro
Separación	Abrupta e irregular
Reacción al HCl	Nula
Textura	Arenosa
Consistencia	
En seco	Blanda
En húmedo	Friable
Adhesividad y plasticidad	Suelta
Estructura	Granular fina
Tamaño de los agregados	Media y gruesa
Porosidad	Escasa
Constitución	Finamente porosa
Presencia de raíces	Finas
Drenaje interno	Muy drenado

Tabla 22. Datos físico-químicos del suelo

Variable	Horizonte
	A1
% de arcilla	41
% de limo	41
% de arena	18
Grupo textural	Franco arcilloso
Color en húmedo	7.5YR3/2
pH en agua relación 1.1	7.1

De acuerdo con la información recabada en campo, este tipo de suelo tiene una escasa profundidad debido a la presencia de roca basáltica a menos de quince centímetros; esta condición es más acentuada en la parte alta del predio donde por efecto de la lluvia y la inclinación el terreno es más delgado debido a la erosión hídrica, esta situación limita el uso de estos suelos en actividades agrícolas.

Las características físicas y químicas más importantes son: su textura, porosidad y estructura que permiten un drenaje interno moderadamente drenado. El pH es ácido. En cuanto a la materia orgánica, se le considera como pobre.

V.3.1 Tipo y grado de erosión y su origen.

La erosión es el resultado de la acción de las fuerzas de fricción de gases o fluidos en movimiento; en el caso de la erosión producida por el agua, el proceso inicia por el desprendimiento de las partículas de suelo, debido al impacto de las gotas de lluvia y al mismo tiempo ocurre el proceso de flujo superficial o escorrentía, la cual hace que las partículas removidas sean incorporadas a la corriente y

transportadas aguas abajo. Adicionalmente, las corrientes generan procesos de desprendimiento de partículas por acción de la fuerza del agua en movimiento.

La condición mencionada anteriormente es perceptible en el predio de acuerdo a los siguientes tipos de erosión:

1. Erosión por gotas de lluvia: Cuando las gotas de agua impactan el suelo desnudo, sueltan mueven las partículas a distancias realmente sorprendentes; este tipo de erosión se presenta al inicio de la lluvia y se aminora una vez que el suelo es cubierto por hierbas y pastos.

2. Erosión laminar: Las corrientes superficiales de agua pueden producir el desprendimiento de las capas más superficiales de suelo en un sistema de erosión por capas que se profundizan. Una vez que se han establecido las lluvias es más evidente este tipo de erosión y específicamente en las áreas donde la vegetación es escasa.

3. Erosión en canales. Es fácilmente perceptible debido a la formación de surcos irregulares favoreciendo la remoción de la parte superficial del suelo.

4. Erosión eólica. Se entiende por erosión eólica el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento.

El fenómeno de la erosión eólica se favorece con:

- 1) Vientos fuertes y frecuentes
- 2) Superficies llanas expuestas al viento
- 3) Suelo seco, suelto, de textura fina y poca materia orgánica. Con una inexistente o degradada estructura del suelo.
- 4) Condiciones de aridez. Altas temperaturas y escasas precipitaciones
- 5) Poca cubierta vegetal. Así un pastoreo excesivo, la quema de residuos agrícolas y el laboreo irracional pueden ser factores causantes de la erosión eólica.

El movimiento de las partículas se produce por acción del viento y puede ser, en función de su tamaño, rodando ($>0,5$ mm), por saltación (0,05-0,5 mm), o en suspensión ($< 0,1$ mm). Una de las manifestaciones más claras de la acción del viento son las dunas, que son acumulaciones de arena formadas al interponerse un obstáculo, que pueden tener forma transversal perpendicular al viento, estrellada, con direcciones de viento variables, o la típica forma de media luna o duna aislada que forma un montículo en el que el lado opuesto a la dirección del viento tiene mayor pendiente, al caer la arena por gravedad, y el lado enfrentado a la dirección de avance menor pendiente al ascender las partículas por arrastre.

Tabla 23. Erosión presente en el predio

Naturaleza	Natural e inducida por procesos antrópicos
Agente Activo que la produce	Agua
Forma de erosión	Salpicamiento y canalillos.
Intensidad	Moderada

V.3.2. Determinación de la erosión en el predio.

Por degradación de suelos se entiende el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas ya sea aisladamente o de forma combinada, que impiden o limitan el desarrollo de la vegetación. El estado de degradación en que se encuentra el suelo del predio, se estimó por medio de las pérdidas de suelo que ocurren en los terrenos. De este modo fue posible conocer si el uso que se le ha dado es correcto así como determinar la tasa de erosión y con ello establecer si el uso actual y el que se le pretende dar no pone en riesgo el recurso.

Para estimar la erosión del suelo se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), que es un modelo que permite estimar en campo la erosión actual y potencial de los suelos.

Para estimar la erosión se utilizó la siguiente fórmula:

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

En este caso como no se tienen prácticas de conservación de suelos eliminaremos el P (factor de prácticas mecánicas). Por lo que la fórmula queda

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

Donde se obtuvo la siguiente información:

Tabla 24. Estimación de Erosión

E= Erosión	0.479 t/ha/año
R= Erosividad de la lluvia	4749.92 Mj/ha/mm/hr
K= Erosionabilidad del suelo	0.027
LS= Longitud y Grado de Pendiente	3.74
C= Factor de Vegetación	0.001

R= Erosividad de la lluvia; para obtener este valor se ocupa el modelo de regresión $R = 6.8938xp+0.000442xp^2$, que se aplica para la región X donde se ubica el predio en el estado de Querétaro.

Para estimar R en el ámbito regional, se utiliza la precipitación anual. Para estimar el valor de erosividad para la región donde se ubica el proyecto se desarrollo como sigue:

Donde:

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

p = Precipitación media anual de la región.

Si la precipitación media de la región es de 461 mm anuales, entonces el valor de R sería.

$$R = 6.8938 (661) + 0.000442 (661)^2$$

$$R = 4749.92 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

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 de la permeabilidad.

Para su estimación se uso la información de la siguiente tabla, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estimara el valor de erosionabilidad (K).

Tabla 25. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).

Textura	% 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	0.023
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 este trabajo, el suelo es de textura franco arcilloso y los contenidos de materia orgánica van de 0.5 a 2.0, por lo que el valor de K sería de **0.027**.

Longitud y Grado de pendiente (LS).- Este factor considera la 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:

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

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

H_f = Altura más alta del terreno (m).

H_i = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

En el predio la elevación en la parte alta es de 2172 msnm y la elevación en la parte baja es de 2158 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 14 m. La longitud del terreno es de 111 m, entonces la pendiente media del terreno sería de

$$S = 2172 - 2158 / 111$$

$$S = 0.12. \text{ Esto es; } S = 12 \%$$

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

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

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

l = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Considerando los valores de longitud de la pendiente de 60 m, la pendiente media del terreno de 35 % y m de 0.5, el valor de LS resulta como sigue:

$$LS = (60)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (12) + 0.00138 (12)^2)$$

$$LS = 3.74$$

Estimación de la Erosión Potencial.-Considerando que R es igual a **4,749.92**, que K es igual a 0.027 y que LS es igual a 3.74, la erosión potencial es:

$$E = (4,749.92) (0.027) (3.74)$$

$$E = 479.72 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden 479.72 t/ha por año, lo que significa que anualmente se pierde una lamina de suelo de 47.94 mm (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 del suelo que le ofrece la cubierta vegetal de tal forma que si a la ecuación le incluimos el factor C entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la ecuación.

Factor de protección de la vegetación (C).- El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote 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 siguiente tabla.

Tabla 26. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.

Maíz labranza cero	0.05	0.1	0.15
Maíz rastrojo	0.1	0.15	0.2
Algodón	0.3	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.1
Alfalfa	0.02	0.05	0.1
Trébol	0.025	0.05	0.1
Sorgo grano	0.43	0.55	0.7
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	0.1	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.1
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	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		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno existe vegetación forestal con buena cobertura, entonces el valor de C es de 0.001 que sustituyendo en la formula queda:

$$E = (4,749.92) (0.027) (3.74) (0.001)$$

$$E = 0.4797 \text{ t/ha/año}$$

Esto indica que la erosión es baja e inferior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año.

De acuerdo a lo anterior podemos observar que la pérdida de suelo es menor a 10 t/ha lo que significa que la pérdida de suelos está por debajo de la tasa permisible; la pérdida de suelo está generada por erosión hídrica de tipo laminar, que se produce principalmente por la lluvia que al caer sobre un suelo desnudo produce disgregación de los agregados del suelo, como resultado de lo anterior las partículas de menor tamaño, como las arcillas y limos, quedan libres y desagregadas entre sí y con la materia orgánica. Estas partículas son arrastradas por el agua de lluvia de escorrentía que no consigue infiltrarse en el suelo. La cubierta vegetal juega un papel importante ya que amortigua el impacto de las gotas de agua y el efecto del viento.

V.3.3 Incremento de la erosión por la ejecución del proyecto.

Debido que se trata de la ampliación de un banco para extracción de roca basáltica, en una superficie de 3.267 hectáreas la erosión de **0.4797 t/ha/año** pasa al total de pérdida de suelo causada por el despalme que se realizará para la ampliación del banco; sin embargo este suelo despalmado será confinado para usarlo posteriormente en la restauración del banco.

V.4. Pendiente media

El predio la loma es el límite de una meseta y una ladera con una pendiente promedio del 12.61%

V.5. Relieve

Está representado por Laderas suaves, se representan por curvas de nivel más o menos paralelas y más o menos juntas, según sea mayor o menor la pendiente que representan. De norte a sur las curvas están más o menos separadas formando una ladera suave, en el predio propuesto no encontramos escarpes o paredes.

V.6. Hidrografía

Dentro del predio no se encuentran escurrimientos superficiales ni cuerpos de agua permanentes.

V.6.1 Captación actual de agua en el predio

Los elementos principales a considerar dentro del sistema de captación son: la precipitación pluvial en el sitio (que nos ayuda a estimar un volumen potencial de captación) y las áreas de captación.

El predio se encuentra ubicado entre las isoyetas 600 mm y 650 mm/año, y de acuerdo a los valores de precipitación anual registrada en la estación Querétaro el valor promedio corresponde a 661 mm sin embargo solo utilizaremos la precipitación de la época de lluvia que es la mayor y la que realmente se infiltra o en su defecto escurre; la cual corresponde a 508.4 mm. Esta precipitación se presenta preponderantemente entre los meses de junio a septiembre, con un índice de mayor precipitación en el mes de julio.

Determinación de la captación

Actualmente las áreas de captación pluvial en el predio propuesto para cambio de uso de suelo corresponden a vegetación nativa de tipo Matorral subinerme con una superficie de 22,040 m².

Con esta área se estima el potencial de captación, tomando la precipitación pluvial promedio y asignando un coeficiente de escurrimiento de acuerdo al uso de suelo. El potencial de captación expresado en m³ resulta de desarrollar la siguiente fórmula:

$$PC = (Sc * Pp * Ce) / 1,000$$

Donde:

PC= Potencial de Captación (anual, m³)

Sc= Superficie de captación (m²)

Pp= Precipitación promedio (mm/año)

Ce= Coeficiente de escurrimiento anual

Tabla 27. Valores de K en función del tipo y uso de suelo

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas suelos muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	a	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal: % del suelo cubierto o 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% - Excesivo	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
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (Ce)= $K (P-250) / 2000 + (K - 0,15) / 1,5$

Tabla 28. Captación actual de agua en el predio propuesto para CUS

Uso de suelo y Vegetación	Sup.de captación m ²	Precipitación promedio (mm/año)	Coeficiente de escurrimiento anual	Potencial de captación (anual, m ³)
Matorral subinerme	22,040	508.4	0.26	2,913.34
Total	22,040			2,913.34

Tabla 29. Captación de agua en el predio con la ejecución del proyecto

Uso de suelo y Vegetación	Sup.de captación m ²	Precipitación promedio (mm/año)	Coefficiente de escurrimiento anual	Potencial de captación (anual, m ³)
Banco de basalto	23,760	508.4	0.30	3,361.54
Total	23,760			3,361.54

Como podemos observar una vez que se ejecute el proyecto la captación de agua se aumenta debido a que el coeficiente de escurrimiento anual del predio sin vegetación es mayor, lo que permite que el agua que se precipita escurra y se almacene temporalmente en el fondo del banco, para posteriormente infiltrarse en un lapso de 3 a 5 días.

V.6.2. Infiltración

De la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción de ella infiltra, otra escurre y una pequeña fracción queda en charcos o en capacidad de campo la que está disponible para ser transpirada por las plantas en la zona de raíces, o para ser evaporada por la energía solar sobre la superficie del terreno. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo. Otra fracción de lluvia a considerar; es la interceptada por el follaje de las plantas. Se estima que en cada aguacero, el follaje, venciendo la gravedad y el viento, intercepta cerca de 1,3 mm. Sin embargo, el follaje intercepta generalmente el 12 % de la lluvia anual (Butler, 1957). En otras palabras, se puede asumir que el mismo porcentaje de la lluvia mensual, es interceptado sin llegar al suelo. Linsley et al. (1958) mencionan que la lluvia anual interceptada en un bosque con buena cobertura varía entre 10% y 20%. En nuestro caso, asumiremos una retención del 12 %, por lo que el resto del agua que llueve es susceptible a ser infiltrada.

Para realizar el cálculo de la infiltración en el terreno utilizamos la siguiente fórmula:

$$I=0.88CP$$

Donde

$$C=(Kp+Kv+K_{fc}) \text{ para } Kp+Kv+K_{fc}< 1$$

$$C= 1 \text{ para } Kp+Kv+K_{fc}> 1$$

$$C=0 \text{ para } P< 5\text{mm/mes}$$

$$K_{fc}=0.267\ln(fc)-0.000154fc-0.723$$

Donde Kv y Kp son los siguientes coeficientes:

Tabla 30. Coeficientes de Kv y Kp

Pendiente (Kp)	Pendiente en %	Valor de Kp
Muy plana	0.02-0.06	0.30
Plana	0.3-0.4	0.20
Algo plana	1-2	0.15
Promedio	2-7	0.10
Fuerte	Mayor a 7	0.06
Cobertura vegetal		Valor de Kv

Con zacate menor a 50%	0.09
Terrenos cultivados	0.10
Cobertura con pastizal	0.18
Bosques	0.20
Con Zacate más del 75%	0.21

Tomando los datos de la estación meteorológica más cercana al predio se obtuvo que el agua precipitada en la época de lluvia fue de 508.4 mm. La infiltración básica del suelo es de 18 mm/día. El predio tiene una cobertura de 50% zacates y 50% matorral subinorme con pendientes superiores al 7%; por lo que la infiltración sería de:

$$K_{fc}=0.267\ln(fc)-0.000154fc-0.723$$

$$K_{fc}=0.267\ln(18)-0.000154*18-0.723$$

K_{fc}	0.26
K_p	0.06
K_v	0.18
Total	0.50

$$C=0.50$$

Como podemos ver en el cálculo anterior el valor de C es menor a 1 y la precipitación es mayor a 5 mm, por lo tanto utilizaremos como coeficiente de infiltración el valor de 0.715 por lo que la infiltración mensual para el predio es de:

Tabla 31. Infiltración mensual en el predio propuesto para CUS

Meses con lluvia	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Precipitación (mm)	41.8	120.9	163.1	124.1	100.3	40.6
Infiltración básica mm/día	18	18	18	18	18	18
Cobertura %	50	50	50	50	50	50
Pendiente %	7	7	7	7	7	7
K_{fc}	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
K_p	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
K_v	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Suma	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
Infiltración (mm)	18.83	54.47	73.49	55.91	45.19	18.29
Infiltración anual (mm)	266.19					

Tabla 32. Infiltración potencial en el predio

Uso de suelo y Vegetación	Sup. de captación m ²	Infiltración (mm)	Coefficiente de infiltración	Potencial de infiltración m ³
Matorral perturbado	22,040	266.19	0.2	1,173.14

Tabla 33. Infiltración mensual en el predio con ampliación del banco

Meses con lluvia	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Precipitación (mm)	41.8	120.9	163.1	124.1	100.3	40.6
Infiltración básica mm/día	18	18	18	18	18	18
Cobertura %	50	50	50	50	50	50
Pendiente %	0.3-0.4	0.3-0.4	0.3-0.4	0.3-0.4	0.3-0.4	0.3-0.4
Kfc	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Kp	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Kv	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Suma	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
Infiltración (mm)	24.65	71.29	96.18	73.18	59.14	23.94
Infiltración anual (mm)	348.38					

Tabla 34. Infiltración potencial en el predio con ampliación del banco

Uso de suelo y Vegetación	Sup. de captación m ²	Infiltración (mm)	Coefficiente de infiltración	Potencial de infiltración m ³
Banco de basalto	22,040	348.38	0.21	1,612.44

Tabla 35. Ecurrimiento en el predio de acuerdo al uso de suelo

Uso de suelo y Vegetación	Captación m ³	Infiltración m ³	Ecurrimiento m ³
Matorral perturbado	2,913.34	1,173.36	1,528.20
Banco de basalto	3,361.54	1,612.44	1,749.10

Como observamos en las tablas anteriores con la ejecución del proyecto en el predio tanto la captación como la infiltración de agua aumentan en 448.21 m³ y 439.09 m³ respectivamente; es destacable que la infiltración mencionada en la tabla 35 corresponde a la realizada durante el tiempo que dura la lluvia; sin embargo con la depresión que se genera en el predio el escurrimiento queda almacenado de tres a cinco días en el fondo del banco mientras se va infiltrando poco a poco; por lo que la infiltración neta con la ejecución del proyecto aumenta en 1,825.88 m³. Cabe destacar que en la restauración del banco se contempla el establecimiento de vegetación por lo que una vez que se establezca la capa vegetal se puede mantener la infiltración o retención de agua, por lo que a largo plazo en el banco se incrementa la cobertura y también la infiltración de agua.

V.7. Tipos de vegetación

De acuerdo con la Serie III de INEGI, la vegetación natural corresponde a **Matorral subinerme**.

V.7.1. Matorral subinerme

Este tipo de vegetación se caracteriza porque las plantas dominantes son arbustos de hasta 4 m que frecuentemente presentan espinas, tamaños pequeños de hojas o tallos carnosos que les permiten vivir en climas más secos que las plantas del bosque tropical. Esta vegetación se desarrolla en climas secos o semisecos en laderas o lomeríos entre los 1400 y 2500 m de altitud, sobre suelos someros derivados de rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias. (Baltazar et. al, 2004).

Esta vegetación está representada principalmente por cactáceas como *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Opuntia leucotricha*, *O. imbricata* (xoconostle), *Nyctocereus serpentinus*, algunos elementos leñosos como *Acacia schaffneri* y *A. farnesiana*, *Ipomea murucoides* (palo bobo), *Karwinskia humboldtiana* (tullidora), *Anisacanthus quadrifidus*, *A. pumilis*, *Calliandra eryophylla* (charrasquillo), *Concaldalia veletina* (granjeno), *Croton ciliatoglandulifer* (solimán) y *Zalazunia augusta* (tronadora). Entre las herbáceas son comunes *Bouvardia lavesis*, *Oxalis decaphylla* y *Zephyrantes*.

Dentro de la subcuenca, este matorral se distribuye en los municipios de Colón, El marqués, Querétaro y Corregidora; donde se puede observar un matorral crasicaule en el que el estrato superior de 4 a 5 m de alto está formado por varias especies de nopales, principalmente *Opuntia streptacantha* (nopal cardón), *O. leucotricha* (duraznillo) y *O. hyptiacantha* (hartón), que forman poblaciones densas muy notorias. Frecuentemente están acompañadas por *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Prosopis laevigata* (mezquite), *Acacia farnesiana* y *A. schaffneri* (huizache) especies que se encuentran en este matorral en densidades menores que los nopales, además de la presencia conspicua pero esporádica de *Yucca filifera* (palma), así como de *Ipomea murucoides* (cazahuate, palo bobo), esta última indicando afinidad u otro tipo de relación con el bosque tropical caducifolio.

Formando un estrato arbustivo menor, de aproximadamente 1.5 m de altura, se encuentran *Zalazunia augusta* (limpiatuna, tronadora), *Karwinskia humboldtiana* (sarambullo, tullidora) y *Mimosa biuncifera* (shaminí, uña de gato). Además de estos elementos es común observar un alto número de especies leñosas que dan al matorral mayor densidad; las más frecuentes son:

Agave lechuguilla (lechuguilla), *Anisacanthus quadrifidus*, *Bouvardia ternifolia* (trompetilla), *Brickellia veronicifolia* (Peixtó), *Brongniartia intermedia* (garbancillo), *Bursera fagaroides* (xixote), *Calliandra eriophylla* (charrasquillo), *Celtis pallida* (granjeno), *Citharexylum lycioides* (tripa de gallina), *Concaldalia mexicana* (granjeno prieto), *Coreopsis mutica*, *Coryphantha erecta* (biznaga), *Croton ciliatoglandulifer* (solimán), *Croton rzedowskii* (palillo), *Croton torreyanus*, *Dalea lutea*, *Echinocereus*

stramineus (agrito), *Eupatorium espinosarum* (hierba de la mula), *Eysenhardtia polystachya* (vara dulce), *Ferocactus latispinus* (biznaga ganchuda), *Forestiera phillyreoides* (acibuche), *Hechtia glomerata* (guapilla), *Iresine schaffneri* (atlón), *Jatropha dioica* (sangregado), *Mimosa lacerata* (uña de gato), *Montanoa tomentosa* (zompaxtle), *Neolloydia conoidea* (biznaga)

Opuntia cantabrigiensis (cuijo), *Opuntia imbricata* (cardenche), *Parthenium incanum* (hierba ceniza), *Salvia melissodora* (mirto) y *Trixis inula* (falsa árnica)

Las trepadoras leñosas son escasas y sólo se pueden mencionar las siguientes; *Galactia brachystachya*, *Gaudichaudia cynanchoides*, *Matelea pilosa*, *Metastelma angustifolium* y *Nissolia pringlei*. Las epífitas vasculares están casi ausentes, con la excepción de *Tillandsia recurvata*, que a menudo crece abundante sobre las ramas de los arbustos.

En laderas o cañadas que reciben más humedad este matorral es de mayor altura y adquiere una fisionomía que lo asemeja al bosque tropical caducifolio, como es el caso de los alrededores de Querétaro, donde se pueden encontrar algunos sitios en los que tal bosque se mezcla estrechamente con el matorral crasicaule. En la mayoría de los casos el bosque tropical caducifolio de estos lugares está tan perturbado que es difícil reconocerlo. Sólo la presencia de algunas especies sirve como indicador de su anterior existencia; entre las que destacan: *Albizia plurijuga* (palo blanco), *Bursera galeottiana* (xixote colorado), *B. palmeri* (copal), *Condalia velutina* (granjeno), *Ipomea murucoides* (cazahuate, palo bobo), *Lisiloma mycrophylla* (palo de arco), *Senna polyantha*.

La perturbación prolongada y el sobrepastoreo de estos matorrales ocasionan la formación y la persistencia de pastizales secundarios formados por gramíneas bajas de los géneros *Aristida*, *Buchloë*, *Boutelouca*, *Eragrostis*, *Lycuruus*, etc. O de matorrales secundarios dominados por especies resistentes al pastoreo, como los de *Dodonaea viscosa* (ocotillo) o de *Mimosa biuncifera* (uña de gato).

V.7.2 Estado de conservación y/o deterioro de la vegetación

Iniciaremos mencionando que el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Querétaro, clasifica a la vegetación como **PERTURBADA**; esta condición se constata en el campo debido a que por la cercanía con las poblaciones se generan impactos antrópicos como, extracción de leña, contaminación con basura y restos fecales; así también se observan cambios en la composición florística presentes en algunos manchones sin vegetación arbórea nativa, donde se desarrollan especies indicadoras de perturbación como son pastos, chicalote (*Argemone mexicana*), Amaranto (*Amaranthus hybridus*), higuierilla (*Ricinus communis*) principalmente. En este sentido mencionaremos que el estado de conservación de la vegetación es el siguiente:

- ✓ Vegetación original conservada en más del 60% de la superficie total.

- ✓ Mediano grado de fragmentación de la vegetación.
- ✓ Cambios en la composición Florística.

V.8. Fauna Silvestre

La fauna es un atributo directamente ligado al clima, tipo de vegetación y grado de conservación del área en donde se encuentra. Con esta premisa y considerando principalmente las condiciones que actualmente guarda el predio se hizo la determinación de la fauna silvestre en el predio, para ello realizamos las siguientes actividades:

Primera etapa: Como parte de las actividades realizadas para el desarrollo del capítulo IV del presente estudio, se hizo la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres en la cuenca hidrográfica, con la finalidad de integrar un listado preliminar, tener un parámetro de comparación, así como conocer el estado de conservación y distribución que tienen las especies silvestre que se localizan en la cuenca y el predio.

Segunda etapa: Durante esta se realizó el trabajo de campo en el mes de Noviembre de 2012. El trabajo consistió en muestreos y observaciones de fauna en los estratos en los que se dividió el predio. Lo anterior con la finalidad de obtener la distribución tanto espacial como temporal de la fauna dentro del predio, así como determinar las afectaciones que puede sufrir este componente por la ejecución del predio y proponer actividades para la mitigación de impactos a la fauna silvestre.

V.8.1 Metodología empleada para cada grupo estudiado.

Reptiles

Los reptiles son generalmente difíciles de observar, sobre todo los de talla corporal pequeña. El avistamiento de los reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, por lo que es recomendable efectuar conteos de estos organismos durante periodos estandarizados en condición climática y en tiempo, sobre todo cuando se pretende comparar distintas poblaciones.

Colecta oportunista. Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos. Los recorridos nocturnos caminando o en vehículo también entran en esta categoría.

Encuentro visual. Consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o bien aleatoria, generalmente durante un período de tiempo fijo.

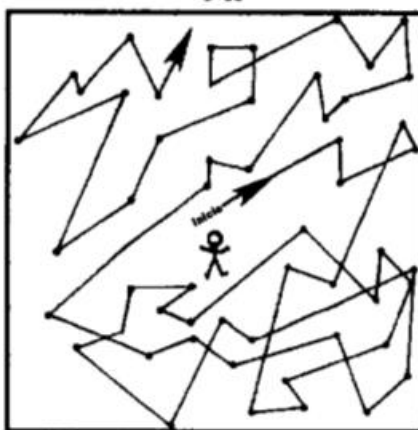


Figura 15. Recorrido aleatorio para el conteo de reptiles

Aves terrestres

Los ornitólogos han usado una variedad de técnicas para estimar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las poblaciones de aves. Una variedad de métodos para monitorear y evaluar a las poblaciones de aves están disponibles (Ralph y Scott 1981, Verner 1985, Bibby *et al.* 1992, Ralph *et al.* 1996) pero tres son los más usados: puntos de conteo, conteos en trayectos y redes ornitológicas, el último de los cuales no incluye el uso de los sonidos, así que las dos primeras técnicas son más eficientes porque hacen uso de las vocalizaciones (Parker 1991, Angehr *et al.* 2002). Los sonidos de las aves son el medio más eficiente para censar a las aves, sobre todo en los trópicos (Parker 1991, Riede 1993, Kroodsma *et al.* 1996).

En el presente estudio se utilizó el siguiente método:

Recuentos en Punto o Puntos de conteo

Los puntos de conteo son conceptual y teóricamente similares a los trayectos, solo que de longitud y velocidad cero. El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez, y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds *et al.* 1980, Bibby *et al.* 1992, Ralph *et al.* 1996). Este método puede usarse para estudiar cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos de radio variable, las diferencias en la composición de especies entre hábitats y la abundancia de diferentes especies en un lugar específico. Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visualmente o auditivamente, o incluso como respuesta a una sesión de playback (Chávez-León y Velázquez 2004). Los puntos pueden seleccionarse al azar o sistemáticamente dentro del área de estudio, o a lo largo de trayectos. Para

evitar el doble conteo, debe haber una distancia preferiblemente de 150 a 250 m entre los puntos de recuentos, con el fin de que los muestreos sean independientes. Un solo observador puede completar de 12 a 15 puntos de conteo cada mañana, dependiendo de las condiciones topográficas del terreno.

El conteo puede empezar tan pronto el observador llegue al punto, o puede esperar un par de minutos para evitar algún efecto sobre el comportamiento de las aves por la llegada del observador. El tiempo dedicado a cada punto debe representar el tiempo mínimo necesario para tomar una muestra de por lo menos el 80 por ciento de las especies presentes en el punto. Diez minutos lo más común. Debido a su sencillez y conveniencia en terrenos escarpados y densa vegetación, el método de punto de conteo fue el que se determinó para usarlo en el presente estudio.

Ahora bien; los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes principales supuestos: a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan, b) las aves son 100% detectables al observador, c) las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo (Hutto *et al.* 1986, Bibby *et al.* 1992).

Recuentos en punto sin estimación de distancia

Las aves detectadas se cuentan sin tomar en consideración su distancia del observador, es decir, el radio es ilimitado. Estos recuentos no pueden usarse para estimar densidad, pero son de utilidad al medir la riqueza de especies y en todo caso índices de abundancia relativa (MacGregor-Fors *et al.* 2010a).

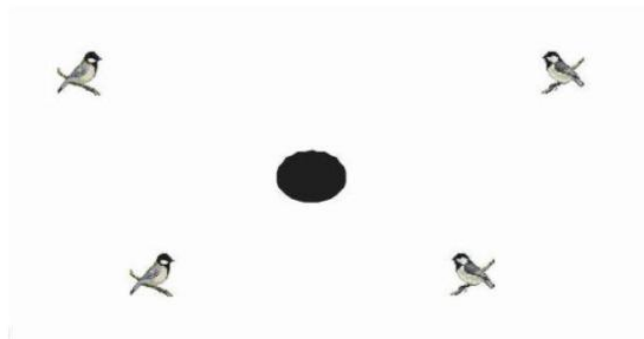


Figura 16. Recuento en punto sin estimación de distancia

Mamíferos

El inventario de este grupo de especies es relativamente sencillo de hacer y no requiere de mucha experiencia. Las técnicas utilizadas para llevar a cabo la identificación y verificación de la presencia de una especie de mamíferos en un sitio incluye: el uso de entrevistas, huellas y excrementos, así como otros rastros (rascaderos).

En el estudio de mamíferos es importante conocer los sitios donde es más probable que se encuentren dentro de un área determinada, ya que las especies no se distribuyen de manera homogénea, lo cual está relacionado con los requerimientos de hábitat que suponen variables ambientales, climáticas o topográficas, incluso la perturbación humana influye en el área que ocupan los animales. En el presente estudio se dividió al predio de acuerdo a la cobertura de vegetación principalmente. De acuerdo a lo anterior en la zona con cobertura baja, se buscaron indicios de lagomorfos y zorras en este caso heces fecales; en la zona con cobertura alta se buscaron heces fecales y rascaderos de zorrillo, tlacuache y comadreja; mientras que los bordos se dedicaron a la búsqueda de rastros de mapache principalmente huellas.

V.8.2 Diseño de Muestreo empleado por grupo de especie

Muestreo aleatorio estratificado

Se eligió este tipo de muestreo debido a que el predio presenta por lo menos dos estratos o tipos de cobertura; de esta manera las muestras tienen representación de todos y cada uno de los estratos considerados. Se aseguró que en la estratificación del área a evaluar haya la máxima homogeneidad dentro de cada estrato en relación a la variable a estudiar y la máxima heterogeneidad entre los estratos. Dentro de cada estrato la selección de las muestras fue al azar.

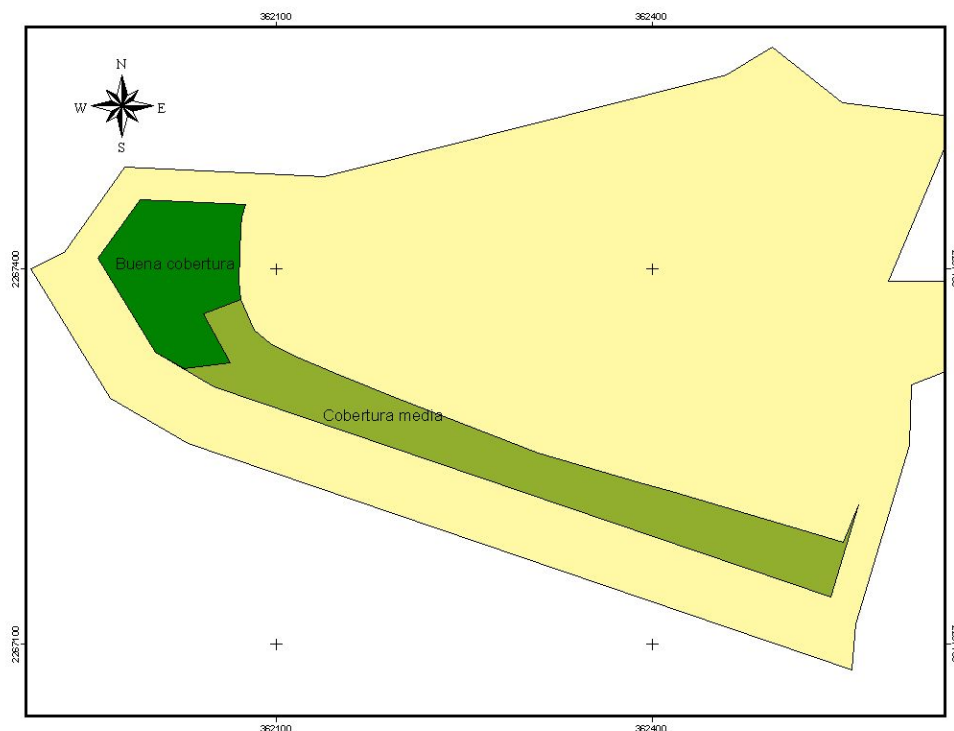


Figura 17. Estratificación del predio

Ubicación espacial de cada sitio se Muestreo

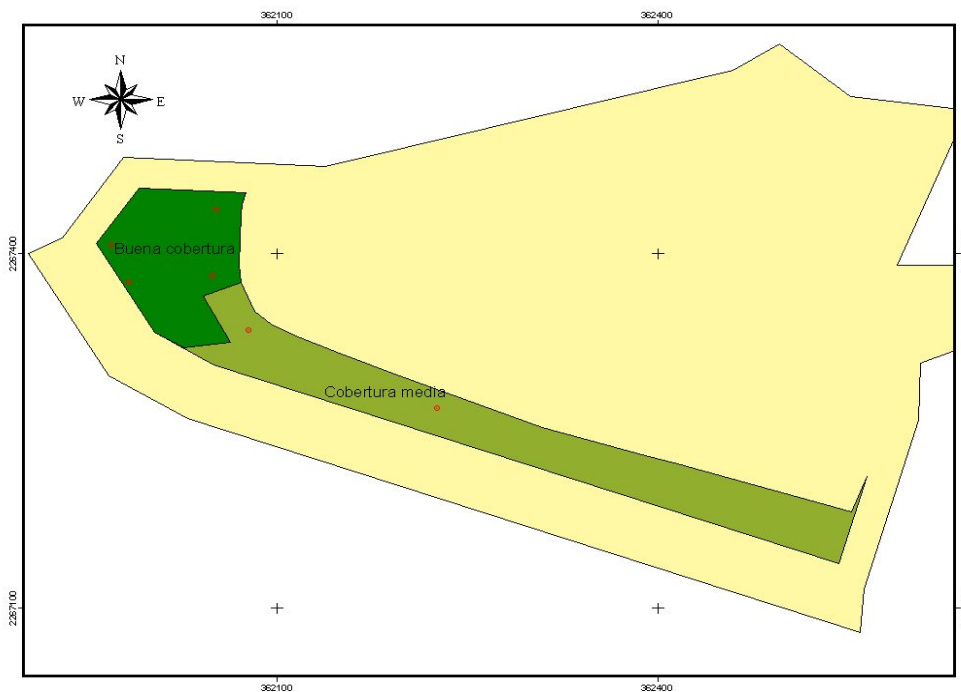


Figura 18. Ubicación de los sitios de muestreo de aves.

Tabla 36. Coordenadas UTM sitios de muestreo de aves.

Sitio	X	Y
1	362050	2267436
2	361968	2267408
3	361982	2267376
4	362047	2267381
5	362076	2267336
6	362224	2267269

Tabla 37. Coordenadas UTM transectos de muestreo de mamíferos y reptiles.

Transecto	Inicia		Termina	
	X	Y	X	Y
1	362050	2267436	361968	2267408
2	361968	2267408	361982	2267376
3	361982	2267376	362047	2267381
4	362047	2267381	362076	2267336
5	362076	2267336	362224	2267269

V.8.3. Parámetros Comparación

Riqueza específica

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

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

Tabla 38. Riqueza de fauna silvestre por grupo en el predio

Grupo	Riqueza
Aves	9
Mamíferos	2
Reptiles	1
Total	12

De acuerdo con la revisión bibliografía realizada para determinar la presencia de fauna silvestre en la cuenca y al estudio específico realizado en el predio se obtuvo la siguiente tabla comparativa

Tabla 39. Comparativo de la Riqueza de fauna silvestre Cuenca vs predio

Grupo	Riqueza en la cuenca	Riqueza en el predio
Aves	131	9
Mamíferos	19	2
Reptiles	24	1
Total	174	12

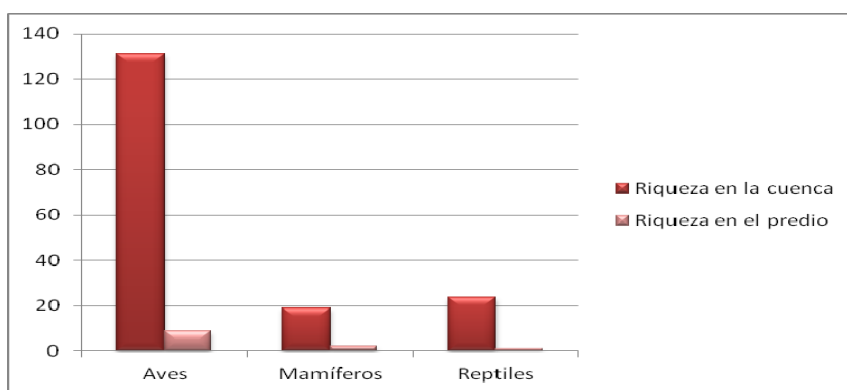


Figura 19. Gráfica comparativa de la riqueza de fauna entre la cuenca y el predio

Como podemos observar en la tabla 43 y en la grafica anterior la riqueza de fauna silvestre en la cuenca es mayor que la presentada en el predio; en porcentaje en el predio encontramos que las

aves presentan el 7% del total de las presentes en la cuenca mientras que los mamíferos y los reptiles presentan el 11 y 4% respectivamente.

Abundancia Relativa

La abundancia relativa se define como el número de individuos de una especie con respecto al número de individuos totales en la comunidad. Los datos de abundancia relativa proporcionan los índices del tamaño de las poblaciones que por lo general no pueden ser convertidos a una estimación de abundancia absoluta. Sin embargo, los resultados pueden proporcionar estimaciones de abundancia comparables entre localidades y especies, o dentro de la especie con el tiempo.

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales.

Frecuencia Relativa

La frecuencia relativa se refiere al número de veces que se detecta la especie / número total de individuos detectados en el inventario, no en la comunidad. Se refiere al porcentaje de registros y/o capturas de una especie en relación al total de registros y/o capturas realizadas en el inventario de un determinado lugar.

La frecuencia relativa de una especie mediante se calculará dividiendo el número de sitios en los que aparece dicha especie entre el número total de sitios del área evaluada multiplicado por cien. La frecuencia relativa es expresada en porcentaje y define hasta cierto punto la dispersión de la especie dentro de cada hábitat y localidad evaluada. Tiene la ventaja que no es dominada por la presencia de grandes cantidades de individuos, o sea es más estable.

La fórmula para estimar la frecuencia relativa se muestra a continuación:

$$FRC_x = \frac{L_x}{N_L} * 100$$

Donde:

L_x = número de listas de la localidad evaluada en las cuales la especie x está presente N_L e= número total de listas registradas para la localidad evaluada.

Tabla 40. Parámetros para el grupo de aves

Especies de aves	No de individuos	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa %	Índice Shannon
Colibrí lucifer	2	0.0952	2	33.3	0.3231
Luis gregario	1	0.0476	1	16.7	0.2092
Matraca del desierto	1	0.0476	1	16.7	0.2092
Perlita grisilla	4	0.1905	6	100.0	0.4557
Gorrión mexicano	6	0.2857	6	100.0	0.5164
Matraquita	1	0.0476	1	16.7	0.2092
Paloma huilota	3	0.1429	2	33.3	0.4011
Salta pared	1	0.0476	1	16.7	0.2092
dominico	2	0.0952	1	16.7	0.3231
	21	1.0000			

Tabla 41. Parámetros para el grupo de mamíferos

Especies de mamíferos	No de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa %	Índice Shannon
Zorrillo	8	0.8000	5	100.0	0.2575
Zorra	2	0.2000	2	40.0	0.4644
Total	10	1.0000			

Tabla 42. Parámetros para el grupo de reptiles

Especies de reptiles	No de Individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa %	Índice Shannon
Lagartija	2	1.0000	2	40.0	0.0000
Total	2	1			

V.8.4 Índice de Biodiversidad

Para el cálculo de la biodiversidad se utilizó el Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H' .

H' = índice de Shannon-Wiener que en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S . También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, $H' = 0$ cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén

representadas por el mismo número de individuos n_i , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

El valor del Índice de Diversidad de Shannon para la herpetofauna de la zona de estudio fue de cero ya que solo se encontró una sola especie. Para el caso de Avifauna y mastofauna los valores se consideran bajos de acuerdo a lo sugerido por Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon- WEINER, los valores inferiores a 1,5 se consideran como 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. En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1,5 y 3,5 y sólo raramente sobrepasa los 4,5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987).

Al aplicar el índice de diversidad de Shannon en el predio, se obtuvo valores que se interpretan como diversidad media para aves y diversidad baja para mamíferos y reptiles, esto se atribuye a la disminución de las poblaciones de estos animales como acción de la fragmentación del hábitat, que ha originado que las especies busquen sitios más lejanos.

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon, el predio refleja una diversidad media, representada principalmente por las aves que son especies de características generalistas, de amplia distribución, de sensibilidad baja y con capacidad de adaptarse a ecosistemas perturbados.

V.9 Ubicación del predio respecto a la población más cercana

La población más cercana al predio es la Comunidad de Santa Teresa, Huimilpan, que se encuentra a 1,500 m al sureste del predio.

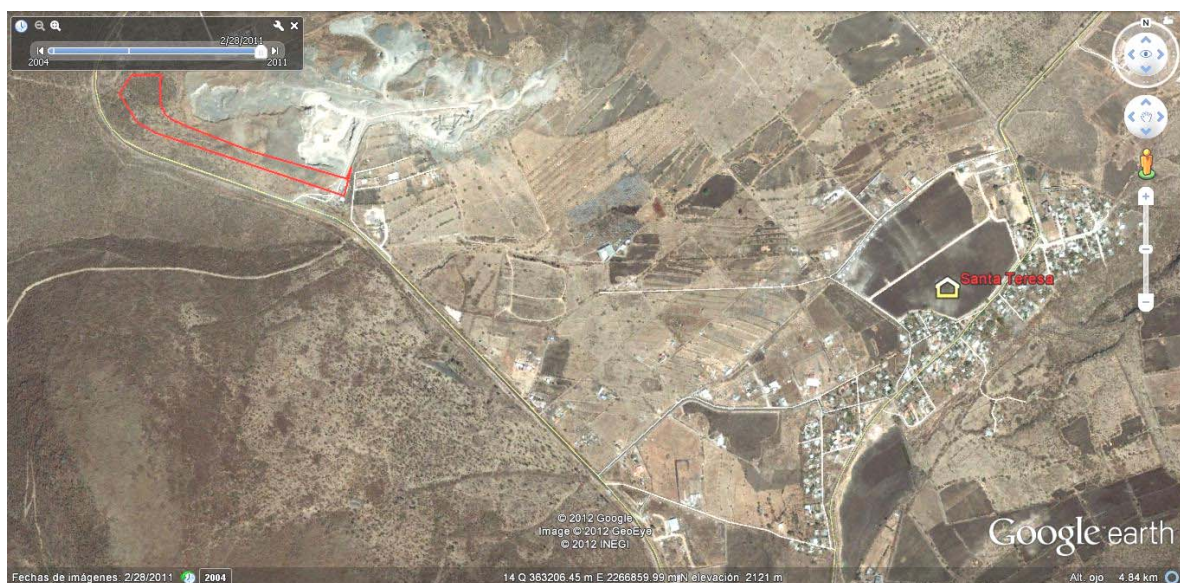


Figura 20. Ubicación del predio respecto a la población más cercana

V.10 Actividades y usos que actualmente se le dan al predio

Actualmente no se desarrolla ninguna actividad productiva dentro del predio, de acuerdo a lo observado, el predio sirve de agostadero para ganado bovino. En lo que respecta al uso que tiene actualmente, lo podemos definir como uso **FORESTAL** sustentando vegetación de **Matorral Subinerme perturbado**.

VI. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

El inventario forestal del predio se realizó en dos visitas para estudiar la totalidad del predio.

Durante la primera visita al predio se realizó un muestreo cualitativo de flora y fauna y se levantó la información de los diferentes usos de suelo, tipos de vegetación presente y se realizó el catastro; en las siguientes visitas se realizaron las mediciones dasométricas de los árboles y la cuantificación de arbustos y hierbas que se verán afectados con la ampliación del predio; el trabajo se realizó con el apoyo de una brigada de tres personas; quienes realizaron las siguientes mediciones en el arbolado con diámetros mayores o iguales a 5 cm: Número de individuo, especie (nombre común), diámetro normal (d.a.p. a 1.30 m de suelo) con apoyo de cinta diamétrica y la altura con ayuda de clinómetro - Sunnto; para la vegetación arbustiva, cactáceas y renuevos con diámetros menores de 5 cm (d.a.p.) se registró; número de individuo, especie y riqueza.

VII.1. Estratificación de las superficies para solicita CUS

A través del promovente se recibió un plano digital con el trazo del la poligonal del predio y se delimitaron los polígonos propuestos para CUS. En campo se verificaron las coordenadas con un GPS Garmin etrex, posteriormente en el SIG Arc View se crearon los polígonos propuestos para CUS.

VII.2. Método para determinar el volumen de madera e individuos a remover

El inventario forestal se realizó utilizando un sistema de muestreo simple aleatorio.

En los anexos se muestra el mapa con la ubicación de los sitios de muestreo. La toma de información de las características silvícolas y dasométricas se ha realizado tradicionalmente por medio de muestreo, ya que si se tratara de hacer a partir de medición directa mediante un censo de todo el recurso forestal, el tiempo y costo de la toma de información harían de esta actividad incosteable.

VII.2.1 Planeación del Inventario forestal

Determinación de la superficie de las poligonales forestales objeto de estudio.

Determinación del número total de sitios posibles que pudieran ubicarse dentro de cada polígono. El inventario forestal pretende la cuantificación de los recursos forestales por predio, antes de salir al campo a tomar la información, es necesario definir la cantidad de sitios requeridos para cada polígono así como su ubicación, para lo que se consideraron las siguientes fases:

- ✓ Selección aleatoria de los sitios de muestreo requeridos, así como un excedente para ajustes de campo.

- ✓ Determinación de sus Coordenadas en proyección UTM WGS-84 \approx ITRF-92, ZONA 14, para su posterior transferencia al GPS.
- ✓ Ubicación de los sitios en los planos y la fotografía satelital del área.
- ✓ Planeación del recorrido para abordar cada uno de los sitios, a través de sus coordenadas mediante el Sistema de Posicionamiento Global.

VII.2.2. Diseño de Muestreo

Para obtener la información requerida, se utilizó un diseño de muestreo simple aleatorio sin reemplazo estratificado, tomando como base los polígonos y su superficie generados en la división dasocrática efectuada para el predio.

VII.2.3. Forma y Tamaño de los Sitios

El inventario forestal se realizó a través de la delimitación de sitios de 5.64 m de radio o de 100 m², con la ayuda de cuerda compensada por pendientes de 5 en 5 %. El proceso para la toma de datos se basó en el conteo directo de los individuos que se encontraron dentro del sitio, durante esta actividad se fueron tomando los datos dasométricos y físicos de los individuos.

VII.2.4. Distribución de la muestra

La distribución de los sitios en los polígonos se realizó totalmente al azar sobre la cartografía forestal.

Para la selección de los sitios a muestrear, se utilizó la Extensión DNR SAMPLE.AVX VER. 2.2 de Arc View Gis 3.x. Esta extensión tiene entre sus utilidades la capacidad de generar entidades como parcelas, puntos ó sitios de muestreo de forma aleatoria. La extensión es un Programa de uso libre generado por el DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES DE MINNESOTA, E.U.A.

VII.2.5. Numeración de los sitios

Los sitios seleccionados para el inventario fueron numerados en forma consecutiva dentro de cada polígono tratando de seguir un orden, desde el sitio 01 hasta el n, esta numeración se utilizó como identificación del sitio.

VII.2.6. Información Silvícola y Dasométrica

La información silvícola y dasométrica se refiere a la siguiente información: especie, diámetro normal, altura total, aspectos fitosanitarios y daños al arbolado, así como propuestas de prescripción para cada uno de los árboles dentro del sitio.

VII.2.7. Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo promedio empleada en las áreas propuestas para cambio de uso de suelo fue de 7.2%, levantándose un total de 16 sitios en esas áreas.

Procesamiento de la información

Cálculo de la superficie para cambio de uso de suelo

Utilizando el programa Arc View se vacían las coordenadas tomadas en campo y se realiza el cálculo de superficies para cada polígono.

Cálculo de datos dasométricos

Dap de cada fuste = CAP/3.1416 en cm

Área Basal = (DAP)²*3.1416 en m²

Volumen cilíndrico: AB* H en m³

Área Basal poblacional (G)=(ABi/área muestreada)*1000, expresada en m²/ha

Volumen cilíndrico poblacional (VCp)= (VCi/área muestreada)*1000 en m³/ha

Factor de forma: 0.54

Volumen de materias primas por especie

Tabla 43. Volumen, número de individuos por especie en el predio propuesto para CUS.

Especie	No de individuos	Área basal m ²	Vol/ha m ³	Vol en el predio m ³
<i>Acacia schaffneri</i>	33	0.0039	0.0636	0.0706
<i>Bursera fagaroides</i>	867	0.2297	4.3976	4.9603
<i>Bursera palmeri</i>	121	0.0020	0.0318	0.0353
<i>Calliandra eriophylla</i>	208	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Celtis pallida</i>	439	0.0234	0.4375	0.4840
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	110	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1558	0.4070	10.3264	11.4354
<i>Ipomoea murucoides</i>	570	0.2410	5.4186	6.0145
<i>Jatropha dioica</i>	921	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	186	0.0068	0.1459	0.1618
<i>Lysiloma microfila</i>	625	0.0576	1.4772	1.6312
<i>Mamilaria magnimama</i>	66	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	11	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Montanoa tomentosa</i>	735	0.0020	0.0424	0.0465
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	285	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Nyctocereus serpentinus</i>	219	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Opuntia pubescens</i>	55	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Opuntia robusta</i>	11	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Opuntia streptacantha</i>	581	0.0000	0.0000	0.0000

<i>Prosopis laeviegata</i>	11	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Salvia sp</i>	66	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Senna polyantha</i>	329	0.0587	1.2948	1.4310
<i>Verbesina serrata</i>	505	0.0000	0.0000	0.0000
Total general	8513	1.0319	23.6358	26.2707

Tabla 44. Parámetros e índice de diversidad

Especie	No de individuos	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa %	Índice Shannon
<i>Acacia schaffneri</i>	33	0.0039	3	13	0.0371
<i>Bursera fagaroides</i>	867	0.1018	44	88	0.8032
<i>Bursera palmeri</i>	121	0.0142	8	50	0.1258
<i>Calliandra eriophylla</i>	208	0.0245	3	19	0.1613
<i>Celtis pallida</i>	439	0.0515	21	78	0.4349
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	110	0.0129	1	6	0.0809
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1558	0.1830	92	100	1.5241
<i>Ipomoea murucoides</i>	570	0.0670	50	81	0.6372
<i>Jatropha dioica</i>	921	0.1082	7	44	0.6197
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	186	0.0219	10	50	0.1866
<i>Lysiloma microfila</i>	625	0.0735	22	38	0.5116
<i>Mamillaria magnimama</i>	66	0.0077	3	19	0.0655
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	11	0.0013	1	6	0.0124
<i>Montanoa tomentosa</i>	735	0.0863	11	63	0.5721
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	285	0.0335	11	69	0.2708
<i>Nyctocereus serpentinus</i>	219	0.0258	1	6	0.1360
<i>Opuntia pubescens</i>	55	0.0064	1	6	0.0469
<i>Opuntia robusta</i>	11	0.0013	1	6	0.0124
<i>Opuntia streptacantha</i>	581	0.0683	17	94	0.5124
<i>Prosopis laeviegata</i>	11	0.0013	1	6	0.0124
<i>Salvia sp</i>	66	0.0077	3	19	0.0655
<i>Senna polyantha</i>	329	0.0387	16	50	0.3070
<i>Verbesina serrata</i>	505	0.0593	11	45	0.4204
Total general	8513	1			

Según Magurran, 1987, en comunidades naturales, el valor del índice de Shannon suele recaer entre 0 – 1.5 considerándose Diversidad baja, de 1.6 – 3.4 considerándose Diversidad Media y de 3.5 y rara vez sobre pasa 4.5 es considerada Diversidad Alta.

El valor del Índice de Diversidad de Shannon para la vegetación del predio es bajo para la mayoría de las especies y presenta el mayor valor únicamente para palo dulce que presenta mayor número de individuos en el predio.

Al aplicar el índice de diversidad de Shannon en el predio, se obtuvieron valores que se interpretan como diversidad baja, aquello se atribuye a la fragmentación de la vegetación dentro del predio.

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon, el predio refleja una diversidad baja y las especies son de características generalistas, de amplia distribución en el ecosistema y de sensibilidad baja.

VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

VII.1. Plazo de ejecución

Se solicita un plazo para realizar el Cambio de uso de suelo de **5 años**.

VII.2. Forma de ejecución

VII.2.1 Obtención del permiso de cambio de uso del suelo en terreno forestal

Como lo establece el reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable vigente en su artículo 58 fracción I, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, es la dependencia a quien le corresponde otorgar el permiso de cambio de uso del suelo en terreno forestal y, para ello, se hace necesario la presentación de un estudio técnico justificativo que será revisado por esta dependencia, una vez que los interesados en obtener el permiso hayan entregado este documento en la SEMARNAT, deberán esperar un plazo pertinente para que se les dé una respuesta por parte de la dependencia que dictaminará este estudio técnico justificativo para cambio de uso del suelo en terreno forestal.

VII.2.2. Rescate de especies de flora y fauna

Una vez obtenido el permiso correspondiente, se llevará a cabo el rescate de especies de flora y fauna silvestre, labor que estará a cargo de un responsable técnico. Para realizar el rescate de individuos vegetales y animales, se deberá de seguir el plan de rescate que se describe a continuación:

Plan trasplante de cactáceas y plantas de tallo suculento.

Los ejemplares colectados, se extraerán de su medio con suficiente sustrato, dado por sus dimensiones (por ejemplo, 1 m² de superficie de tierra por toda la profundidad de suelo húmifero que este localizado en el sitio de donde se extraerá cada uno de los individuos), procurando que las raíces de cada individuo, queden envueltas en costales y/o colocadas en cajas de cartón, para posteriormente ser transportados al sitio de acopio en carretillas o vehículo, donde se mantendrán en condiciones óptimas mediante mantenimiento (riego, fertilizado, actividades fitosanitarias, etc.), hasta su traslado y trasplantado a los sitios definitivos, el proceso de rescate es el siguiente:

1.- Ubicar geográficamente los individuos a ser trasplantados, fotografiarlos y tomar sus características físicas, previo a iniciar las labores de trasplante se ubicará la cara norte con pintura lavable a fin de no cambiar la orientación de los individuos en el proceso de relocalización. Esto es muy importante ya que, por su posición, los diferentes lados de las plantas se exponen de manera distinta a los rayos del sol; si esta posición no se mantiene, se pueden exhibir al sol directo sitios que estaban acostumbrados a

recibir poca luz, lo que puede llegar a causar quemaduras solares e incluso la muerte de la planta, ya sea directamente o como consecuencia de infecciones por ataques de hongos o bacterias en las zonas quemadas.

2.- Extracción sin cepellón, cicatrización y replantación (para cactáceas): Las plantas son extraídas sin suelo, perdiendo en el proceso una parte significativa de su sistema radical. Posteriormente, los ejemplares son ubicados en cajas y expuestos a la acción deshidratante del sol y el aire, lo que favorece la cicatrización y dificulta el desarrollo de microorganismos que pudieran causar la pudrición de la planta. Una vez cicatrizados, los ejemplares son reubicados, en donde regeneran su sistema radical.



Figura 21. Ejemplo de extracción y mantenimiento de cactáceas.

La forma de traslado de las plantas al lugar de acopio o sitio de reforestación, se llevará a cabo, de acuerdo con el tamaño de la planta así como de lo distante y accesible que este el sitio.

A continuación se describen las diferentes técnicas de traslado de plantas durante su rescate.

a) Traslado en camión de plantas banqueadas (en el caso de árboles, cuya altura sobrepase los 2 metros).

Al acomodar los ejemplares en el vehículo, se procurará que exista un espacio suficiente, que permita su mejor estibado; procurando que con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan; asimismo, no estibar más de dos niveles; además, de cuidar que el tallo y las hojas no sufran dobleces o quebraduras.

b) Acarreo de plantas en carretilla. Como el sitio de acopio se ubicará en la periferia del propio predio, el acarreo lo pueden hacer personas auxiliándose de cajas o huacales, transportados en carretillas. En este caso solo se debe cuidar que las plantas queden bien acomodadas y tengan el menor movimiento posible.

3.- Manejo y la plantación.

Acondicionamiento y Cicatrización. Los individuos removidos serán acondicionados para su restablecimiento, este acondicionamiento consiste en:

Podar las raíces (dejando las raíces principales de un largo de hasta 15 cm) y a la aplicación de fungicida y sellador de heridas.

Aplicación de limpieza de cortes y heridas. Consistente en hacer cortes limpios y de la menor superficie posible en las raíces; particularmente en el caso de aquellas que pudieran haberse desgarrado en la extracción; esto tiene como propósito disminuir la posibilidad de ataque de hongos.

Cierre de heridas mediante un sellador de heridas con acción fungicida.

El tratamiento con fungicidas y bactericidas en toda la superficie y particularmente en raíces, cortes y heridas. Lo anterior tiene por objetivo disminuir el ataque de hongos, frecuentemente observado.

La permanencia en el área de acondicionamiento es de dos a tres semanas, hasta la formación de callo en los cortes y el secado de las heridas que pudieren haberse producido.

Reubicación: Las plantas extraídas se reubicaran en el área de conservación destinada ex profeso en el predio, bajo condiciones similares a las del lugar en que habitaba. Es muy importante mantener la orientación original de los individuos, a fin de evitar quemaduras solares que puedan menguar su capacidad de supervivencia. Una vez plantada, es conveniente compactar bien el suelo alrededor de la misma y colocar tutores.

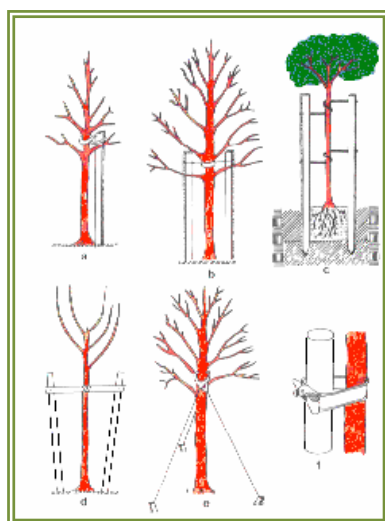


Figura 22. Tipos de tutores

El trasplante se deberá de realizar de la siguiente manera:

Cuando el trasplante es a raíz desnuda, lo más importante es cuidar que la planta se introduzca a la cepa de manera adecuada sin que la raíz sufra estrechez que pueda deformarla. El hoyo o cepa en que se vaya a introducir la planta, debe contar con las dimensiones adecuadas, dependiendo del tamaño de las raíces, que les permita conservar una posición lo más natural posible.

El cuello de la planta (inicio del tallo) debe quedar por lo menos al ras del suelo, o preferentemente un poco debajo, para prevenir un asentamiento del sustrato. La tierra fina que cubre el sistema radicular, es presionada con la mano, mientras que el relleno total de la cepa es compactado mediante el pisoteo.

Cuando la planta tiene cepellón (porción de tierra adherida a las raíces de las plantas), lo más importante es que se logre la profundidad de trasplante correcta y que por todos lados exista buen contacto con el suelo. Por ningún motivo se debe enterrar el contenedor o envase (plástico o cartón) en el que se envolvió la raíz al momento de extraerse de su sitio de origen.

Cuando la planta se trasplanta en una cepa, la forma de rellenarla es la siguiente:

- 1) Se debe sostener con una mano o con la ayuda de otra persona o maquina la planta en su posición correcta, o sostener en una posición recta el cepellón.
- 2) Con la otra mano, pala o maquina se va rellenando con tierra, uniformemente alrededor de la planta o cepellón, cuidando que la distribución de la tierra vaya siendo homogénea, esta operación se continúa hasta que el nivel de la tierra llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarlo con el pie quede al mismo nivel del terreno o ligeramente más abajo.
- 3) Para lograr un buen contacto del cepellón de la planta con el suelo, se debe compactar la tierra que rodea éste por medio del pisoteo; donde se encuentra el cepellón no es necesario realizar esta operación, a menos que al sacarlo del envase se haya removido, en este caso se debe compactar con la mano.

El riego se realizará en las horas de menor insolación, muy temprano o por la tarde, efectuándose con mangueras o manualmente, utilizando cubetas o regaderas.

Mantenimiento post-reubicación: Se lleva a cabo con la finalidad de asegurar la supervivencia del mayor número posible de ejemplares. Las actividades a realizar pueden incluir riego, deshierbe, fertilización y eliminación de pudriciones. En casos extremos, como con la detección de pudriciones avanzadas, la planta puede ser extraída y tratada en el vivero hasta su recuperación.

Evaluación de supervivencia: Esta se realiza periódicamente, con el fin de conocer el éxito de las actividades llevadas a cabo.

Se monitoreará el estado sanitario de las plantas, registrando aspectos de apariencia general, aparición de marcas de daño o eventuales pérdidas de turgencia.

Este monitoreo se hará de acuerdo al siguiente programa:

- Monitoreo 1 a los 30 días de su relocalización.
- Monitoreo 2 a los 6 meses de la relocalización.
- Monitoreo 3 a los 12 meses.

Se realizarán observaciones de:

- Registro de mortalidad y supervivencia.
- Coloración.
- Estado fenológico.
- Desarrollo de raíces en individuos desenterrados al azar.
- Depredación, parasitismo, entre otros.

A continuación se presenta el cronograma de actividades para el rescate de especies vegetales; el cual se ejecutará anualmente durante 5 años de acuerdo con el desarrollo del proyecto.

Tabla 45. Cronograma de ejecución de rescate de flora.

Actividad	Periodo de Ejecución en Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Inicio													
Extracción													
Mantenimiento													
Reubicación													
Mantenimiento Pos-reubicación													
Evaluación de supervivencia													
Informe final													

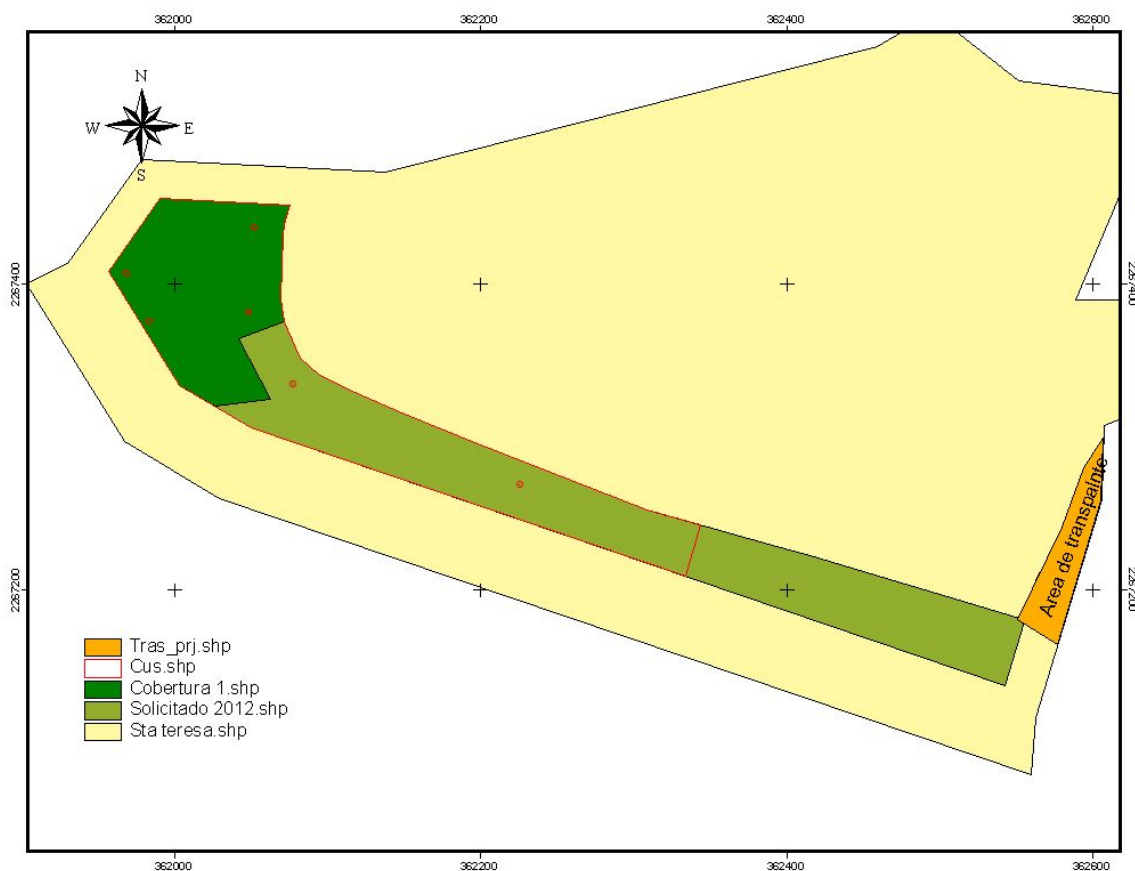


Figura 23. Sitios para trasplante

VII.2.3. Estrategia de rescate de fauna silvestre

La metodología empleada para el rescate de fauna es la siguiente:

- Ubicar en un mapa topográfico del predio las áreas con mayor abundancia de hábitat para cada grupo de vertebrados y seleccionar los posibles sitios donde se efectuará la reubicación de los organismos rescatados.

Hacer un recorrido de inspección en el predio, para:

- Ubicar los posibles nidos o madrigueras de los vertebrados.
- Ahuyentar a los organismos que se encuentren cerca del área de trabajo, durante el tiempo que dure la obra.
- Rescatar a los organismos que queden atrapados durante la realización de la obra (en el caso de encontrar nidos o madrigueras con cachorros, se mantendrán en jaulas o corrales hasta que alcancen una edad considerable para su sobrevivencia).

- Tomar registro o evidencia de los rescates realizados con ayuda de material y/o equipo (hojas de registro, cámara fotográfica, cámara de video u otros).
- Traslado y reubicación de los organismos rescatados al lugar seleccionado estratégicamente, el cual debe presentar condiciones similares a su ecosistema del cual fue extraído (rescatado).

Cabe señalar que queda estrictamente prohibido al personal involucrado en el trabajo de campo realizar colecta, cacería, comercialización u otra actividad que afecte la fauna silvestre de la región.

Técnicas de rescate para los diferentes grupos de vertebrados silvestres

ANFIBIOS Y REPTILES.

Para rescatar a los anfibios se procede a capturarlos por medio de una red de cuchara, esto con el fin de manipular con mayor facilidad a los ejemplares que lleguen a quedar atrapados durante los trabajos de la obra. Los animales capturados se colocarán en bolsas de manta húmeda para transportarlos al área donde serán reubicados. Antes de reubicar a los anfibios rescatados se realizará la clasificación taxonómica de la especie con ayuda de guías de campo y trabajos realizados para la zona de estudio, además de efectuar el registro fotográfico.

En el caso de los reptiles se usarán puentes (troncos de madera colocados de la base de la cepa, hasta la base del suelo), pinzas y ganchos herpetológicos para rescatar a los ejemplares que queden atrapados en los barrenos que se abran para el hincado de las silletas. Además el uso de estos accesorios evitará riesgos en la manipulación de reptiles venenosos. Antes de reubicar a los individuos rescatados se realizará la clasificación taxonómica de la especie con ayuda de guías de campo y trabajos realizados para la zona de estudio, además de efectuar el registro fotográfico.

ORNITOFAUNA.

En lo que se refiere a las aves. Si se encuentran nidos con huevos, se tratará de colocar los nidos en otro árbol, pero en el caso de encontrar nidos con polluelos se capturará a los progenitores, esto con el fin de que al rescatar el nido y colocarlos en otro sitio, no sea abandonado por los padres, y así evitar la muerte de los polluelos, para dicha actividad se emplearán binoculares (para localización de nidos) y redes ornitológicas (para la captura). Antes de reubicar a las aves rescatadas se realizará la clasificación taxonómica de la especie con ayuda de guías de campo y trabajos realizados para este grupo de vertebrados, además de efectuar el registro fotográfico.

MASTOFAUNA.

En el caso de los mamíferos, los animales que queden atrapados en alguna de las perforaciones de los barrenos durante el hincado de las silletas, se manipularán de acuerdo a las técnicas empleadas para mamíferos pequeños (Romero-Almaraz, *et al.*, 2000). En donde se emplearán trampas tipo Sherman (para mamíferos pequeños) puentes naturales y jaulas (para mamíferos medianos). Antes de reubicar a los mamíferos rescatados se realizará la clasificación taxonómica de la especie con ayuda de guías de campo y trabajos realizados para estos grupos de vertebrados, además de efectuar un registro fotográfico.

Otras estrategias para proteger y conservar el hábitat existente de las especies y subespecies de flora y fauna silvestres

- Al finalizar la jornada diaria se deberá colocar una malla de alambre, fijada con estacas, en cada uno de los barrenos abiertos, con la dimensión adecuada para que evite que en los hoyos de los barrenos caiga cualquier animal pequeño que durante la noche transite por el área (reptiles, aves y mamíferos).
- En caso de que se encuentren organismos vivos en fosas o zanjas, se deberá proceder a su rescate y posterior liberación.

VII.2.4. Extracción de Materia prima

Para el transporte de los productos en caso necesario se tramitará la documentación para acreditar la legal procedencia de las materia primas forestales en base a lo establecido en el artículo 95, 96, 97, 98, 99 y 100 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

VII.2.5. Ejecución del cambio de uso de suelo

Preparación del sitio

Trazo y nivelación: consiste en establecer bancos de nivel y ubicar los vértices de los límites de las áreas a intervenir; dicha actividad se realiza con la ayuda de equipo de topografía que servirá para determinar las poligonales propuestas para cambio de uso de suelo.

Desmante y Despalme

Consiste en eliminar la vegetación existente en las áreas donde se va a hacer el cambio de uso de suelo, esta actividad es realizará de manera mecánica. El despalme se realizará utilizando maquinaria pesada hasta llegar a la roca a una profundidad de 15 cm. Los materiales derivados del despalme son confinados dentro del banco para ser usados posteriormente en la restauración del banco.

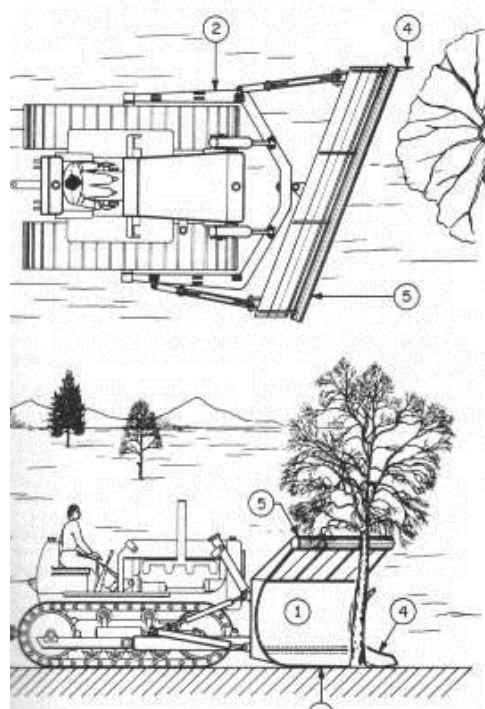


Figura 24. Ilustración del desmorte

VII.2.6. Control de desperdicios

El material vegetal, resultante del derribo, será en su mayoría utilizado para realizar obras de conservación y enriquecimiento de suelo en la restauración del banco, así como germoplasma vegetativo para reforestaciones.

VII.2.7. Cumplimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos

Consisten en; colocar contenedores para la disposición de los residuos generados en los frentes de trabajo, no sustraer vegetación ni fauna silvestre, no utilizar fuego y químicos para la limpieza de las áreas de trabajo.

Tabla 46. Cronograma de actividades del CUS

Actividad	Semestres											
	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	
Selección y rescate de especies vegetales												
Limpieza												
Reubicación y mantenimiento												
Cumplimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos												

VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES

Tierras frágiles, aquéllas ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal natural.

En la clasificación de uso de suelo del predio propuesto para cambio de uso de suelo se delimitó un polígono considerados como tierras frágiles el cual se ubica fuera del área propuesta para cambio de uso de suelo y tienen una superficie de 0.265 hectáreas; donde se pueden realizar actividades de conservación de suelos con reforestación, usando para ello el material vegetativo que se extraiga del cambio de uso de suelo.

Barreras vivas, modalidad propagación vegetativa

Las barreras vivas permiten principalmente retener azolves y disminuir escurrimientos, se utilizan principalmente en zonas áridas y permiten el desarrollo de la vegetación nativa, además de tener a futuro fines productivos. Este tipo de obra es recomendable para suelos delgados, pedregosos o compactos en donde no se puede hacer otro tipo de obra.

Son hileras de plantas perennes sembradas de forma perpendicular a la pendiente, casi siempre en curvas a nivel, dispuestas con determinado distanciamiento que no permiten el libre paso de la escorrentía. El costo de la obra por hectárea es de **\$2,224.64 (Dos mil doscientos veinticuatro pesos 64/100 M.N)**.

Reducen la velocidad del agua que corre sobre la superficie del terreno, impidiendo así el arrastre de suelo. Con este fin, se utilizan plantas perennes, sembradas en hileras continuas o casi continuas, que en poco tiempo forman un obstáculo efectivo al paso de suelo.

En la construcción de barreras vivas para retención de sedimentos se deben privilegiar a las especies forestales que permitan su desarrollo al plantarse en distancias cortas, ya sea sembradas como estacas, hijuelos, plantación, trasplante, raqueta o penca para el caso del nopal, de especies: arbustivas, nopales, agaves y demás especies forestales, siempre y cuando cumplan su función principalmente de retener suelo. No se utilizarán especies herbáceas.

La barrera viva con propagación vegetativa, con especies de zonas áridas lechuguilla, sábila, guapilla, garambullo y nopal es una práctica que permite retener azolves e infiltrar agua, lo cual favorece el desarrollo de vegetación nativa de zonas áridas, propiciando la restauración de áreas degradadas.

Construcción de las barreras vivas.

Las barreras vivas son una opción en las zonas áridas y semiáridas donde predominen suelos delgados, pedregosos o compactados, lo cual impide la construcción de otro tipo de obras. Las actividades para el establecimiento de la barrera viva con propagación vegetativa como obra de conservación del suelo son las siguientes:

1. Selección del sitio. Lugares con presencia de erosión laminar y en canalillos de zonas semiáridas.
2. Trazo y marcado de las curvas a nivel. Mediante el uso de tránsito, nivel de mano o cualquier otro nivel disponible se trazan las curvas a nivel, marcándolas con estacas, separadas cada 16.6 m.
3. Realización de excavación sobre la curva a nivel trazada. Esta se realiza aproximadamente a 10 cm. de profundidad y 15 cm. de ancho, con alguna herramienta manual, como pico y azadón.
4. Recolecta y traslado del material vegetativo. La recolecta de los hijuelos, brazos o pencas los cuales deben tener una altura mayor a 25 cm.
5. Plantación de las especies. Las plantas se acomodan de manera contigua (sin separación entre ellas) a lo largo de la excavación realizada, siguiendo la curva a nivel, colocando las de mayor tamaño en zonas donde el escurrimiento pluvial se concentre o sea mayor; aproximadamente se acomodan 5 plantas por 1 m. Es importante que al inicio y al final de cada barrera viva se realice un "cabeceo", es decir colocar un metro de planta de manera perpendicular a la barrera viva, en dirección aguas arriba, formando un ángulo de 90 grados, para que se retenga una mayor cantidad de azolves.
6. Mediante azadón se arrima tierra en ambos lados de la base de las plantas, con lo cual las plantas que conforman la barrera enraizarán mejor y se favorecerá la retención de azolves a lo largo de la barrera viva.
7. Finalmente se debe compactar la tierra para que la planta quede firme, con los pies o con las herramientas manuales disponibles. La cantidad de barrera viva con propagación vegetativa a realizar, es de 600 m/ha, utilizando en promedio 3,000 plantas/ ha.



Figura 25. Propagación vegetativa

Además de estas actividades adicionalmente se puede usar el suelo producto del despalme que se realice en los polígonos propuestos para cambio de uso de suelo, con la finalidad de que se enriquezca el área trabajada y se faciliten las acciones de reforestación y establecimiento de especies herbáceas.

La vegetación a establecerse será aquella que se extraiga de las áreas a desmontar, entre las que tenemos: Colorín, garambullo, nopales, sangregado y biznagas. De los cuales se presenta en la siguiente tabla el número de individuos susceptibles a ser usados en esta actividad.

Tabla 47. Especies a establecer en las tierras frágiles

Nombre común	Nombre científico	No total de individuos	Aprovechables
Palo xixote	<i>Bursera fagaroides</i>	680	204
Sangre de grado	<i>Jatropha dioica</i>	900	270
Biznagueta	<i>Mamillaria magnimama</i>	44	13
Garambuyo	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	132	39
Reina de la noche	<i>Nyctocereus serpentinus</i>	55	16
Nopal Bondota	<i>Opuntia robusta</i>	55	16
Nopal Chamacuero	<i>Opuntia streptacantha</i>	176	53

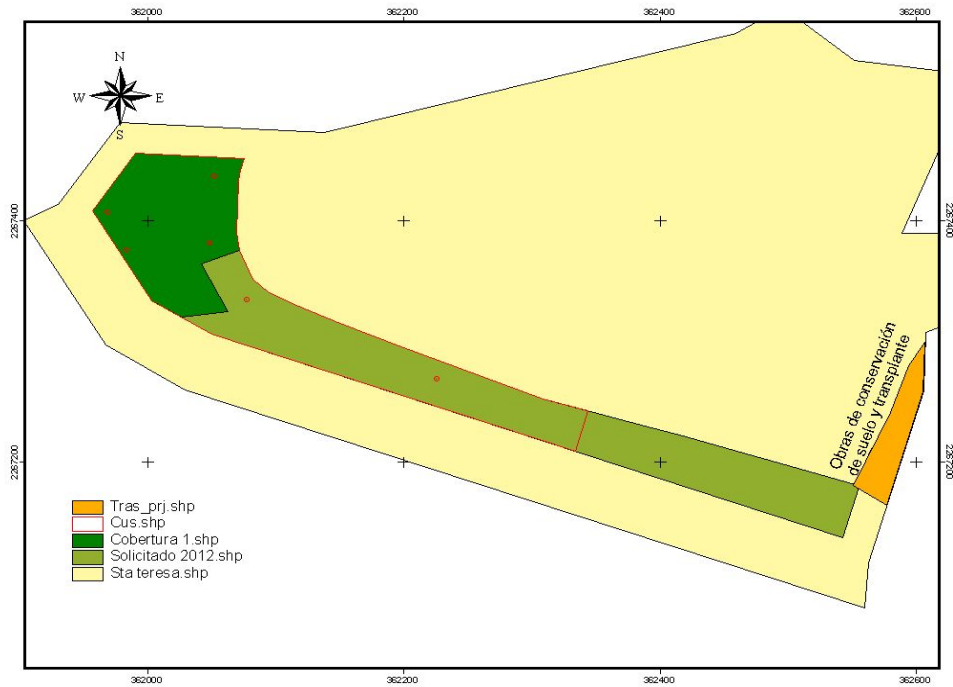


Figura 26. Ubicación de las tierras frágiles y obras de restauración

**IX. MEDIDA DE PREVENCIÓN Y
MITIGACIÓN DE IMPACTOS
AMBIENTALES SOBRE LOS RECURSOS
FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA
SILVESTRE, APLICABLES DURANTE
LAS DISTINTAS ETAPAS DE
DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO
DE SUELO.**

IX.1 Metodología de Evaluación y Justificación de la Metodología Seleccionada

IX.1.1 Metodología de Evaluación

El desarrollo de este apartado del Estudio Unificado, se desarrolló con la información generada en el diagnóstico ambiental, aplicando la matriz modificada de Leopold (1971). Esta metodología tiene un arreglo matricial de tres entradas; en la columna vertical izquierda se relacionan los componentes ambientales susceptibles de ser impactados, en la fila horizontal superior se colocan características de los impactos y en la columna vertical derecha se coloca la obra o actividad generadora del impacto, con esta metodología se identificó, describió y evaluó cada uno de los impactos potenciales generados por el proyecto al insertarlo en el área de influencia.

Para la identificación de los impactos se siguieron los pasos que se menciona a continuación:

- ✓ Identificación de las actividades generadoras de impacto
- ✓ Identificación de los componentes susceptibles de ser impactados.
- ✓ Identificación y descripción de impactos potenciales
- ✓ Definición de indicadores de impacto y los criterios de valoración.
- ✓ Evaluación de los impactos para cada componente ambiental identificado, a través de la Matriz modificada de Leopold.

IX.1.2 Justificación de la Metodología Seleccionada

Esta metodología se seleccionó fundamentalmente porque en su aplicación aborda aspectos importantes del proceso de evaluación de impacto ambiental, como son la identificación, la predicción, interpretación y la evaluación de impactos, de la misma forma la metodología facilita el proceso de toma de decisiones en el proyecto y favorece la comunicación de resultados. (SEMARNAT, 2002, Espinoza, 2002).

IX.1.3 Identificación de las Actividades Generadoras de impacto y Componentes Ambientales Susceptibles de Impacto

El desarrollo del proyecto de ampliación del banco de materiales que promueve CEMEX Concretos, se llevará a cabo diversas actividades, las cuales se pueden agrupar dentro de las siguientes etapas

- ✓ Etapa de Preparación del Sitio
- ✓ Etapa de Construcción
- ✓ Etapa de Operación.

De acuerdo con estas etapas y para identificar los impactos generados en cada una de ellas, se realizó una agrupación de acuerdo con los componentes ambientales, físicos y sociales que impactan siendo estos:

- ✓ Aspectos del medio Físico o abiótico (Suelo, Aire)
- ✓ Aspecto del medio Biótico (Flora, Fauna)
- ✓ Aspecto del medio Socioeconómico (Empleo, Población, Índice de migración)
- ✓ Aspectos Estéticos (Paisaje, Aumento de ruidos, emisiones)

IX.1.4 Indicadores de impacto

Para la adecuada valoración de los impactos generados, se debe considerar la selección de los indicadores, es decir de los elementos del medio ambiente afectado positiva o negativamente, por un agente de cambio, que en este caso será de obras y actividades a realizar con el proyecto. Los indicadores pueden ser cuantitativos o cualitativos y deben permitir evaluar la disminución de las alteraciones que pueden producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o el desarrollo de una actividad.

Los indicadores de impacto ayudarán a decir si el impacto es negativo o positivo, ayudan a identificarlo, medirlo, calificarlo, clasificarlo y evaluarlo, tomando como base las disposiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, además de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

IX.1.5 Lista Indicativa de Indicadores de Impacto

En la siguiente tabla se presenta la lista de impactos a ser evaluados los cuales se determinaron de acuerdo con la naturaleza del proyecto

Tabla 48. Indicadores de Impactos Ambientales Potenciales

Componente	Indicador
Suelo	Impermeabilidad
	Grado de erosión
	Compactación
Aire	Partículas suspendidas
	Ruidos
Flora	Diversidad
	Superficie de estrato arbóreo
	Superficie de estrato arbustivo
Fauna	Superficie de hábitat de fauna terrestre
	Superficie de hábitat de fauna aérea
	Número de refugios

Agua	Área de captación
	Calidad
Socioeconómico	Número de empleos
	Plusvalía del suelo
Paisaje	Cambios en la estructura paisajística
	Perdida de vegetación
	Aumento de ruidos y emisiones

IX.1.6 Identificación de Impacto

A continuación se presenta la identificación de los posibles impactos de acuerdo con el componente ambiental susceptible a ser afectado, así como la descripción del impacto potencial.

Tabla 49. Impactos ambientales identificados

<i>Componentes Ambientales</i>	<i>Descripción del Impacto Potencial</i>
Agua	Contaminación por uso durante la ampliación del banco
	Aumento del escurrimiento superficial
Aire	Contaminación por polvos fugitivos
	Contaminación sonora
Fauna	Perturbación de patrones etiológicos (Conductas) por presencia humana
	Alteración de Hábitat
	Ahuyentamiento de la zona
Flora	Disminución de la cubierta vegetal
Paisaje	Disminución del paisaje forestal
	Afectación de la vegetación cercana por polvo proveniente de la ejecución del proyecto.
Suelo	Aumento de vibraciones
	Compactación
	Disminución de la permeabilidad
	Erosión
Socioeconómico	Aumento de empleo temporal en la zona
	Mantenimiento de empleos permanentes de la empresa

IX.1.7 Criterios y Evaluación de Impactos

Una vez definida la lista de indicadores de impacto a evaluar, se procedió a seleccionar los criterios y la metodología de evaluación, para este caso se elabora una matriz de importancia de acuerdo con los siguientes criterios:

Signo o Carácter. Muestra si un impacto representa un beneficio ambiental o por el contrario si causan daño o deterioro tanto de componentes como del ambiente en su totalidad.

Tipo de impacto. Nos indica el modo en que se produce el impacto, si se produce sobre algún factor, por una acción directa o por consecuencia de acciones sobre otros factores.

Permanencia o duración en el tiempo. Nos indica la escala temporal en que actúa un determinado impacto.

Ubicación del impacto Nos indica si el impacto se produce sobre un factor en especial, o si el impacto se extiende hacia otros factores y se caracteriza por ser localizado o extensivo.

Reversibilidad. Nos indica si el impacto producido es reversible o irreversible.

Posibilidad de adoptar medidas de mitigación. Indica si es posible aplicar acciones para contrarrestar el efecto del impacto, o minimizarlo.

Probabilidad de ocurrencia. Indica la probabilidad de que ocurra el impacto esperado, en algunos casos el impacto puede no presentarse.

Magnitud. Indica la importancia del impacto, de acuerdo a tres criterios, impacto alto, moderado o bajo.

Tabla 50. Valoración de Impactos Ambientales.

Clasificación de Impactos	Valoración		
	Negativo (-)	Neutro (0)	Positivo (1)
Signo o Carácter (S)	Negativo (-)	Neutro (0)	Positivo (1)
Tipo de Impacto (T)	Directo (3)	Indirecto (2)	Difuso (1)
Permanencia o duración en el Tiempo (P)	Permanente (3)	Temporal(2)	Fugaz (1)
Ubicación del impacto (U)	Extensivo (3)	Parcial (2)	Localizado (1)
Reversibilidad (RE)	Irreversible (3)	Parcialmente reversible (2)	Reversible (1)
Posibilidad de adoptar medidas de mitigación (AM)	Baja (3)	Media (2)	Alta (1)
Probabilidad de ocurrencia (O)	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Magnitud (M)	Alta (3)	Moderada (2)	Baja (1)

Valoración de impactos.

El impacto total de una actividad se evaluó con la siguiente expresión:

$$\text{Impacto total} = S \times (T+P+U+Re+AM+O+M)$$

Negativos (-)		Positivos (+)	
Crítico	$\geq (-) 18$	Muy alto	$\geq (+) 18$
Severo	$(-) 18 \geq (-) 16$	Alto	$(-) 18 \geq (-) 16$
Moderado	$(-) 15 \geq (-) 10$	Mediano	$(+) 15 \geq (+) 10$
Compatible	$\leq (-) 9$	Bajo	$\leq (+) 10$

Según la tabla anterior definiremos a los impactos de acuerdo a los siguientes criterios que nos permitirán demostrar cuál es el grado de afectación del proyecto y sus correspondientes medidas de mitigación

Impacto Compatible indica que el grado de impacto es mínimo, o bien la inexistencia del impacto o incluso la recuperación inmediata tras el cese de la acción. Por lo general no se necesitan prácticas mitigadoras.

Impacto Moderada Indica que la recuperación de las condiciones iniciales del medio ambiente requiere cierto tiempo en condiciones naturales, o bien que se requieren de ciertas prácticas de mitigación simples.

Impacto Severo Indica que para la magnitud del impacto causado se deben de realizar prácticas específicas de mitigación y que la recuperación necesita de un periodo de tiempo prolongado.

Impacto Critico Indica que la magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posibilidad de recuperación incluso con la adopción de prácticas de mitigación

Para el caso del proyecto se definieron las actividades generadoras de impactos de acuerdo con la etapa del proyecto y la obra específica a desarrollarse por lo que se generó la siguiente matriz, que junto con la valorización de los impactos nos permitió generar la matriz de Leopold.

Tabla 51. Evaluación de Impactos Ambientales.

<i>Etapas del proyecto</i>		
<i>A. Trazo</i>	<i>B. Limpieza del Sitio</i>	
<i>Apertura del banco</i>		
<i>Instalación</i>	<i>Acondicionamiento</i>	<i>Colocación de</i>
<i>1..Patio de maniobras</i>	<i>2. Excavación</i>	<i>3. Señalización.</i>
<i>Operación</i>		
<i>I. Aprovechamiento del material.</i>		

Factor Ambiental	Componente	Indicador	Características de los Impactos															Valorización			Actividad y Obra Generador del Impacto.																														
			S			T			P			U			Re			AM				O			M			N(-)			P(+)																				
			N	NE	P	D	I	DI	P	T	F	E	P	L	I	PR	R	B	M	A		A	M	B	A	M	B	S	M	C	A	M	B																		
Físico	Suelo	Permeabilidad			+	3			3					1	3				1	3			3										17			B,1,2,I															
		Grado de Erosión	-					1			1			1		2				1		2			2										-10			B,1,2,I													
		Compactación	-			1					2			1		2			2		3			2												-13			B,1,2,I												
		Vibración	-					1			1			1		1			1		2			1												-8			B,1,2,I												
	Aire	Polvos fugitivos	-					1			1			1		1			1		2			1													-8			B,1,2,I											
		Microclima	-				2			2			1		2				1		2			2													-12			B,1,2,I											
		Combustión de derivados del petróleo	-				2			1			1		1			1		2			2															-10			B,1,2,I										
	Agua	Área de captación				+	3			3				1	3				1	3			3															17			B,1,2,I										
		Calidad				0			2				1		1			1		1			1			1													8			B,1,2,I									
Bióticos	Flora	Diversidad	-					1			1		1		1			1		1			1																-7			A,B,1,2,I									
		Disminución Superficie estrato Herbáceo	-				3			2			1		2			2		3			2																	-15			B,1,2,I								
		Disminución Superficie estrato Arbustivo	-				3			2			1		2			2		3			2																		-15			B,1,2,I							
		Disminución Superficie estrato Arbóreo	-				3			2			1		2			2		3			2																		-15			B,1,2,I							
	Fauna	Disminución Superficie refugios terrestres	-				3			3			1		2			2		2			1																			-14			B,1,2,I						
		Disminución Superficie de refugios aéreos	-				3			3			1		2			2		2			1																			-14			B,1,2,I						
Socioeconómicos	Aumento de empleo temporal en la zona					+	3			3			3					1	3			3																					19			A, B,1,2,I					
	Mantenimiento de empleos permanentes de la empresa					+	3			2			1	3			3		3			2																						16			A, B,1-3,I				
Paisaje	Cambios en Estructura Paisajística	-					3			2			1		2			2		3			2																						-15			A, B,1-3,I			
	Contraste cromático	-					3			2			1		2			2		3			2																							-15			A, B,1-3,I		
	Perdida de vegetación	-					3			2			1		1			1		2			2																								-12			B,1,2,I	
	Aumento de Ruido y Emisiones	-							1			1		1		1			1		2			2																									-9		

IX.2 Caracterización y evaluación de los Impactos Ambientales

Una vez realizada y analizada la matriz de impactos de Leopold, se procedió a caracterizar y evaluar los impactos ocasionados de acuerdo a las diferentes etapas del proyecto, para ello se optó por describir las características del impacto generado al componente y su valorización

Tabla 52. Valoración de los impactos evaluados

Componente	Impacto	Descripción	Valoración
Suelo	Permeabilidad	Por la ampliación del banco se aumenta la permeabilidad	Positivo, directo, permanente, extensivo, irreversible, con posibilidad alta de mitigarse, ocurrencia y magnitud alta.
	Grado de Erosión	Por el tipo de obra a realizarse es un hecho que se provocará erosión en algún grado, principalmente cuando se realice el despalme.	Negativo, Difuso, Fugaz, Localizado, parcialmente reversible, con posibilidad de mitigación alta, ocurrencia y magnitud media.
	Compactación	Se realizará principalmente en las áreas por donde circula la maquinaria	Negativo, Directo, Temporal, Localizado, reversible, con posibilidad media de mitigarse, ocurrencia y magnitud alta.
	Vibración	Se ocasiona por las detonaciones y el uso de maquinaria	Negativo, difuso, fugaz, localizado, reversible, con posibilidad alta de mitigarse, ocurrencia media y magnitud baja.
Aire	Polvos Fugitivos	Por el despalme, movimiento de tierra y materiales se generan polvos que disminuyen la calidad del aire	Negativo, difuso, fugaz, localizado, reversible, con posibilidad alta de mitigarse, ocurrencia media y magnitud baja.
	Microclima	Por la eliminación de la vegetación se altera el microclima.	Negativo, indirecto, temporal, localizado, parcialmente reversible, posibilidades altas de mitigarse, ocurrencia media y magnitud moderada.
	Combustión de derivados del petróleo	Por la utilización de maquinaria en las distintas etapas del proyecto se generan humos que afectan la calidad del aire.	Negativo, indirecto, fugaz, reversible, con posibilidad alta de mitigarse, ocurrencia media y magnitud moderada.
Agua	Área de captación	Se aumenta con la ampliación del banco	Positivo, directo, permanente, extensivo, irreversible, con posibilidad alta de mitigarse, ocurrencia y magnitud alta.
	Calidad	Se ve disminuida por el movimiento de tierra y roca basáltica	Neutro, difuso, fugaz, localizado, reversible, con alta posibilidad de mitigarse, ocurrencia y magnitud baja.
Flora	Diversidad	Se provoca la pérdida temporal de la diversidad vegetal al removerla de su sitio original sin embargo se promueve la reubicación dentro del predio.	Negativo, difuso, fugaz, localizado, reversible, con alta posibilidad de mitigarse, ocurrencia y magnitud baja.
	Disminución de superficie herbácea, arbustiva y arbórea.	Con la limpieza y trazo para la ampliación del banco se pierde temporalmente este elemento y sólo se disminuye definitivamente en la ampliación del banco. Se promueve la reubicación de los elementos arbóreos y se fomenta el crecimiento de los arbustos y hierbas durante la operación del proyecto.	Negativo, directo, temporal, localizado, parcialmente reversible, con posibilidad media de ser mitigado, posibilidad de ocurrencia alta y magnitud moderada.
Fauna	Disminución de refugios terrestres	Debido al despalme del terreno donde se ampliará el banco se disminuirá temporalmente la superficie de refugios terrestres.	Negativo, directo, permanente, localizado, parcialmente reversible, con posibilidad media de ser mitigado, ocurrencia media y magnitud baja.
	Disminución de	Por la pérdida de vegetación	Negativo, directo, permanente,

	refugios aéreos	arbórea se disminuirá temporalmente la superficie de refugios aéreos, posteriormente los individuos trasplantados y la restauración del banco se proveerá de refugio para los animales.	localizado, parcialmente reversible, con posibilidad media de ser mitigado, ocurrencia media y magnitud baja
Social y económico	Número de empleos	Se generarán empleos temporales durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto.	Positivo, directo, permanente, extensivo, irreversible, con posibilidad alta de mitigarse, ocurrencia y magnitud alta.
	Mantenimiento de empleos	Se mantienen los empleos dentro de la empresa durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto.	Positivo, temporal, localizado, irreversible, con baja posibilidad de mitigarse, ocurrencia y magnitud, altas.
Paisaje	Cambio en estructura paisajística	Por la ampliación del banco se modifica la estructura paisajística.	Negativo, directo, permanente, localizado, parcialmente reversible, con posibilidad media de mitigarse, ocurrencia alta y magnitud moderada.
	Contraste cromático	Se rompe con la armonía visual y se contrasta con la ampliación del banco.	Negativo, directo, permanente, localizado, parcialmente reversible, con posibilidad media de mitigarse, ocurrencia alta y magnitud moderada.
	Perdida de vegetación	Se altera el paisaje por la pérdida de la vegetación	Negativo, directo, temporal, localizado, reversible, con alta posibilidad de mitigarse, ocurrencia media y magnitud moderada
	Aumento de ruidos y emisiones	De modifica el paisaje principalmente por la emisión de polvo y humo durante la etapa de operación del banco.	Negativo, difuso, temporal, localizado, reversible, con alta posibilidad de mitigarse, ocurrencia media y magnitud moderada

Un impacto es una repercusión o cambio perceptible en una o más de las variables ambientales, como resultado del aprovechamiento de los recursos naturales u otros eventos, y es capaz de alterar el bienestar de algún sector social actual o en las generaciones futuras.

Los procesos o actividades de la producción son mecanismos cuyo desencadenamiento finaliza en un determinado impacto ecológico positivo o negativo sobre los recursos naturales que integran los ecosistemas.

Para evitar, minimizar o mitigar impactos ambientales negativos en suelo, cuerpos de agua, flora y fauna silvestre, el presente Estudio Unificado considera las especificaciones referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, vigentes.

En la siguiente tabla se muestran los impactos ambientales que se identificaron por la ejecución del cambio de uso de suelo.

IX.3.1 Impactos identificados

Tabla 53. Impactos identificados

Componente del proyecto	Efectos causantes de impacto ambiental sobre un determinado factor Ambiental	Signo del Impacto		
		+	0	-
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO				
1. Trazo áreas de desmonte	Efectos sobre la vegetación			X
	Efectos sobre la fauna			X
	Generación empleos directos	X		
2. Marcado y rescate de especies vegetales.	Rescate de especies vegetales	X		
3. Rescate de especies animales.	Rescate de especies animales	X		
	Efectos sobre la vegetación		X	
	Efectos sobre los hábitats	X		
4. Desmonte y despalme del terreno.	Efectos sobre la fauna			X
	Efectos sobre el microclima			X
	Pérdida de suelos			X
	Contaminación de suelo y acuífero		X	
	Movimiento de materiales		X	
	Generación empleos directos	X		
	Demanda servicios y obras.	X		
5. Excavaciones,	Alteración patrón hidrológico superficial y subterráneo	X		
	Paso de fauna		X	
	Contaminación de suelos y acuífero		X	
	Contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos		X	
	Generación empleos directos e indirectos	X		
	Demanda de insumos	X		
	Alteración al paisaje			X
6. Ampliación del banco	Demanda servicios y obras de apoyo a personal (sanitarios, vehículos, maquinaria y equipo)	X		
	Contaminación de suelos y acuíferos		X	
	Contaminación de atmósfera por gases, ruido y polvo		X	
	Paso de fauna			X
	Generación empleos directos e indirectos	X		
	Demanda de insumos	X		
7. Operación del proyecto	Alteración patrón hidrológico superficial	X		
	Alteración de topografía	X		
	Efecto sobre fauna residente y migratoria		X	
	Efecto sobre rutas de paso de fauna		X	
	Efectos sobre la calidad de agua		X	
7. Operación del proyecto	Generación de contaminantes y residuos		X	
	Efecto sobre fauna		X	

IX.4 Medidas preventivas y de mitigación de los Impactos Ambientales

A continuación se presentan las medidas preventivas y de mitigación propuestas de acuerdo a cada una de las etapas del proyecto dentro de la matriz se menciona la actividad, el impacto específico, la medida preventiva, el periodo de aparición y el responsable de mitigarla; es importante señalar que para el correcto cumplimiento de las condicionantes se deberá de tener apego estricto al cumplimiento de las mismas. Para este apartado y teniendo en cuenta que es difícil que los trabajadores de obra cumplan con las indicaciones que se les dan de forma verbal; se contará con una capacitación en cuanto a educación ambiental así como un reglamento interno de protección ambiental, los cuales se describen a continuación:

IX.4.1 Reglamento Interno de protección Ambiental

SECCIÓN I. DIPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. El presente es el instrumento que regulará todas las actividades de Protección Ambiental en la ampliación del banco.

Artículo 2. Las disposiciones contenidas en el presente reglamento son de orden interno y serán de observancia general de la ampliación del banco.

Artículo 3. Todo el personal que labore en el Proyecto estará obligado a cumplir este reglamento.

SECCIÓN II. DESMONTE

Artículo 4. El personal que lleve a cabo actividades de desmonte deberá contar con el equipo y las herramientas necesarias.

Artículo 5. Las personas que realicen las actividades desmonte estarán obligadas a respetar las áreas marcadas de acuerdo con lo indicado por la Autoridad correspondiente y el Técnico responsable de la ejecución.

Artículo 6. El uso de fogatas para calentar los alimentos sólo se permitirá bajo responsabilidad del personal y si estas son controladas en un área despejada y libre de vegetación y una vez que se termine su utilización debe ser apagada con tierra y/o agua.

Artículo 7. Será obligación del personal operativo de cada vehículo el asegurar que su unidad tenga el mantenimiento adecuado, en los tiempos programados para mantener en buenas condiciones la maquinaria, los equipos y vehículos que se utilicen durante la ampliación del banco.

Artículo 8. Será obligación del personal que todas las actividades de Protección Ambiental cuenten con evidencia documental que constate que se han ejecutado correctamente y han cumplido con la normatividad ambiental vigente.

Artículo 9. El responsable de la maquinaria y equipo deberá proporcionar cuando sea requerido, el programa de mantenimiento y la evidencia documental del seguimiento del cumplimiento.

SECCIÓN III. GENERACION Y DISPOSICION DE RESIDUOS SÓLIDOS (BASURA) Y LIQUIDOS

Artículo 10. El personal que labore en el Proyecto está obligado a recoger la basura diariamente después de haber terminado las labores, así como los residuos sólidos y líquidos derivados de las actividades de trabajo y de consumo.

Artículo 11. En cada frente de trabajo se debe contar con tambos, costales o recipientes adecuados para el depósito de basura y de los desechos sólidos y líquidos que se generen.

Artículo 12. Es importante mantener el control de todos los desechos que se generen en los almacenes, oficinas, en los frentes de trabajo, etc., para que sean enviados al relleno sanitario municipal.

Artículo 13. Será obligación de los trabajadores usar los sanitarios que se encuentran en las instalaciones de la empresa para evitar contaminar el suelo, agua y aire.

Artículo 14. Todo el personal está obligado a transportar hasta el almacén los desechos de obra (basura principalmente) donde serán depositados en contenedores previamente clasificados.

Artículo 15. Es obligación del almacenista designar áreas específicas para la ubicación de los contenedores, rotularlos y supervisar que la basura sea depositada correctamente.

SECCIÓN IV. FLORA

Artículo 16. No se permitirá coleccionar y sustraer ningún tipo de flora en los límites permitidos del Proyecto, ni dentro del predio.

Artículo 17. Queda estrictamente prohibido a todo el personal que labore en el Proyecto, la comercialización de la flora nativa.

Artículo 18. Queda estrictamente prohibido el utilizar fuego para la limpieza de las áreas de trabajo.

Artículo 19. Queda estrictamente prohibida la utilización de químicos para los trabajos de desmonte.

Artículo 20. Queda prohibida la tala no autorizada para la apertura de brecha forestal; así mismo, el personal que realice actividades de desmonte fuera de las áreas normalizadas será sancionado conforme lo cuantifique y determine la autoridad ambiental correspondiente. El desmonte se hará al ras del suelo en las áreas de afectación por apertura de brecha, de maniobras.

Artículo 21. La vegetación producto del corte no será aprovechada por el personal que labore en el Proyecto; además, aquellos residuos que no se utilicen para beneficio comercial y doméstico se picarán y utilizarán como materia orgánica para enriquecimiento y fertilización de áreas verdes o en su caso serán esparcidos en el área de conservación para que se descompongan e incorporen al suelo además de que sirvan de refugio a la fauna silvestre.

SECCIÓN V. FAUNA

Artículo 22. Queda estrictamente prohibida la caza de la fauna nativa a todo el personal que labore en el banco de basalto.

Artículo 23. Queda estrictamente prohibido a todo el personal que labore en el Proyecto y construcción de la obra, la comercialización y consumo de fauna nativa.

Artículo 24. Queda estrictamente prohibido al personal que labore en el Proyecto y construcción de la obra, usar fuego y/o productos para ahuyentar a la fauna existente.

Artículo 25. Se sancionará al personal que no observe y cumpla con las medidas de protección perimetral para el establecimiento de las silletas para evitar que se presenten accidentes de la fauna silvestre.

Artículo 26. Cuando en el banco caiga cualquier tipo de fauna, esta debe ser rescatada y liberada para que se integre a su ambiente.

Artículo 27. Sólo se justificará la muerte de algún animal cuando éste represente peligro para la vida humana. Sin embargo todos los animales huyen con la presencia del hombre.

Artículo 28. Una vez terminada la jornada laboral, el personal debe mantener limpia la zona de trabajo, para evitar que los animales que se acerquen puedan ingerir los desechos o herirse con vidrios, latas, etc.

SECCIÓN VI. SUELO

Artículo 29. Queda estrictamente prohibido a todo el personal, la comercialización del material que constituye el suelo orgánico del entorno del predio.

Artículo 30. Queda estrictamente prohibido a todo el personal, contaminar el suelo con basura, especialmente derramar materiales químicos usados en la preparación del sitio y apertura del banco.

Artículo 31. Queda prohibido el uso de bancos de préstamo, sin la autorización correspondiente.

SECCIÓN VII. CAPACITACION Y CONCIENTIZACION

Artículo 32. Todas las jefaturas de mando tienen la responsabilidad de que los procedimientos de Administración, Supervisión y Protección Ambiental sean explicados y distribuidos al personal que esté a su cargo y/o desempeñe la actividad debiendo verificar que se lleven a cabo la implantación de los mismos.

Artículo 33. Es obligación de las jefaturas de mando llevar a cabo prácticas de concientización ambiental, como medida que evite en lo más posible la contaminación de suelo, aire y agua en las áreas de trabajo.

Artículo 34. Los responsables de la Administración, Supervisión y Protección Ambiental enviarán en forma permanente avisos preventivos.

SECCIÓN VIII. VIGILANCIA

Artículo 35. El área de Supervisión Ambiental, de los supervisores de obra, son las áreas que deberán vigilar la observancia y cumplimiento del presente reglamento.

Artículo 36. El promovente deberá estar informado y enterado de las situaciones que se presenten en materia de Protección Ambiental y con los responsables de la supervisión deberán tomar las medidas necesarias para su cumplimiento.

Artículo 37. La supervisión de obra y ambiental no se restringirá y/o limitará a observar y cumplir con el presente reglamento, sino también se obligará a supervisar el cumplimiento de los siguientes ordenamientos:

Los términos y condiciones de las Autorizaciones de Cambio de Uso de Suelo y de Impacto Ambiental que se determinen para el proyecto ampliación del banco de basalto.

Las medidas de mitigación, restauración y compensación establecidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.

Las especificaciones ambientales que se establezcan al interior de la empresa.

Artículo 38. Las actividades que se realicen deben ser auditadas con el objeto de detectar el estado de cumplimiento del Reglamento Interno de Protección Ambiental, asimismo, se generará un reporte para la Dirección del proyecto.

Artículo 39. Los encargados de la Supervisión Ambiental generarán un reporte con el fin de presentar evidencia o registro de infracciones ambientales.

SECCIÓN IX SANCIONES

Artículo 40. El incumplimiento del presente Reglamento será sancionado conforme los siguientes criterios:

Personal directo de la empresa

- Llamada de atención y elaboración de escrito de no conformidad.
- Suspensión de un día sin goce de sueldo.
- Suspensión por tres días en caso de reincidir, sin goce de sueldo.

- Suspensión definitiva.

En el caso de los Contratistas:

- Llamada de atención y elaboración de escrito de no conformidad.
- Solicitud de retiro del personal que no acate las indicaciones.
- Suspensión de la actividad.
- No pago de estimación correspondiente y descuento de gastos ocasionados.
- Rescisión del contrato.

Tabla 54. Medidas de prevención preparación del sitio.

PREPARACIÓN DEL SITIO			
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	ACCIÓN CUANTIFICABLE, MEDIBLE O EVALUABLE y RESPONSABLE
Desmonte y despalme	Contaminación de corrientes y cuerpos de agua	Los residuos vegetales provenientes del desmonte se picaran y esparcirán dentro del predio para que se incorporen como materia orgánica, en la etapa de restauración del banco, las gruesas se acomodaran en sentido de la pendiente para que sirvan de barrera y como refugio de fauna silvestre, en el área de amortiguamiento entre el banco y la carretera	1 Memoria fotográfica 1 Bitácora de registro de la actividad de desmonte. Responsable: Promovente
		Tener contenedores para almacenar temporalmente los residuos sólidos urbanos (RSU) y peligrosos generados por los trabajadores.	1 contenedor color Amarillo para almacenar RSU no utilizables. 1 contenedor color verde para almacenar RSU reutilizables. 1 contenedor color rojo para almacenar Residuos peligrosos 1 Contrato del prestador de servicios de recolección de Residuos Peligrosos autorizado por la SEMARNAT Una memoria fotográfica 1 Bitácora de recolección. Responsable: Promovente y asesor técnico
	Erosión	Realizar el desmonte durante la época de estiaje	1 Memoria Fotográfica, bitácora de actividades Responsable: Promovente y asesor técnico
	Remoción de la vegetación	Se delimitaran con cinta plástica las áreas de trabajo para no impactar espacios fuera de la superficie autorizada	
Rescate de flora y Fauna silvestre			Ejecución del Plan de rescate de plantas 1 informe por escrito dirigido a SEMARNAT con copia a PROFEPA Responsable: Promovente y asesor técnico

Tabla 55. Medidas de Prevención y Mitigación en la construcción

CONSTRUCCIÓN			
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ACCIÓN CUANTIFICABLE, MEDIBLE O EVALUABLE
Apertura del banco	Contaminación de suelo y agua.	Tener contenedores para almacenar temporalmente los residuos sólidos urbanos (RSU) y peligrosos generados por los trabajadores.	1 contenedor color Amarillo para almacenar RSU no utilizables. 1 contenedor color verde para almacenar RSU reutilizables. 1 contenedor color rojo para almacenar Residuos peligrosos 1 Contrato del prestador de servicios de recolección de Residuos Peligrosos autorizado por la SEMARNAT Una memora fotográfica 1 Bitácora de recolección. Responsable: Promovente y asesor técnico

Tabla 56. Medidas de prevención y mitigación en la operación y Mantenimiento

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDA DE PROVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ACCIÓN CUANTIFICABLE, MEDIBLE O EVALUABLE
Operación y mantenimiento	Contaminación del suelo y agua	Tener contenedores para almacenar temporalmente los residuos sólidos urbanos (RSU) y peligrosos generados por los trabajadores.	1 contenedor color Amarillo para almacenar RSU no utilizables. 1 contenedor color verde para almacenar RSU reutilizables. 1 contenedor color rojo para almacenar Residuos peligrosos 1 Contrato del prestador de servicios de recolección de Residuos Peligrosos autorizado por la SEMARNAT Una memora fotográfica 1 Bitácora de recolección. Responsable: Promovente y asesor técnico
	Mejoramiento socioeconómico	Este impacto es positivo, ya que hay inversión de recursos económicos y generación de empleos durante esta actividad además de que se evita la contaminación del medio ambiente y con ello el descontento social.	

IX.4.3 Descripción de las medidas de prevención y mitigación para disminuir la erosión del suelo y protección a la biodiversidad

Medida de prevención 1. Reforestación de las áreas expuestas

Descripción de la medida: En el desarrollo del proyecto se tiene contemplado el establecimiento de un área para la reubicación de especies vegetales rescatadas. Esta área necesita ser reforestada con las plantas nativas que se extraigan de las áreas desmontadas.

Ubicación de la medida: en la zona definida como tierras frágiles.

IX.3.3 Descripción de las medidas de prevención y mitigación para garantizar que no se provoca deterioro de la calidad del agua.

Medida de prevención 1. Uso de sanitarios

Descripción de la Medida: Se cuenta con dos sanitarios dentro de las instalaciones de la empresa.

Verificación de la Medida: Una bitácora del servicio del proveedor a los baños de las instalaciones.

Medida de prevención 2. Manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos durante la etapa de ampliación del banco

Descripción de la Medida: Se contará con un área específica con suelo impermeable donde habrá un recipiente de color rojo y con leyenda de "Residuos Sólidos Peligrosos" en el que se depositarán los desechos impregnados con solventes y lubricantes (Filtros, mangueras, empaques, estopas y trapos impregnados, etc.), en este sitio se podrá confinar temporalmente el aceite usado el cual deberá de ser entregado a un prestador de servicios de recolección de Residuos Peligrosos autorizado por la SEMARNAT.

Verificación de la Medida: 1 Contrato del prestador de servicios de recolección de Residuos Peligrosos autorizado por la SEMARNAT, Una memora fotográfica, 1 Bitácora de recolección.

Medida de prevención 3. Control de contaminación por hidrocarburos

Descripción de la Medida: Prevenir el derrame de hidrocarburo, en caso de que accidentalmente se derrame se recogerá el suelo y se depositará en un contenedor para entregarlo al prestador de servicios de recolección de Residuos Peligrosos autorizado por la SEMARNAT.

Verificación de la Medida: 1 Contrato del prestador de servicios de recolección de Residuos Peligrosos autorizado por la SEMARNAT, Una memora fotográfica, 1 Bitácora de recolección.

Medida de prevención 4. Manejo de Residuos Sólidos Urbanos

Descripción de la Medida: Prevenir la contaminación del agua por basura generada durante la ejecución del proyecto, para ello se deberá de habilitarán contenedores señalizados para depositar los residuos, los cuales tendrán las siguientes características; contenedor para almacenar RSU no utilizables de color gris, contenedor para almacenar RSU reutilizables color amarillo y contenedor para almacenar residuos sólidos orgánicos de color verde.

Verificación de la Medida: tres contenedores, una memora fotográfica, 1 Bitácora de recolección.

IX.5 Programa de vigilancia ambiental (PVA)

Tiene por función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en el Estudio Unificado en el apartado de Impacto Ambiental.

Incluye la supervisión de las medidas propuestas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ocasionados por la ejecución de la obra, señalando de forma clara y precisa los procedimientos de supervisión para verificar su cumplimiento además de las correcciones y los ajustes necesarios.

Con base en las medidas de mitigación propuestas para cada una de las etapas del proyecto, se realizará el seguimiento para verificar en qué medida se cumplen las propuestas correctoras y decidir sobre la necesidad o no de adoptar nuevas medidas hacia el futuro, o corregir las existentes.

El PVA se elabora desde la perspectiva y el conocimiento de la actividad generadora del impacto y del medio con el que interacciona.

Los principales puntos objeto de la vigilancia serán, los siguientes:

- 1.- La introducción correcta y el grado de eficacia de las medidas precautorias, protectoras, correctoras y compensatorias de los impactos ambientales detectados.
- 2.- La medida de otros impactos no previstos y de posterior aparición a la ejecución del proyecto, sean consecuencia o no de las medidas correctoras.
- 3.- El responsable directo de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación será el promovente del cambio de uso de suelo y en seguida le corresponderá a cada empresa contratada aplicar las medidas correspondientes de acuerdo con el trabajo que ejecute.
- 4.- El seguimiento y vigilancia del cumplimiento de dichas medidas y del programa de vigilancia estará a cargo del Promovente durante las etapas de preparación, construcción, operación, mantenimiento y abandono. Así mismo, el responsable técnico tendrá la obligación de presentar los informes correspondientes del cumplimiento de condicionantes del Estudio Unificados a la SEMARNAT y PROFEPA.

Para llevar a cabo el programa de vigilancia ambiental, se contempla que exista al menos una persona (debido a la dimensión y características del proyecto) que se encargue de realizar las inspecciones, registrar las observaciones e interpretarlas en una segunda etapa. Para lograrlo:

El Supervisor Ambiental de Obra (SAO) debe tener la autoridad para hacer indicaciones al residente de obra o encargado de coordinar los movimientos de personal, vehículos y maquinaria, de manera que pueda prevenir o corregir acciones que no se hayan contemplado y/o que afecten ambientalmente la zona.

Las inspecciones

El SAO realizará inspecciones sistemáticas durante todas las etapas del proyecto, llenando los formatos de información. La intención de la inspección es registrar la información de cómo se están realizando las actividades en torno al tema ambiental, por lo que además de los formatos, se recomienda que el SAO lleve una bitácora donde tome nota de actividades realizadas y obras monitoreadas.

Los reportes

El SAO elaborará un reporte que cubra un periodo de tiempo en el que se hayan registrado actividades importantes en proporción a la dimensión de la obra. Se recomienda que se realice cada semana. En este reporte se incluirá un vaciado en síntesis de la información recuperada en las inspecciones, una valoración sobre el grado en que las actividades de la obra han cumplido las medidas de prevención, corrección y mitigación.

El reporte deberá ser entregado al promovente y a la contratista, con la finalidad de mantener informado al promovente del estado ambiental en la obra, atender observaciones y que las partes se involucren también en la vigilancia ambiental.

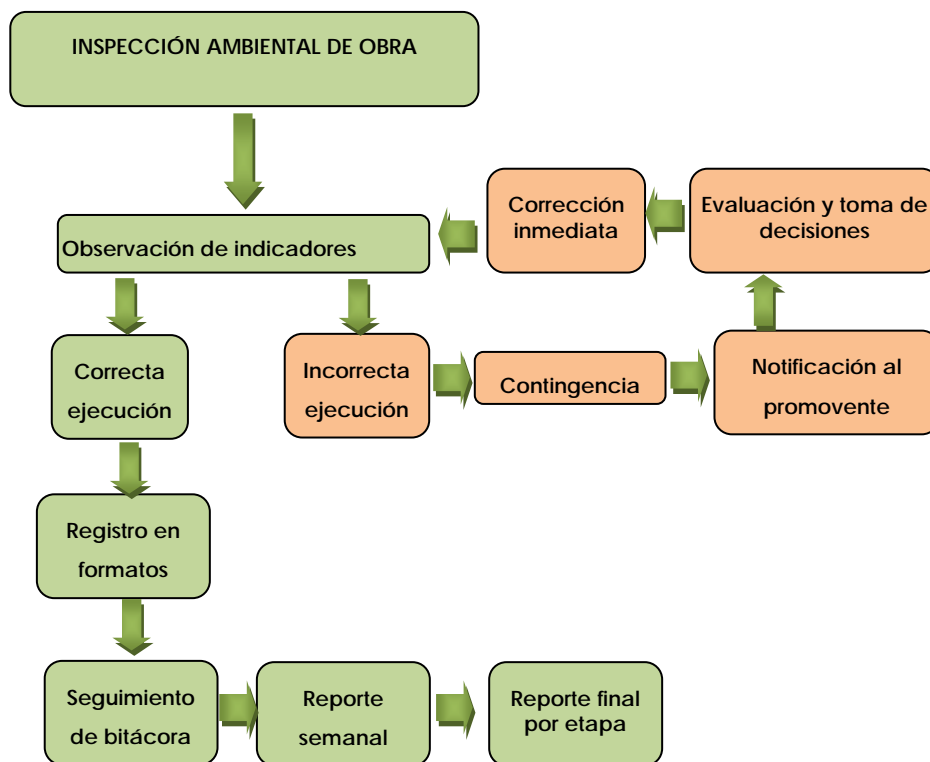


Figura 27. Esquema del proceso de vigilancia ambiental

Tabla 57. Programa de vigilancia ambiental

ETAPA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio	Colocar contenedores para el depósito de residuos domésticos y peligrosos.	Diaria	Fotografías y contrato de confinamiento
	Limpieza de letrina	Mensual	Contrato y bitácora de servicio
	Disposición de los residuos del desmonte y despalde dentro del banco	Diaria	Memoria fotográfica
	Servicios continuos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo	Semestral	Bitácora de servicio
	Humedecer terracerías para evitar la formación de polvos	Diaria	Fotografías y contrato de abastecimiento de agua (de preferencia tratada)
	Colocar lonas en vehículos de carga	Diaria	Fotografías
	Rescate de vegetación	Semanal	Fotografías
Operación y Mantenimiento.	Confinar el material de cortes en sitios planos	Semanal	Fotografías
	Colocar contenedores para el depósito de residuos domésticos y peligrosos.	Diaria	Fotografías y contrato de confinamiento
	Uso de sanitarios instalados en la empresa	Diaria	Contrato y bitácora de servicio
	Servicios continuos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo	Semestral	Bitácora de servicio
	Humedecer terracerías para evitar la formación de polvos	Diaria	Fotografías
	Colocar lonas en vehículos de carga	Diaria	Fotografías
	Reubicación de vegetación rescatada	Semanalmente	Fotografías
	Obras de conservación y restauración de tierras frágiles	Mensualmente	Fotografías
	Manejo de los desechos domésticos	Diariamente	N/A

*Queda a cargo de la empresa

IX.6 Pronóstico de escenario

Como resultado del análisis de los impactos ambientales, se determinó que el proyecto no causará impactos ambientales críticos; sin embargo, considerando que los factores ambientales con mayor potencial de afectación para el desarrollo del proyecto son la vegetación, el suelo, el paisaje, a continuación se hace una descripción de los posibles escenarios esperados con la ejecución del proyecto.

IX.6.1 Escenario actual sin proyecto y sin medidas de mitigación

1. La cobertura vegetal del predio no mejorará, pues en la actualidad ha sido fragmentada, encontrándose en dos polígonos con diferente cobertura. La diferencia de cobertura se debe al pastoreo y a la exposición que tiene el terreno.

2. El suelo está siendo afectado por actividades antrópicas; principalmente el pastoreo que provoca compactación o erosión del suelo.

De acuerdo a lo anterior mencionaremos que el grado de perturbación dentro del predio es grande, dada la presión que tienen los recursos antes mencionados lo que trae como consecuencia el paulatino deterioro ambiental del predio sin que nadie se haga responsable de tal afectación.

IX.6.2 Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación

Por tratarse de un cambio de uso de suelo forestal, el objetivo principal es la eliminación total de la vegetación, la remoción del suelo fértil, el desplazamiento de la fauna silvestre y la disminución de la infiltración del agua; todo esto en las zonas propuestas para la ampliación del banco de basalto; en este sentido si se ejecuta el proyecto son medidas de mitigación se tendrán las siguientes afectaciones:

1. No se rescatan y no se reubican las especies vegetales y animales encontradas en el predio; perdiéndose con ello parte de la biodiversidad vegetal y animal, principalmente aquellas que están enlistadas en las NOM 059.
2. No se realiza el rescate de suelo fértil lo que trae como consecuencia la erosión del predio donde se establecerá el proyecto y no se reutiliza el suelo en la restauración del banco.
3. No se realizan obras de conservación de suelo ni reforestación.

IX.6.3 Escenario con proyecto aplicando medidas de mitigación y compensación

Aplicando correctamente las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo X, y las acciones de protección de tierras frágiles, se obtienen lo siguiente;

1. Se mejora la cobertura vegetal en la zona definida como tierras frágiles al establecer los individuos rescatados en las áreas propuestas para cambio de uso de suelo.
2. El suelo fértil que se rescate durante la etapa de despalme se utilizará para la restauración del banco.

En este sentido se aplican medidas correctivas y de compensación que sirven de atenuante al cambio de uso de suelo propuesto, sin comprometer la biodiversidad, la infiltración de agua, la erosión del suelo y mejorando el componente socioeconómico de la zona de influencia.

IX.6.4 Pronóstico Ambiental

Durante la operación del banco, las zonas vecinas se enfrentarán a modificaciones temporales relacionadas con la naturaleza de la obra, como la emisión de ruido y polvo derivado del aprovechamiento de la roca basáltica, así como del transporte de materiales. Las medidas preventivas, correctivas y de mitigación disminuirán las afectaciones a niveles tolerables. Las medidas adoptadas permitirán que durante la operación, se disminuya la emisión de polvo fugitivo.

X. SERVICIOS AMBIENTALES QUE SE PUDIERAN PONER EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

X.1 Provisión de agua en cantidad y calidad

En la información desarrollada en el apartado de captación actual de agua en el predio se consideraron los siguientes parámetros tipo de suelo C, precipitación anual de 508.4 mm y con cobertura de copas entre 50 y 75% obteniendo un valor de C de 0.67.

Con la ejecución del proyecto la captación de agua en el predio se aumenta en 448.21 m³; y la infiltración in situ se puede mejorar a pesar de que se elimina la vegetación y la delgada capa de suelo, que en forma natural solo permite que se pueda infiltrar máximo el 88% del agua captada. Es destacable mencionar que por el basamento existente en el predio y la inclinación del mismo, la infiltración natural es baja. Con la ampliación del banco el escurrimiento en la superficie solicitada para CUS se aumenta en 2,129.52 m³, este volumen de agua escurre al fondo del banco donde existe una capa de material residuo del aprovechamiento que permitirá que parte del agua captada se infiltre dentro del predio para mejorar las condiciones de humedad, permitiendo que al momento de la restauración del banco se desarrolle óptimamente la vegetación; el resto del agua que se encharque se evapora y continúa con el ciclo hidrológico.

Por los trabajos realizados para la ampliación del banco se presentan dos efectos que pueden mejorar la infiltración del agua, uno de ellos es que se modifica el relieve pasando de convexo a cóncavo, lo que hace que el agua precipitada se almacene en el fondo del banco, la otra actividad es la fragmentación de la roca lo que permite que se disgregue el bloque de basalto y se formen fracturas por donde el agua puede ir penetrando y moviéndose con mayor facilidad, por lo que se pueden infiltrar aproximadamente 3,361.54 m³, por lo que la provisión en cantidad no se compromete a nivel predial y a nivel de la cuenca hidrográfica.

Así también una vez que se concluya el aprovechamiento del banco y que se realice la restauración con el mejoramiento de la cobertura vegetal, se mejora provisión en calidad de agua; al mejorar la infiltración, evitar la erosión y el arrastre de partículas en suspensión, que actualmente sucede en el predio. Estas acciones se verán reflejadas a nivel predial y a nivel de la cuenca hidrográfica.

X.2 Captura de carbono

Tomando el total de m³ rta del tipo de vegetación a intervenir durante la ejecución del CUSTF, así como la superficie solicitada, se tabularon los datos dando como resultado el cuadro que se presenta a continuación:

Tabla 58. Captura de carbono

Vegetación	Sup. (ha)	ER (m3rta/ha)	Densidad (tms/m3)	Contenido de Carbono (tC/tms)	Contenido de Carbono (tC/tms)	Biomasa (tC/ha)	Carbono Total (tC)	Carbono almacenado (tC)	Edad promedio (años)	Captura de Carbono (tC/año)
Matorral subinorme	2.204	13.9	0.6	0.45	3.75	1.3	4.88	10.75	40	0.27

Se tiene entonces, que en las 2.204 ha con superficie forestal, al efectuarse las actividades de CUSTF por la ampliación del banco se dejarían de capturar en promedio un total de 0.27 toneladas de Carbono por año.

X.3 Modulación o regulación climática

Es evidente que al no existir una cubierta arbórea que amortigüen los rayos solares, estos inciden de forma directa sobre el suelo modificando las condiciones del microclima. La alteración a este servicio ambiental, únicamente será perceptible a nivel local, en la superficie solicitada para el CUSTF y durante el tiempo que dura en ejecución el proyecto, una vez que se realice la restauración se restablece el microclima del predio.

X.4 Protección de la biodiversidad

En lo que se refiere a la protección de la biodiversidad, en el predio no se encontraron especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-ECOL-2010, sin embargo como medidas de mitigación algunas especies vegetales se reubicarán en el polígono de tierras frágiles para que siga con su desarrollo in situ. Por lo anterior el servicio ambiental se afecta principalmente al eliminar los individuos que no son susceptibles de rescatar, pero no se afecta su dispersión al ser parte de un ecosistema que aún tienen una buena distribución tanto en el estado como en el centro del país.

En el caso de la fauna silvestre solo se afecta durante el proceso de desmonte; sin embargo existe un área de amortiguamiento entre el banco y la carretera, al igual que grandes extensiones forestales al sur del predio donde la fauna puede emigrar y continuar con el desarrollo de sus funciones vitales, es destacable que en el inventario de fauna silvestre no se encontraron especies de fauna con algún estatus de protección de la NOM-059-ECOL-2010 y que la mayoría de ellas son especies oportunistas que se adaptan a los cambios y en algunas ocasiones utilizan la modificación del relieve a su favor.

X.5 Protección y recuperación de suelos

Gottle y El-hadji (1997) señalan que la cubierta boscosa atenúa el viento a la vez que su densa red de raíces mantiene fijo el suelo: esta característica, protege contra la erosión del viento y el agua, el movimiento de tierras (deslizamientos en masa y caída de rocas) y, en climas fríos, el riesgo de avalanchas. Al realizar el CUSTF, debido a que se tiene que eliminar el suelo orgánico y el suelo arcilloso para la ampliación del banco y teniendo que el suelo en el predio tiene una profundidad de 0.15 m la pérdida de suelo será de 3,564 m³, que serán confinados y utilizados para enriquecer el suelo en la restauración del banco.

X.6 Paisaje y recreación

El desarrollo de las actividades económicas en la región han alterado considerablemente la composición florística original, específicamente en el predio más del 40 % de la superficie está ocupada por el banco, patio de almacenamiento y trituradoras; por ello las actividades de disfrute de paisaje y recreación no son factibles de desarrollarse, además de lo anterior el paisaje natural ya se encuentra impactado por el desarrollo agrícola. Por lo que este servicio ambiental ya ha sido modificado anteriormente y actualmente no se tiene una medida para cuantificar su pérdida.

X.7 Usos forestales maderables y no maderables

Las áreas forestales ofrecen una gran variedad de recursos maderables y no maderables tanto industriales como de autoconsumo. Los productos directos de mayor importancia para los vecinos del predio son la leña y el forraje. En este caso se pierde el componente maderable proveniente de la madera de las especies removidas por el CUSTF, sin embargo, esto no pone en riesgo al sistema natural prevaleciente en la región, ya que la afectación se da nivel del proyecto.

XI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

XI.1 Justificación Técnica

La información recabada y presentada en este estudio nos indica que el cambio de uso de suelo no pone en riesgo el ecosistema ni los recursos hídricos de la cuenca hidrológica forestal donde se establecerá el proyecto, de acuerdo con lo siguiente:

1. El recurso hidrológico no se pone en riesgo, ya que como se menciona en el apartado de infiltración y captación de agua, con la eliminación de la vegetación y del suelo se aumenta la capacidad de captación en 483.18 m³ debido a que el agua de lluvia incide directamente sobre el terreno, al no presentar ningún obstáculo que impida llegue al suelo; así también por la modificación que se realiza al relieve del predio se presume que la infiltración in situ se puede mejorar, logrando almacenar y en su caso infiltrar un volumen de 3,661.54 m³ de agua que se precipita en el predio. Esta agua escurre al interior del banco que contiene residuos de grava, arena y tierra que por su tamaño permiten fácilmente que el agua se infiltre y llegue al fondo del banco, donde por las detonaciones realizadas se ha logrado fracturar al basalto permitiendo que el agua penetre y se mueva con mayor facilidad. Por lo que la provisión en cantidad no se compromete ni a nivel predial y ni a nivel de la cuenca hidrográfica.

2. Así también una vez que se concluya el aprovechamiento del banco y que se realice la restauración con el mejoramiento de la cobertura vegetal, se mejora provisión en calidad de agua; al evitar la erosión y el arrastre de partículas en suspensión, que actualmente sucede en el predio. Estas acciones se verán reflejadas a nivel predial y a nivel de la cuenca hidrográfica.

Tabla 59. Infiltración de agua con ejecución del proyecto

Uso de suelo y Vegetación	Captación m ³	Infiltración natural m ³	Escurrimiento m ³	Infiltración inducida m ³
Matorral perturbado	2,913.34	1,173.36	1,739.98	0.00
Con banco de basalto	3,361.54	1,232.03	00.00	2,129.52

3. Otra justificante en la cual nos basamos para decir que no se pone en riesgo el ciclo hidrológico es la relacionada con las características físicas del suelo, el denominado Litosol con Feozem haplico de textura media. (I+Hh/2); en el predio el suelo es delgado en la parte más profunda tiene un espesor de 15 cm y en otros lugares está expuesta totalmente la roca madre. Con las observaciones sobre la textura del suelo, su estructura, consistencia, color, la disposición por capas, los poros visibles y la profundidad de las capas impermeables como la roca madre, nos ayudaron a determinar que la permeabilidad del suelo en el predio "ES LENTA" por tratarse de un suelo de textura franco arcillo, esto quiere decir que el agua precipitada en el suelo solo se infiltra 0.8 cm/hora por lo

que una vez que se satura el suelo el agua escurre y se mueve hacia el Oeste y Suroeste del predio, llegando a las cunetas de la carretera las que desalojan el agua hacia la parte baja de la cuenca. Con la ejecución del proyecto, se modificará totalmente la textura del suelo dentro del banco al incorporarse agregados de mayor tamaño que convirtiendo la textura a Arenosa, por lo que el agua que se capte en la superficie del banco se infiltrará más rápidamente 5 cm/ hora además de que se quedará almacenada en el fondo del banco y como ya se había mencionado anteriormente se logrará infiltrar al manto freático In situ.

De acuerdo a lo anterior mencionaremos que de forma natural el predio sirve principalmente como área de captación de agua y no de infiltración al manto freático. Y que con la ampliación del banco y su restauración el predio servirá de captador e infiltrador.

4. El basamento donde se ubica el predio corresponde a roca basáltica densa y poco porosa; con un coeficiente de conductividad o permeabilidad de 10^{-11} a 10^{-8} m/día lo que significa que la permeabilidad es sumamente lenta, por lo que una vez que se satura el suelo en el predio la mayoría del agua que logra infiltrarse llega a la roca madre y por efecto de la inclinación del predio se mueve hasta llegar a las cunetas de la carretera, donde se mueve aguas abajo; con la ampliación del banco se modifican las condiciones estructurales y físicas de la roca y del predio, al crearse una depresión que sirve de vaso captador, además de que se fractura la roca; ambas acciones permiten que la infiltración se mejore considerablemente.

En relación con lo anterior se justifica el cambio de uso de suelo porque no pone en riesgo la cantidad de agua dentro de la cuenca hidrológica forestal. Además con la restauración forestal del banco, se mejora la cobertura y se disminuye el arrastre de partículas que azolvan los cuerpos de agua en la parte baja de la cuenca; también el uso de suelo que se pretende realizar en el predio no contempla verter sustancias contaminantes ni en el suelo ni en el agua, por lo que tampoco se pone en riesgo la calidad del agua de la cuenca hidrológico forestal.

5. Actualmente el suelo del predio presenta erosión hídrica catalogada como moderada, esto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro; por las características propias del suelo y las observaciones de campo, se concluye que la pérdida de suelo se ha mantenido constante por lo que no ha aumentado o disminuido la erosión. Con la ejecución del proyecto inicialmente se rescata y confina el suelo para utilizarlo en la restauración del banco, la cual incluye la formación de terrazas lo que modifica la inclinación del predio y por lo consiguiente se disminuirá la erosión.

6. Como observamos en el apartado de recursos biológicos de la cuenca, la vegetación pertenece al Matorral subinermes perturbado, con una superficie de 15,008.18 ha, ocupando el 9% de

la superficie de subcuenca y con el cambio de uso de suelo se modifica únicamente el 0.016% de esta vegetación, sin embargo la mayoría de los individuos de tallos suculentos serán rescatados y utilizados en la restauración del banco. Cabe señalar que en el predio no se localizaron especies de la NOM-059-ECOL-2010. Por lo antes expuesto la Vegetación tampoco se pone en riesgo ya que la mayoría de ésta se reubicará dentro del mismo predio.

7. Como resultado del inventario de fauna silvestre presente en el predio, es destacable el hecho de que no se detectaron especies de fauna silvestre enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sin ser este un dato definitivo, así también la mayoría de las especies presentan hábitos oportunistas lo que les ha permitido adaptarse a las condiciones de perturbación y a la presencia del hombre; no obstante una vez que se inicie el proyecto se deberán de respetar las medidas de prevención para ahuyentar y rescatar la fauna silvestre; en este sentido no se pone en riesgo el recurso tanto en el predio como en la subcuenca hidrológica.

8. En lo referente a los Instrumentos de Planeación Estatal el proyecto se hace compatible con el Plan estatal de Desarrollo 2010-2015, en el eje de Fortalecimiento a la Economía; así como con las acciones 001, 027, 028, 050, 055, 067, 074, 083, 104, 105, 113 de la UGA No. 297, "Galindo" del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, que es el principal instrumento de planeación en lo que se refiere a política ambiental.

XI.2 Justificación Socioeconómica

Para realizar esta justificación se hizo una comparación financiera entre los dos usos que se le pueden dar al predio; el primero es el aprovechamiento forestal maderable y no maderable, así también se uso de referencia el pago por servicios ambientales a pesar de que el predio no se encuentra en las poligonales de la CONAFOR; en este ejercicio se contempla la mano de obra que se generaría con cada proyecto, así como los gastos que conlleva cada proyecto, como son; asistencia técnica, pago de impuestos, permisos, estudios, etc.

XI.2.1. Con aprovechamiento forestal y pago por servicios ambientales.

Inversión Inicial.- \$15,000.00

Tabla 60. Egresos por aprovechamiento forestal

Concepto	Egreso	
	Mensual	Anual
Empleos permanentes	\$1,500	\$18,000
Asistencia técnica	\$1,500	\$18,000
Depreciación	\$ 208	\$2,496
		\$38,496

Tabla 61. Cálculo de ingresos anuales por aprovechamiento maderable y servicios ambientales

	Año	Ingresos por Venta de leña y S.A
1	2013	\$7,706
2	2014	\$7,706
3	2015	\$7,706
4	2016	\$7,706
5	2017	\$7,706
6	2018	\$7,706
7	2019	\$7,706
8	2020	\$7,706
9	2021	\$7,706
10	2022	\$7,706

Tabla 62. Cálculo del flujo neto de efectivo

	Año	Ingresos	Egresos	FNE
1	2013 *	0	15000	-15000
1	2013	\$7,706	\$38,496	-\$30,790
2	2014	\$7,706	\$38,496	-\$30,790
3	2015	\$7,706	\$38,496	-\$30,790
4	2016	\$7,706	\$38,496	-\$30,790
5	2017	\$7,706	\$38,496	-\$30,790
6	2018	\$7,706	\$38,496	-\$30,790
7	2019	\$7,706	\$38,496	-\$30,790
8	2020	\$7,706	\$38,496	-\$30,790
9	2021	\$7,706	\$38,496	-\$30,790
10	2022	\$7,706	\$38,496	-\$30,790

*Inversión inicial.

De acuerdo a lo observado, incorporando el predio a un programa de manejo forestal persistente y además en el supuesto de que se pudieran cobrar todos y cada uno de los servicios ambientales que puede proveer, tenemos que NO hay flujos efectivos netos, lo que indica que el dueño no estaría recibiendo ganancias y si realizando inversiones al mantener en el estado actual el predio propuesto para cambio de uso de suelo.

XI.2.2. Con ampliación del banco.

Inversión Inicial.- \$30,000,000.00

Tabla 63. Egresos por aprovechamiento de basalto

Concepto	Egreso	
	Mensual	Anual
Empleos permanentes	\$ 180,000	\$2,160,000
Asesorías	\$ 100,000	\$1,200,000
Depreciación	\$ 211,406	\$2,536,872
		\$5,896,872

Tabla 64. Cálculo de ingresos anuales por venta de agregados

	Año	Precio por m3	Venta de Agregados	
			Anual	Monto total
1	2013	\$120	100,000.00	\$12,000,000
2	2014	\$120	150,000.00	\$18,000,000
3	2015	\$120	150,000.00	\$18,000,000
4	2016	\$120	150,000.00	\$18,000,000
5	2017	\$120	150,000.00	\$18,000,000
6	2018	\$120	150,000.00	\$18,000,000
7	2019	\$120	150,000.00	\$18,000,000
8	2020	\$120	150,000.00	\$18,000,000
9	2021	\$120	150,000.00	\$18,000,000
10	2022	\$120	150,000.00	\$18,000,000

Tabla 65. Cálculo del flujo neto de efectivo

	Año	Ingresos	Egresos	FNE
1	2013 *	\$0	\$30,000,000	-\$30,000,000
1	2013	\$12,000,000	\$5,896,872	\$6,103,128
2	2014	\$18,000,000	\$5,896,872	\$12,103,128
3	2015	\$18,000,000	\$5,896,872	\$12,103,128
4	2016	\$18,000,000	\$5,896,872	\$12,103,128
5	2017	\$18,000,000	\$5,896,872	\$12,103,128
6	2018	\$18,000,000	\$5,896,872	\$12,103,128
7	2019	\$18,000,000	\$5,896,872	\$12,103,128
8	2020	\$18,000,000	\$5,896,872	\$12,103,128
9	2021	\$18,000,000	\$5,896,872	\$12,103,128
10	2022	\$18,000,000	\$5,896,872	\$12,103,128

* Inversión Inicial

Tabla 66. Cálculo del valor actual neto

	Año	FNE	Factor de actualización	FNE Actualizado	FNE Actualizado Acumulado
			*		
			6.26%		
1	2013 **	-\$30,000,000	1.0000	-\$30,000,000	-\$30,000,000
1	2013	\$6,103,128	1.0000	\$6,103,128	-\$23,896,872
2	2014	\$12,103,128	0.9411	\$11,390,107	-\$12,506,765
3	2015	\$12,103,128	0.8856	\$10,719,092	-\$1,787,673
4	2016	\$12,103,128	0.8335	\$10,087,608	\$8,299,935
5	2017	\$12,103,128	0.7844	\$9,493,326	\$17,793,261
6	2018	\$12,103,128	0.7382	\$8,934,054	\$26,727,315
7	2019	\$12,103,128	0.6947	\$8,407,730	\$35,135,045
8	2020	\$12,103,128	0.6537	\$7,912,413	\$43,047,458
9	2021	\$12,103,128	0.6152	\$7,446,276	\$50,493,734
10	2022	\$12,103,128	0.5790	\$7,007,600	\$57,501,334

* Tasa promedio de los últimos 10 años de los CETES a 28 días.

** Inversión inicial.

Egresos: -\$12,506,765

Ingresos: \$70,008,099

VAN: \$57,501,334

El VAN indica que habrá una utilidad de **\$57,501,334 por la inversión**

Periodo de Recuperación (PR): Año 3

El proyecto comenzará a generar utilidades a partir del año 3

Relación Beneficio-Costo (B/C): 5.598

Se recibirán \$5.598 pesos por cada peso invertido en el proyecto, un adicional de \$4.598

Tabla 67. Cálculo de la tasa interna de retorno

	Año	FNE	Factor de actualización A	Flujo actualizado	Factor de actualización B	Flujo actualizado
			9.0%		10.0%	
1	2013 *	-\$30,000,000	1.0000	-\$30,000,000	1.0000	-\$30,000,000
1	2013	\$6,103,128	1.0000	\$6,103,128	1.0000	\$6,103,128
2	2014	\$12,103,128	0.9174	\$11,103,787	0.9091	\$11,002,844
3	2015	\$12,103,128	0.8417	\$10,186,961	0.8264	\$10,002,585
4	2016	\$12,103,128	0.7722	\$9,345,835	0.7513	\$9,093,259
5	2017	\$12,103,128	0.7084	\$8,574,161	0.6830	\$8,266,599
6	2018	\$12,103,128	0.6499	\$7,866,203	0.6209	\$7,515,090
7	2019	\$12,103,128	0.5963	\$7,216,700	0.5645	\$6,831,900
8	2020	\$12,103,128	0.5470	\$6,620,825	0.5132	\$6,210,818
9	2021	\$12,103,128	0.5019	\$6,074,152	0.4665	\$5,646,199
10	2022	\$12,103,128	0.4604	\$5,572,616	0.4241	\$5,132,908
		\$48,664,369		\$45,805,330		

* Inversión inicial

$$TIR = T1 + (T2 - T1) \cdot (VP1 / (VP1 - VP2))$$

T1: 9.0%

TIR: 26.0%

T2: 10.0%

VPN1: \$48,664,369

EL PROYECTO ARROJA UNA TIR DE 26.0%

VPN2: \$45,805,330

La tasa de rentabilidad del proyecto, que resulta es 6.6 veces el costo de oportunidad del proyecto (CETES A 28 DIAS = 3.91%)

Con la ampliación del banco de basalto económicamente se justifica el cambio de uso de suelo ya que como observamos en las tablas anteriores, el promovente a partir del año 3 inicia la recuperación de su inversión, además de que por cada peso invertido recibe un adicional de 4.598 pesos; así también la rentabilidad del proyecto es 6.6 veces mayor en comparación a una inversión del capital inicial y los gastos de operación en CETES a 28 días.

Entonces tenemos que económicamente el uso que se le pretende dar al predio es más rentable para el promovente, comparado con el que tiene actualmente.

El Plan 2010-2015 menciona que en 2008, el sector industrial dio ocupación a 213,755 trabajadores lo que representó 32.3% de la población ocupada de la entidad, según datos del IV trimestre en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo que publica el INEGI. La industria minería y la electricidad emplean el 2.2% de los trabajadores; por lo que con la ejecución del proyecto se mantiene el porcentaje de empleos generados en la empresa que aportan el dato a la estadística mencionada.

XI.3 Justificación Ambiental

Por tratarse de un cambio de uso de suelo el mayor impacto provocado es; la pérdida de vegetación, la que se mitiga a mediano plazo con el rescate y reubicación de los especímenes y restauración del banco. La residualidad de los impactos se observa en la topografía y en el basamento sin embargo no se pone en riesgo el medio ambiente debido a lo siguiente:

1. Actualmente se realiza el aprovechamiento de roca basáltica en el predio y con este proyecto sólo se contempla la ampliación del banco de extracción, por lo que el promovente tiene experiencia en llevar a cabo medidas de corrección y mitigación de impactos ambientales.
2. El aprovechamiento de roca basáltica no se considera perjudicial para el ambiente, ya que los residuos generados por el aprovechamiento son principalmente gravas y arenas, las que quedan confinadas en el mismo predio para ser usadas posteriormente en la restauración del banco.
3. Por las características físicas y biológicas del predio se concluye que se trata de un sistema ambiental modificado que se uso y usa por parte de los vecinos como área de pastoreo, que provoca perturbación y afecta a los árboles por el pastoreo.
4. Con la ejecución del proyecto de restauración forestal, a mediano plazo se atenúan los cambios que se puedan presentar por el cambio de uso de suelo, se restituye parte de la vegetación, se modifica el microclima al interior del predio y se establece nuevamente el hábitat para la fauna silvestre.

De acuerdo con las justificantes mencionadas anteriormente se concluye que el proyecto es; técnica, ambiental y socioeconómicamente viable, y no se comprometen la permanencia de la vegetación, del agua en cantidad y calidad y se mejoran las condiciones socioeconómicas. Con ello se da cumplimiento a los artículos 117 y 121 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento respectivamente.

XII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE FORMULÓ EL ESTUDIO.

XII.1 Nombre

Ing. Ernesto Felipe Martínez Hernández

XII.2 Cedula Profesional

4799065

XII.3 Registro Forestal Nacional

Libro Querétaro Tipo UI, Volumen 5, Número 1-1. De acuerdo al OFICIO NÚM. F.22. 01.02.02/881/07.

XII.4 Dirección

Privada Nicolás de San Luis Montañez No 49. Col Las Rosas, Querétaro, Qro.

XII.5 Teléfono y correo electrónico

Tel: 01 442 404 7916 Tel. Cel. 442 107 5576

ernestofmh@yahoo.com.mx

XIII. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA Y EN SU CASO CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

XIII.1 Plan Estatal de Desarrollo 2010-2015

El Plan Estatal de Desarrollo del estado de Querétaro, denominado Plan Querétaro 2010-2015, es el documento rector de la planeación que conjunta y orienta la acción gubernamental y de la sociedad hacia el desarrollo integral del estado.

El gobierno del estado tiene como uno de sus fines promover el derecho a la ciudad, a través de una política incluyente de desarrollo urbano centrado en las personas. Los aspectos económicos, sociales, de suelo, vivienda y medio ambiente son concebidos en función del desarrollo integral de los habitantes de Querétaro

Eje 2. Fortalecimiento de la economía.

Con un enfoque de sustentabilidad y equilibrio entre las regiones, este eje aglutina los programas que se llevan a cabo para asegurar las condiciones que fomenten la inversión, la productividad y competitividad de los tres sectores de la economía, la creación de proyectos productivos, para generar empleos dignamente remunerados que proyecten al estado como una entidad confiable y próspera.

DESARROLLO AGROPECUARIO FORESTAL Y PESCA

Objetivo: Fomentar de manera sustentable el desarrollo, la tecnificación y la producción de las actividades agropecuaria, acuícola y forestal, con el fin de mejorar el nivel socioeconómico de la población, mediante el desarrollo de sus capacidades productivas y el uso racional de los recursos naturales asegurando el equilibrio de los ecosistemas.

Tabla 68. Análisis de compatibilidad de estrategias del Plan Querétaro.

Estrategias Plan 2010-2015	Línea de acción	Compatibilidad del proyecto
3.3. Estímulo a la protección, conservación, fomento, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.	Aplicación de técnicas de manejo sustentable de los recursos naturales, revirtiendo el deterioro en áreas erosionadas.	El proyecto contempla la ejecución de obras de conservación de suelos y restauración del banco cuando termine su vida útil
	Apego a la normatividad de la ley para el ordenamiento territorial de la zona forestal.	El proyecto se apega a lo estipulado en el Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en lo referente a Cambio de uso de suelo.

SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL

Objetivo. Implementar una política de sustentabilidad basada en el uso racional de los recursos naturales y su preservación para asegurar el desarrollo de las actuales y futuras generaciones.

Tabla 69. Análisis de compatibilidad de estrategias del Plan Querétaro.

Estrategias Plan 2010-2015	Línea de acción	Compatibilidad del proyecto
3.1 Realización de obras y acciones para la recarga de acuíferos en las micro cuencas.	Realización de obras y acciones para la recarga de acuíferos en las micro cuencas.	Una vez que concluya el proyecto se modificará el relieve del predio, formando una depresión que servirá como cuerpo de almacenaje temporal de agua, la que se irá infiltrando al manto freático
3.4. Elaboración e instrumentación del Programa Estatal de Cambio Climático.	Utilización de la evaluación del impacto ambiental como herramienta para definir acciones de prevención y control de la contaminación.	Como parte del presente estudio se incluye el apartado de impacto ambiental donde se incluye las medidas de prevención y mitigación de impactos ocasionados por las actividades a desarrollar
3.7. Establecimiento de ordenamientos ecológicos del territorio en el estado y los municipios.	Actualización, difusión e implementación del ordenamiento ecológico.	En este apartado se implementa el Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, específicamente para la UGA 297 "Galindo" donde se ubica el predio.
3.8. Impulso y acceso a la procuración de justicia ambiental.	Promover el cumplimiento de la normatividad ambiental.	Con la elaboración de este estudio se da cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, para la solicitud de cambio de uso de suelo.

XIII.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, fue publicado en el Periódico Oficial del gobierno del Estado de Querétaro "La Sombra de Arteaga" el 17 de abril de 2009, con lo cual sus preceptos se vuelven de cumplimiento obligatorio. Se erige como el principal elemento de política ambiental en el cual se establecen estrategias, lineamientos y acciones que deberán observarse previo al otorgamiento de concesiones, permisos, licencias, autorizaciones, dictámenes y toda resolución de los tres órdenes de gobierno, así como en la realización de las actividades que, de acuerdo con la legislación aplicable correspondan a cada uno de ellos.

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGAS) contenidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, buscan ser el principio de ordenamiento de las actividades que se desarrollan en una zona en particular del Estado de Querétaro.

Para el caso particular de este proyecto, el predio se encuentra ubicado en la zona conurbada de la ciudad de Querétaro, formando parte de la Unidad de Gestión Ambiental No. 297, "Galindo".

A continuación se describen las acciones a seguirse en esta UGA de las cuales se vinculan con el proyecto las siguientes: 001, 027, 028, 050, 055, 067, 074, 083, 104, 105, 113.

Tabla 70. Análisis de compatibilidad de acciones con la UGA 297.

No. de Lineamiento	Lineamiento	Acción		Vinculación
L01	Disminuir en al menos un 50%, el abatimiento anual del acuífero.	A001	Se aplicará un programa para la captación de agua de lluvia, en un lapso no mayor de cuatro años. Con especial atención a nuevos fraccionamientos habitacionales e industriales. Así como en bordos urbanos y desazolve de vasos reguladores	El proyecto modificará el relieve del predio, formando una depresión que al finalizar la vida útil servirá de vaso captador
		A002	Se regularizará el uso y destino del recurso agua entre concesionarios, en un plazo máximo de tres años.	No aplica
		A003	Se aplicarán programas para la tecnificación del riego agrícola, incrementando la eficiencia física en al menos un 80 % en un plazo máximo de 5 años.	No aplica
		A004	Se sustituirá en un 70 % el uso de aguas residuales crudas en la agricultura de acuerdo al tipo de cultivo, reemplazándolas por aguas residuales tratadas, en un plazo máximo de 4 años. Con especial atención al corredor de Querétaro a San Juan del Río y de Querétaro a Ezequiel Montes.	No aplica
L03	Controlar el flujo de aguas residuales descargadas en aguas, bienes nacionales y en los sistemas de alcantarillado para que no rebasen los límites permisibles de contaminantes de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas.	A005	Se aumentará al 90% la cobertura de alcantarillado en zonas urbanas, y en 75% en zonas suburbanas y rurales, en un lapso no mayor de cinco años. Con especial atención aquellas que contemplen localidades con una población mayor a 2,500 habitantes.	No aplica.
		A006	Se construirán, rehabilitarán y operarán plantas de tratamiento de agua para tratar al menos un 70 % de las aguas residuales, en un lapso no mayor de cuatro años.	No aplica
		A011	Se aplicará la normatividad vigente en cuanto al uso y manejo adecuado de agroquímicos en la agricultura alemana a presas o al río, fomentando el uso de prácticas alternas tales como: técnicas de rotación de cultivos, abonos verdes, uso de fertilizantes orgánicos o cualquier otro, en un lapso no mayor a dos años.	No aplica
L7	Mantener la calidad del aire por debajo de los límites permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales correspondientes.	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.	El proyecto comprende la ampliación de un banco de basalto, el cual ya cuenta con licencia de explotación.
		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.	Una de las actividades proyectadas para el banco es la restauración del área con obras de conservación de suelo y reforestación

No. de Lineamiento	Lineamiento	Acción		Vinculación
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 Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	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.	No aplica
		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 UGAs con agricultura de riego y temporal.	No aplica
L12	Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA.	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.	Como medidas de mitigación en el proyecto se rescatarán especies vegetales y se establecerán en el polígono denominado tierras frágiles
		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.	Como medidas de mitigación en el proyecto se rescatarán especies vegetales y se establecerán en el polígono denominado tierras frágiles
L13	Mantener la biodiversidad presente en el área.	A063	Se elaborará y aplicará un programa dirigido al uso sustentable de las barrancas con aptitud para actividades ecoturísticas, en un lapso no mayor de dos años.	No aplica
		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.	No aplica
		A065	Se regularán los torneos anuales de pesca deportiva, en un lapso no mayor de tres años. Antes de iniciar se deberá efectuar un estudio de carga para definir el número adecuado de participantes que será posible recibir sin ocasionar daños al ecosistema.	No aplica

No. de Lineamiento	Lineamiento	Acción		Vinculación
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	A067	Se prohíbe la extracción de flora y fauna silvestre, en especial aquellas que se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de riesgo.	Dentro de las medidas de mitigación de impactos se promueve el rescate de especies de flora y fauna en especial las que se encuentran en la NOM 059 y se prohíbe a los trabajadores la extracción de las mismas
		A070	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.	No aplica
		A072	La instalación de infraestructura, caminos, líneas de conducción o extracción (energía eléctrica, telefonía, telegrafía, hidrocarburos), Termoelectricas y depósitos de la industria petroquímica, estarán sujetas a previa manifestación de impacto ambiental, dependiendo de la zona y el proyecto.	No aplica
		A073	Se regulará cualquier tipo de instalación o infraestructura (incluidos los caminos) en zonas que presenten una o más especies bajo alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuando su trazo divide ecosistemas conservados.	No aplica
		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.	Las medidas de mitigación contemplan que todos los residuos de la obra se deberán depositar en la parte baja del banco, dicha medida se verificará con memoria fotográfica.

L15	Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	A076	Se aplicará un programa de manejo del pastizal para incrementar su productividad, evitando su deterioro y pérdida del suelo, en un lapso no mayor de dos años.	No aplica
		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.	No aplica
		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.	No aplica
		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).	El proyecto contempla la ampliación de un banco ya existente ubicado a 1500 m de la población más cercana denominada Santa Teresa
		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.	No aplica
		A086	Se prohíbe la introducción y liberación de ejemplares exóticos de flora y fauna, al medio silvestre.	No aplica
		A087	Se implementará un programa de regularización de especies ferales y mascotas no convencionales.	No aplica
		A088	La autoridad municipal elaborará y aplicará un reglamento en materia de regulación ecológica, en un lapso no mayor de un año.	No aplica
		A089	Los municipios aplicarán su programa de educación ambiental, en un lapso no mayor de un año.	No aplica
		A090	Se aplicarán las normatividades correspondientes al uso y construcción de fosas sépticas en un lapso no mayor de dos años.	No aplica
		A091	Se establecerá un parque agroindustrial dentro del municipio de Huimilpan, en un lapso no mayor de dos años.	No aplica

L19	Propiciar la retención de los suelos en las zonas más susceptibles a la erosión.	A104	Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuarán acciones como construcción de terrazas, presas de gaviones, finas 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.	Con las obras de conservación de suelo propuestas para la restauración del banco se da cumplimiento a esta línea de acción
		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.	Con el rescate y reubicación de las especies vegetales se promueve la reforestación y por consiguiente se evita la erosión dentro del predio.
		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.	
L20	Evitar los impactos ambientales y el deterioro de la vegetación y fauna en zonas aledañas a las comunidades rurales.	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, estufa ahorradora de leña o estufas solares, composta, letrinas secas, biofiltros, celdas solares, o cualquier otra aplicable, en un plazo no mayor de un año.	No aplica
L23	Integrar la educación ambiental para la sustentabilidad, en todas las actividades ecológicas del Estado.	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.	No aplica
		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.	Las medidas de mitigación de impactos contemplan el la separación, manejo y confinamiento final de los residuos sólidos urbanos y peligrosos que se generen durante la ejecución del proyecto.

XIII.4 Análisis de los instrumentos normativos

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente, publicada en 1988 (actualizada a 2003), es un ordenamiento reglamentario de las disposiciones de La Constitución General de La Republica relativas a la protección y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente en el territorio Nacional.

Tabla 71. Vinculación del proyecto con la LGEEPA

Instrumento y Artículo	Descripción	Vinculación del proyecto
LGEEPA 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 ambiente. Para ello, en los casos 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.	Con este documento, el promovente cumple con esta disposición vinculante e inicia el procedimiento para obtener la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.
LGEEPA Artículo 28 Fracción VII	VII. Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. Por lo que se refiere a la disposición de la fracción VII, el proyecto prevé la ampliación del banco de basalto en un predio que sustenta vegetación forestal de matorral subinermes por lo que, el promovente ha solicitado la autorización de la SEMARNAT materia de impacto ambiental que deriva del cambio de uso de suelo de un área forestal.	
LGEEPA Artículo 30	Para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	El proyecto cumple esta disposición vinculante al presentar a la consideración de la DGIRA (Unidad Administrativa facultada para ello de acuerdo a la fracción II del Artículo 27 del Reglamento Interior de la SEMARNAT), el estudio técnico unificado.
Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA) Artículo 3 Fracción I	Para los efectos del presente reglamento se consideran las definiciones contenidas en la Ley y las siguientes: I. Cambio de uso de suelo: modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.	Con base en la definición antes transcrita y derivado de las consideraciones hechas a la fracción VII del Artículo 28 de la LGEEPA, el proyecto modificará la vocación natural de los terrenos con vegetación forestal, por lo que somete a la consideración de la autoridad competente la Evaluación del Impacto Ambiental que deriva del cambio de uso de suelo.
(REIA) Capítulo II Artículo 5 Inciso O) Sub inciso II y Sub inciso III.	Capítulo II: de las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones. Artículo 5: Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras y actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: A) ... O) Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. I...II. Cambio de uso de suelo de áreas forestales a cualquier otro uso...III. Los demás cambios de uso de suelo, en terrenos o áreas de suelo forestal...	El promovente proyecta la ampliación de un banco de basalto del predio que sustenta vegetación forestal de matorral subinermes, en consecuencia presenta el proyecto respectivo para la obtención de la autorización correspondiente.

<p>(REIA) Capítulo III Artículos 9, 10 y 11.</p>	<p>Capítulo III: Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental. Artículo 9: Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. Artículo 10: Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, ó II. Particular.</p>	<p>El proyecto se ajusta a estas disposiciones, para ello presenta a la autoridad competente El Estudio Técnico Unificado modalidad A.</p>
<p>(REIA) Artículo 12 y Artículo 17.</p>	<p>Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción del proyecto; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores. Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.</p>	<p>Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo. En acatamiento a estas disposiciones, la integración del Estudio Unificado que se somete a la consideración de la autoridad ambiental competente contiene la información ambiental relevante requerida en cada uno de los VIII capítulos que dispone el artículo 12 del REIA. De igual forma, la disposición del Artículo 17 se cumplirá al ingresar la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en la ventanilla del CIS de la Delegación Federal en Querétaro.</p>

Ley General de Desarrollo Forestal sustentable

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.

En cumplimiento de esta disposición, el promovente presenta el Estudio Técnico Unificado.

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

El proyecto se vincula a los objetivos de este plan en los rubros relativos al aseguramiento de la sostenibilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras.

Normas oficiales mexicanas.

El establecimiento del presente proyecto se sujetará a lo que establecen los instrumentos normativos aplicables, para la prevención y control de la contaminación atmosférica, de la generación de ruidos, de las descargas de aguas residuales, entre otras, para mitigar los efectos adversos sobre el medio ambiente y los recursos naturales que se ocasionen por la ejecución del proyecto.

Tabla 72. Normas oficiales vinculadas con el proyecto

Norma	Objetivo	Campo de Aplicación
NOM-045-SEMARNAT-1996	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.	Es de observancia obligatoria para toda persona física o moral que pretende llevar a cabo cualquier obra en la cual se utilicen vehículos automotores que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies de flora y fauna silvestres nativas de México. -Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo.	Es de observancia obligatoria para toda persona física o moral que pretende llevar a cabo cualquier obra o actividad en la que se involucren especies de flora y fauna silvestre nativa de México que se encuentre bajo algún estatus de protección establecido en dicha NOM.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Es de observancia obligatoria para toda persona física o moral que pretende llevar a cabo cualquier obra en la cual se emita ruido proveniente del escape de los vehículos automotores motocicletas y triciclos motorizados en circulación.
NOM- 081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Es de observancia obligatoria para toda persona física o moral que pretende llevar a cabo cualquier obra o actividad en la cual se excedan los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas.
NOM-085-SEMARNAT-1994	Contaminación atmosférica –fuentes fijas- Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno así como los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión y niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.	Es de observancia obligatoria para toda persona física o moral que pretende llevar a cabo cualquier obra o actividad en la cual se utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, y que emitan a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno resultado del uso de éstos, así como para toda persona física o moral que dentro de sus procesos de operación de equipos de calentamiento indirecto por combustión y emite bióxido de azufre por el uso de sus equipos de calentamiento directo por combustión.

XIV. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS BIOLÓGICO FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO

Con la información recabada en el inventario de los recursos forestales del predio, obtuvimos el volumen de madera, así como el número de individuos a remover; el costo que tienen los subproductos provenientes del cambio de uso se obtuvo de los precios que se manejan para el caso de la venta de leña; y para los productos no maderables como son las pencas, brazuelos e hijuelos, el precio se determinó de acuerdo al que se maneja en los proyectos de compensación por cambio de uso de suelo de la CONAFOR.

Para los recursos no maderables se consideraron aquellos con características apropiadas para su rescate y con uso potencial como plantas de ornato y material vegetativo para la restauración, por lo que sólo se consideraron las especies que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 73. Valor de los productos no maderables

Nombre científico	No total de individuos o unidades	Precio Unitario en \$	Valor en pesos del producto (\$)
Cheilanthes bonariensis	230	5	\$1,152
Jatropha dioica	900	3	\$2,699
Mamillaria magnimama	44	25	\$1,097
Myrtillocactus geometrizans	3291	5	\$16,455
Nyctocereus serpentinus	55	10	\$549
Opuntia robusta	1371	4.5	\$6,171
Opuntia streptacantha	4388	4.5	\$19,746
Total general	10,279		\$47,868

Las características estructurales de los ejemplares forestales maderables, no permiten la obtención de madera aserrada por lo que el producto a obtener será leña.

Tabla 74. Valor de los productos maderables

Nombre científico	Vol. Total en m3	Precio Unitario en \$	Valor en pesos del producto (\$)
Acacia schaffneri	0.0684	550	\$38
Bursera fagaroides	2.7563	550	\$1,516
Bursera palmeri	1.8104	550	\$996
Celtis pallida	0.1033	550	\$57
Eysenhardtia polystachya	5.6630	550	\$3,115
Ipomoea murucoides	3.6706	550	\$2,019
Karwinskia humboldtiana	0.2634	550	\$145
Lysiloma microfila	0.6444	550	\$354
Montanoa tomentosa	0.0465	550	\$26
Senna polyantha	0.5723	550	\$315
Total general	15.5986		\$8,579

Con la información obtenida en las tablas anteriores observamos que al eliminar el total de la vegetación las ganancias que se obtienen son bajas y se dan únicamente en el año en el que se realice la remoción total de la vegetación; así también es destacable que el material vegetativo que se obtenga del cambio de uso de suelo se utilizará para las labores de mejoramiento y restauración del banco por lo que no se puede considerar como un ingreso para el promovente del CUS.

El valor económico de un recurso natural es una expresión monetaria de los beneficios que dicho recurso genera para la sociedad. Este valor no necesariamente está ligado al uso directo o indirecto del recurso, sino que también está basado en motivos de tipo altruistas, éticos y morales. Por tanto, el valor económico total de un recurso natural está compuesto por valores de uso y de no uso, que la literatura define de la forma siguiente:

Valor de uso: El valor de uso se deriva del uso real de los recursos naturales. Según Freeman (1993), el valor de uso se define como el valor económico asociado con el uso "in situ" de un recurso. Considerando la variedad de usos que incluye, éste a la vez se subdivide en valor de uso directo, indirecto y de opción:

Valor de uso directo: se refiere al valor por el uso de un recurso en un lugar específico. Este uso puede ser consuntivo o no consuntivo. En el primero, el recurso es consumido por la actividad que se desarrolla en él, por ejemplo la extracción de leña y frutos, la caza y la pesca. Mientras en el uso no consuntivo el recurso se usa de manera contemplativa, tal es el caso de visitas a un lugar recreativo o paisajístico.

Valor de uso indirecto: surge cuando las personas no entran en contacto directo con el recurso en su estado natural, pero aún así el individuo se beneficia de él. Este es el caso de las funciones ecológicas o ecosistémicas como regulación de clima, reciclaje de nutrientes y de residuos, entre otros.

Valor de opción: hace referencia al valor de uso potencial de un recurso, es decir, corresponde a lo que los individuos están dispuestos a pagar hoy por usar el recurso en el futuro. Adicionalmente, algunos autores han desarrollado el concepto de valor de cuasi-opción, el cual refleja el beneficio neto obtenido al posponer una decisión de usar o no un recurso, en espera de despejar total o parcialmente la incertidumbre existente mediante la obtención de una mayor información.

Valor de no uso: El valor de no uso o valor intrínseco se refiere a valores que están en la propia naturaleza de las cosas, pero a la vez están dissociados del uso o incluso de la opción de usarlas. Viene dado por la sola existencia del recurso en los ambientes naturales y de sus atributos. La existencia de este valor es independiente de la apreciación de las personas, no obstante su valor o utilidad es captado a través de la revelación de las preferencias de los seres humanos. El valor de no uso incluye el valor de legado y el valor de existencia.

Valor de legado: corresponde al valor que cualquier individuo le asigna a un recurso al saber que otros puedan beneficiarse del mismo en el futuro.

Valor de existencia: es un concepto que surge al asignar un determinado valor a un recurso simplemente porque éste existe, aún cuando los individuos nunca han tomado contacto con él, ni lo harán en el futuro.

Valor Económico Total: corresponde a la sumatoria de los valores de uso y de no uso (VET = Valor de uso + Valor de no uso).

De acuerdo a lo anterior tenemos los siguientes valores de uso para el predio:

Tabla 75. Valores de uso por ha de los recursos biológicos del predio.

Servicio	Tipo de valor	Monto en \$ mexicanos / ha	Monto en \$ mexicanos / para el predio
Protección	Valor de uso indirecto	1300	3089
Recreación	Valor de uso directo	1,282	3046
Biodiversidad (flora y fauna)	Valor de existencia	382	908
Valor curativo de las plantas	Valor de opción o cuasi -opción	3,631	8627
Captura de carbono	Valor de uso indirecto	720	1711
Extracción maderable	Valor de uso directo	3,730	8862
Extracción de frutos y semillas	Valor de uso directo	514	1221
Extracción de no maderables	Valor de uso directo	20,272	48166
Forraje	Valor de uso directo	600	1426
Total		32,431	77,056

La información sobre materias primas y precios se obtuvo de los mercados nacionales y locales, se debe de reiterar que los resultados obtenidos corresponden a una estimación referencial y a una estimación secundaria que puede modificarse de acuerdo al grado de valoración profunda y detallada.

El valor económico total si es que se aprovecharan todos los recursos en una sola ocasión es de \$32,431/ hectárea obtenido de la suma de todas las categorías.

El valor equivale al beneficio económico que el dueño del predio podría obtener al realizar el aprovechamiento, se trata de un valor directo no comercial porque algunas de las materias primas y alimentos no son producto de venta y en su mayoría se trata de gastos evitados (Forraje, medicina, etc.) y en el caso de las materias primas que generan ingresos, estos se obtienen de manera única de tal manera que el flujo de dinero no es constante.

XV. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

La consideración de los criterios del desarrollo sostenible, en las explotaciones mineras a cielo abierto, supone que éstas han de concebirse, desde el proceso de diseño, como una serie de fases integradas, donde se conjuguen las labores extractivas con el respeto por el medio ambiente.

Ha de quedar claro, sin embargo, que no todas las medidas propuestas son universalmente aplicables. Dependiendo de las circunstancias concretas de cada explotación, las empresas, previamente, deberían analizar técnicamente la efectividad y viabilidad de implantar una determinada actuación.

El desarrollo de las labores de extracción de los recursos, conforme al proyecto de explotación, ha de tener en consideración la futura restauración de los terrenos afectados por la actividad extractiva.

En cualquier caso, las recomendaciones que aquí se hacen pueden servir como elementos para reflexionar sobre una mejor gestión de los aspectos medioambientales en las explotaciones mineras a cielo abierto y, en particular, de las restauraciones de terrenos.

El aspecto más destacado, en cuanto a las afecciones que produce **la actividad extractiva a cielo abierto sobre el medio natural**, está relacionado con la alteración o modificación del terreno en la fase de explotación, lo que **supone la pérdida transitoria de la capa vegetal y de la fauna**.

Sin embargo, con una adecuada gestión y aplicación de las medidas correctoras existentes, este impacto estará debidamente controlado durante la operación de la explotación y será corregido durante la fase de restauración de los terrenos.

El principio básico a considerar es la necesidad de concebir la explotación minera como una serie de fases integradas desde el proceso de diseño de la misma, donde se conjuguen las labores extractivas con las de protección del medio ambiente. Entre éstas, destacan el control de los efectos medioambientales de la actividad, la integración paisajística de la explotación y la recuperación del terreno explotado.

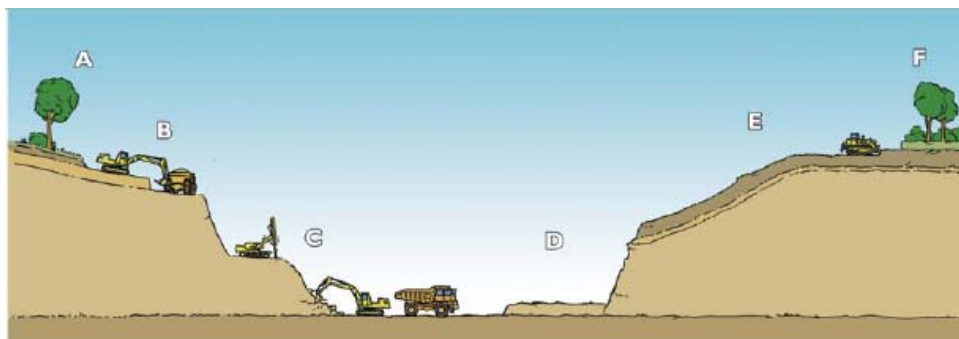


Figura 29. Esquema del proceso explotación/restauración A. Estado inicial; B: Despalme; C Extracción; D: Relleno; E: Reconstrucción del Suelo, F. Restauración forestal.

El tipo de restauración específica a realizar en cada caso dependerá de las circunstancias concretas de cada explotación, ya que es difícil hablar de actuaciones universalmente aplicables.

La elección del tipo de restauración y uso final que se va a desarrollar en una explotación es una decisión compleja donde intervienen gran cantidad de variables como son, fundamentalmente:

- El tipo de explotación y sus características específicas.
- El entorno medioambiental y socioeconómico en el que se encuentra la explotación y el inmediatamente próximo. Dentro de éstos, pueden distinguirse dos grupos de factores:
 1. Geocológicos (clima, geología, litología, fauna, flora, hidrología, paisaje, etc.).
 2. Culturales (demografía, economía e historia).
- Los tipos de usos del suelo definidos que confluyen en la ordenación del territorio de la zona, incluyendo los usos anteriores a la explotación.
- Los intereses de las Entidades Locales, como son los ayuntamientos y sus vecinos.
- El acuerdo, en su caso, con el propietario de los terrenos.
- La sostenibilidad en el tiempo de la actuación de restauración.
- Los costos derivados de los aspectos anteriores.

Cada restauración debe ser abordada en su contexto particular, sin ideas preconcebidas, para optar por aquella solución que permita satisfacer todas las condiciones de contorno que se apliquen en esas circunstancias concretas.

Todos estos condicionantes deben ser sopesados por el empresario a la hora de diseñar, con la ayuda de un equipo multidisciplinar de profesionales, el Plan de Restauración de la explotación.

Por este motivo, la aportación de modelos estandarizados de restauración induciría al error; **cada explotación es única en cuanto a que sus circunstancias son totalmente diferentes de las de otra** (superficie, ubicación, tipo de yacimiento, entorno ambiental y social, relación con el titular del terreno, etc.).

A la hora de restaurar un banco de materiales, habrá que **tener en cuenta**, desde un primer momento, **el uso que se le va a dar a los terrenos una vez finalizadas las operaciones de extracción**. Para determinar el uso final, como ya se ha dicho, **habrá que adaptarse a las limitaciones y potencialidades, entorno social, paisajístico y ecológico del terreno así como los condicionantes técnicos y económicos de la explotación minera, entre otros**.

Antes de desarrollar cada uno de los condicionantes, es necesario conocer las posibilidades de **uso final** que pueden considerarse, en términos generales:

Figura 30. Tipos de restauración de bancos

TIPO DE USO	CARACTERÍSTICAS	ASPECTOS NECESARIOS
AGRÍCOLA 	<ul style="list-style-type: none"> Plantación de frutales (almendros, olivos...) Cereales Vides Pastizales Forrajes 	<ul style="list-style-type: none"> Pendientes suaves Sistema de drenaje Suelo fértil bien reconstituido Tipo de cultivo adaptado a la disponibilidad de agua y a las características del suelo
FORESTAL 	<ul style="list-style-type: none"> Plantación de árboles para la explotación de madera, incremento de la biodiversidad, lucha contra la erosión, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Pendientes moderadas Suelo fértil bien reconstituido Sistema de drenaje Selección de especies
HÁBITAT NATURAL 	<ul style="list-style-type: none"> Recuperación del entorno natural o creación de nuevo hábitat Reserva (flora y fauna) 	<ul style="list-style-type: none"> Suelo fértil bien reconstituido Selección de especies Modelado de orillas y hueco
ACTIVIDADES RECREATIVAS 	<ul style="list-style-type: none"> Senderismo Contacto con la naturaleza Observatorio de especies o área de interés geológico Escalada Caza Pesca Deportes náuticos Campos para la práctica deportiva (atletismo, tenis, fútbol, golf, motocross, ciclocross, etc.) Aeródromos Parque zoológico Jardín botánico Museo de la explotación 	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidad de los taludes Buenas propiedades geotécnicas del suelo restaurado Accesos Proximidad a núcleos urbanos Medidas de seguridad para los usuarios Buen acondicionamiento del hueco (deportes náuticos)
URBANISMO 	<ul style="list-style-type: none"> Urbanizaciones Parques y zonas verdes Auditorios Iglesias Bodegas 	<ul style="list-style-type: none"> Pendientes suaves Buenas propiedades geotécnicas del suelo restaurado (cimentaciones) Accesos Proximidad a núcleos urbanos Medidas de seguridad para los usuarios Buen acondicionamiento y sellado del hueco (vertederos, depósitos, piscifactoría)
INDUSTRIAL 	<ul style="list-style-type: none"> Suelo para establecimiento de polígonos industriales Aparcamientos Depósito de agua para consumo humano o riego Piscifactoría 	<ul style="list-style-type: none"> Pendientes suaves Buenas propiedades geotécnicas del suelo restaurado (cimentaciones) Accesos Proximidad a núcleos urbanos Medidas de seguridad para los usuarios Infraestructuras (líneas eléctricas, alcantarillado, agua potable, carreteras de acceso, etc.) Buen acondicionamiento y sellado del hueco (vertederos, depósitos, piscifactoría)
VERTEDERO DE RESIDUOS 	<ul style="list-style-type: none"> Vertedero de residuos 	

Como se desprende del cuadro, las posibilidades de restauración son muy variadas y más si se considera que, en una restauración pueden combinarse distintas alternativas entre sí siempre que, evidentemente sean compatibles.

Para este proyecto el tipo de restauración a realizar es la **FORESTAL**, ya que se busca restituir el predio a un estado semejante al original, en este caso por el aprovechamiento de basalto, el relieve sufre una modificación, sin embargo se utiliza a favor de la restauración forestal propuesta.

El objetivo general de las actividades de restauración es establecer adecuadas previsiones y medidas para una aplicación sistemática de acciones de restauración, con el objeto de establecer y obtener la recuperación del equilibrio ecológico del área y un uso de tierra similar a las condiciones previas a la ejecución del proyecto.

- Restaurar el área de trabajo lo más cercanamente posible a su estado original, considerando la topografía, las propiedades del suelo, la cobertura vegetal de las áreas afectadas por el proyecto, los patrones naturales de drenaje, la estabilidad de las pendientes y el valor estético, asegurando que el suelo se recupere para usos futuros, tomando en cuenta la naturaleza de las actividades humanas en el área, garantizando así, la restauración completa del uso de la tierra.
- Minimizar los impactos socioeconómicos a las comunidades vecinas y público en general.
- Minimizar los impactos a las aguas subterráneas y cuerpos de agua, asegurando que las fuentes potenciales de contaminación sean retiradas.

En la siguiente figura se muestra el proceso de aprovechamiento de materiales a minas de cielo abierto donde se observa cual sería el proceso de restauración integrado una vez que terminó la vida útil de la mina.

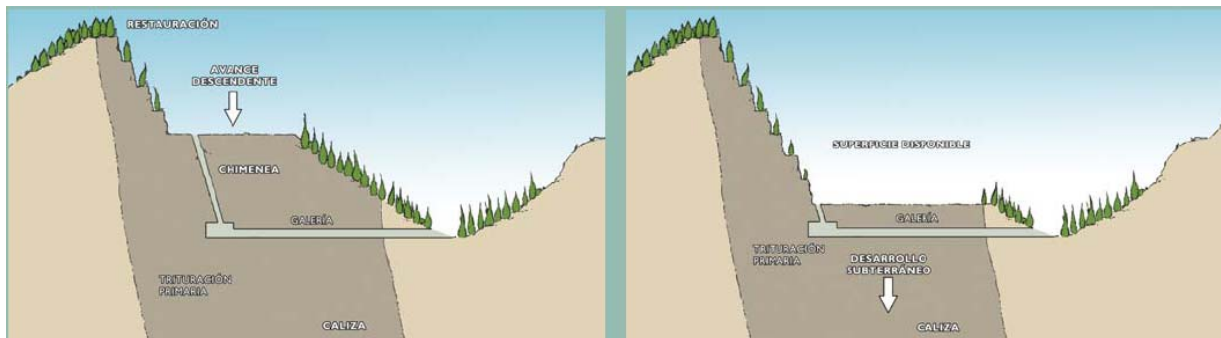


Figura 31. Proceso de explotación descendente y restauración.

Para conseguir con éxito la restauración final, hay ciertos aspectos que hay que considerar a la hora de realizar el proyecto de explotación, como por ejemplo la retirada y ubicación del suelo. Por ello, es importante una buena planificación y establecimiento de fases en los trabajos de restauración.

Tabla 76. Estimación de las actividades de restauración de 2.376 hectáreas para un periodo de 20 años

ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO	
Actividad	Costo Estimado (\$)
Terraceo o formación de taludes	594,117.68
Incorporación de suelo	148,529.42
Recomposición del suelo con uso de abono y esparcido de capa vegetal acumulada	66,013.04
Reforestación	363,071.95
Transporte, fletes e insumos	49,509.78
Protección del área plantada	33,006.51
Mantenimiento de la vegetación hasta alcanzar su estado actual	3,300,594.41
Costo Total Estimado	4,554,842.79

**XVI. IDENTIFICACIÓN DE LOS
INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y
ELEMENTOS TÉCNICOS QUE
SUSTENTAN LA INFORMACIÓN
SEÑALADA EN LAS FRACCIONES
ANTERIORES**

- Coordenadas geográficas del predio y de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo, proporcionadas por el promovente.
- Imagen de satélite del sensor QuickBird02, de febrero de 2011, consultado en el mes de diciembre del 2012 en el Programa Google Earth versión 6.0.3.2197. Para la rodalización del predio.
- Para la caracterización de la cuenca hidrológico forestal se consultó la cartografía de INEGI, CONABIO y SEDESU, con esta información se caracterizaron los siguientes elementos: hidrología, fisiografía, clima, suelo, y vegetación.
- Se utilizó GPS Etrex Gamín (con precisión de 8 m), para el catastro del predio y la ubicación geográfica de los sitios de muestreo.
- Se utilizaron sitios de muestreo de dimensiones fijas de 100 m2 para hacer el inventario forestal del predio.
- Para fauna se usaron sitios fijos de observación para aves y transectos para mamíferos y reptiles.
- Los planos temáticos del proyecto son de elaboración propia con información del Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, utilizando el SIG Arc View 3.3 y Arc Gis 9.0.
- Para determinar especies de flora y fauna con alguna categoría de riesgo se consultó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Se consultó el Acuerdo mediante el cual se emiten los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación.
- Para determinar las obras de conservación de suelos se revisó el Manual de Obras Prácticas "Protección, restauración y conservación de suelos forestales" de la CONAFOR.
- Se anexa una memoria fotográfica del predio donde se muestran principalmente vegetación, suelo y paisaje.
- El Análisis e interpretación de los impactos ambientales se realizó en base a los resultados de la matriz de Leopold.
- Se anexa documentación legal del predio y del promovente

XVI.1 Bibliografía

CONAFOR 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales, Manual de Obras prácticas. 297 p.

DOF 2011. ACUERDO mediante el cual se emiten los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación

ESPINOZA, GUILLERMO. 2002. gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco interamericano de desarrollo -centro de estudios para el desarrollo. Santiago, Chile. 259 p.

GARCÍA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.

GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO. 2002. Carta geográfica estatal. esc. 1: 250,000. Querétaro, Qro. Enero, 2002.

GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO. Plan estatal de desarrollo 2010- 2015. Querétaro, Qro. 2010.

GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro. Querétaro, Qro, Marzo de 2009.

INEGI 2011A., consultado en el mes de junio del 2011 en:
<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/marcoteo/bases/bases.cfm?c=235>

INEGI 2011B., consultado en el mes de junio del 2011 en:
http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/topo/TOPOI.pdf

INEGI 2011C., Guía para la interpretación de Información Cartográfica impresa y digital de uso de suelo y vegetación.

Rosete, V. 2009. Contribución al análisis del cambio de uso del suelo y vegetación (1978-2000) en la península de Baja California, México. Investigación Ambiental.

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

XVII. ANEXOS

Los abajo firmantes declaran bajo protesta de decir verdad, que los resultados obtenidos fueron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible y las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales, del proyecto denominado "Cambio de uso de suelo para la ampliación del banco de basalto La Loma Huimilpan, Qro". Lo anterior como lo establece el artículo 36 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

El Promovente

CEMEX CONCRETOS S.A de C.V

El Asesor técnico

Ing. Ernesto Felipe Martínez Hernández