

# MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

## MODALIDAD PARTICULAR

*Con fundamento en los artículos 5º Fracción II y X, 28º Fracción X, 30º de la LGEEPA y artículos 4 fracción I, 5 inciso R) Fracción II de su reglamento en materia de impacto ambiental.*

### PROYECTO:

┌ APROVECHAMIENTO DE MATERIALES PÉTREOS EN EL ┌  
└ "ARROYO SAN LUCAS", MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RÍO, └  
└ DURANGO └

DURANGO  
OCTUBRE DE 2023

**ASUNTO:** Se solicita autorización del Manifiesto al Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto: Aprovechamiento de materiales pétreos en el “Arroyo san Lucas”, municipio de San Juan del Río, Durango.

En la ciudad de Durango, Dgo.,

A 10 de Octubre de 2023

**DR. MARCO ANTONIO ÁVILA CHÁVEZ**

Encargado de la oficina de representación

De la SEMARNAT en Durango, Dgo.

P R E S E N T E

Adjunto a la presente envié a Usted la documentación para solicitar la autorización en Materia de Impacto Ambiental del Proyecto: **“Aprovechamiento de materiales pétreos en el “Arroyo San Lucas”, municipio de San Juan del Río, Durango”**, con fundamento en los artículos 5º Fracción II y X, 28º Fracción X, 30º de la LGEEPA y artículos 4 fracción I, 5 inciso R) Fracción II de su reglamento en materia de impacto ambiental., por lo cual anexamos la siguiente documentación:

- Identificación oficial del Promovente
- Copia del RFC del Promovente
- Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, 1 tanto en físico y en formato digital (CD)
- Resumen ejecutivo impreso y en formato digital
- Original y copias del pago de derechos fiscales

Así mismo hago de su conocimiento que el domicilio para oír y recibir notificaciones relacionadas con el presente estudio está ubicado en la ciudad de Victoria de Durango, en calle Flor de llamarada # 145, Fraccionamiento Bugambilias, Teléfonos 674-86-2-03-59 y/o al correo electrónico: [ceviar90@gmail.com](mailto:ceviar90@gmail.com).

En espera de cumplir satisfactoriamente con lo establecido en la legislación ambiental vigente en la materia, le reiteramos consideraciones y con los señalamientos necesarios y sin otro particular por el momento, me despido de Usted.

ATENTAMENTE

---

**C. RAFAEL ARANGO VALENZUELA**

Promovente

---

**ING. CESAR ENRIQUE VILLA ARELLANO**

Responsable Técnico

En la ciudad de San Juan del Río, Dgo.,  
a 10 de Octubre de 2023.

**DR. MARCO ANTONIO ÁVILA CHÁVEZ**  
Encargado de la oficina de representación  
De la SEMARNAT en Durango, Dgo.

P R E S E N T E.

Por medio de la presente declaro bajo protesta de decir verdad, que los resultados y Análisis que se obtuvieron Para el **MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR** del proyecto **Aprovechamiento de materiales pétreos en el “Arroyo San Lucas”, municipio de San Juan del Río, Dgo.**, fue 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 que las medidas de prevención y mitigación, así como los métodos, técnicas y metodologías sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales adversos que resulten de este proyecto.

**PROTESTO LO NECESARIO**

A los 10 días del mes de octubre de 2023.

---

Ing. Cesar Enrique Villa Arellano  
Responsable Técnico de la Elaboración del MIAP.

**TABLAS DE CRITERIOS AMBIENTALES CONFORME AL ANEXO 19 DE LA RESOLUCION MISCELANEA 2023, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 27 DE DICIEMBRE DE 2022, POR LOS SERVICIOS ENUNCIADOS EN EL ARTICULO 194-H, FRACCIONES II y III DE LA LEY FEDERAL DE DERECHOS.**

**Proyecto: Aprovechamiento de materiales pétreos en el “Arroyo San Lucas”, municipio de San Juan del Río, Dgo.**

<b>TABLA A</b>				
<b>NO.</b>	<b>CRITERIOS AMBIENTALES</b>	<b>RESPUESTA</b>	<b>VALOR</b>	<b>Calificación</b>
1	¿SE TRATA DE OBRAS O ACTIVIDADES EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE COMPETENCIA DE LA FEDERACIÓN?	<b>NO</b>	1	1
		SÍ	3	
2	¿PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO SE REQUIERE LA AUTORIZACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, EN SELVAS O ZONAS ÁRIDAS?	<b>NO</b>	1	1
		SI	3	
3	¿EL PROYECTO IMPLICA EL USO O MANEJO DE AL MENOS UNA SUSTANCIA CONSIDERADA DENTRO DE LAS ACTIVIDADES CONSIDERADAS ALTAMENTE RIESGOSAS?	<b>NO</b>	1	1
		SÍ	3	
<b>Total.</b>				<b>3</b>

II. Por la recepción, evaluación y el otorgamiento de la resolución de la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, de acuerdo con los criterios ambientales de la TABLA A y la clasificación de la TABLA B:

- a). **\$42,706**
- b). \$85,415
- c). \$128,123

III. Por la recepción, evaluación y el otorgamiento de la resolución de la manifestación del impacto ambiental, en su modalidad regional, de acuerdo con los criterios ambientales de la TABLA A y la clasificación de la TABLA B:

- a). \$55,887
- b). \$111,773
- c). \$167,658

<b>TABLA B</b>		
<b>GRADO</b>	<b>CUOTA A PAGAR SEGÚN EL INCISO CORRESPONDIENTE A LAS FRACCIONES II Y III DE ESTE ARTÍCULO</b>	<b>RANGO CLASIFICACIÓN</b>
Mínimo	a)	3
Medio	b)	DE 5 A 7
Alto	c)	9

De acuerdo con los cálculos realizados, El Monto a Pagar por la Recepción, Evaluación y Dictaminación del Manifiesto de Impacto ambiental Modalidad Particular es de **\$ 42,706** (Son Cuarenta y dos mil setecientos seis pesos 00/100 M.N).

**ATENTAMENTE**

---

**C. RAFAEL ARANGO VALENZUELA**

Promovente

## CONTENIDO

<b>I. DATOS .....</b>	<b>10</b>
I.1 PROYECTO .....	10
I.1.1 Ubicación y acceso.....	10
I.1.2 Vida útil .....	10
I.1.3 Representación legal .....	11
I.2 PROMOVENTE .....	11
I.2.1 Nombre o razón social.....	11
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes.....	12
RFC: AAVR711024N60.....	12
I.2.3 Dirección.....	12
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	12
I.3.1 Nombre o razón social.....	12
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes.....	12
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.....	12
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.....	12
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>13</b>
II.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	13
II.1.1 Naturaleza.....	13
II.1.2 Selección del sitio.....	13
II.1.3 Ubicación física y planos de localización.....	14
II.1.4 Inversión requerida.....	15
II.1.5 Dimensiones .....	19
II.1.6 Uso actual del suelo.....	62
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	63
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES.....	63
II.2.1 Programa general de trabajo.....	63
II.2.2 Utilización de explosivos.....	70
II.2.3 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera .....	70
II.2.4 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos .....	72
II.2.5 Otras fuentes de daños.....	73
<b>III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y DE SUELO .....</b>	<b>74</b>
III.1 PROGRAMA DE DESARROLLO MUNICIPAL.....	74
III.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO .....	74
III.3 PLAN DE DESARROLLO NACIONAL .....	74
III.4 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES .....	75
III.5 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.....	75
III.5.1 Leyes y sus reglamentos .....	75
III.5.2 Normas Oficiales Mexicanas aplicables .....	77
III.6 REGULACIÓN DEL USO DE SUELO .....	82
III.6.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Nacional.....	83
III.6.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Durango .....	85
III.7 UBICACIÓN DEL SITIO EN LAS REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN .....	87
III.7.1 Áreas naturales protegidas .....	87
III.7.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves .....	87
III.7.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias.....	87
III.7.4 Regiones Terrestres Prioritarias .....	89
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (INVENTARIO AMBIENTAL) .....</b>	<b>90</b>

IV.1 DELIMITACIÓN A NIVEL REGIONAL .....	90
IV.1.1 Delimitación a nivel sitio (puntual).....	91
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	93
IV.2.1 Factores abióticos .....	93
IV.2.2 Factores bióticos .....	114
IV.2.3 Paisaje .....	124
IV.2.4 Medio socioeconómico.....	128
IV.2.5 Diagnóstico ambiental .....	130
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>140</b>
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales .....	140
V.1.2 Indicadores de impacto .....	141
V.1.3 Lista de verificación.....	142
V.2 CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS .....	147
V.2.1 Cuadro de contingencia.....	147
V.2.2 Jerarquización de los impactos.....	162
V.2.3 Atmosfera.....	164
V.2.4 Fisiografía.....	166
V.2.5 Suelo.....	166
V.2.6 Geoformas.....	167
V.2.7 Agua .....	167
V.2.8 Fauna.....	169
V.2.9 Sociedad .....	170
V.2.10 Conclusiones.....	170
V.2.11 Justificación de la metodología seleccionada .....	180
<b>VI. MEDIDAS DIRIGIDAS A LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>182</b>
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMAS DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL ....	182
VI.1.1 Medidas preventivas .....	182
VI.1.2 Descripción de las medidas de remediación.....	191
VI.1.3 Descripción de las medidas de rehabilitación. ....	191
VI.1.4 Descripción de las medidas de compensación y restauración.....	191
VI.2 PROGRAMAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA.....	191
VI.2.1 Programa de rescate para la fauna silvestre .....	191
VI.2.2 Actividades de mitigación en las diferentes etapas del proyecto .....	200
VI.2.3 Impactos residuales.....	204
<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>206</b>
VII.1 ATMOSFERA .....	206
VII.2 FISIOGRAFÍA .....	206
VII.3 GEOLOGÍA.....	206
VII.4 SUELO .....	207
VII.5 BIOTA.....	207
VII.6 SOCIAL .....	207
VII.7 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL .....	209
VII.7.1 Objetivo .....	209
VII.7.2 Procedimientos para el control de calidad.....	209
<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA .....</b>	<b>219</b>
VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN .....	219
VIII.2 PLANOS .....	219

VIII.3 FOTOGRAFÍAS .....	219
VIII.4 VIDEOS .....	220
VIII.5 OTROS ANEXOS .....	220
VIII.5.1 Metodologías empleadas durante la elaboración del MIA-P .....	220
VIII.6 RESPONSIVA TÉCNICA .....	233
<b>IX. LITERATURA CONSULTADA .....</b>	<b>234</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO I-1. INFRAESTRUCTURA VIAL PARA ACCEDER AL SITIO .....	10
CUADRO I-2. CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES A LO LARGO DE LA VIDA ÚTIL .....	11
CUADRO II-1. COORDENADAS GEOGRÁFICAS EXTREMAS EN UTM DEL BANCO DE MATERIALES .....	14
CUADRO II-2. CAPITAL REQUERIDO.....	15
CUADRO II-3. INDICADORES FINANCIEROS Y SU DICTAMEN DE VIABILIDAD .....	17
CUADRO II-4 COSTO DE EJECUTAR LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS .....	17
CUADRO II-5. COORDENADAS UTM QUE DELIMITAN EL POLÍGONO PROPUESTO PARA BANCO DE MATERIALES.....	19
CUADRO II-6. DIMENSIONES DEL BANCO DE MATERIALES PÉTREOS.....	22
CUADRO II-7 GRANULOMETRÍA DE LOS MATERIALES PÉTREOS QUE SE PRETENDEN APROVECHAR .....	28
CUADRO II-8. CANTIDAD DE PRODUCTO A EXTRAER DEL BANCO 1 .....	29
CUADRO II-9 COORDENADAS UTM DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS MATERIALES .....	30
CUADRO II-10. GRANULOMETRÍA DEL PUNTO 1.....	30
CUADRO II-11. GRANULOMETRÍA DEL PUNTO 2.....	30
CUADRO II-12. GRANULOMETRÍA DEL PUNTO 3.....	31
CUADRO II-13. GRANULOMETRÍA DEL PUNTO 4.....	31
CUADRO II-14 GRANULOMETRÍA DEL PUNTO 5.....	32
CUADRO II-15 GRANULOMETRÍA DEL PUNTO 6.....	32
CUADRO II-16 GRANULOMETRÍA DEL PUNTO 7.....	32
CUADRO II-17 GRANULOMETRÍA DEL PUNTO 8.....	33
CUADRO II-18 GRANULOMETRÍA DEL PUNTO 9.....	33
CUADRO II-19 GRANULOMETRÍA GENERAL DEL BANCO PROPUESTO .....	33
CUADRO II-20 VOLUMEN DE EXTRACCIÓN PARA CADA SECCIÓN DEL BANCO.....	38
CUADRO II-21 PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXTRACCIÓN POR SECCIÓN.....	41
CUADRO II-22 INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA .....	43
CUADRO II-23. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MEDIA MENSUAL HISTÓRICA DEL PERIODO 1926-2009 DE LA ESTACIÓN SAN JUAN DEL RÍO .....	43
CUADRO II-24 PROMEDIOS MENSUALES DE LOS REGISTROS HISTÓRICOS DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA 10068 SAN JUAN DEL RÍO (SMN). .....	45
CUADRO II-25. COEFICIENTES $A_i$ .....	47
CUADRO II-26 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SUBCUENCA. ....	51
CUADRO II-27 CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA .....	51
CUADRO II-28 COEFICIENTES DE CÁLCULO - PRECIPITACIÓN EFECTIVA .....	51
CUADRO II-29 GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO. ....	52
CUADRO II-30 CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE CORRELACIÓN PARA EL AÑO PROMEDIO.....	52
CUADRO II-31 ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN .....	53
CUADRO II-32 ANÁLISIS DE VARIANZA .....	53
CUADRO II-33 CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS (MM).....	53
CUADRO II-34 CAUDALES MEDIOS MENSUALES ( $M^3/s$ ).....	55
CUADRO II-35 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.....	59
CUADRO II-36 CALENDARIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS EN EL ARROYO SAN LUCAS.....	60
CUADRO II-37 DESCRIPCIÓN DE LOS CAMINOS QUE SERÁN UTILIZADOS EN LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS .....	61
CUADRO II-38. SUPERFICIE SEGÚN EL TIPO DE OBRA .....	62

CUADRO II-39 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO .....	64
CUADRO II-40.COORDENADAS UTM DEL BANCO DE ALMACENAMIENTO .....	67
CUADRO II-41. RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS GENERADOS .....	71
CUADRO II-42. RELACIÓN DE ÁREAS Y RUIDOS .....	72
CUADRO III-1. VINCULACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS JURÍDICOS.....	78
CUADRO III-2. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA.....	83
CUADRO III-3. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS DE LA UAB. ....	83
CUADRO III-4. VINCULACIÓN DE LOS CRITERIOS DE REGULACIÓN .....	85
CUADRO IV-1. MARCO HIDROLÓGICO.....	93
CUADRO IV-2. ELEMENTOS HIDROGRÁFICOS EN EL SA .....	93
CUADRO IV-3. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES FISOGRÁFICOS DEL SA .....	98
CUADRO IV-4 DISTRIBUCIÓN DE LA EXPOSICIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL.....	101
CUADRO IV-5. CLASE DE ROCAS A NIVEL SA Y AI.....	102
CUADRO IV-6. SUPERFICIES DE LAS CLASES DE ROCAS EN EL SA Y EN EL AI .....	103
CUADRO IV-7. PRINCIPALES GRUPOS DE SUELO PRESENTES EN EL SA.....	105
CUADRO IV-8. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE SUELO DEL SA.....	107
CUADRO IV-9. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE SUELO DEL AI.....	107
CUADRO IV-10. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE SUELO DEL PROYECTO .....	108
CUADRO IV-11. TIPO DE CLIMA PRESENTE EN EL SA .....	111
CUADRO IV-12. NORMALES CLIMATOLÓGICAS DEL SA .....	112
CUADRO IV-13. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL ANUAL (MM) PARA LAS REGIONES DEL ESTADO DE DURANGO .....	113
CUADRO IV-14. TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL.....	114
CUADRO IV-15. TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA Y PROYECTO .....	117
CUADRO IV-16. LISTA DE ESPECIES DE AVES REPORTADAS EN LA REGIÓN.....	121
CUADRO IV-17. LISTA DE ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES REPORTADOS PARA LA REGIÓN .....	123
CUADRO IV-18. LISTA DE ESPECIES DE MAMÍFEROS REPORTADAS PARA LA REGIÓN.....	123
CUADRO IV-19. CALENDARIO DE ÉPOCAS HÁBILES Y LISTA DE ESPECIES DE AVES CANORAS Y DE ORNATO PARA CAPTURA TEMPORADA 2022-2023.....	123
CUADRO IV-20. ESPECIES DE FAUNA DE LA REGIÓN CUYO APROVECHAMIENTO ESTÁ REGULADO POR EL CALENDARIO EH 2022-2023 DE LA SEMARNAT .....	124
CUADRO IV-21. ESPECIES DE FAUNA CONSIDERADAS EN EL PRR .....	124
CUADRO IV-22. VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTÉTICOS DEL PAISAJE DEL SITIO .....	125
CUADRO IV-23. VALORACIÓN DE LA FRAGILIDAD DEL PAISAJE .....	126
CUADRO IV-24. POBLADOS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	128
CUADRO IV-25. INTEGRACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL.....	130
CUADRO IV-26. UNIDADES ESTABLECIDAS PARA CADA ELEMENTO AMBIENTAL DEL SA, AI Y SITIO .....	132
CUADRO IV-27. VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS .....	135
CUADRO IV-28. VALORACIÓN DE ESTADO ACTUAL DEL INVENTARIO AMBIENTAL .....	135
CUADRO V-1 INDICADORES DE IMPACTO .....	142
CUADRO V-2 LISTA DE VERIFICACIÓN DE IMPACTOS .....	143
CUADRO V-3 IDENTIFICACIÓN Y GLOBALIZACIÓN DE LOS IMPACTOS .....	145
CUADRO V-4 IDENTIFICACIÓN INICIAL DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.....	147
CUADRO V-5 INDICADORES DE IMPACTO .....	148
CUADRO V-6. AUXILIARES EN LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	149
CUADRO V-7 CRITERIOS DE CATEGORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	150
CUADRO V-8 CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN .....	151
CUADRO V-9 CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	154
CUADRO V-10 CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE ABANDONO .....	158
CUADRO V-11 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS POR ETAPA.....	163
CUADRO V-12. EMISIÓN DE GASES.....	165
CUADRO V-13 NIVELES SONOROS.....	165
CUADRO V-14 RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PROYECTO.....	166

CUADRO V-15 DIMENSIONES Y VOLUMEN DEL BANCO DE MATERIALES PÉTREOS .....	167
CUADRO V-16 ESPECIES DE FAUNA DENTRO DE LA NOM-059 .....	169
CUADRO V-17 CONCLUSIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS A NIVEL DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) .....	171
CUADRO V-18 CONCLUSIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS A NIVEL DEL ÁREA DEL PROYECTO .....	175
CUADRO VI-1 MEDIDAS PREVENTIVAS .....	182
CUADRO VI-2. ESPECIES DE FAUNA CONSIDERADAS EN EL PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN .....	192
CUADRO VI-3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA .....	200
CUADRO VI-4 ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	200
CUADRO VI-5 COSTO DE LAS OBRAS DE RESTAURACIÓN .....	202
CUADRO VII-1 RELACIÓN DE ÁREAS Y RUIDOS.....	206
CUADRO VII-2 PRONÓSTICOS AMBIENTALES .....	207
CUADRO VII-3 GENERALIDADES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	210

### ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA I-1. UBICACIÓN Y VÍAS DE COMUNICACIÓN DEL SITIO .....	10
FIGURA II-1 LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL BANCO DE MATERIALES. ....	15
FIGURA II-2 PERFIL TRANSVERSAL 1.....	23
FIGURA II-3 PERFIL TRASVERSAL 2.....	23
FIGURA II-4 PERFIL TRANSVERSAL 3.....	23
FIGURA II-5 PERFIL TRANSVERSAL 4.....	23
FIGURA II-6 PERFIL TRANSVERSAL 5.....	24
FIGURA II-7 PERFIL TRANSVERSAL 6.....	24
FIGURA II-8 PERFIL TRANSVERSAL 7.....	24
FIGURA II-9 PERFIL TRANSVERSAL 8.....	24
FIGURA II-10 PERFIL TRANSVERSAL 9.....	25
FIGURA II-11 PERFIL TRANSVERSAL 10.....	25
FIGURA II-12 PERFIL TRANSVERSAL 11.....	26
FIGURA II-13 PERFIL TRANSVERSAL 12.....	26
FIGURA II-14 PERFIL TRANSVERSAL 13.....	26
FIGURA II-15 OBTENCIÓN E INTERPOLACIÓN DE LOS PERFILES DEL BANCO .....	27
FIGURA II-16 OBTENCIÓN DEL MODELO 3D DEL PROYECTO, PERFILES Y ÁREAS ALEDAÑAS DEL BANCO.....	27
FIGURA II-17 CURVAS DE NIVEL DEL PROYECTO Y ÁREAS ALEDAÑAS DEL BANCO.....	28
FIGURA II-18 CANTIDAD DE MATERIAL POR PRODUCTO DEL BANCO.....	29
FIGURA II-19 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL BANCO.....	34
FIGURA II-20 CONDICIONES GENERALES DE LOS SITIOS DONDE SE UBICA EL BANCO DE MATERIALES PÉTREOS .....	35
FIGURA II-21 PROFUNDIDAD A NIVEL ESTÁTICO PARA EL ACUÍFERO SAN JUAN DEL RÍO.....	36
FIGURA II-22 PLANO EN PLANTA DEL BANCO .....	38
FIGURA II-23: CAUDALES MEDIOS MENSUALES. ....	57
FIGURA II-24 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS CAMINOS A USAR PARA LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS EN EL ARROYO SAN LUCAS .....	61
FIGURA II-25. DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ETAPAS MEDULARES PARA LA EXTRACCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES PÉTREOS .....	65
FIGURA II-26 LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL BANCO DEL ALMACENAMIENTO.....	68
FIGURA II-27. EJEMPLO DE CONTENEDOR PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS.....	73
FIGURA III-1 AICAS Y ANP RESPECTO AL PROYECTO.....	87
FIGURA III-2 REGIÓN HIDROLOGÍA PRIORITARIA RESPECTO AL PROYECTO .....	88
FIGURA III-3 REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA RESPECTO AL PROYECTO.....	89
FIGURA IV-1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	91
FIGURA IV-2 UBICACIÓN DEL PROYECTO A NIVEL DEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DE INFLUENCIA .....	91

FIGURA IV-3 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	93
FIGURA IV-4. DISTRIBUCIÓN DE LA RED HIDROGRÁFICA .....	94
FIGURA IV-5. ACUÍFERO SAN JUAN DEL RÍO. ....	95
FIGURA IV-6. ACUÍFEROS CON PUBLICACIÓN DE DISPONIBILIDAD EN EL DOF, 2014; CONDICIÓN DE LOS ACUÍFEROS, 2014 .....	95
FIGURA IV-7. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA PARA EL SA .....	96
FIGURA IV-8. GRADO DE PRESIÓN POR REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA, 2014.....	97
FIGURA IV-9. DIVISIÓN FISIAGRÁFICA DEL ESTADO DE DURANGO (INEGI, 2017).....	98
FIGURA IV-10. PROVINCIAS FISIAGRÁFICAS.....	99
FIGURA IV-11. RANGOS ALTITUDINALES DEL SA .....	101
FIGURA IV-12 GEOLOGÍA DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	103
FIGURA IV-13. UBICACIÓN DEL SA RESPECTO A LA REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE LA CFE .....	104
FIGURA IV-14 EDAFOLOGÍA DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	106
FIGURA IV-15 CLIMAS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL.....	112
FIGURA IV-16. ISOTERMA DE LA ZONA DEL ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL .....	113
FIGURA IV-17 VEGETACIÓN PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL.....	115
FIGURA IV-18 VEGETACIÓN PRESENTE EN EL PROYECTO.....	117
FIGURA IV-19 TRANSECTOS Y MÉTODO DE PUNTOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FAUNA. ....	121
FIGURA IV-20 RANGO DE VISIBILIDAD .....	127
FIGURA IV-21. MODELO DE ELEVACIÓN 3D DEL ARROYO SAN LUCAS.....	138
FIGURA IV-22. ESTADO ACTUAL DEL CAUCE DEL ARROYO SAN LUCAS.....	139
FIGURA V-1 JERARQUIZACIÓN POR ETAPAS .....	163
FIGURA V-2 JERARQUIZACIÓN POR TIPO DE IMPACTO .....	164
FIGURA V-3 JERARQUIZACIÓN GLOBAL .....	164
FIGURA V-4 INTERACCIÓN DEL PROYECTO CON LOS IMPACTOS GENERADOS .....	180

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

En este glosario se presentan las abreviaturas y notaciones generales más utilizadas en el presente estudio. Por otra parte, se pueden encontrar en cada capítulo otros términos más específicos que han sido empleados de forma muy puntual a lo largo del documento.

Término / Acrónimo	Significado
AI	Área de Influencia
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Comisión Nacional de Población
CURP	Clave Única de Registro de Población
CUS	Cambio de Uso de Suelo
IA	Impacto Ambiental
<i>LGAPF</i>	<i>Ley General de Administración Pública Federal</i>
<i>LGDFS</i>	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</i>
<i>LGEEPA</i>	<i>Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</i>
NOM	Norma Oficial Mexicana
<i>NOM-059</i>	<i>NOM-059-SEMARNAT-2010: Determina las especies y subespecies de flora y fauna terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece las especificaciones para su protección.</i>
OE	Ordenamiento Ecológico
<i>OED</i>	<i>Ordenamiento Ecológico de Durango</i>
POEGT	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
PRR	Programa de Rescate y Reubicación
RFC	Registro Federal de Contribuyentes
RFN	Registro Forestal Nacional
<i>R-LGEEPA-EIA</i>	<i>Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental</i>
SA	Sistema Ambiental
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIGEIA	Sistema de Información Geográfica de Evaluación de Impacto Ambiental
UGA	Unidad de Gestión Ambiental

## I. DATOS

### I.1 Proyecto

## APROVECHAMIENTO DE MATERIALES PÉTREOS EN EL “ARROYO SAN LUCAS”, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RÍO, DURANGO

### I.1.1 Ubicación y acceso

El sitio se localiza en el Altiplano Norte (Chihuahuense), dentro del municipio de San Juan del Río, Durango. Su acceso se da por la carretera Durango – Parral donde se recorren 98.3 km, partiendo desde la ciudad de Durango hasta el entronque a San Juan del río; para después tomar el camino comunal hacia el banco de materiales pétreos donde se recorre una distancia de 3.64 km de terracería.

La ubicación del sitio en el contexto estatal se muestra en la figura siguiente y en el plano del **ANEXO 2.1**, se puede observar a mayor detalle.

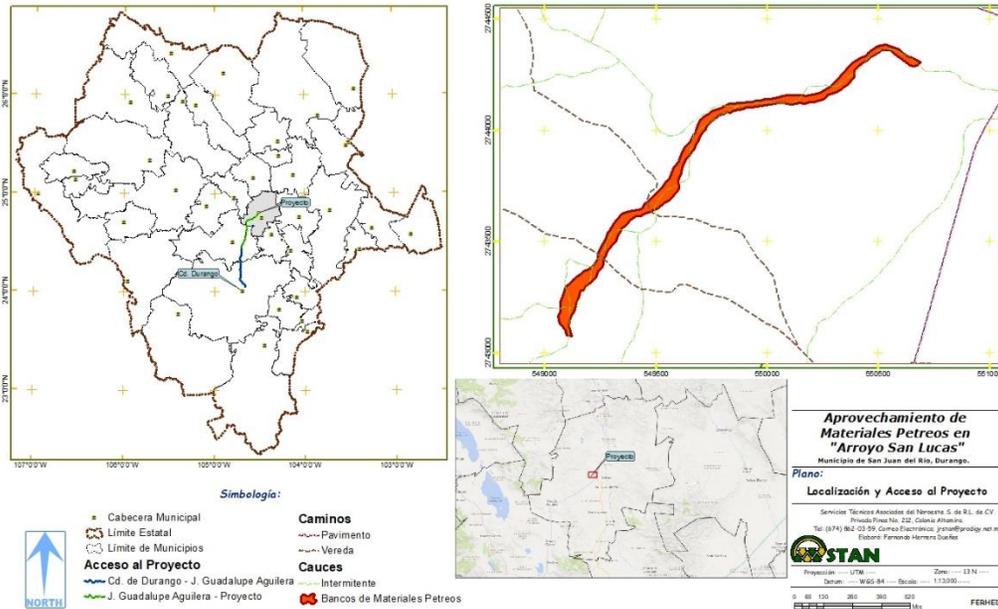


Figura I-1. Ubicación y vías de comunicación del sitio

Los tipos de vialidad y distancias para tener acceso al sitio se desglosan en el cuadro siguiente:

Cuadro I-1. Infraestructura vial para acceder al sitio

Acceso (tramo)	Distancia (km)	Tipo de vialidad
Durango – La Granja	50.0	Pavimento
La Granja- Entronque a San Juan del Río	48.3	Pavimento
Entronque a San Juan del Río - Proyecto	3.6	Terracería
<b>Total</b>	<b>101.9</b>	

### I.1.2 Vida útil

La extracción de los materiales pétreos considera la etapa de preparación del sitio, operación (extracción) - mantenimiento y el abandono definitivo. También fue importante considerar los tiempos que tomarán solicitar las concesiones otorgadas por la CONAGUA. Los principales criterios tomados para establecer la vigencia son los siguientes:

### Ambientales

Que la extracción de materiales pétreos ayuda en conservar el cauce natural hidrológico del río, evitando desbordamientos e inundaciones en épocas de crecidas, y por lo tanto puede ser considerada como una actividad de protección y limpieza para controlar y estabilizar el flujo hidráulico.

### Financieros

La Promovente alcanzará el equilibrio de su inversión a los 6.83 años, sin embargo debe tenerse en cuenta que el volumen anual a extraer dependerá en primera instancia de la temporada de lluvia y los escurrimientos generados; así como de la demanda del material, por lo que sea considerado tener un margen de alrededor de 1 año, para amortizar los costos y 1 año para los trámites ante CONAGUA y aquellos que tengan que ver con las extracción, es decir que la vigencia llegue a los 10 años; en caso de que las valoraciones económicas intermedias se detecte que el proyecto no llegue a ser redituable y la prospección sea desfavorable la Promovente podrá finalizar las actividades, con el respectivo programa de abandono y aviso a la SEMARNAT y CONAGUA.

### Legales

El [Artículo 176 del Reglamento de la Ley Nacional de Aguas Nacionales](#) menciona: Las concesiones se podrán otorgar por volumen o por el período de extracción solicitado; y no se establecen periodos mínimos o máximos. **Los trámites correspondientes no tienen tiempos establecidos, por lo que su resolución puede llegar a tarda hasta 1 año.**

### Técnicos

La acumulación de los materiales pétreos obedece a la dinámica producida por las lluvias temporales y extraordinarias, es decir, que los bancos establecidos tienen la **posibilidad de recarga anual y la extracción puede efectuarse indeterminadamente siempre y cuando se tenga el material disponible.**

**Por lo anterior, se plantea que será necesario 1 año para obtener las autorizaciones de CONAGUA y la extracción podrá realizarse durante los siguientes 9 años, por lo que la vida útil será de 10 años.**

*Cuadro I-2. Cronograma de las actividades a lo largo de la vida útil*

No.	Etapa	Años										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
a	Autorización CONAGUA	■										
1	Preparación del sitio		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	Operación y mantenimiento		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	Abandono del sitio							■	■	■	■	■

Ninguna de las actividades propuestas dará inicio sin tener los permisos correspondientes de SEMARNAT y CONAGUA. En el apartado II.2.1 se detallan los tiempos que se plantean para cada año de aprovechamiento de los bancos de materiales.

### I.1.3 Representación legal

La extracción de materiales pétreos se llevará a cabo en terreno federal, por lo que una vez que sea obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, será solicitada la concesión correspondiente de acuerdo al trámite CONAGUA-01-005 (concesión para la extracción de materiales), así como el trámite CONAGUA-01-006 (concesión para la ocupación de terrenos federales), para los cuales es requisito la resolución en materia de impacto ambiental.

### I.2 Promovente

#### I.2.1 Nombre o razón social

Rafael Arango Valenzuela

### I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

RFC [REDACTED]

CURP [REDACTED]

### I.2.3 Dirección

DOMICILIO [REDACTED]

C.P. [REDACTED]

TEL. [REDACTED]

## *I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental*

### I.3.1 Nombre o razón social

"Ing. Cesar Enrique Villa Arellano"

### I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

RFC [REDACTED]

### I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

"Ing. Cesar Enrique Villa Arellano"

RFC [REDACTED]

CURP [REDACTED]

R.F.N. No. 15, del Volumen 3, del Libro DURANGO Tipo UI. Según Oficio SG/130.2.2.2/063/2008 de fecha 13 de agosto del año 2008.

CEDULA PROFESIONAL: 5346127

### I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

DOMICILIO: [REDACTED]

C.P. [REDACTED]

TEL. [REDACTED]

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 Información general

Se pretende el aprovechamiento sustentable de los materiales pétreos (piedra, grava y arena) en el Arroyo San Lucas, con el que se estará garantizando el libre flujo del agua a través del cauce natural, evitando deslizamientos de las zonas anexas (desviaciones), inundaciones y azolve de estanques, con la consecuente reducción de su capacidad de almacenamiento. Además del cumplimiento de la normatividad fiscal, laboral, salud y de seguridad social, es necesario realizar la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) ante las autoridades federales en materia de impacto ambiental, la cual debe incluir actividades de restauración, recuperación, protección y mantenimiento que mitiguen los impactos adversos que puedan presentarse a los componentes ambientales a nivel local y regional, además es requisito indispensable para solicitar la concesión correspondiente en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

#### II.1.1 Naturaleza

El objeto del presente estudio es analizar los impactos generados por **la extracción y aprovechamiento de 131,800.28 m<sup>3</sup> de materiales pétreos (piedras, arenas y gravas), depositados en un banco de almacenamiento, sobre la zona federal del cauce del Arroyo San Lucas.**

Atendiendo a la clasificación por tamaño de los materiales a extraer, serán sujetos de aprovechamiento comercial: la grava, arena, matacán (piedra grande) y base hidráulica que consiste en una mezcla o combinación de todos los materiales. El método de extracción será mecánico, utilizando un retroexcavadora Caterpillar (o similar) con capacidad de 1.5 m<sup>3</sup> y el transporte de los materiales se realizará empleando camiones de volteo de 6 m<sup>3</sup> de capacidad. Para la clasificación de los materiales se utilizará una criba sencilla adaptada a la carroza de los camiones o en su caso colocada temporalmente en la superficie de los patios de maniobras. El material será utilizado para abastecer a la industria de la construcción en la cabecera municipal de San Juan del Río y localidades vecinas.

#### II.1.2 Selección del sitio

Los materiales pétreos se extraen de los **bancos de almacenamiento** localizados en los márgenes de los ríos y arroyos. La acumulación del material pétreo en el cauce puede obstruir el libre flujo del agua, provocando la modificación del cauce (desvíos), inundaciones y pérdida por deslizamiento de tierras agrícolas colindantes. La extracción o eliminación de montículos de materiales pétreos mantiene el flujo del agua en su cauce natural (sección hidráulica).

El sitio seleccionado se encuentra ubicado sobre el cauce del Arroyo San Lucas y para su selección, se consideró los criterios siguientes:

#### Técnicos

- Existencia de materiales pétreos
- Características del material (granulometría)
- Posibilidad de recarga anual del material en la época de mayor caudal.
- Espacio para maniobras
- Caminos de acceso

#### Financieros

- Costos de operación
- Demanda del producto
- Concesión por parte de la CONAGUA
- Cercanía a los centros de venta

#### Ambientales

- Liberación del flujo hidráulico en épocas de crecidas
- No se necesita realizar Cambio de Uso de Suelo
- La pendiente que se presenta es menor al 5°.
- Cumplimiento de la legislación en materia de impacto ambiental (SEMARNAT)
- Cumplimiento de la legislación en materia de agua nacionales (CONAGUA)

#### **Sociales**

- No existen zonas turísticas en funciones o potenciales cercanas
- No existen zonas arqueológicas o de valor histórico cercanos
- Promoverá fuentes de empleo (derrama económica)
- No existen conflictos sociales que pudieran poner en riesgo el aprovechamiento de los materiales pétreos

### **II.1.3 Ubicación física y planos de localización**

#### ***II.1.3.1 Ubicación del banco de materiales***

Se seleccionó 1 sitio para el aprovechamiento de los materiales pétreos, el cual se ubican en el cauce principal del Arroyo San Lucas. Las coordenadas geográficas en UTM referidas al Datum **WGS84** (*Datum World Geografic System of 1984*) de los extremos del polígono que comprende la superficie del banco de materiales pétreos, son las siguientes:

*Cuadro II-1. Coordenadas geográficas extremas en UTM del banco de materiales*

<b>Banco</b>	<b>X (Oeste)</b>	<b>Y (Norte)</b>
BANCO SAN LUCAS	550693.4153	2744310.5709
	550657.3360	2744276.8033
	549124.0000	2743075.0000
	549099.0000	2743078.0000

En el plano del Anexo 2.3 se puede identificar claramente el banco de materiales, las vías de acceso, el relieve regional según la imagen Google™ del servidor libre Microsoft, así como la cubierta vegetal de la zona y la hidrología local como se muestra en la figura siguiente.

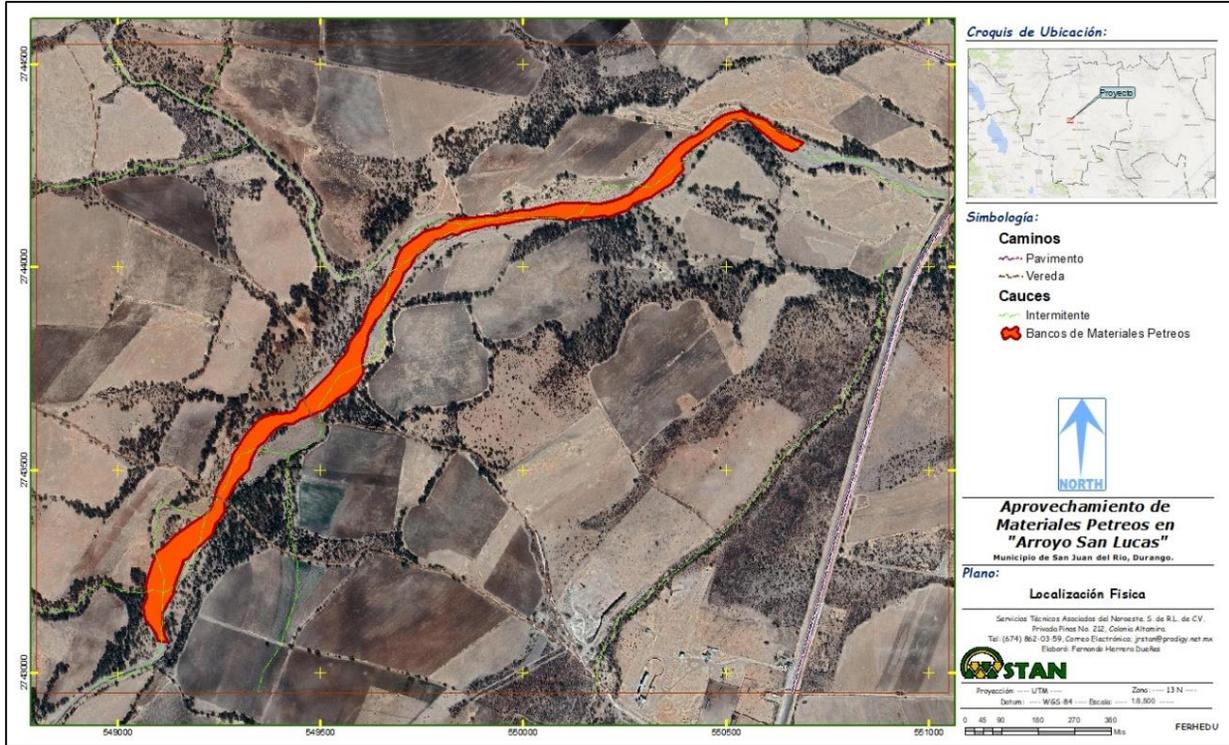


Figura II-1 Localización física del banco de materiales.

### II.1.3.2 Distribución de la infraestructura permanente, asociada y provisional

El **100%** de la superficie a ocupar para el aprovechamiento de materiales pétreos es de **tipo temporal**. Ahora bien, considerando que únicamente se trata de la extracción de gravas, arenas y piedras su utilización por las poblaciones aledañas, no se requieren del establecimiento de campamentos, patios, almacenes, etc., como obras asociadas o provisionales; dado que los materiales e insumos a utilizar se irán suministrando conforme se vaya desarrollando la etapa de operación desde los pueblos aledaños.

### II.1.4 Inversión requerida

La extracción de materiales pétreos tiene una inversión relativamente baja en comparación con otras actividades, debido principalmente a que las necesidades de maquinaria e insumos son mínimas, por tratarse de una materia prima para la industria de la construcción. Sin embargo, se ha considerado en los gastos de inversión aquellos conceptos que se utilizarán a lo largo de la vida útil, como: *i*) lo necesario para las gestiones administrativas (pago de derechos, pago de trámites, etc.); *ii*) lo relacionado para efectuar la extracción de materiales (mano de obra, maquinaria); y *iii*) lo referente para llevar a cabo las medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental.

#### II.1.4.1 Capital requerido

El presupuesto considerado para la ejecución de las actividades de aprovechamiento de los materiales pétreos es el siguiente:

Cuadro II-2. Capital requerido

Concepto	Costo		
	Precio unitario	Cantidad	Total
<b>Gestiones administrativas</b>			
Pago por la evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular de acuerdo con los criterios de la tabla "A"	\$42,706	1	\$42,706
Títulos de concesión para la extracción de materiales de cauces, vasos y depósitos de propiedad nacional	\$1,973	1	\$1,973

<b>Subtotal</b>			<b>\$44,679</b>
<b>Extracción</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Transporte material, se considera un costo de \$100.00 por carga de camión, y se necesitaran 29,725 cargas para agotar el volumen anual, además se considera el total de años de aprovechamiento.	\$100	297,250	\$29,725,029
Maquinaria (retroexcavadoras), se considera un costo de \$100.00 por carga de camión, y se necesitaran 29,725 cargas para agotar el volumen anual, además se considera el total de años de aprovechamiento.	\$100	297,250	\$29,725,029
Personal, se considera un costo de \$250.00 por jornal, con una constante de 5 trabajadores, por la duración total de años de aprovechamiento.	\$250	17,700	\$4,425,000
Pago de derechos, cada año se tendrá que hacer el pago de derechos, conforme al volumen extraído y las tarifas correspondientes.	\$15	150,770	\$2,261,550
<b>Subtotal</b>			<b>\$66,136,607</b>
<b>Medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Equipo portátil de contra incendio y de seguridad	\$5,000	5	\$25,000
Medidas de prevención, mitigación y compensación	\$20,000	10	\$200,000
Gastos en capacitación en temas de seguridad ambiental (anual)	\$10,000	10	\$100,000
<b>Subtotal</b>			<b>\$325,000</b>
<b>Total</b>			<b>\$66,506,286</b>

#### **II.1.4.2 Periodo de recuperación**

Para poder establecer el periodo de recuperación debe realizarse la evaluación financiera, que consiste en asignar valores monetarios a las unidades físicas, para llegar a la determinación del flujo de ingresos y egresos en la proyección financiera.

Los **Indicadores de la Rentabilidad Económica**, se definen por el incremento o disminución del bienestar que se derivaría del uso de recursos en alguna actividad específica, y a continuación se indica el dictamen para cada uno de los indicadores evaluados:

**TREMA.** La Tasa Mínima de Rendimiento Mínimo Aceptable (TREMA), es la tasa que representa una medida de rentabilidad, la mínima que se le exigirá al proyecto de tal manera que permita cubrir: la totalidad de la inversión inicial, los egresos de operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con capital ajeno a los inversionistas, los impuestos, la rentabilidad que el inversionista exige a su propio capital invertido.

**VAN.** El Valor Actual Neto (VAN), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La VAN asciende a **\$ 3, 953,421.14** y su dictamen es favorable.

**TIR.** La Tasa Interna de Retorno (TIR), es una medida utilizada en la evaluación de la inversión que está muy relacionada con el VAN. También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado. Dado que la TIR es mayor que la TREMA, por tanto, el proyecto es aceptable, entonces por cada peso invertido, el proyecto me regresa ese peso invertido, más un rendimiento de una tasa de **22.34 %**

**R C/B.** La relación Costo / Beneficio (C/B) toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso invertido. La relación B/C es de **1.09**, lo que significa que después del horizonte de planeación obtengo mi inversión más la TREMA más una utilidad igual al valor que excede la unidad (0.06 en este caso), por lo tanto, el proyecto es rentable.

**RSI.** El Retorno Sobre la Inversión (RSI) es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada, es decir, el rendimiento desde el punto de vista financiero. Para el proyecto es de **1.05**, lo que significa que por cada peso que se invertirá, se recuperará ese peso más una utilidad de 0.04 por lo tanto, el proyecto es rentable.

**PRI.** El período de recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial. La inversión de la obra será recuperable en **6.00 años**, menor al tiempo pronosticado de la vida útil.

La evaluación financiera de la obra se resume en el cuadro siguiente:

**Cuadro II-3. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad**

INDICADOR	VALOR	REFERENCIA	ANÁLISIS	DICTAMEN
TREMA	13.1%	0	TASAS DE INTERÉS COTIZADAS CON DIFERENTES FUENTES DE FINANCIAMIENTO	ACEPTABLE
VAN	\$3,953,421.14	VAN>0	DESPUES DEL HORIZONDE DEL PROYECTO, OBTENGO MI INVERSION, MÁS TASA REFERENCIA (TREMA), MAS LA UTILIDAD IGUAL AL VALOR DE VAN.	ACEPTABLE
TIR	22.34%	TIR > TREMA	POR CADA PESO QUE INVIERTO, EL PROYECTO ME REGRESA ESE PESO INVERTIDO, MÁS UN RENDIMIENTO IGUAL AL VALOR DE TIR.	ACEPTABLE
R B/C	1.09	R B/C > 1	DESPUES DEL HORIZONTE DEL PROYECTO, OBTENGO MI INVERSIÓN, MAS TASA DE REFERENCIA (TREMA), MÁS UTILIDAD IGUAL AL VALOR DEL COEFICIENTE QUE EXCEDA LA UNIDAD (1.0)	ACEPTABLE
RSI	1.05	RSI > 1	POR CADA PESO QUE INVIERTO, EL PROYECTO ME REGRESA ESE PESO INVERTIDO, MÁS UNA UTILIDAD IGUAL AL NÚMERO QUE EXCEDE LA UNIDAD (1.0)	ACEPTABLE
PR	6.00	PR < HORIZONTE PROYECTO	EL PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN A UNA TASA DE REFERENCIA DADA (TREMA), ES MENOR AL HORIZONTE EN AÑOS PROYECTADO.	ACEPTABLE

#### II.1.4.3 Costos de las medidas de prevención y mitigación de impactos

El costo y actividades que implica el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación se presenta en la tabla siguiente:

**Cuadro II-4 Costo de ejecutar las medidas de mitigación propuestas**

Medida	Actividad	Costo anual
<b>Atmósfera</b>		
1. Cubrir los camiones que transporten el material pétreo con lonas para evitar la dispersión de polvos.	Uso de lonas al transportar el material pétreo.	\$14,000.00
2. Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	\$32,000.00
3. Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr.	Capacitación del personal.	\$15,500.00
4. Realizar el mantenimiento a los caminos de acceso.	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos de acceso a rehabilitar, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos, así como para disminuir la frecuencia de su mantenimiento y mejorar el confort del conductor.	\$23,000.00
5. Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	Mantenimiento vehicular.	\$12,500.00
<b>Fisiografía</b>		

<b>Medida</b>	<b>Actividad</b>	<b>Costo anual</b>
6. Realizar aprovechamiento de materiales pétreos solo en las áreas autorizadas.	Supervisión mediante un asesor ambiental verificar que los trabajadores lleven a cabo las actividades en las áreas autorizadas y platicar con los trabajadores acerca de las implicaciones de no cumplir esta medida	\$15,500.00
7. Suavizar las pendientes del sitio.	Estabilización de material resultante mediante empleo de maquinaria.	\$10,000.00
8. Re-nivelar las zonas de transición entre el área explotada y el cauce natural.		
<b>Geología</b>		
9. Realizar solo el aprovechamiento superficial de los materiales pétreos del área, no llegar al manto freático.	Supervisión mediante un asesor ambiental para verificar que la extracción no se esté realizando a nivel del manto freático y que en ningún momento se utilicen explosivos.	\$3,000.00
<b>Suelos</b>		
10. Se recolectarán en contenedores los residuos sólidos generados de las actividades y se depositarán semanalmente en el relleno sanitario de la cabecera municipal de San Juan del Río.	Recolección y clasificación de residuos para su posterior disposición final de acuerdo a sus características.	\$20,000.00
11. No se realizará la apertura de nuevos caminos.	Supervisión mediante un asesor ambiental para verificar que se utilicen los caminos propuestos en el MIAP.	\$2,000.00
12. Se prohíbe realizar el mantenimiento de vehículos y maquinaria en el sitio, en caso de realizarlo por causas fortuitas se deberá evitar el derrame de sustancias peligrosas en el suelo.	Costo incluido en la medida 2: mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo.	-
<b>Hidrología</b>		
13. Usar la infraestructura de los poblados cercanos y la ciudad de San Juan del Río para actividades de aseo personal y alimentación.	Los trabajadores que se contratarán serán de los poblados cercanos, se colocarán baños portátiles para uso del personal.	-
14. No realizar extracción de agua de pozos.	Supervisión mediante asesor ambiental y capacitación del personal para cumplir con las medidas.	\$47,000.00
15. Prohibición del vertimiento de materiales producto de cortes y excavaciones en zonas donde existan escurrimientos superficiales.		
16. Se prohíbe verter cualquier tipo de sustancia o residuos contaminantes y tóxicos al cauce.		
17. El aprovechamiento de materiales pétreos debe hacerse por encima del nivel del manto freático.		
18. Realizar las actividades de extracción de materiales en la época de estiaje.		
19. Se prohíbe el aprovechamiento de materiales fuera del cauce.	Manejo integral de residuos peligrosos desde su recolección hasta la disposición final.	\$22,000.00
20. Se prohíbe obstaculizar el flujo libre del cauce con cualquier tipo de material.	Costo incluido en la supervisión mediante asesor ambiental y capacitación del personal.	-
21. Instalar sanitarios portátiles para uso por el personal y no descargar sus residuos en el cauce o suelo.	Renta de sanitarios portátiles.	\$17,000.00
<b>Biota: flora</b>		
22. Prohibición de la compra, venta, captura, colecta o comercialización de flora silvestre.	Capacitación acerca del cuidado a la flora y fauna silvestre.	\$22,000.00
23. Hacer del conocimiento de los trabajadores, el alcance legal (sanciones) de los ilícitos a la flora silvestre.	Costo incluido en la medida 23: capacitación acerca del cuidado a la flora y fauna silvestre.	-

Medida	Actividad	Costo anual
24. Prohibición del vertimiento de materiales producto de cortes y excavaciones en sitios que sustenten vegetación forestal.	Supervisión para verificar esta medida.	\$6,000.00
25. Se prohíbe el derribo de la vegetación en las áreas aledañas al sitio.		
<b>Biota: fauna</b>		
26. Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	Costo incluido en la medida 31: ejecución del programa de rescate y manejo para la conservación y protección de fauna.	-
27. Prohibición de la compra, venta, captura, colecta, comercialización, tráfico o caza de fauna silvestre.	Costo incluido en la medida 23: capacitación acerca del cuidado a la flora y fauna silvestre.	-
28. Hacer del conocimiento de los trabajadores, el alcance legal (sanciones) de los ilícitos a la fauna silvestre.	Costo incluido en la medida 23: capacitación acerca del cuidado a la flora y fauna silvestre.	-
29. Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.	Colocación de carteles alusivos.	\$6,000.00
30. Aplicar un Programa de Rescate y Manejo para la conservación y protección de aquellas especies consideradas en la NOM-059.	Ejecución del Programa de rescate de fauna.	\$22,000.00
<b>Paisaje</b>		
31. Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.	Supervisión mediante asesor ambiental para verificar que las actividades se realicen de manera paulatina.	\$2,500.00
32. Aplicar un programa de abandono del sitio.	Realizar la estabilización de taludes, verificar que el cauce fluya libremente, etc.	\$8,000.00
<b>Social</b>		
33. Realizar la contratación de obreros de la región.	Se contratará obreros de las localidades cercanas.	No aplica
34. Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	Compra de equipo de seguridad personal para los trabajadores.	\$25,000.00
35. Realizar el mantenimiento de caminos.	Costo incluido en la medida 4: mantenimiento de caminos.	
36. Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).	Los trabajadores que se contraten contarán con seguro social.	No aplica

### II.1.5 Dimensiones

La superficie total requerida para el aprovechamiento de los materiales pétreos fue determinada a través de la delimitación física (en el terreno) del banco de almacenamiento. Las coordenadas UTM de los vértices que definen el polígono seleccionado se presentan en el cuadro siguiente:

*Cuadro II-5. Coordenadas UTM que delimitan el polígono propuesto para banco de materiales*

Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)	Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)
1	550563.0000	2744376.0000	116	549128.0000	2743180.0000
2	550585.0000	2744368.0000	117	549118.0000	2743164.0000
3	550600.0000	2744363.0000	118	549111.0000	2743147.0000
4	550617.7443	2744349.7293	119	549111.0000	2743134.0000
5	550634.1485	2744340.2043	120	549109.0000	2743120.0000
6	550656.9027	2744330.6792	121	549115.0000	2743095.0000

Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)	Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)
7	550675.4236	2744320.0959	122	549124.0000	2743075.0000
8	550693.4153	2744310.5709	123	549112.0000	2743077.0000
9	550678.0000	2744294.0000	124	549099.0000	2743078.0000
10	550657.3360	2744276.8033	125	549094.0000	2743096.0000
11	550634.3172	2744291.8846	126	549086.0849	2743112.2276
12	550617.0000	2744312.0000	127	549076.5598	2743129.2932
13	550602.0000	2744323.0000	128	549074.5755	2743163.8214
14	550579.0000	2744341.0000	129	549085.2911	2743187.2371
15	550571.1776	2744354.4918	130	549086.7463	2743211.0496
16	550556.0000	2744363.0000	131	549094.2870	2743238.0372
17	550538.0000	2744361.0000	132	549099.8432	2743259.0716
18	550518.7899	2744358.7251	133	549111.3526	2743272.5654
19	550502.0000	2744350.0000	134	549130.0058	2743285.2654
20	550488.0000	2744340.0000	135	549145.8808	2743296.7748
21	550473.0000	2744333.0000	136	549157.5225	2743317.8754
22	550456.0000	2744318.0000	137	549165.1293	2743332.0967
23	550440.0000	2744310.0000	138	549177.3663	2743347.6410
24	550421.0000	2744296.0000	139	549189.2726	2743360.5395
25	550406.0000	2744284.0000	140	549203.1632	2743374.7609
26	550392.0000	2744269.0000	141	549215.0000	2743388.0000
27	550382.6119	2744250.7551	142	549226.0000	2743401.0000
28	550367.3984	2744234.8800	143	549238.0000	2743422.0000
29	550355.4921	2744221.6508	144	549240.0000	2743440.0000
30	550346.8931	2744203.7914	145	549248.0000	2743459.0000
31	550331.0000	2744183.0000	146	549258.0000	2743479.0000
32	550314.0000	2744172.0000	147	549267.0000	2743497.0000
33	550295.0000	2744165.0000	148	549278.0000	2743519.0000
34	550263.3673	2744153.0442	149	549284.0000	2743537.0000
35	550258.0000	2744140.0000	150	549295.0000	2743554.0000
36	550235.0000	2744134.0000	151	549307.0000	2743575.0000
37	550213.3609	2744130.4223	152	549320.0000	2743592.0000
38	550194.0000	2744127.0000	153	549335.0000	2743610.0000
39	550174.0702	2744124.8661	154	549350.4372	2743623.2382
40	550149.0000	2744123.0000	155	549374.5805	2743621.9153
41	550132.0000	2744121.0000	156	549396.7394	2743623.2382
42	550111.0000	2744119.0000	157	549423.8592	2743634.8138
43	550093.0000	2744121.0000	158	549439.0000	2743648.0000
44	550074.0000	2744123.0000	159	549450.0000	2743671.0000
45	550054.0000	2744123.0000	160	549466.0000	2743680.0000
46	550034.0000	2744122.0000	161	549471.5670	2743701.9684
47	550013.0000	2744119.0000	162	549482.6795	2743721.8122
48	549994.0000	2744115.0000	163	549495.3796	2743740.4654
49	549974.0000	2744111.0000	164	549517.6046	2743757.5311
50	549954.0000	2744106.0000	165	549529.5109	2743766.6592
51	549932.0000	2744104.0000	166	549539.4328	2743759.1186
52	549908.0000	2744102.0000	167	549545.0000	2743768.0000
53	549895.0000	2744097.0000	168	549559.0000	2743780.0000
54	549873.0000	2744094.0000	169	549567.0000	2743797.0000
55	549853.0000	2744089.0000	170	549579.3320	2743812.2338
56	549836.0000	2744081.0000	171	549593.2227	2743829.6963
57	549822.8153	2744074.5025	172	549606.7165	2743847.9526
58	549806.4111	2744069.2108	173	549603.9383	2743861.8432

Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)	Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)
59	549787.3611	2744066.0358	174	549611.0821	2743880.8933
60	549770.9569	2744054.9233	175	549617.0000	2743901.0000
61	549756.0000	2744044.0000	176	549638.0696	2743919.3902
62	549743.9693	2744030.5816	177	549643.0000	2743935.0000
63	549735.5027	2744017.3524	178	549657.0000	2743953.0000
64	549721.0000	2743999.0000	179	549658.4294	2743974.5824
65	549707.0000	2743987.0000	180	549667.1606	2743995.2200
66	549697.7201	2743969.0923	181	549674.7013	2744008.3169
67	549684.2263	2743952.4235	182	549691.0000	2744029.0000
68	549679.0000	2743934.0000	183	549702.0000	2744049.0000
69	549673.0000	2743918.0000	184	549720.6860	2744059.1567
70	549674.2515	2743905.0366	185	549746.0860	2744068.6817
71	549670.9442	2743888.5001	186	549771.4861	2744077.6775
72	549659.6994	2743873.9480	187	549787.8903	2744085.0859
73	549657.0535	2743854.7656	188	549808.5278	2744090.9067
74	549647.1316	2743831.6145	189	549831.8112	2744103.6068
75	549640.5170	2743817.7239	190	549849.8029	2744112.0734
76	549625.3035	2743793.2499	191	549868.8529	2744118.4234
77	549606.7826	2743772.0832	192	549877.0000	2744123.0000
78	549597.9058	2743751.4456	193	549894.0000	2744125.0000
79	549585.2058	2743737.1581	194	549915.0000	2744128.0000
80	549572.5058	2743721.8122	195	549934.0000	2744128.0000
81	549556.6307	2743696.9414	196	549954.0000	2744133.0000
82	549539.6974	2743677.8913	197	549973.0000	2744136.0000
83	549521.7057	2743662.5455	198	549994.0000	2744141.0000
84	549508.0000	2743648.0000	199	550015.0000	2744141.0000
85	549491.5431	2743655.1371	200	550034.0000	2744145.0000
86	549472.4931	2743646.1413	201	550049.0000	2744147.0000
87	549449.0000	2743625.0000	202	550076.7861	2744145.5499
88	549431.0000	2743615.0000	203	550099.8049	2744147.5343
89	549412.2837	2743608.0246	204	550121.6330	2744148.3280
90	549391.7784	2743599.0949	205	550141.4768	2744150.3124
91	549378.6154	2743586.2626	206	550163.7019	2744154.2812
92	549364.7247	2743568.7339	207	550176.0000	2744156.0000
93	549356.4565	2743556.8277	208	550190.0000	2744157.0000
94	549348.3867	2743548.2287	209	550211.0000	2744162.0000
95	549334.4960	2743546.2443	210	550229.0000	2744166.0000
96	549322.9866	2743526.7974	211	550245.0000	2744172.0000
97	549313.0647	2743504.1755	212	550264.0000	2744182.0000
98	549301.9522	2743484.3317	213	550279.0000	2744193.0000
99	549297.7057	2743469.9681	214	550294.0000	2744204.0000
100	549287.4530	2743455.7467	215	550309.0000	2744218.0000
101	549275.0000	2743437.0000	216	550322.0000	2744230.0000
102	549270.8504	2743419.6310	217	550331.0000	2744244.0000
103	549264.5004	2743398.5966	218	550347.0000	2744262.0000
104	549258.5472	2743378.3559	219	550360.0000	2744275.0000
105	549242.2753	2743363.2746	220	550373.0000	2744291.0000
106	549233.0000	2743343.0000	221	550389.0000	2744306.0000
107	549218.0000	2743326.0000	222	550408.0000	2744318.0000
108	549202.0000	2743313.0000	223	550426.0000	2744326.0000
109	549186.0000	2743298.0000	224	550443.6481	2744338.6168
110	549176.0000	2743283.0000	225	550457.0000	2744348.0000

Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)	Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)
111	549161.7559	2743271.7716	226	550473.0000	2744362.0000
112	549152.0000	2743248.0000	227	550494.7938	2744372.4125
113	549145.0000	2743233.0000	228	550523.0597	2744384.4890
114	549140.0000	2743210.0000	229	550539.0000	2744386.0000
115	549136.0000	2743193.0000	230	550563.0000	2744376.0000

En el plano del **Anexo 2.3** se puede observar la localización predial del banco y en la Figura II-1 se presenta la localización física en la imagen Google<sup>tm</sup>.

### **II.1.5.1 Superficie total del banco de materiales**

La superficie que ocupa el banco de materiales es de **7.97 hectáreas**. Las dimensiones y volumen de material disponible se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro II-6. Dimensiones del banco de materiales pétreos**

Banco de material	Superficie (ha)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	7.97	131,800.28
<b>Total</b>	<b>7.97</b>	<b>131,800.28</b>

### **II.1.5.2 Estado actual de los bancos de materiales**

#### **II.1.5.2.1 Perfil Del Río**

Para poder realizar este punto se hace el conocimiento que se crearon perfiles diferentes a los perfiles del banco propuesto puesto que los perfiles del banco son exclusivamente para determinar el volumen a extraer de material, esto debido a su dimensión y forma del banco y sus perfiles, por lo cual se decidió crear nuevos perfiles para poder representar tanto el banco como el arroyo y áreas aledañas puesto que, se ocupan perfiles de mayores dimensiones que permitir abarcar las áreas aledañas al proyecto, ancho del arroyo y sus taludes por lo cual se llegó a la conclusión de crear perfiles diferentes para poder determinar exclusivamente este punto y conocer el estado actual del arroyo.

Para una mejor caracterización del sitio se realizaron los perfiles transversales del arroyo en el que se encuentra el banco, utilizando la plataforma [ArcMap 10.8](#) y [ArcScene 10.8](#), para realizar la obtención de los perfiles topográficos que permita distinguir el cauce y sus taludes, así como áreas aledañas al banco de materiales, se trazaron perfiles transversales con una distancia de 20 m entre perfiles, con ayuda del programa ArcMap10.8 se extrajeron las curvas de nivel del DEM del estado de Durango con intervalos de 1 m, con el fin de apreciar la geomorfología de área del proyecto y sus alrededores, después, se generó un TIN para crear una superficie a partir de entidades, como puntos, líneas y polígonos, que contienen información de la elevación del terreno, también nos permite identificar entidades naturales, como lagos, corrientes, crestas y valles. Por último, se recortó el TIN al área de estudio para poder tener una mayor precisión.

Una vez obtenido el TIN recortado a nuestra área de estudio se utilizó la herramienta de [ArcToolbox / Functional Surface / Interpolate Shape](#), la cual nos permite interpolar los perfiles transversales al TIN para que obtengan los valores de Z (altura), con el fin de generar los perfiles con las curvaturas correspondientes al relieve del proyecto y sus alrededores. Para obtener los perfiles se utilizó la herramienta [Profile Graph](#). La cual nos ayuda a visualizar los cambios de elevación a lo largo de una distancia continua usando la geometría de línea 3D, obteniendo como resultado la elevación trasversal del cauce donde se propone el aprovechamiento de los materiales pétreos como también las áreas no sujetas a extracción, de tal forma que pueda documentar la condición actual del cauce y sus alrededores.

Para poder tener una mayor comprensión a este punto se realizó un mapa para el banco propuesto donde se puede observar el TIN, el banco propuesto y los perfiles trasversales con una distancia de 20 m entre cada uno y con una longitud de 200 metros cada perfil, pero dado a la longitud del banco la cual es de 2300 m de longitud se utilizaron 13 perfiles transversales del arroyo con los cuales se podrá apreciar la condición del cauce y los taludes aledaños al mismo.

En la aplicación [ArcScene](#) se realizó la representación en 3 D de las curvas de niveles, banco de materiales y los perfiles trasversales, así como el TIN para poder comprender y apreciar con mayor precisión el comportamiento del relieve entre el proyecto, el cauce y sus alrededores.

En las figuras que se muestran a continuación de los 14 perfiles seleccionados para la comprensión del estado actual del cauce se podrá comprender y observar de manera más clara y específica los perfiles trasversales del banco propuesto, así como la diferencia de relieve que existe en el área del proyecto y sus alrededores.

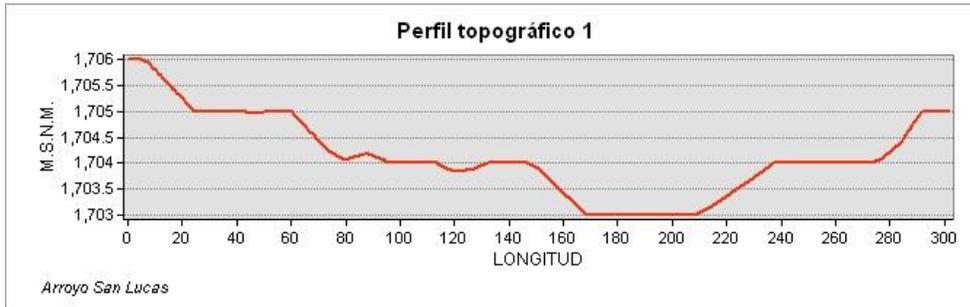


Figura II-2 Perfil transversal 1.

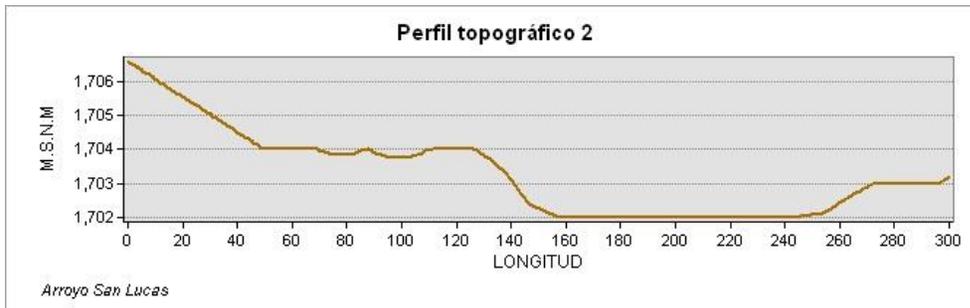


Figura II-3 Perfil trasversal 2.

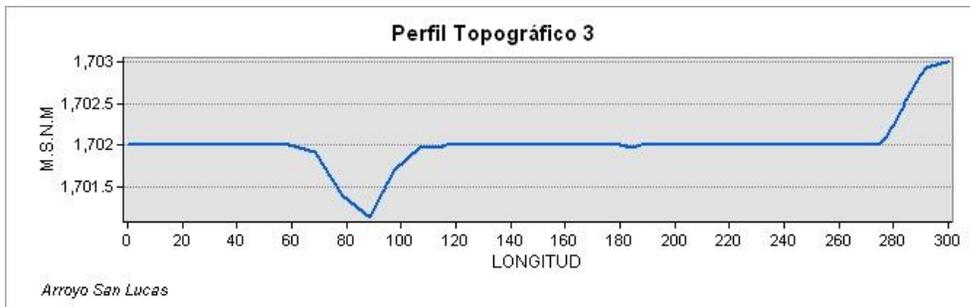


Figura II-4 Perfil transversal 3.

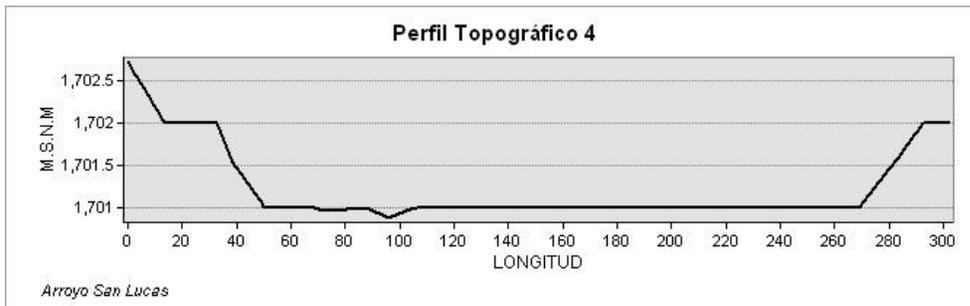


Figura II-5 Perfil transversal 4.

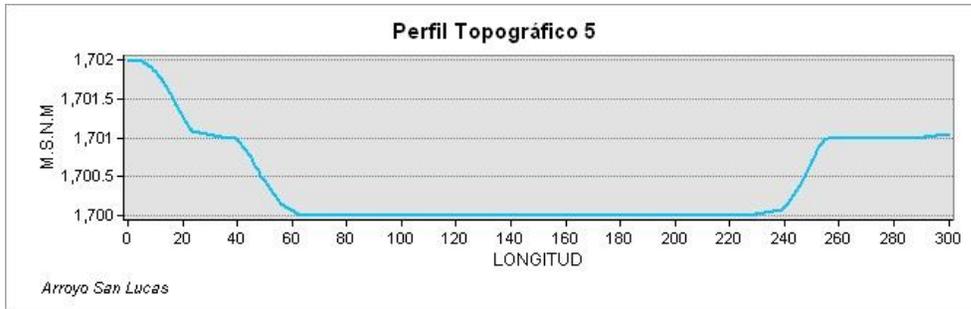


Figura II-6 Perfil transversal 5.

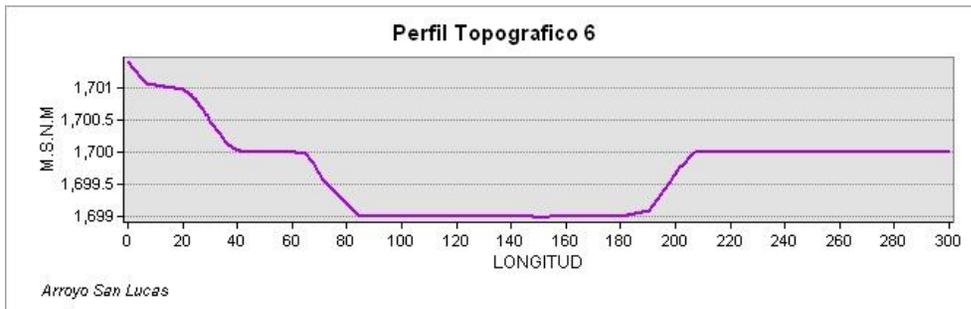


Figura II-7 Perfil transversal 6.

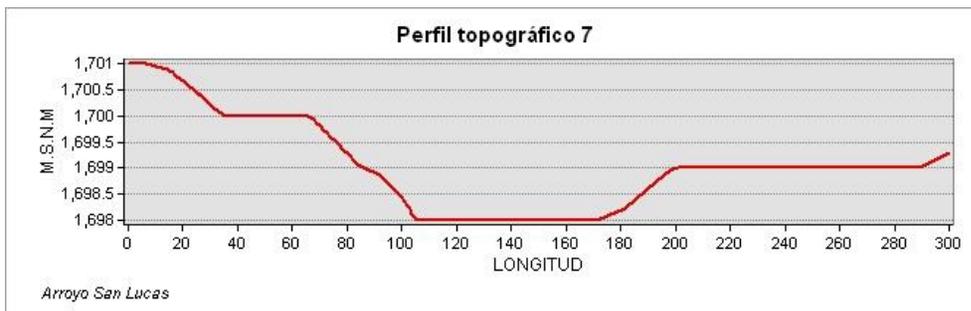


Figura II-8 Perfil transversal 7.

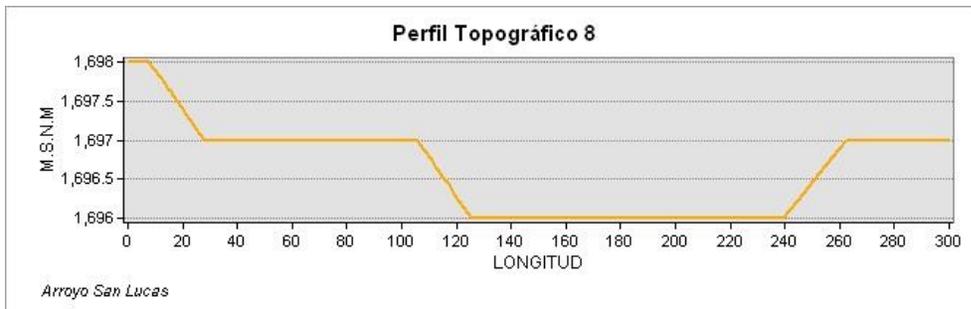


Figura II-9 Perfil transversal 8.

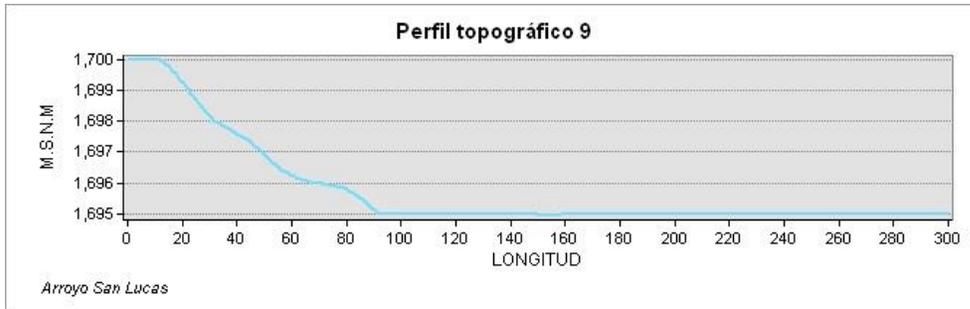


Figura II-10 Perfil transversal 9.

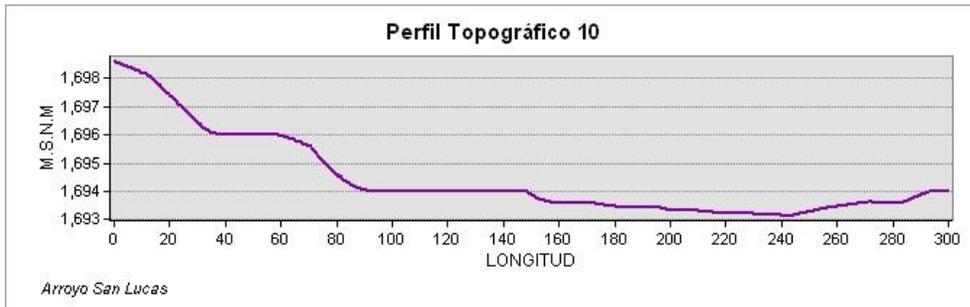


Figura II-11 Perfil transversal 10.

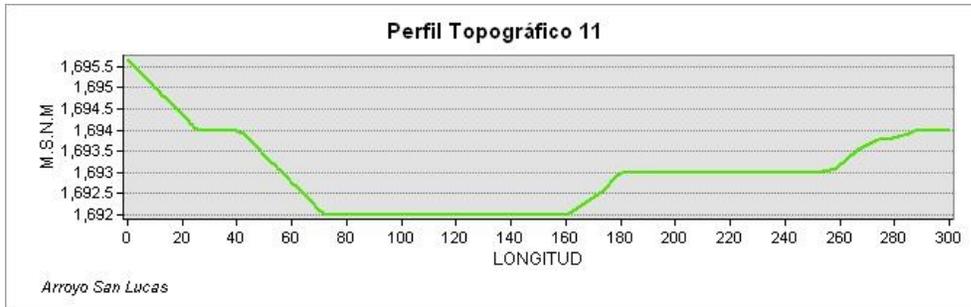


Figura II-12 Perfil transversal 11.

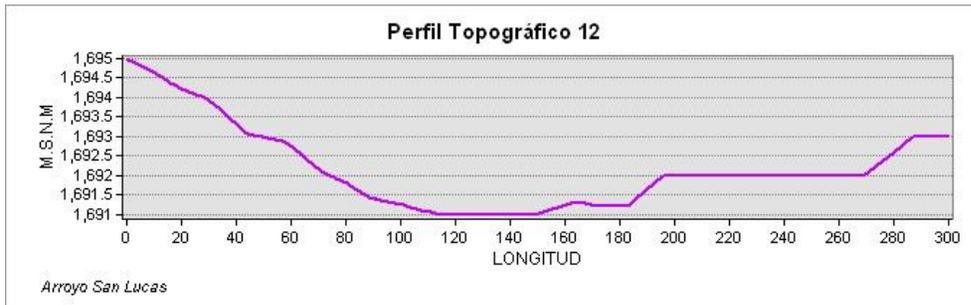


Figura II-13 Perfil transversal 12.

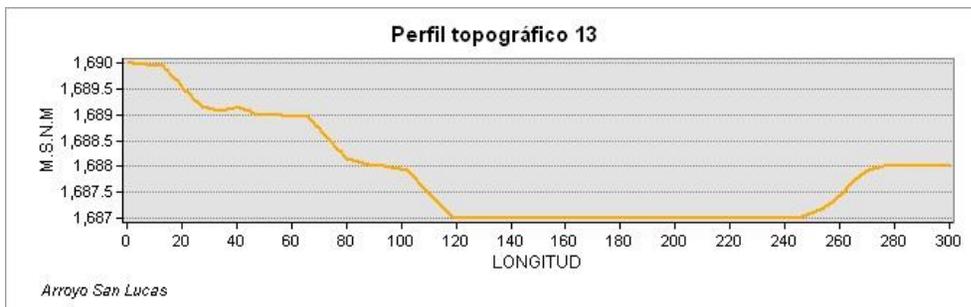


Figura II-14 Perfil transversal 13.

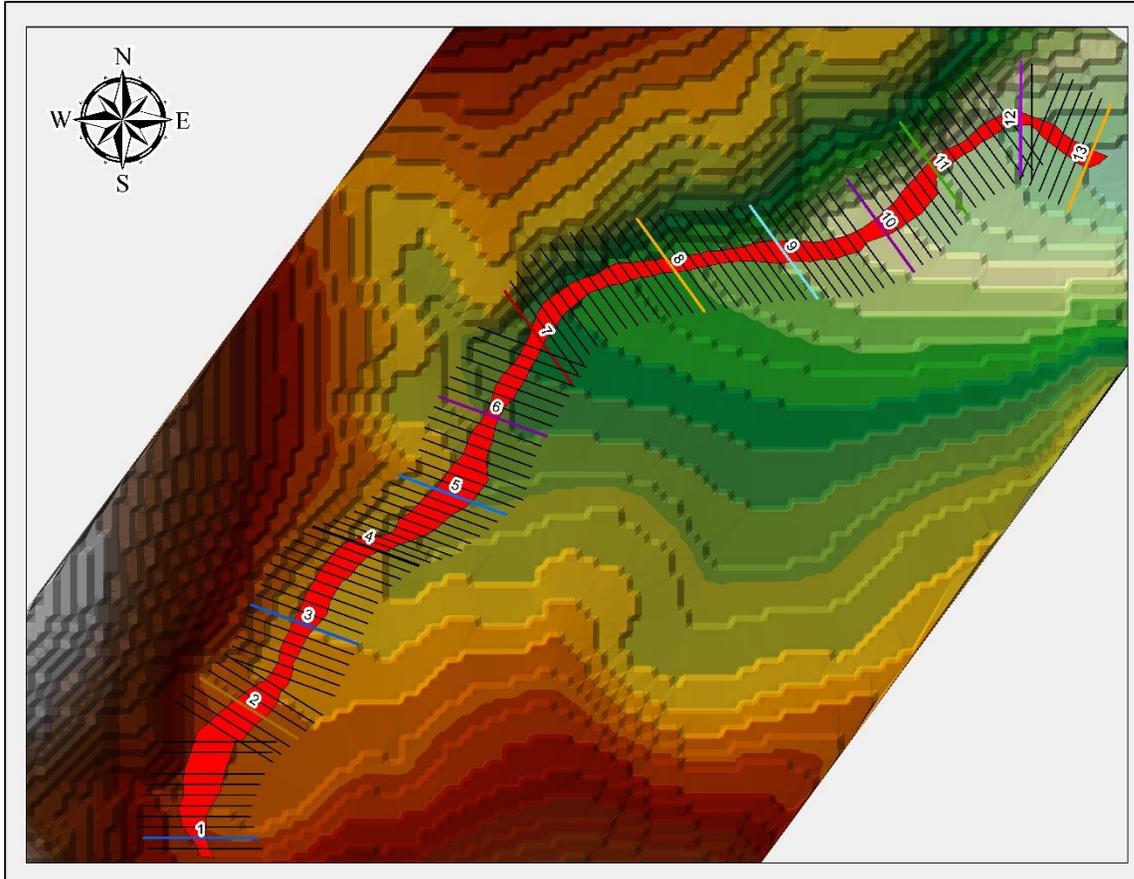


Figura II-15 Obtención e interpolación de los perfiles del banco

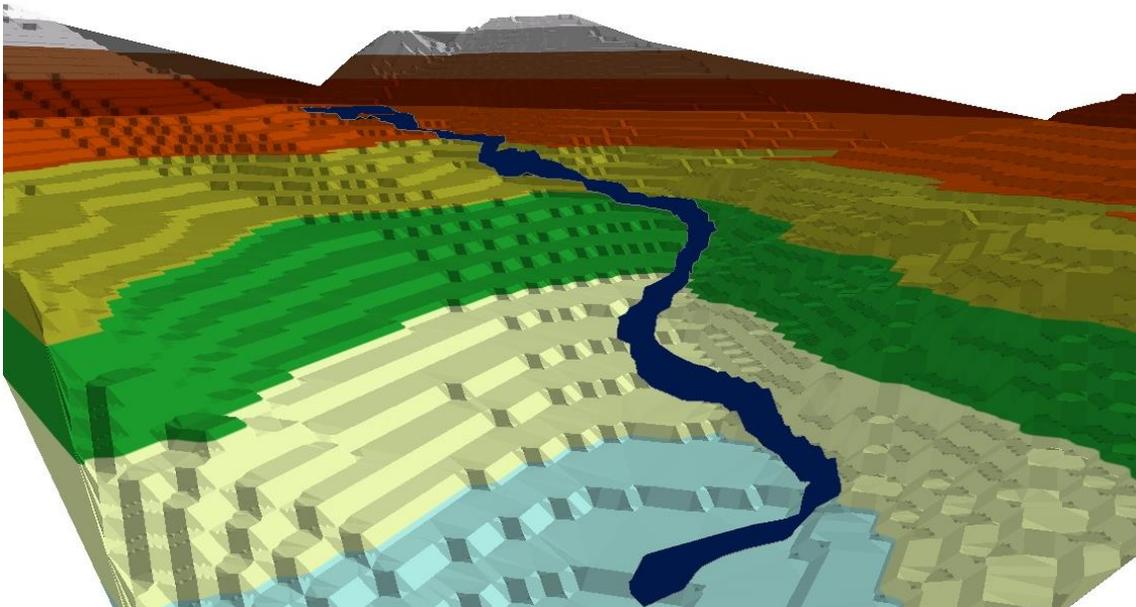


Figura II-16 obtención del modelo 3D del proyecto, perfiles y áreas aledañas del banco

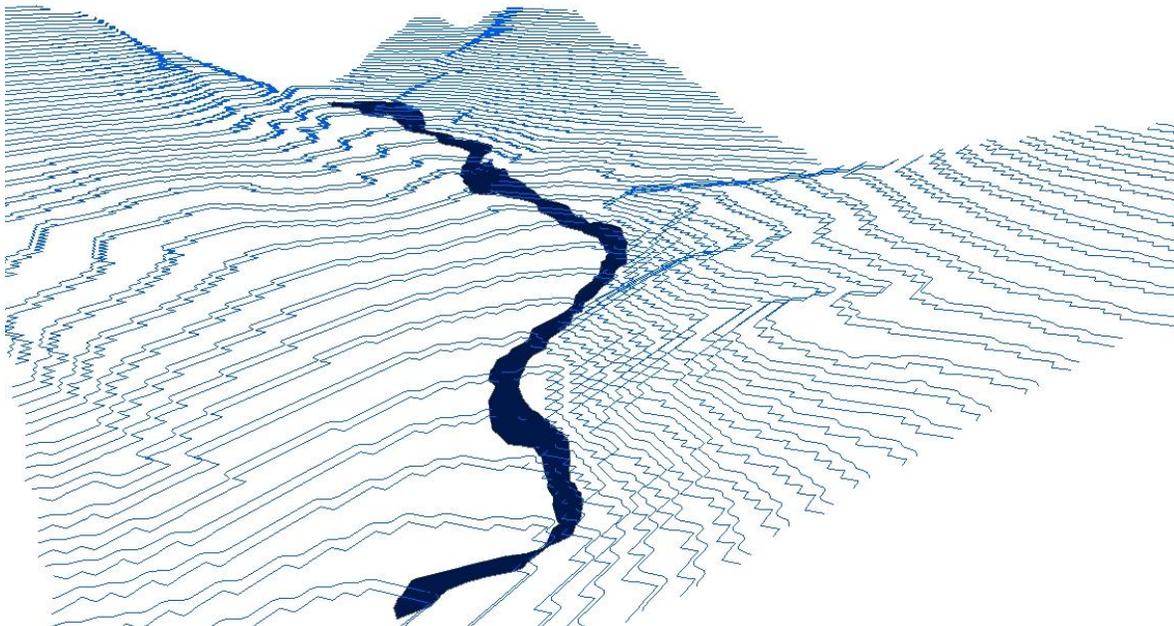


Figura II-17 curvas de nivel del proyecto y áreas aledañas del banco

#### II.1.5.2.2 Análisis de granulometría

En el sitio se encuentran depósitos aluviales que están formados por rocas sedimentarias de las unidades aflorantes y consisten en materiales sueltos (gravas y arenas) provenientes de rocas preexistentes que han sido transportados por corrientes superficiales de agua y se han acumulado a lo largo del tiempo en las márgenes de las principales corrientes superficiales, en este caso el banco propuesto para aprovechamiento en el Arroyo San Lucas.

Derivado de los recorridos en campo se realizó un muestreo en el banco para determinar la granulometría de los materiales pétreos que serán sujetos de aprovechamiento por el promovente.

El material extraído se cargará en los camiones de volteo propiedad del Promovente y será llevado al centro de almacenamiento donde entrará al proceso de cribado para selección de tamaños y clasificación, con lo que quedará listo para su venta. Los tamaños para cada clasificación de material y su uso comercial son los siguientes:

Cuadro II-7 Granulometría de los materiales pétreos que se pretenden aprovechar.

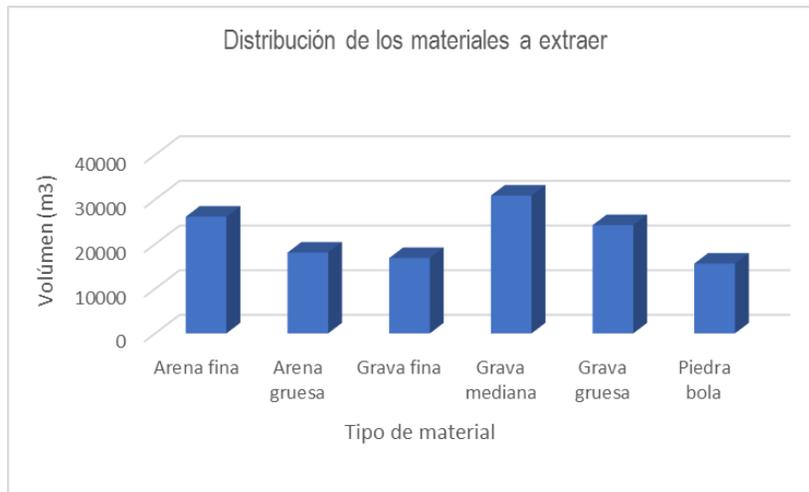
Producto de extracción		Característica
Arena	Fina	Granos menores a 0.6 mm esta arena se utiliza para dar los acabados finos en los trabajos de albañilería y trabajos de mampostería. También se usa para mezclas asfálticas.
	Gruesa	Son granos de arena con dimensiones que oscilan entre 0.6 y 2 mm de diámetro, siendo arena gruesa, que es la que se usa generalmente para la construcción, se suele mezclar con cemento para obtener el conocido mortero de albañilería y fabricar pisos, formar parte de la cimentación o unir ladrillos o bloques.
Grava	Fina	Grava fina (diámetro entre 0.5 y 0.7 cm). Suele utilizarse para uso de relleno de aceras y adoquines.
	Mediana	Grava mediana (diámetro entre 0.7 y 1 cm). Se caracteriza por tener mayor resistencia que la grava fina y se usa para rellenar suelos y drenajes.
	Gruesa	Grava gruesa (diámetro entre 1 y 2.5 cm). Es la grava más resistente que hay y se utiliza para cimentar cualquier tipo de construcción como pistas, edificios, casas, pozos y mucho más.

Producto de extracción	Característica
Piedra bola	Son rocas con dimensiones mayores a la grava que han sido pulidas por las corrientes superficiales a través del tiempo, dejando una superficie lisa y redondeada. Estas se utilizan para la elaboración de cimientos para las construcciones, la cual tiene como función darle al concreto una mayor resistencia, aumentar el volumen y disminuir el peso del cemento.

Los datos del cuadro anterior sirvieron de base para establecer las categorías granulométricas del material presente en el banco, para lo cual se realizó la prueba del tamiz obteniendo el volumen por cada tipo de material dentro del banco. A continuación, se muestra el volumen a extraer por cada tipo de material y la distribución granulométrica dentro del banco.

**Cuadro II-8. Cantidad de producto a extraer del banco 1**

Productos de extracción para el banco 1		m <sup>3</sup> de material por producto
Arena	Fina	26129.637
	Gruesa	18091.900
Grava	Fina	16875.439
	Mediana	30847.168
	Gruesa	24232.546
Piedra bola		15,623.591
Total		<b>131,800.280</b>



**Figura II-18 Cantidad de material por producto del banco.**

Para obtener estos resultados se realizó un estudio de granulometría que permite conocer la medida de los granos de los sedimentos. Mediante el análisis granulométrico se puede obtener información importante como: su origen, propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada uno de los granos según su tamaño dentro de la escala granulométrica.

El análisis granulométrico se realizó mediante el tamizado de muestras extraídas de cada banco de materiales, esto permitió conocer el tamaño de las diferentes partículas que componen el sedimento a analizar, también permite conocer la cantidad de material por tamaño.

Este procedimiento se realizó con el uso de muestras extraídas del banco cada 300 m, las cuales una vez extraídas se tomó su peso húmedo, después se puso a secar durante 2 días bajo el sol. Posteriormente, las pruebas obtenidas pasaron por una serie de tamices que van desde el de 4 pulgadas hasta tamiz más fino de 0.075 mm. Esto con el fin de separar los materiales por su tamaño y poder obtener el porcentaje que cada uno representa en la muestra. Para realizar el tamizado de las muestras se realizaron las siguientes actividades.

Procedimiento.

1. Se usaron tamices ensamblados en una columna en orden descendente.
2. En el tamiz más grueso se vertió la muestra.
3. La columna de tamices se sometió a movimientos vibratorios y de rotación.
4. Se retiraron los tamices y se tomó por separado el peso del material que se retuvo en cada uno.
5. Captura y procesamiento de datos en el programa Excel.
6. Elaboración de la curva granulométrica por banco de materiales.

Para realizar esta actividad se extrajo material de diversos puntos dentro del banco de materiales, por lo cual se obtuvo resultados por cada prueba extraída, una vez obtenidos los resultados por muestra se sumaron los porcentajes y cantidades del banco de materiales, esto con el fin de obtener la granulométrica de cada muestra y al final obtener la curva granulométrica general del banco de materiales, así como también cantidad de cada producto a extraer del banco de materiales.

Las coordenadas de los puntos de extracción de las muestras se muestran a continuación.

**Cuadro II-9 Coordenadas UTM de los puntos de muestreo para determinar la granulometría de los materiales.**

	Punto de Muestreo	X (Oeste)	Y (Norte)	Cantidad de material extraído (gr) (húmedo)
1	1	549112	2743077	3,149.20
	2	549189	2743340	3,227.83
	3	549346	2743590	2,570.50
	4	549579	2743763	2,626.93
	5	549716	2744029	2,852.66
	6	549990	2744125	3,394.55
	7	550282	2744176	2,706.82
	8	550506	2744366	2,721.08
	9	550678	2744294	3,394.55
<b>Total</b>				<b>26,644.12</b>

Los resultados obtenidos por punto de muestreo dentro del banco de materiales pétreos se presentan a continuación:

**Cuadro II-10. Granulometría del punto 1**

Granulometría por Tamizado del Banco, Muestra 1					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 3149.2		Peso seco: 2844.67	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
4"	100	95.33	3.35	3.35	96.65
3"	76.2	50.17	1.76	5.12	94.88
2.5"	63.5	40.09	1.41	6.52	93.48
2"	50.8	54.47	1.91	8.44	91.56
1.5"	38.1	164.53	5.78	14.22	85.78
1"	25.4	189.83	6.67	20.90	79.10
3/4"	19	140.87	4.95	25.85	74.15
1/2"	12.7	187.33	6.59	32.43	67.57
3/8"	9.53	122.64	4.31	36.74	63.26
No.4	4.75	270.42	9.51	46.25	53.75
No.10	2	419.05	14.73	60.98	39.02
No.40	0.425	336.39	11.83	72.81	27.19
No.200	0.075	365.21	12.84	85.65	14.35
Fondo		408.33	14.35	100.00	0.00
Total		2844.67	100.00		

**Cuadro II-11. Granulometría del punto 2**

Granulometría por Tamizado del Banco, Muestra 2					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 3227.835		Peso seco: 2923.305	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
4"	100	45.09	1.54	1.54	98.46
3"	76.2	29.93	1.02	2.57	97.43
2.5"	63.5	21.85	0.75	3.31	96.69

Granulometría por Tamizado del Banco, Muestra 2					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 3227.835		Peso seco: 2923.305	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
2"	50.8	224.23	7.67	10.98	89.02
1.5"	38.1	134.29	4.59	15.58	84.42
1"	25.4	159.59	5.46	21.04	78.96
3/4"	19	280.63	9.60	30.64	69.36
1/2"	12.7	157.09	5.37	36.01	63.99
3/8"	9.53	282.40	9.66	45.67	54.33
No.4	4.75	270.18	9.24	54.91	45.09
No.10	2	388.81	13.30	68.21	31.79
No.40	0.425	276.15	9.45	77.66	22.34
No.200	0.075	354.97	12.14	89.80	10.20
Fondo		298.09	10.20	100.00	0.00
Total		2923.31	100.00		

Cuadro II-12. Granulometría del punto 3

Granulometría por Tamizado del Banco, Muestra 3					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 2570.59		Peso seco: 2266.06	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
4"	100	45.10	1.99	1.99	98.01
3"	76.2	18.50	0.82	2.81	97.19
2.5"	63.5	11.54	0.51	3.32	96.68
2"	50.8	45.48	2.01	5.32	94.68
1.5"	38.1	159.33	7.03	12.35	87.65
1"	25.4	122.48	5.40	17.76	82.24
3/4"	19	224.15	9.89	27.65	72.35
1/2"	12.7	220.98	9.75	37.40	62.60
3/8"	9.53	277.63	12.25	49.65	50.35
No.4	4.75	242.82	10.72	60.37	39.63
No.10	2	236.81	10.45	70.82	29.18
No.40	0.425	197.76	8.73	79.55	20.45
No.200	0.075	221.78	9.79	89.33	10.67
Fondo		241.71	10.67	100.00	0.00
Total		2266.06	100.00		

Cuadro II-13. Granulometría del punto 4

Granulometría por Tamizado del Banco, Muestra 4					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 2626.93		Peso seco: 2322.40	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
4"	100	80.86	3.48	3.48	96.52
3"	76.2	64.40	2.77	6.25	93.75
2.5"	63.5	23.41	1.01	7.26	92.74
2"	50.8	19.47	0.84	8.10	91.90
1.5"	38.1	148.88	6.41	14.51	85.49
1"	25.4	182.57	7.86	22.37	77.63
3/4"	19	165.13	7.11	29.48	70.52
1/2"	12.7	129.17	5.56	35.04	64.96
3/8"	9.53	184.27	7.93	42.98	57.02
No.4	4.75	222.18	9.57	52.55	47.45
No.10	2	458.78	19.75	72.30	27.70
No.40	0.425	212.37	9.14	81.44	18.56
No.200	0.075	202.87	8.74	90.18	9.82
Fondo		228.05	9.82	100.00	0.00
Total		2322.40	100.00		

**Cuadro II-14 Granulometría del punto 5**

Granulometría por Tamizado Banco, Muestra 5					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 2852.66		Peso seco: 2509.13	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
4"	100	58.26	2.32	2.32	97.68
3"	76.2	41.80	1.67	3.99	96.01
2.5"	63.5	0.81	0.03	4.02	95.98
2"	50.8	0.00	0.00	4.02	95.98
1.5"	38.1	226.28	9.02	13.04	86.96
1"	25.4	259.97	10.36	23.40	76.60
3/4"	19	242.53	9.67	33.06	66.94
1/2"	12.7	206.57	8.23	41.30	58.70
3/8"	9.53	261.67	10.43	51.73	48.27
No.4	4.75	199.58	7.95	59.68	40.32
No.10	2	436.18	17.38	77.06	22.94
No.40	0.425	189.77	7.56	84.63	15.37
No.200	0.075	180.27	7.18	91.81	8.19
Fondo		205.45	8.19	100.00	0.00
Total		2509.13	100.00		

**Cuadro II-15 Granulometría del punto 6**

Granulometría por Tamizado del Banco , Muestra 6					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 3394.555		Peso seco:3090.025	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
4"	100	25.57	0.83	0.83	99.17
3"	76.2	80.41	2.60	3.43	96.57
2.5"	63.5	42.33	1.37	4.80	95.20
2"	50.8	84.71	2.74	7.54	92.46
1.5"	38.1	64.77	2.10	9.64	90.36
1"	25.4	220.07	7.12	16.76	83.24
3/4"	19	241.11	7.80	24.56	75.44
1/2"	12.7	217.57	7.04	31.60	68.40
3/8"	9.53	242.88	7.86	39.46	60.54
No.4	4.75	350.66	11.35	50.81	49.19
No.10	2	459.29	14.86	65.68	34.32
No.40	0.425	286.63	9.28	74.95	25.05
No.200	0.075	395.45	12.80	87.75	12.25
Fondo		378.57	12.25	100.00	0.00
Total		3090.03	100.00		

**Cuadro II-16 Granulometría del punto 7**

Granulometría por Tamizado del Banco, Muestra 7					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 2706.82		Peso seco:2402.29	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
4"	100	18.96	0.79	0.79	99.21
3"	76.2	97.26	4.05	4.84	95.16
2.5"	63.5	85.16	3.54	8.38	91.62
2"	50.8	78.20	3.26	11.64	88.36
1.5"	38.1	92.12	3.83	15.47	84.53
1"	25.4	165.20	6.88	22.35	77.65
3/4"	19	266.87	11.11	33.46	66.54
1/2"	12.7	263.70	10.98	44.44	55.56
3/8"	9.53	180.35	7.51	51.94	48.06
No.4	4.75	245.54	10.22	62.16	37.84
No.10	2	239.53	9.97	72.13	27.87
No.40	0.425	200.48	8.35	80.48	19.52
No.200	0.075	224.50	9.35	89.83	10.17
Fondo		244.43	10.17	100.00	0.00

Granulometría por Tamizado del Banco, Muestra 7					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 2706.82		Peso seco:2402.29	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
Total		2402.29	100.00		

Cuadro II-17 Granulometría del punto 8

Granulometría por Tamizado del Banco, Muestra 8					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 2721.08		Peso seco:2416.55	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
4"	100	98.02	4.06	4.06	95.94
3"	76.2	76.23	3.15	7.21	92.79
2.5"	63.5	41.86	1.73	8.94	91.06
2"	50.8	81.80	3.38	12.33	87.67
1.5"	38.1	55.65	2.30	14.63	85.37
1"	25.4	168.80	6.99	21.62	78.38
3/4"	19	170.47	7.05	28.67	71.33
1/2"	12.7	267.30	11.06	39.73	60.27
3/8"	9.53	283.95	11.75	51.48	48.52
No.4	4.75	249.14	10.31	61.79	38.21
No.10	2	243.13	10.06	71.85	28.15
No.40	0.425	204.08	8.44	80.30	19.70
No.200	0.075	228.10	9.44	89.74	10.26
Fondo		248.03	10.26	100.00	0.00
Total		2416.55	100.00		

Cuadro II-18 Granulometría del punto 9

Granulometría por Tamizado del banco, Muestra 9					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 3394.555		Peso seco:3090.025	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
4"	100	78.18	2.81	2.81	97.19
3"	76.2	61.72	2.22	5.02	94.98
2.5"	63.5	20.73	0.74	5.76	94.24
2"	50.8	18.36	0.66	6.42	93.58
1.5"	38.1	246.20	8.84	15.26	84.74
1"	25.4	279.89	10.04	25.30	74.70
3/4"	19	262.45	9.42	34.72	65.28
1/2"	12.7	226.49	8.13	42.85	57.15
3/8"	9.53	281.59	10.11	52.96	47.04
No.4	4.75	219.50	7.88	60.83	39.17
No.10	2	456.10	16.37	77.20	22.80
No.40	0.425	209.70	7.53	84.73	15.27
No.200	0.075	200.19	7.18	91.91	8.09
Fondo		225.38	8.09	100.00	0.00
Total		2786.49	100.00		

Cuadro II-19 Granulometría general del banco propuesto

Granulometría por Tamizado Banco					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 26,644.12		Peso seco: 23560.93	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
4"	100	545.38	2.31	2.31	97.69
3"	76.2	520.44	2.21	4.52	95.48
2.5"	63.5	287.77	1.22	5.75	94.25

Granulometría por Tamizado Banco					
Abertura del Tamiz		Peso Húmedo: 26,644.12		Peso seco: 23560.93	
(Pulg)	(mm)	gr	Retenido %	Acumulado %	Pasante %
2"	50.8	606.71	2.58	8.32	91.68
1.5"	38.1	1292.06	5.48	13.80	86.20
1"	25.4	1748.41	7.42	21.22	78.78
3/4"	19	1994.20	8.46	29.69	70.31
1/2"	12.7	1876.21	7.96	37.65	62.35
3/8"	9.53	2117.37	8.99	46.64	53.36
No.4	4.75	2270.00	9.63	56.27	43.73
No.10	2	3337.69	14.17	70.44	29.56
No.40	0.425	2113.32	8.97	79.41	20.59
No.200	0.075	2373.35	10.07	89.48	10.52
Fondo		2478.01	10.52	100.00	0.00
Total		23560.93	100		

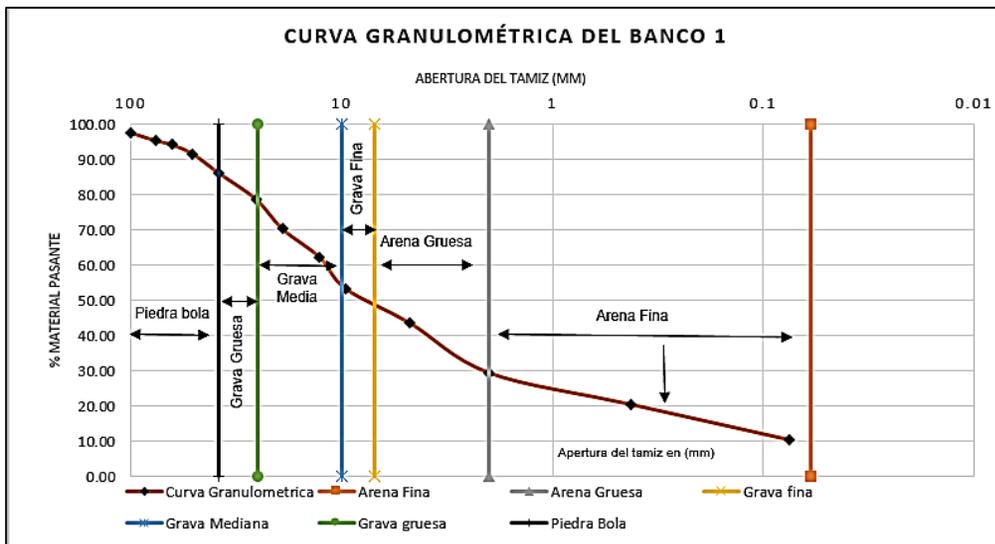


Figura II-19 Curva granulométrica del banco

El análisis granulométrico que se realizó permitió conocer mediante el tamizado de la muestra, el tamaño de las diferentes partículas, la cantidad existente de cada material a aprovecharse y la profundidad del banco, derivado a esto se pudo obtener el porcentaje de cada producto con el que cuenta el banco, así como la curva granulométrica del banco de materiales.

El análisis de granulometría se muestra en formato digital en el anexo 7.1

### ESTABILIDAD DE LOS TALUDES

Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. Cuando el talud se produce en forma natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural. La estabilidad de un talud se refiere a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento.

Por otro lado, el deslizamiento es una rotura y desplazamiento del suelo situado debajo de un talud, que origina movimiento hacia abajo y hacia fuera de toda la masa que participa del mismo. Los deslizamientos pueden producirse de distintas maneras, es decir en forma lenta o rápida, con o sin provocación aparente, etc.

Derivado de la observación en el recorrido de campo, se determinó que los taludes de los bancos son estables, ya que no se encontraron derrumbes; por otro lado, la altura de los bancos no es lo suficientemente grande para ocasionar deslaves que afecten a la infraestructura o poblaciones cercanas. Sin embargo, durante la extracción de materiales

pétreos se buscará que los taludes del banco se mantengan estables, así como en la etapa de abandono del sitio se realizará la estabilización de los taludes en el área.

### **DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN**

De acuerdo a la clasificación utilizada en la carta de uso de suelo y vegetación serie VII y su guía para la interpretación de cartografía (INEGI), **las comunidades vegetales del sitio corresponden a agricultura de temporal anual y pastizal natural; sin embargo, en los sitios ocupados por el banco no existe vegetación**, como puede apreciarse en las imágenes siguientes.



*Figura II-20 Condiciones generales de los sitios donde se ubica el banco de materiales pétreos*

### **PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO**

De acuerdo al estudio de *Actualización de la disponibilidad de agua en el acuífero San Juan del Río, estado de Durango* (CONAGUA, 2020); en la zona donde se ubica el banco de materiales pétreos, la configuración de la profundidad al nivel estático varía entre los 10 y 20 metros. Cabe mencionar que durante las actividades de extracción de materiales estará prohibido la extracción en cotas que no sean las propuestas, con la finalidad de evitar afectaciones a los acuíferos.

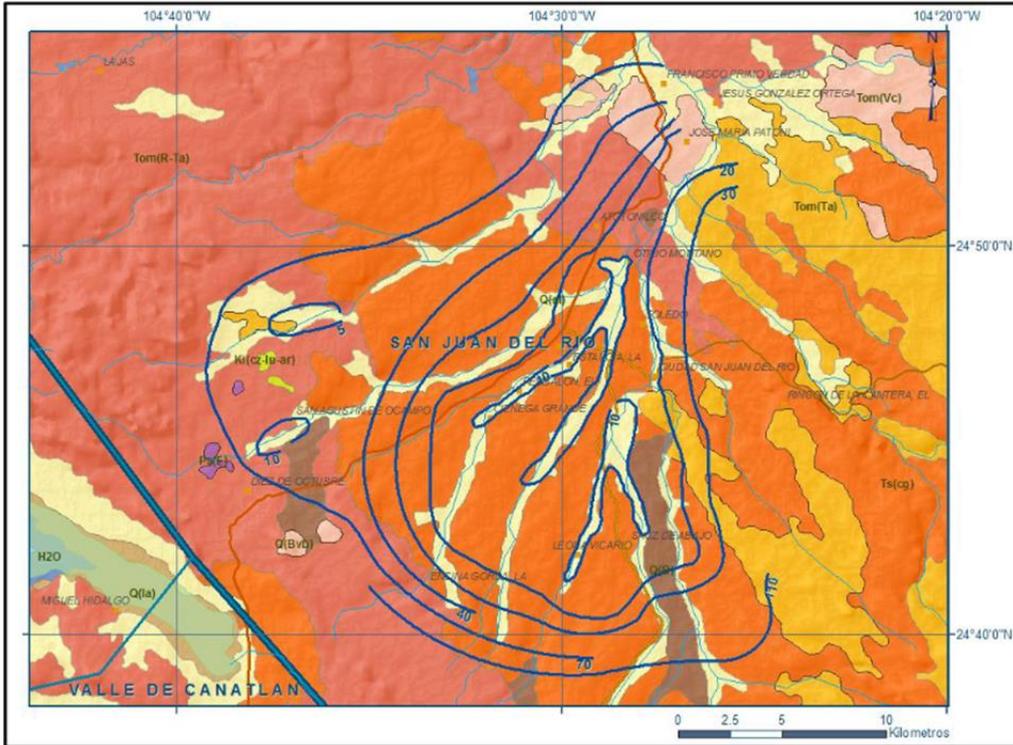
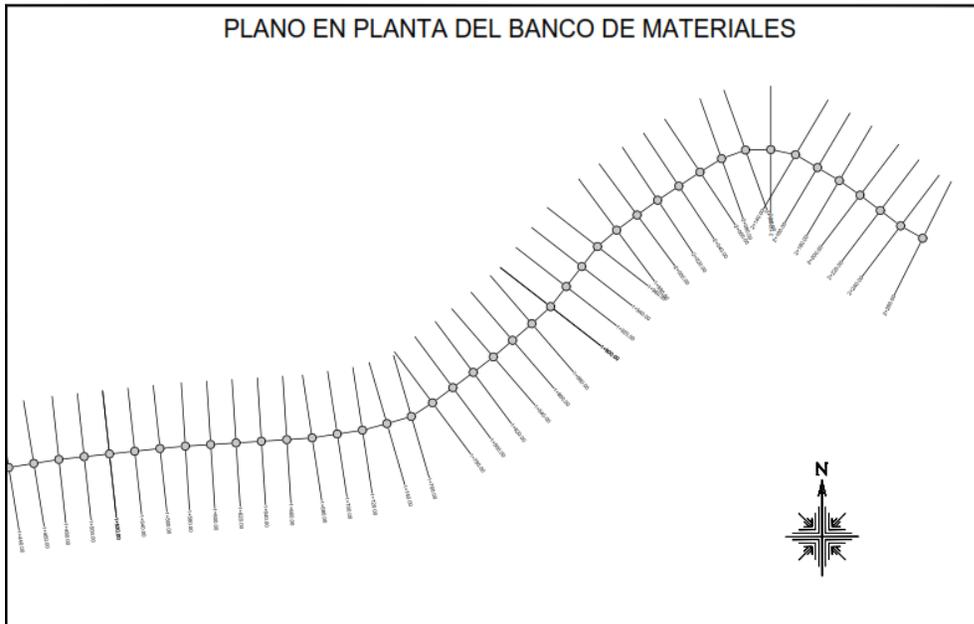


Figura II-21 Profundidad a nivel estático para el acuífero San Juan del Río.

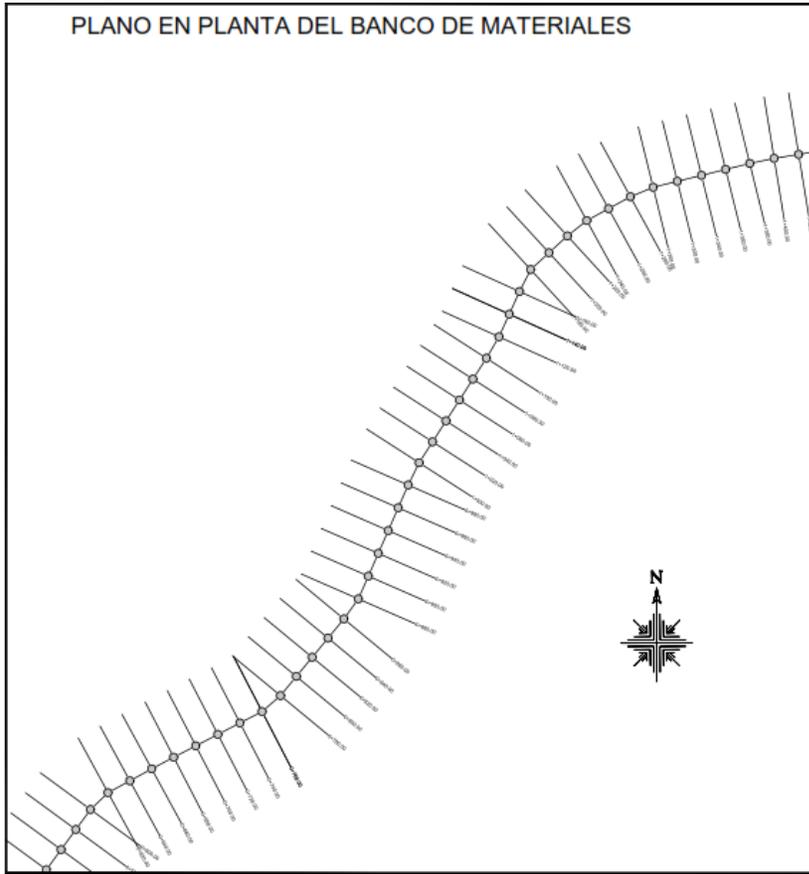
**II.1.5.3 Volumen de extracción propuesto para el banco de materiales.**

Para determinar el volumen de extracción en el banco, primero se realizó un recorrido en campo con la finalidad de delimitar la superficie que corresponde al banco, enseguida cada 20 metros se midieron las siguientes variables: elevación (msnm), altura del banco (m) y ancho (m), las medidas fueron tomadas al centro y margen derecho e izquierdo en cada sección. Posteriormente se generaron los perfiles en planta del banco, como se muestra en las figuras siguientes:

**Sección 1**



**Sección 2**



**Sección 3**

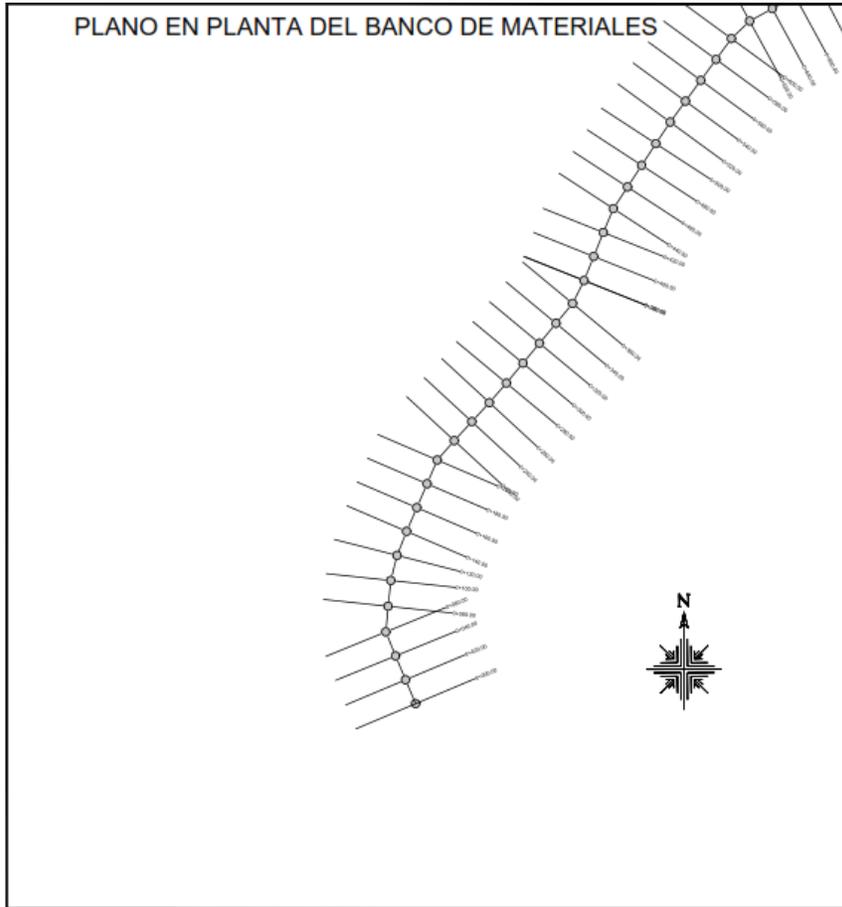


Figura II-22 Plano en planta del banco

El volumen (m<sup>3</sup>) de materiales pétreos se obtuvo para cada sección de 20 m de largo del banco, para lo cual se multiplicó largo x ancho x profundidad, dando como resultado el volumen a extraer por sección, finalmente, los volúmenes se acumularon para obtener el volumen total a extraer por banco. El volumen propuesto para el aprovechamiento de materiales pétreos dentro de cada banco se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro II-20 Volumen de extracción para cada sección del banco.

Banco	Sección	Longitud (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Volumen acumulado m <sup>3</sup>	Sup (has)	Volumen total del banco (m <sup>3</sup> )
1	0+000	20	12.6	1.8	453.60	453.60	0.025	131,800.28
	0+020	20	28.5	2	1138.80	1592.40	0.057	
	0+040	20	34.6	1.3	899.34	2491.74	0.069	
	0+060	20	45.8	2.1	1924.44	4416.18	0.092	
	0+080	20	53.5	1.5	1604.70	6020.88	0.107	
	0+100	20	59.2	1	1183.20	7204.08	0.118	
	0+120	20	60.0	1.6	1920.00	9124.08	0.120	
	0+140	20	60.0	1.7	2040.00	11164.08	0.120	
	0+160	20	60.0	1.8	2160.00	13324.08	0.120	
	0+180	20	60.0	2	2400.00	15724.08	0.120	
	0+200	20	60.0	1.6	1920.00	17644.08	0.120	
	0+220	20	60.0	1.6	1920.00	19564.08	0.120	
	0+240	20	55.0	1.5	1649.40	21213.48	0.110	
	0+260	20	53.6	1.1	1179.42	22392.90	0.107	
	0+280	20	54.9	2	2194.40	24587.30	0.110	
	0+300	20	56.5	1.8	2033.28	26620.58	0.113	

Banco	Sección	Longitud (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Volumen (m³)	Volumen acumulado m³	Sup (has)	Volumen total del banco (m³)
	0+320	20	53.6	1.6	1714.24	28334.82	0.107	
	0+340	20	46.7	1.7	1586.10	29920.92	0.093	
	0+360	20	38.4	1.9	1459.58	31380.50	0.077	
	0+380	20	28.6	2	1142.00	32522.50	0.057	
	0+400	20	34.3	2.3	1578.72	34101.22	0.069	
	0+420	20	33.6	2.1	1412.46	35513.68	0.067	
	0+440	20	36.0	2	1441.20	36954.88	0.072	
	0+460	20	38.8	1.1	853.38	37808.26	0.078	
	0+480	20	42.0	0.8	672.32	38480.58	0.084	
	0+500	20	47.0	0.6	563.64	39044.22	0.094	
	0+520	20	50.6	0.5	506.00	39550.22	0.101	
	0+540	20	50.5	0.5	505.20	40055.42	0.101	
	0+560	20	50.3	0.8	804.32	40859.74	0.101	
	0+580	20	48.0	1	960.00	41819.74	0.096	
	0+600	20	51.3	1.1	1129.26	42949.00	0.103	
	0+620	20	52.4	1.3	1363.18	44312.18	0.105	
	0+640	20	48.3	1	965.20	45277.38	0.097	
	0+660	20	45.3	1.5	1359.00	46636.38	0.091	
	0+680	20	42.6	1	851.20	47487.58	0.085	
	0+700	20	43.4	1	868.60	48356.18	0.087	
	0+720	20	44.3	1.5	1329.00	49685.18	0.089	
	0+740	20	48.5	1.5	1455.60	51140.78	0.097	
	0+760	20	52.4	1.6	1677.76	52818.54	0.105	
	0+780	20	57.0	1.8	2051.64	54870.18	0.114	
	0+800	20	57.5	2	2300.80	57170.98	0.115	
	0+820	20	57.5	1.5	1723.50	58894.48	0.115	
	0+840	20	57.0	1.6	1824.32	60718.80	0.114	
	0+860	20	56.6	1	1131.40	61850.20	0.113	
	0+880	20	56.7	1.8	2040.12	63890.32	0.113	
	0+900	20	54.3	1.8	1954.44	65844.76	0.109	
	0+920	20	48.4	2	1937.60	67782.36	0.097	
	0+940	20	39.6	0.9	712.98	68495.34	0.079	
	0+960	20	38.5	1.1	846.34	69341.68	0.077	
	0+980	20	38.5	1.4	1077.44	70419.12	0.077	
	1+000	20	38.7	1	773.80	71192.92	0.077	
	1+020	20	38.7	1.3	1006.20	72199.12	0.077	
	1+040	20	38.5	0.8	615.52	72814.64	0.077	
	1+060	20	37.7	0.9	678.96	73493.60	0.075	
	1+080	20	35.9	1	718.20	74211.80	0.072	
	1+100	20	33.9	1.2	812.88	75024.68	0.068	
	1+120	20	33.6	1.1	738.32	75763.00	0.067	
	1+140	20	35.7	1.3	927.94	76690.94	0.071	
	1+160	20	38.4	1	768.00	77458.94	0.077	
	1+180	20	44.6	1.2	1070.16	78529.10	0.089	
	1+200	20	43.9	1.2	1052.40	79581.50	0.088	
	1+220	20	38.4	1.2	920.40	80501.90	0.077	
	1+240	20	37.9	1	757.60	81259.50	0.076	
	1+260	20	39.1	1.3	1016.60	82276.10	0.078	
	1+280	20	38.4	1.2	922.56	83198.66	0.077	
	1+300	20	38.3	1.4	1071.56	84270.22	0.077	
	1+320	20	37.7	1.5	1129.50	85399.72	0.075	
	1+340	20	36.6	1.4	1025.64	86425.36	0.073	
	1+360	20	32.7	1.5	979.80	87405.16	0.065	
	1+380	20	29.0	1.4	811.16	88216.32	0.058	
	1+400	20	27.7	1.4	776.72	88993.04	0.055	

Banco	Sección	Longitud (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Volumen (m³)	Volumen acumulado m³	Sup (has)	Volumen total del banco (m³)
	1+420	20	27.7	1.3	720.72	89713.76	0.055	
	1+440	20	28.0	1.6	895.36	90609.12	0.056	
	1+460	20	27.3	1.8	981.00	91590.12	0.055	
	1+480	20	26.2	1.6	837.44	92427.56	0.052	
	1+500	20	25.0	1.4	700.00	93127.56	0.050	
	1+520	20	23.5	1	470.40	93597.96	0.047	
	1+540	20	28.2	0.8	450.40	94048.36	0.056	
	1+560	20	32.7	1	654.20	94702.56	0.065	
	1+580	20	37.0	1	740.20	95442.76	0.074	
	1+600	20	39.5	1.5	1184.70	96627.46	0.079	
	1+620	20	39.4	1.8	1417.32	98044.78	0.079	
	1+640	20	38.4	1.3	997.62	99042.40	0.077	
	1+660	20	37.7	1.4	1056.44	100098.84	0.075	
	1+680	20	37.7	1	754.00	100852.84	0.075	
	1+700	20	36.6	1.1	804.76	101657.60	0.073	
	1+720	20	36.9	1.2	886.56	102544.16	0.074	
	1+740	20	38.7	1	773.00	103317.16	0.077	
	1+760	20	39.0	1.4	1092.84	104410.00	0.078	
	1+780	20	37.1	1.3	964.34	105374.34	0.074	
	1+800	20	37.1	1.5	1112.40	106486.74	0.074	
	1+820	20	40.0	1.2	959.28	107446.02	0.080	
	1+840	20	43.4	1.2	1040.40	108486.42	0.087	
	1+860	20	49.0	1.4	1372.56	109858.98	0.098	
	1+880	20	51.6	1.2	1237.44	111096.42	0.103	
	1+900	20	50.1	1.3	1301.56	112397.98	0.100	
	1+920	20	49.2	1.2	1181.28	113579.26	0.098	
	1+940	20	47.6	1	951.40	114530.66	0.095	
	1+960	20	44.0	1	879.20	115409.86	0.088	
	1+980	20	37.0	0.9	666.18	116076.04	0.074	
	2+000	20	30.8	2.1	1292.34	117368.38	0.062	
	2+020	20	26.9	1.6	859.20	118227.58	0.054	
	2+040	20	26.7	1.5	801.30	119028.88	0.053	
	2+060	20	31.4	1.8	1131.12	120160.00	0.063	
	2+080	20	38.4	2	1536.40	121696.40	0.077	
	2+100	20	41.8	1.5	1253.10	122949.50	0.084	
	2+120	20	42.4	1	848.60	123798.10	0.085	
	2+140	20	38.3	1.2	919.20	124717.30	0.077	
	2+160	20	30.7	1.5	919.80	125637.10	0.061	
	2+180	20	30.9	1.5	926.70	126563.80	0.062	
	2+200	20	31.7	2	1269.20	127833.00	0.063	
	2+220	20	32.1	2.2	1413.28	129246.28	0.064	
	2+240	20	32.8	2	1312.80	130559.08	0.066	
	2+260	20	31.0	2	1241.20	131800.28	0.062	

**II.1.5.4 Profundidad máxima planeada para la extracción de materiales y profundidad de despalme del banco.**

La extracción de materiales se realizará a diferentes profundidades, esto debido a la acumulación del material y del relieve del sitio. Se considera que, al realizar esta actividad de manera sustentable no se propicia la erosión de la zona del cauce del arroyo, además, el aprovechamiento es estratificado y paulatino, evitando con ello la formación de estructuras topográficas que conlleven a la erosión del suelo, así como, llegar al manto freático.

Previo a la explotación, se efectuará el retiro de la capa superficial del suelo (Despalme) que irán desde los 10 cm hasta los 20 cm de profundidad como máximo, dependiendo de la topografía del banco y a la cantidad de impurezas con las que cuenta el banco de materiales.

El material resultante del despalme se utilizará para reforzar y suavizar la pendiente del talud del cauce del arroyo, con la finalidad de evitar erosión y corrimientos de tierra que generen obstrucción del área hidráulica natural.

En cuanto a la extracción de los materiales pétreos la profundidad dependerá de la acumulación de material pétreo y del relieve del banco por lo que se estableció una profundidad promedio para cada una de las secciones transversales con las que cuenta el banco propuesto, teniendo en cuenta evitar afectar el manto freático. Con ayuda de los perfiles transversales y con visita de campo en la cual se logró verificar las profundidades de cada sección transversal con ayuda de una varilla corrugada midiendo las profundidades, se logró establecer las siguientes profundidades para cada sección transversal.

**Cuadro II-21 Profundidad máxima de extracción por sección.**

Banco	Sección	Profundidad (m) de extracción
1	0+000	1.8
	0+020	2
	0+040	1.3
	0+060	2.1
	0+080	1.5
	0+100	1
	0+120	1.6
	0+140	1.7
	0+160	1.8
	0+180	2
	0+200	1.6
	0+220	1.6
	0+240	1.5
	0+260	1.1
	0+280	2
	0+300	1.8
	0+320	1.6
	0+340	1.7
	0+360	1.9
	0+380	2
	0+400	2.3
	0+420	2.1
	0+440	2
	0+460	1.1
	0+480	0.8
	0+500	0.6
	0+520	0.5
	0+540	0.5
	0+560	0.8
	0+580	1
	0+600	1.1
	0+620	1.3
0+640	1	
0+660	1.5	
0+680	1	
0+700	1	
0+720	1.5	
0+740	1.5	
0+760	1.6	
0+780	1.8	
0+800	2	
0+820	1.5	
0+840	1.6	
0+860	1	
0+880	1.8	
0+900	1.8	
0+920	2	

Banco	Sección	Profundidad (m) de extracción
	0+940	0.9
	0+960	1.1
	0+980	1.4
	1+000	1
	1+020	1.3
	1+040	0.8
	1+060	0.9
	1+080	1
	1+100	1.2
	1+120	1.1
	1+140	1.3
	1+160	1
	1+180	1.2
	1+200	1.2
	1+220	1.2
	1+240	1
	1+260	1.3
	1+280	1.2
	1+300	1.4
	1+320	1.5
	1+340	1.4
	1+360	1.5
	1+380	1.4
	1+400	1.4
	1+420	1.3
	1+440	1.6
	1+460	1.8
	1+480	1.6
	1+500	1.4
	1+520	1
	1+540	0.8
	1+560	1
	1+580	1
	1+600	1.5
	1+620	1.8
	1+640	1.3
	1+660	1.4
	1+680	1
	1+700	1.1
	1+720	1.2
	1+740	1
	1+760	1.4
	1+780	1.3
	1+800	1.5
	1+820	1.2
	1+840	1.2
	1+860	1.4
	1+880	1.2
	1+900	1.3
	1+920	1.2
	1+940	1
	1+960	1
	1+980	0.9
	2+000	2.1
	2+020	1.6
	2+040	1.5
	2+060	1.8
	2+080	2

Banco	Sección	Profundidad (m) de extracción
	2+100	1.5
	2+120	1
	2+140	1.2
	2+160	1.5
	2+180	1.5
	2+200	2
	2+220	2.2
	2+240	2
	2+260	2

### II.1.5.5 Caudales medios mensuales en m<sup>3</sup>/s que circulan por el cauce a intervenir.

Para poder determinar los caudales de una subcuenca, cuando no se dispone de suficiente información se utilizan diversos métodos y procedimientos para su estimación, para realizar estos métodos, solo se necesita contar con datos de los elementos o variables meteorológicas como la velocidad del viento, temperatura, precipitación, etc., y los elementos geográficos como la forma de la subcuenca, fisiografía, vegetación, etc., todos ellos permiten generar caudales a nivel mensual utilizando una serie de fórmulas y métodos que ayudaran a relacionar los factores obtenidos y así poder obtener los caudales medios mensuales.

Para el presente proyecto se utilizó la subcuenca denominada Río de San Juan, la cual sirvió para la obtención de los caudales medios mensuales en m<sup>3</sup>/s, dicha subcuenca no presenta datos que permitan cuantificar su aporte, puesto que no se cuenta con investigaciones sobre dicho tema en la zona de estudio, por ello, se realizó el análisis con un modelo que permitió obtener datos e implementar información para determinar los caudales medios mensuales. Para ello, se empleó el Método de **Lutz Scholz** el cual es un modelo hidrológico combinado, cuenta con una estructura determinística para el cálculo de los caudales mensuales para el año promedio (Balance Hídrico – Modelo determinístico)., dicho modelo hidrológico, permite obtener la determinación de caudales medios mensuales promedio y la extensión de caudales para periodos extendidos, cuando no se cuenta con la información completa de las subcuencas, por eso se considera uno de los modelos más factibles para obtener los caudales medios mensuales de la manera más precisa.

Para realizar el cálculo de los caudales medios mensuales del Arroyo San Lucas, se caracterizó la subcuenca denominada Río de San Juan, mediante sus parámetros geomorfológicos, haciendo uso de softwares como: AutoCAD, Excel, ArcGis y Google., Para iniciar con el proceso de cálculo de los caudales se requiere conocer la precipitación media mensual histórica, la cual se obtuvo de la estación climatológica denominada **San Juan del Río (SNM)** con código **10068** con una altura sobre el nivel del mar de **1,700 msnm.**, y un periodo de 1926 a 2009 , la cual se puede consultar en el siguiente link: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=dgo>.

Una vez consultado los datos de la estación meteorológica se tomó la siguiente información para poder implementar el método hidrológico mencionado.

**Cuadro II-22 Información de la estación climatológica**

ESTACION: San Juan del Río	ALTITUD:1,700 msnm
CODIGO: 10068	LATITUD: 24°47'59" N.
MES-AÑO: 1926-2009	LONGITUD: 104°23'43" W.

En el siguiente cuadro se puede observar la información de las precipitaciones medias mensuales históricas con un periodo de 1926-2009 utilizadas en la estimación de los caudales mensuales con el método hidrológico de Lutz Scholz.

**Cuadro II-23. Información meteorológica media mensual histórica del periodo 1926-2009 de la estación San Juan del Río**

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1926	6.0	42.5	109.4	86.0	19.0	0.0	4.0	266.9	38.1	7.0	0.0	0.0

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1927	0.0	0.0	8.0	30.0	126.4	165.8	79.6	122.6	76.1	0.0	14.1	22.6
1928	0.0	9.3	4.5	0.0	23.8	15.9	102.6	88.7	123.3	14.0	1.7	0.0
1929	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	10.0	184.7	60.1	29.9	13.7	19.8	5.3
1930	5.7	16.5	0.0	0.2	2.2	59.9	79.4	68.5	3.1	65.1	35.7	20.9
1931	52.0	7.4	0.0	7.7	65.8	39.9	211.2	98.1	22.7	8.5	0.0	0.0
1932	1.5	2.5	3.1	0.0	2.0	5.5	139.2	74.4	58.0	33.1	0.0	0.5
1933	0.0	17.3	0.0	0.0	15.3	111.4	109.6	103.8	79.2	26.8	13.0	0.0
1934	0.0	1.2	0.0	4.6	57.7	47.1	163.4	68.6	94.3	7.5	0.0	26.4
1935	12.5	7.5	0.0	0.0	0.0	127.1	11.5	9.1	101.0	39.0	0.0	3.2
1936	0.0	0.0	0.0	37.4	46.7	2.2	187.5	140.9	244.0	72.4	18.0	66.0
1937	41.5	0.0	0.0	0.0	2.0	115.2	92.4	82.6	186.5	17.0	0.0	46.0
1938	0.0	8.0	0.0	10.0	0.0	96.0	257.0	99.5	112.5	4.0	3.5	6.0
1939	17.0	0.0	0.0	0.0	10.5	49.0	80.5	158.8	18.0	13.0	0.0	33.3
1940	5.0	0.0	0.0	0.0	25.5	80.5	51.2	173.5	12.0	19.3	59.2	10.5
1941	3.0	14.0	6.8	9.9	0.0	98.6	136.7	181.1	194.1	23.8	0.0	32.0
1942	4.5	90.0	0.0	0.0	0.0	36.0	109.9	173.2	90.4	35.0	1.4	0.0
1943	27.5	0.0	0.0	6.5	7.3	346.3	94.3	155.8	88.8	21.5	81.0	29.0
1944	0.0	10.0	24.5	0.0	0.0	24.0	384.0	95.9	119.7	20.0	44.9	1.5
1945	22.0	19.5	0.0	0.0	1.5	25.0	206.7	57.7	62.7	15.5	1.0	2.0
1946	29.5	0.0	0.0	11.7	6.2	112.0	74.9	51.9	44.8	19.9	17.1	16.3
1947	0.5	0.7	0.0	0.0	5.0	72.8	67.0	145.5	26.0	13.5	5.0	2.0
1948	8.5	0.0	2.0	39.0	6.5	59.5	68.5	30.0	103.5	42.0	13.0	0.0
1949	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	72.0	113.0	72.0	70.5	64.1	0.0	20.5
1950	3.7	4.7	2.0	2.2	35.7	22.4	148.3	119.2	80.0	2.2	0.0	0.0
1951	0.0	0.0	14.5	1.2	1.7	55.6	149.4	55.5	158.0	45.2	7.8	8.0
1952	0.0	0.0	2.0	12.9	0.0	106.4	61.4	50.1	15.8	0.0	0.0	7.0
1953	0.0	40.0	6.0	0.0	15.0	16.5	38.6	120.5	48.5	36.0	0.0	29.0
1954	0.0	0.0	0.0	10.0	1.5	49.7	123.3	192.5	52.5	11.0	0.0	4.0
1955	21.0	0.0	0.0	0.0	1.0	33.1	53.3	127.0	43.0	37.1	21.4	0.0
1956	0.0	0.0	0.0	6.0	39.4	77.0	64.7	59.2	32.5	4.3	15.3	6.0
1957	0.5	0.5	2.5	0.0	19.0	4.0	54.0	51.7	32.7	45.3	0.0	0.0
1958	19.0	3.0	1.3	22.0	8.4	167.0	35.7	160.0	93.7	243.5	31.0	6.0
1959	0.0	0.0	0.0	7.5	9.3	24.3	42.9	131.2	11.1	59.9	4.6	3.8
1960	0.5	6.1	0.0	5.0	1.5	8.5	215.8	112.4	45.4	39.8	0.0	3.1
1961	22.5	0.0	0.0	7.2	9.3	74.3	160.3	22.5	61.3	24.8	0.3	5.7
1962	4.4	0.0	0.8	0.0	0.0	54.5	117.7	54.1	71.1	35.3	0.0	13.7
1963	3.6	0.0	0.0	7.8	21.4	21.1	149.2	121.1	126.2	47.5	8.2	12.5
1964	12.5	7.0	1.5	0.0	26.5	47.4	65.5	71.8	148.9	30.0	5.5	2.8
1965	12.0	13.0	0.0	7.4	0.0	101.4	59.4	87.6	83.6	13.9	0.7	24.7
1966	2.1	8.4	0.0	3.5	34.9	33.5	93.7	181.8	86.3	82.4	1.0	1.5
1967	5.8	0.0	12.0	0.4	5.2	88.1	85.5	237.8	56.8	9.5	0.0	6.5
1968	6.8	10.1	54.5	5.5	13.5	45.3	175.7	139.1	152.7	18.2	17.8	46.6
1969	5.1	2.1	0.0	0.0	0.0	24.2	183.6	48.2	124.4	6.6	16.0	4.7
1970	1.4	51.8	3.0	0.0	11.4	100.5	138.4	232.2	284.2	6.8	0.0	0.0
1971	5.7	0.0	1.4	0.0	20.9	51.4	84.6	227.8	80.3	68.1	0.0	8.4
1972	1.5	0.0	5.4	0.0	86.9	92.1	139.2	56.1	164.9	134.2	32.2	5.7
1973	8.6	13.7	0.0	0.0	51.5	93.6	173.4	380.4	120.8	27.5	0.0	17.0
1974	0.0	0.0	7.0	23.5	10.7	1.2	148.4	118.7	190.8	14.9	4.8	16.6
1975	3.9	0.0	0.0	0.0	4.5	14.7	152.9	139.6	21.5	32.0	0.6	25.5
1976	3.1	0.0	0.0	8.4	0.0	105.8	175.0	61.1	94.8	27.7	26.2	14.2
1977	14.8	0.0	0.0	3.4	1.2	147.6	88.2	133.5	128.4	29.6	0.0	0.0
1978	0.0	0.6	0.0	0.0	0.6	60.7	101.3	104.7	208.3	21.0	1.0	2.6
1979	6.1	12.7	0.0	0.8	0.3	36.3	115.3	228.2	1.0	0.0	1.3	3.9
1980	4.4	13.9	0.0	0.0	0.0	16.6	72.2	104.7	200.0	27.7	16.4	1.9
1981	51.5	1.1	9.7	46.7	2.8	119.8	53.1	175.9	51.1	48.6	0.0	24.8
1982	0.0	1.2	0.0	11.7	3.0	86.2	61.7	57.3	5.5	45.1	34.2	35.9
1983	27.3	0.0	3.8	0.0	85.2	12.4	61.7	115.2	111.9	36.7	0.2	2.4
1984	53.7	0.0	0.0	0.3	12.8	243.3	239.9	80.7	65.1	30.8	3.4	15.2

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985	45.5	0.3	0.0	12.1	0.0	109.7	70.0	68.0	121.0	40.6	0.0	19.3
1986	0.0	5.3	0.0	12.5	11.4	111.0	150.0	84.7	152.3	48.2	14.6	28.5
1987	26.2	14.0	0.0	4.2	29.7	54.3	94.3	201.0	84.4	1.4	4.9	17.8
1988	7.5	0.0	0.0	4.2	10.1	134.9	174.3	148.5	40.5	0.0	0.0	18.8
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	2.8	51.2	137.8	22.7	57.3	72.8	21.7
1990	14.6	4.2	0.0	0.0	4.3	17.8	137.5	181.2	138.8	47.4	3.2	0.0
1991	0.0	10.1	0.0	0.0	0.0	24.1	263.3	112.2	150.2	34.2	33.3	51.0
1992	99.3	4.3	2.0	1.6	30.7	38.5	91.2	115.3	49.6	6.1	14.0	0.0
1993	0.8	0.0	0.0	0.0	7.6	146.5	154.9	25.8	6.0	0.0	0.0	0.0
1996	29.0	126.0	155.0	77.5	2.0	88.1	85.5	237.8	56.8	9.5	0.0	6.5
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	231.8	64.7	45.9	46.8	44.5	25.5	0.0
1998	5.7	1.8	0.0	20.0	121.1	139.5	9.5	10.0	0.0	207.6	34.2	9.0
1999	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7	54.3	94.3	201.0	84.4	1.4	4.9	17.8
2000	141.0	141.0	141.0	1.0	5.2	88.1	85.5	237.8	56.8	9.5	0.0	6.5
2001	10.0	7.0	57.0	184.0	39.0	10.0	28.0	5.0	340.0	42.5	8.0	0.0
2002	1.0	9.0	1.0	0.0	63.0	0.0	74.0	12.3	6.0	0.0	0.0	0.0
2003	11.0	7.0	0.0	0.0	20.0	81.0	110.0	44.0	68.0	37.0	0.0	78.0
2004	34.0	0.0	0.0	0.0	12.0	2.0	171.0	227.0	45.0	48.0	37.0	0.0
2005	38.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	192.0	0.0	0.0	79.0	16.0	47.0
2006	0.0	0.0	0.0	7.0	65.0	80.0	134.0	61.0	15.0	93.0	0.0	11.0
2007	0.0	0.0	0.0	0.0	164.0	103.0	158.0	0.0	0.0	0.0	125.0	42.5
2008	0.0	0.0	0.0	19.0	228.0	186.0	0.0	0.0	0.0	233.0	48.1	9.0
2009	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	0.0	174.3	148.5	40.5	0.0	0.0	18.8

Una vez obtenida la información meteorológica media mensual por año, se procedió a calcular la precipitación máxima, media, mínima, desviación estándar y la suma total de la precipitación que se ha tenido por mes en los registros históricos, los resultados se muestran a continuación:

**Cuadro II-24 Promedios mensuales de los registros históricos de la estación climatológica 10068 San Juan del Río (SMN).**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<b>Max</b>	141	141	155	184	228	346.3	384	380.4	340	243.5	125	78	913.4
<b>Media</b>	12.22	9.61	7.83	9.73	23.24	69.65	115.36	112.72	82.65	36.33	12.44	13.5	505.28
<b>Min</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166.3
<b>D. Estándar</b>	22.04	23.66	26.69	24.51	38.01	61.60	65.47	72.28	67.24	44.72	21.00	16.03	161.06
<b>Suma</b>	1001.8	788.3	641.7	797.5	1905.9	5711.6	9459.6	9243.4	6777.1	2979.1	1019.8	1106.9	41432.7

El método hidrológico utilizado permite combinar los factores que producen e influyen en los caudales, tales como, la precipitación, evaporación, el almacenamiento y la función de agotamiento natural.

Los procedimientos necesarios a seguir en la implementación del modelo son:

- 1- Cálculo de los parámetros necesarios para la descripción de los fenómenos de escorrentía promedio.
- 2- Establecimiento de un conjunto de modelos parciales de los parámetros para el cálculo de caudales en cuencas sin información hidrométrica.
- 3- Calibración del modelo y generación de caudales extendidos por un proceso markoviano combinado de precipitación efectiva del mes con el caudal del mes anterior.

Para desarrollar el modelo hidrológico de Lutz Scholz se implementan una serie de fórmulas para calcular diferentes parámetros que ayudaran a obtener los caudales medios mensuales en m³/s., las cuales se presentan a continuación:

### Balance hídrico

Para el balance hídrico se utilizó La relación fundamental que establece el balance hídrico en mm/mes el cual se obtiene mediante la Ecuación:

$$CM_i = P_i - D_i + G_i + A_i$$

Donde:

- $CM_i$ : es el caudal mensual, en mm/mes.
- $P_i$ : representa la precipitación mensual sobre la cuenca.
- $D_i$ : déficit de escurrimiento, en mm/mes.
- $G_i$ , gasto de la retención de la cuenca, en mm/mes.
- $A_i$ : abastecimiento de la retención, en mm/mes

En periodos largos (considerando periodos anuales), el Gasto y el Abastecimiento de la retención coinciden en cantidad, que es lo mismo decir  $G_i = A_i$ , y en periodos de un año en promedio, una parte de la precipitación se transforma en evaporación, reemplazando  $P - D$  por  $C * D$  en la ecuación anterior, para transformar de mm/mes a  $m^3/s$ , se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Q = c + C + P + AR$$

Donde:

- $Q$ , es el caudal, en  $m^3 /s$ .
- $c$ : coeficiente de la conversión del tiempo, en mes/seg.
- $C$ : coeficiente de escurrimiento.
- $P$ : precipitación total mensual, en mm/mes
- $AR$ : área de la subcuenca, en  $m^2$

### **Coeficiente de escorrentía**

Para el coeficiente de escorrentía se considera el modelo empírico expresado por la ecuación

$$C = \frac{P - D}{P}$$

Desde:

- $C$ : coeficiente de escurrimiento
- $P$ : precipitación total anual, en mm/año
- $D$ : déficit de escurrimiento, en mm/año

Para obtener el parámetro  $D$  se efectúa mediante la Ecuación:

$$D = P \frac{1}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

- $L$ , coeficiente de temperatura
- $T$ , temperatura media anual, en grados centígrados
- $L = 300 + 25(T) + 0.05 * (T)^3$

El coeficiente de escorrentía se calculó por la ecuación:

$$C = 3.16E12(P^{-0.571})(EP^{-3.686}), \quad r = 0.96$$

Donde:

- $C$ : coeficiente de escurrimiento
- $D$ : déficit de escurrimiento, en mm/año
- $P$ : precipitación total anual, en mm/año

- EP: evapotranspiración total anual, según Hargreaves, en mm/año

### Precipitación efectiva

Para el cálculo de la Precipitación Efectiva, se supone que los caudales promedios observados en la subcuenca pertenecen a un estado de equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención. La precipitación efectiva se calculó para el coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de escurrimiento.

Para el cálculo rápido de la precipitación efectiva se determina con la ecuación

$$PE = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4 + a_5P^5$$

Donde:

- PE, precipitación efectiva, en mm/mes
- P, precipitación total mensual, en mm/mes
- $a_i$ , coeficiente del polinomio

Las siguientes ecuaciones representan los valores límites de la precipitación efectiva, mientras que en el Cuadro II-25 se muestran los coeficientes  $a_i$  utilizados para cada tipo de curva, lo que permiten alcanzar valores de C comprendidos entre 0.15, 0.3 y 0.45.

Curva I  $PE = P - 120.6$ , para  $P > 177.8$  mm/mes

Curva II  $PE = P - 86.4$ , para  $P > 152.4$  mm/mes

Curva III  $PE = P - 59.7$ , para  $P > 127.0$  mm/mes

Cuadro II-25. Coeficientes  $a_i$

Coeficiente	Curva I	Curva II	Curva III
$a_0$	-0.047000	-0.106500	-0.417700
$a_1$	0.009400	0.147700	0.379500
$a_2$	-0.000500	-0.002900	-0.010100
$a_3$	0.000020	0.000050	0.000200
$a_4$	-5.00E-08	-2.00E-07	-9.00E-07
$a_5$	2.00E-10	2.00E-10	1.00E-09

### Retención de la cuenca

Bajo la suposición de que para un año promedio exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la subcuenca y además que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, la contribución de la reserva hídrica al caudal se puede calcular según las relaciones mostrada en las ecuaciones siguientes:

$$R_i = CM_i - P_i$$

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

Donde:

- $CM_i$ : caudal mensual, mm/mes
- $PE_i$ : precipitación efectiva mensual mm/mes
- $R_i$ : retención de la cuenca mm/mes
- $G_i$ : gasto de la retención mm/mes

- $A_i$ : abastecimiento de la retención mm/mes
- $R_i = G_i$ , para valores mayores que cero mm/mes
- $R_i = A_i$ , para valores menores que cero mm/mes

Sumando los valores de G o A respectivamente, se halla la retención total de la cuenca para el año promedio.

### Relación entre descargas y retenciones

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los arroyos, constituyendo el caudal o descarga básica. La reserva o retención de la subcuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se obtiene según la Ecuación:

$$Q_t = Q_0 \exp^{-at}$$

donde:

- $Q_t$ : descarga en el tiempo t
- $Q_0$ : descarga inicial
- a: coeficiente de agotamiento
- t: tiempo

Al principio de la estación lluviosa, el proceso de agotamiento de la reserva termina, comenzando a su vez el abastecimiento de los almacenes hídricos. Este proceso está descrito por un déficit entre la precipitación efectiva y el caudal real. En base a los hidrogramas se ha determinado que el abastecimiento es más fuerte al principio de la estación lluviosa continuando de forma progresiva pero menos pronunciada, hasta el final de dicha estación.

### Coefficiente de agotamiento

Este coeficiente de agotamiento no es constante durante toda la estación seca, ya que va disminuyendo gradualmente, pero con fines prácticos se puede desprestigiar la variación del coeficiente "a" durante la estación seca empleando un valor promedio; se ha demostrado que el coeficiente de agotamiento de la subcuenca tiene una dependencia logarítmica del área en relación al área de la subcuenca, expresada mediante la Ecuación:

$$a = f(\ln(AR))$$

El análisis de las observaciones disponibles muestra, además, cierta influencia del clima, de la geología y de la cobertura vegetal. Se desarrolló una ecuación empírica, expresada por la Ecuación:

$$a = 3.1249E67(AR)^{-0.1144}(EP)^{-19.336}T^{-3.369}(R)^{-1.429}, \quad r = 0.86$$

Es posible determinar el coeficiente de agotamiento real mediante aforos sucesivos en el arroyo durante la estación seca; sin embargo, cuando no sea posible ello, se puede recurrir a las ecuaciones desarrolladas para la determinación del coeficiente "a" para cuatro clases de subcuencas las cuales son:

**Subcuencas con agotamiento muy rápido**, debido a temperaturas elevadas y retención que va de reducida (50mm/año) a mediana (80 mm/año), expresado por la Ecuación:

$$a = -0.00252(\ln(AR)) + 0.034$$

**Subcuencas con agotamiento rápido**, cuya retención varía entre 50 y 80 mm/ año y vegetación poco desarrollada (puna), expresado por la ecuación:

$$a = -0.00252(\ln(AR)) + 0.030$$

**Subcuencas con agotamiento mediano**, cuya retención es alrededor de 80 mm/ año y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados), Ecuación:

$$a = -0.00252(\ln(AR)) + 0.026$$

**Subcuencas con agotamiento reducido por alta retención** (mayores a 100mm/ año) y vegetación mezclada, ecuación:

$$a = -0.00252(\ln(AR)) + 0.023$$

Los parámetros de las ecuaciones del coeficiente de agotamiento, tomando en cuenta el uso de suelo de las subcuencas, son:

- a: coeficiente de agotamiento por día.
- AR: área de la cuenca en km.
- EP: evapotranspiración potencial anual, mm/año.
- T: duración de la temporada seca en días.
- R: retención total de la cuenca, mm/ año.

Para el proyecto se utilizó la ecuación para Subcuencas con agotamiento rápido, cuya retención varía entre 50 y 80 mm/ año y vegetación poco desarrollada, expresado por la ecuación:

$$a = -0.00252(\ln(AR)) + 0.030$$

### Almacenamiento hídrico

Son consideradas tres tipos de almacenamientos hídricos naturales que inciden en la retención de la subcuenca los cuales son acuíferos, lagunas y pantanos y los nevados, La determinación de la lámina L que almacena cada tipo de estos almacenes está dado por:

- **Acuíferos**

La lámina de almacenamiento de acuíferos está dada por la Ecuación:

$$L_A = -7.50(I) + 315$$

Donde:

- LA: lámina específica de acuíferos, mm/año
- I: pendiente de desagüe, I <= 15%

- **Lagunas y pantanos**

La lámina de almacenamiento de lagunas y pantanos está dada por la Ecuación:

$$L_L = 500$$

Donde:

- LL: lámina específica de lagunas y pantanos, mm/año

- **Nevados**

La lámina de almacenamiento de nevados está dada por la Ecuación:

$$L_N = 500$$

donde:

$L_N$ : lámina específica de nevados, mm/año

En correspondencia a la referencia, las respectivas extensiones o áreas son determinadas de los mapas o aerofotografías. Los almacenamientos de corto plazo no son considerados para este caso, estando los mismos incluidos en las ecuaciones de la precipitación efectiva.

Para el caso del proyecto se utilizó La lámina de almacenamiento de acuíferos.

### **Determinación del caudal mensual para el año promedio**

Está basado en la ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual a partir de los componentes descritos en las secciones anteriores, y está expresado mediante la Ecuación:

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

Donde:

- $CM_i$ : caudal del mes  $i$ , (mm/mes)
- $PE_i$ : precipitación efectiva del mes  $i$ , en (mm/mes)
- $G_i$ : gasto de la retención del mes, en (mm/mes)
- $A_i$ : abastecimiento del mes  $i$ , en (mm/mes)

### **Generación de caudales mensuales para periodos extendidos**

Luego de haber obtenido los caudales para el año promedio, las mismas son extendidas en el tiempo, en esta parte de la generación sintética de caudales se utilizan los modelos estocásticos. El procedimiento se toma de las referencias. A fin de generar una serie sintética de caudales para periodos extendidos, se ha implementado un modelo estocástico que consiste en una combinación de un proceso markoviano de primer orden, según las ecuaciones con una variable de impulso, que en este caso es la precipitación efectiva en la ecuación.

$$Q_t = f(Q_{t-i})$$

$$Q = g(PE_i)$$

Con la finalidad de aumentar el rango de valores generados y obtener una óptima aproximación a la realidad, se utiliza además una variable aleatoria, expresada por la Ecuación:

$$Z = z(S)\sqrt{(1 - r^2)}$$

La relación general para la generación de caudales mensuales está dada por la ecuación:

$$Q_t = B1 + B2(Q_{t-1}) + B3(PE_i) + z(S)\sqrt{1 - r^2}$$

donde:

- $Q_t$ : caudal del mes  $t$
- $Q_{t-1}$ : caudal del mes anterior
- $PE_i$ : precipitación efectiva del mes
- $B1$ : factor constante o caudal básico

Se calcula los parámetros B1, B2, B3, r y S sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio por un cálculo de regresión lineal con  $Q_t$  como valor dependiente y  $Q_{t-1}$  y  $P E_i$  como valores independientes. Los cálculos se realizan en base aplicaciones comerciales de estadística.

El proceso de generación requiere de un valor inicial, el cual puede ser obtenido en una de las siguientes formas:

- Empezar el cálculo en el mes para el cual se dispone de un aforo.
- Tomar como valor inicial el caudal promedio de cualquier mes.
- Empezar con un caudal cero, calcular un año y tomar el último valor como valor  $Q_0$ , sin considerar estos valores en el cálculo de los parámetros estadísticos del período generado.

## Resultados

una vez descrito el proceso y las fórmulas a utilizar para poder lograr el cálculo de los caudales medios mensuales por medio del Modelo Hidrológico De **Lutz Scholz**, se desarrollaron las fórmulas y procedimientos anteriores en Excel para facilitar el procesamiento e interpretación de la información, además para obtener resultados con una presentación ordenada.

Los resultados obtenidos del programa Excel se muestran a continuación:

### Características Generales de la subcuenca

Cuadro II-26 Características Generales de la subcuenca.

Área de la subcuenca: A	2375.13	Km2
Altitud Media de la subcuenca: H	1907.06	msnm
Pendiente Media de la Microcuenca	9.96	m/m
Precipitación Media Anual: P	505.3	mm
Evaporación Total Anual: ETP	1419.61	mm
Temperatura Media Anual: T	19.06	°C
Déficit de Escurrimiento: D	481.2	mm/año
Coefficiente de Esorrentía: C	0.22	
Coefficiente de Agotamiento: a	0.0104	
Relación de Caudales (30 días):	0.732	
Área de acuíferos	12.2	Km2
Gasto Mensual de Retención: R	90	mm/año

### Cálculo del Coeficiente de Esorrentía

Cuadro II-27 Cálculo del Coeficiente de Esorrentía

Método de la Misión Alemana		Método de L - Turc	
Precipitación Media Anual: P	505.3	Temperatura Media Anual: T	19.06
Evaporación Total Anual: ETP	1,419.61	Coefficiente de Temperatura: L	1122.7
		Déficit de Escurrimiento: D	481.2
Coefficiente de Esorrentía: C	0.22	Coefficiente de Esorrentía: C	0.05

### Coefficientes de Cálculo - Precipitación Efectiva

Cuadro II-28 Coeficientes de Cálculo - Precipitación Efectiva

Coefficientes	Curva I	Curva II	Curva III
a0	-0.047000	-0.106500	-0.417700

a1	0.009400	0.147700	0.379500
a2	-0.000500	-0.002900	-0.010100
a3	0.000020	0.000050	0.000200
a4	-5.00E-08	-2.00E-07	-9.00E-07
a5	2.00E-10	2.00E-10	1.00E-09

El rango de aplicación de los coeficientes de la ecuación Polinómica de la PE está comprendida para  $0 < P < 250$  mm.

### Generación de caudales medios mensuales para el año promedio

Cuadro II-29 Generación de caudales medios mensuales para el año promedio.

MES	N° días del mes	PRECIPITACION MENSUAL				CONTRIBUCION DE LA RETENCION				CAUDALES GENERADOS	
		P mm/mes	Efectiva			Gasto		Abastecimiento		mm/mes	m3/s
			PE II mm/mes	PE III mm/mes	PE mm/mes	bi	Gi mm/mes	ai	Ai mm/mes		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Enero	30	12.22	1.4	3.1	1.7	0.000	0.0	0.07	6.5	-4.8	-4.40
Febrero	28	9.61	1.1	2.5	1.3	0.000	0.0	0.02	2.2	-0.9	-0.86
Marzo	31	7.83	0.9	2.0	1.1	0.000	0.0	0.03	2.4	-1.3	-1.15
Abril	30	9.73	1.1	2.5	1.4	0.732	27.2	0.02	2.2	26.4	24.17
Mayo	31	23.2	2.3	5.2	2.9	0.535	19.9	0.02	1.7	21.0	18.66
Junio	30	69.7	8.6	25.1	11.6	0.392	14.6	0.02	1.4	24.8	22.73
Julio	31	115.4	23.8	77.0	33.5	0.287	10.7	0.02	1.7	42.5	37.65
Agosto	31	112.7	22.7	73.4	32.0	0.210	7.8	0.05	4.1	35.6	31.58
Setiem.	30	82.6	12.0	36.7	16.5	0.153	5.7	0.14	12.4	9.8	8.98
Octubre	31	36.3	3.5	8.1	4.3	0.112	4.2	0.23	20.5	-12.0	-10.67
Noviembre	30	12.4	1.4	3.1	1.7	0.000	0.0	0.22	20.1	-18.4	-16.85
Diciembre	31	13.5	1.5	3.3	1.8	0.000	0.0	0.16	14.7	-12.9	-11.44
<b>AÑO</b>		<b>505.28</b>	<b>80.1</b>	<b>242.0</b>	<b>109.8</b>	<b>2.421</b>	<b>90.0</b>	<b>1.000</b>	<b>90.0</b>	<b>109.8</b>	<b>8.20</b>
Coeficientes		0.22	0.817	0.183	1.000						

### Cálculo de los coeficientes De correlación para el año promedio

Cuadro II-30 Cálculo de los coeficientes De correlación para el año promedio

Qt	Qt-1	PE
-4.8	-12.9	1.7
-0.9	-4.8	1.3
-1.3	-0.9	1.1
26.4	-1.3	1.4
21.0	26.4	2.9
24.8	21.0	11.6
42.5	24.8	33.5
35.6	42.5	32.0
9.8	35.6	16.5
-12.0	9.8	4.3
-18.4	-12.0	1.7
-12.9	-18.4	1.8

Cuadro II-31 Estadísticas de la regresión

<b>Estadísticas de la regresión</b>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.782225318
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.611876448
R <sup>2</sup> ajustado	0.52562677
Error típico	14.07203999
Observaciones	12

Cuadro II-32 análisis de varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	2809.638017	1404.819009	7.094246165	0.014137252
Residuos	9	1782.200784	198.0223093		
Total	11	4591.838801			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-1.195	5.258	-0.227	0.825	-13.089	10.700	-13.089	10.700
Variable X 1	0.410	0.319	1.287	0.230	-0.311	1.132	-0.311	1.132
Variable X 2	0.720	0.542	1.329	0.217	-0.506	1.946	-0.506	1.946

Cuadro II-33 Caudales medios mensuales generados (mm)

PERIODO: 1926- 2009													
Coefficientes de Regresión Múltiple:		b1	-1.19455	b2	0.41033	b3	0.72021						
		S	14.07203	R <sup>2</sup>	0.525626								
Modelo Matemático:		Qt = b1 + b2*Qt-1 + b3*PEt + Z*S*(1 - R <sup>2</sup> ) <sup>0.5</sup>											
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Prom.	-4.81	-0.87	-1.30	26.38	21.05	24.81	42.46	35.62	9.80	-12.03	-18.39	-12.91	109.8
1926	3.0	11.7	36.0	36.9	21.4	15.7	9.9	133.3	61.8	28.6	14.5	11.3	384.1
1927	15.4	9.3	10.8	10.8	49.7	87.6	56.6	69.9	51.1	26.5	18.3	15.1	421.1
1928	12.1	7.0	8.5	13.1	11.0	6.4	34.0	39.1	57.8	23.9	11.9	9.6	234.6
1929	14.3	16.1	18.2	11.2	6.2	3.7	80.0	50.4	22.5	10.9	6.5	7.4	247.3
1930	8.6	10.2	8.0	6.9	9.1	20.7	25.8	24.6	15.2	21.6	14.1	12.6	177.5
1931	15.0	9.0	13.0	9.4	16.7	15.6	101.0	72.2	36.7	15.3	16.0	9.3	329.1
1932	7.0	9.6	9.3	13.9	14.1	10.3	61.2	43.4	34.2	20.2	19.6	11.6	254.3
1933	13.8	5.9	11.2	12.7	13.3	46.8	53.2	54.9	39.2	18.6	7.7	12.0	289.3
1934	16.1	9.3	7.1	7.0	10.1	10.5	74.2	51.0	51.7	26.8	19.3	9.1	292.0
1935	5.1	3.0	13.1	12.4	9.8	45.1	24.0	17.6	35.2	19.4	15.8	8.0	208.5
1936	12.7	11.0	7.0	8.7	13.1	13.3	88.3	89.2	157.0	84.7	41.7	30.7	557.3
1937	20.8	13.2	9.6	13.8	15.0	46.9	45.1	44.9	103.2	49.0	26.4	23.3	411.5
1938	20.3	15.0	8.4	11.8	10.6	37.2	146.4	94.2	73.5	38.3	21.6	17.2	494.7
1939	12.1	8.3	7.2	11.3	5.1	12.7	27.3	79.1	38.2	23.5	18.9	15.0	258.7
1940	10.6	8.7	14.2	9.6	5.9	22.2	19.5	80.7	32.6	16.8	24.1	10.7	255.5
1941	9.9	9.8	5.6	1.9	7.1	28.2	64.9	104.0	126.0	51.2	31.3	19.8	459.6
1942	14.6	30.6	20.2	19.2	12.7	8.5	34.7	89.2	64.1	32.7	22.3	13.6	362.5
1943	5.2	11.9	14.9	13.2	10.7	191.3	103.1	103.6	67.5	27.4	33.0	22.4	603.9
1944	12.8	14.1	11.0	11.0	14.1	10.5	213.5	118.3	91.3	38.5	20.8	12.4	568.3
1945	6.8	11.0	12.1	13.9	13.6	6.6	97.5	55.2	36.2	15.7	10.6	8.9	288.2
1946	8.1	9.7	8.8	11.1	5.1	41.0	40.2	21.7	19.0	14.4	13.8	10.4	203.1
1947	14.5	12.6	13.2	7.9	5.2	17.4	19.4	63.6	28.6	17.1	9.8	9.6	218.9
1948	9.1	12.3	14.7	9.6	10.0	12.4	23.4	15.0	42.8	27.2	19.2	18.2	213.9
1949	11.1	16.1	11.5	10.9	6.6	22.6	43.0	35.6	28.7	25.0	21.0	11.0	243.3
1950	12.0	14.0	16.5	11.6	12.6	7.6	58.5	64.6	51.7	31.1	23.8	20.5	324.4
1951	12.1	9.1	5.4	8.1	9.7	16.5	62.1	35.7	76.5	39.5	21.3	14.4	310.4

PERIODO: 1926- 2009														
Coeficientes de Regresión Múltiple:					b1	-1.19455	b2	0.41033	b3	0.72021				
					S	14.07203	R^2	0.525626						
Modelo Matemático:					Qt = b1 + b2*Qt-1 + b3*PEt + Z*S*(1 - R^2)^0.5									
1952	11.8	8.1	7.1	5.7	10.5	39.4	28.0	19.1	14.2	14.2	12.8	14.3	185.1	
1953	11.6	12.4	12.5	15.8	7.2	7.5	12.3	49.5	28.8	21.2	16.8	16.1	211.7	
1954	11.8	13.4	12.0	5.4	10.3	14.3	50.0	102.9	48.3	23.5	20.4	9.5	322.0	
1955	8.7	7.1	13.3	9.1	7.7	3.6	8.9	50.1	30.6	20.2	10.9	14.0	184.2	
1956	12.7	10.6	8.3	11.0	9.7	21.3	22.3	24.9	12.3	7.3	3.4	3.5	147.4	
1957	9.5	9.0	10.2	10.3	11.2	8.3	18.3	19.0	8.5	12.3	16.4	14.0	147.0	
1958	11.0	15.2	15.5	6.1	7.2	73.0	36.1	77.0	55.4	136.4	59.2	26.4	518.4	
1959	21.8	14.0	13.3	6.6	2.6	0.1	9.2	53.1	22.9	22.4	14.0	7.6	187.7	
1960	5.9	3.5	11.1	5.8	9.6	8.3	99.6	79.9	38.3	19.8	11.0	10.6	303.4	
1961	8.8	7.6	14.2	7.1	11.6	19.6	75.0	38.8	28.7	18.9	15.0	7.0	252.2	
1962	10.1	12.1	11.6	12.1	13.3	16.3	42.4	28.0	30.6	14.2	8.7	6.4	205.8	
1963	6.2	7.8	8.2	3.9	10.0	12.6	66.4	67.4	74.8	35.4	23.5	14.3	330.5	
1964	10.9	4.9	6.6	12.7	9.2	8.2	17.0	20.1	63.5	32.1	20.7	10.1	216.0	
1965	8.1	4.5	5.6	4.0	7.1	37.5	30.7	38.9	36.4	20.0	17.3	11.3	221.2	
1966	6.6	7.9	11.7	8.2	8.9	11.6	28.4	90.8	59.9	49.0	30.2	15.8	329.0	
1967	9.9	14.9	11.1	10.3	8.3	31.0	38.4	129.2	65.9	26.8	22.6	12.8	381.2	
1968	5.6	10.8	17.9	16.2	14.2	18.2	78.1	85.3	93.7	42.9	24.9	18.1	426.0	
1969	11.4	7.4	10.7	13.3	7.9	4.2	77.0	36.5	61.9	32.9	18.9	11.6	293.8	
1970	10.4	11.5	6.2	8.2	7.7	37.7	71.5	139.9	206.1	87.4	39.0	27.2	652.9	
1971	17.2	17.0	11.2	11.2	12.8	16.4	31.6	117.5	67.1	43.1	27.0	17.5	389.4	
1972	13.0	9.1	4.4	8.5	23.7	32.1	67.4	40.3	79.6	79.4	41.4	24.4	423.2	
1973	16.1	14.7	15.2	16.2	13.0	29.1	82.5	247.3	141.6	64.3	29.1	14.7	683.8	
1974	13.4	13.0	11.1	12.7	10.0	12.6	64.5	68.7	116.7	55.0	31.6	13.7	423.1	
1975	10.7	11.5	15.1	8.4	12.4	8.6	64.7	77.8	39.0	24.6	12.8	4.9	290.5	
1976	4.1	4.2	11.4	8.9	11.1	39.6	93.7	52.5	46.7	23.7	12.3	11.8	320.1	
1977	11.7	8.3	10.2	9.2	10.5	56.8	50.8	69.6	72.5	33.3	17.3	18.6	368.8	
1978	11.5	10.5	7.4	12.8	8.0	20.4	38.4	52.7	111.7	45.7	30.2	20.8	370.2	
1979	17.9	7.4	6.8	11.3	15.4	10.7	41.3	128.4	55.9	32.2	21.0	14.8	363.1	
1980	14.2	9.6	15.1	15.8	18.0	9.2	20.9	42.2	103.5	42.2	19.7	15.9	326.4	
1981	20.2	14.9	7.1	8.7	9.2	47.5	30.0	89.3	47.0	26.3	17.7	12.4	330.2	
1982	14.6	16.6	12.3	13.9	15.9	30.2	22.5	19.9	9.4	10.6	8.8	12.2	186.7	
1983	12.9	11.1	7.2	8.4	24.6	18.8	16.8	45.4	56.1	26.6	15.0	15.7	258.5	
1984	14.6	17.2	12.4	16.2	6.4	121.2	165.4	89.3	50.4	21.1	16.5	11.2	542.0	
1985	13.0	13.7	12.9	7.8	13.2	42.0	38.2	29.6	50.2	31.0	23.8	14.0	289.4	
1986	15.7	9.6	10.9	6.3	3.5	41.2	74.0	55.2	85.8	40.6	23.0	13.8	379.7	
1987	6.1	8.5	11.4	6.8	11.6	14.3	35.9	106.8	64.4	33.6	18.4	9.3	327.0	
1988	12.3	10.8	9.9	11.8	5.6	55.6	92.7	92.4	41.0	22.6	14.4	9.7	378.8	
1989	6.2	7.2	12.2	8.1	11.8	7.2	9.7	53.0	20.8	22.0	30.2	13.4	201.7	
1990	7.6	9.0	6.3	8.0	10.9	7.6	57.1	98.7	93.4	51.6	31.1	16.2	397.7	
1991	15.9	11.5	15.3	12.6	9.9	3.6	127.7	86.8	91.1	40.7	22.4	22.5	459.9	
1992	37.8	20.3	15.6	10.5	7.8	10.4	30.5	54.4	31.3	18.4	14.4	9.9	261.2	
1993	9.1	13.7	11.0	15.8	12.7	59.1	84.6	35.0	20.2	18.5	15.1	12.6	307.4	
1996	5.3	44.0	83.8	51.3	31.3	38.4	38.7	133.0	67.7	27.6	21.2	14.4	556.8	
1997	16.7	9.6	6.7	6.8	4.4	111.7	58.4	30.0	23.9	14.1	13.7	14.3	310.2	
1998	8.6	10.0	8.0	5.6	49.2	68.3	30.4	15.4	11.1	103.1	46.6	24.7	381.0	
1999	22.0	13.8	13.1	15.4	11.5	14.4	36.4	104.8	70.3	35.4	24.1	15.2	376.4	
2000	56.7	78.3	85.2	45.1	26.8	36.1	41.6	134.7	66.8	35.9	23.6	14.1	644.8	
2001	6.6	10.6	13.5	82.3	37.3	21.7	16.1	9.7	185.7	78.7	36.0	19.7	517.9	
2002	16.5	9.5	10.8	13.7	20.0	16.4	26.8	17.1	9.8	6.9	5.6	8.0	161.1	
2003	10.4	11.1	7.8	7.6	10.9	30.7	44.6	29.2	27.0	19.2	12.2	24.9	235.6	
2004	17.8	18.9	15.8	11.9	13.4	14.2	80.2	137.3	60.6	32.1	19.3	13.7	435.1	
2005	11.9	4.2	4.5	11.0	12.8	8.7	91.7	46.0	25.2	33.0	17.2	12.3	278.5	
2006	8.5	12.1	11.3	12.5	17.1	32.7	61.8	39.0	17.3	37.1	19.5	16.1	285.3	
2007	18.1	15.2	12.2	7.9	72.8	60.0	87.5	39.2	22.6	13.0	50.1	24.5	423.1	

PERIODO: 1926- 2009													
Coeficientes de Regresión Múltiple:					b1	-1.19455	b2	0.41033	b3	0.72021			
					S	14.07203	R <sup>2</sup>	0.525626					
Modelo Matemático:					Qt = b1 + b2*Qt-1 + b3*PEt + Z*S*(1 - R <sup>2</sup> ) <sup>0.5</sup>								
2008	15.4	16.6	13.0	9.9	113.2	128.3	57.1	28.4	23.5	123.2	57.0	30.2	615.6
2009	24.2	17.5	13.9	12.2	14.5	12.7	81.3	93.8	41.8	25.2	15.3	11.1	363.5
MAX.	56.7	78.3	85.2	82.3	113.2	191.3	213.5	247.3	206.1	136.4	59.2	30.7	683.8
MED.	12.8	12.5	13.1	12.5	14.7	29.5	55.0	66.0	55.8	33.8	21.3	14.5	341.4
MIN.	3.0	3.0	4.4	1.9	2.6	0.1	8.9	9.7	8.5	6.9	3.4	3.5	147.0
D. EST	7.2	9.1	12.1	10.6	15.1	31.1	36.1	40.1	38.0	23.7	10.6	5.6	126.5

Cuadro II-34 Caudales medios mensuales (m³/s)

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES GENERADAS (m3/s) - CUENCA INTEGRAL													
PERIODO: 1926 - 2009													
Área de la cuenca:					2375.13 Km2								
MESES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
AÑO/DIAS	30	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	(m3/s)
1926	2.77	11.47	31.90	33.85	18.99	14.37	8.76	118.25	56.64	25.34	13.24	10.01	345.6
1927	14.09	9.12	9.58	9.91	44.07	80.24	50.17	61.95	46.83	23.53	16.81	13.39	379.7
1928	11.12	6.88	7.57	12.03	9.73	5.91	30.19	34.65	53.01	21.16	10.90	8.53	211.7
1929	13.07	15.77	16.14	10.30	5.49	3.36	70.96	44.65	20.64	9.70	5.92	6.56	222.6
1930	7.87	10.00	7.12	6.30	8.11	18.95	22.88	21.85	13.97	19.19	12.89	11.16	160.3
1931	13.74	8.81	11.49	8.59	14.82	14.30	89.55	64.05	33.63	13.61	14.65	8.21	295.5
1932	6.40	9.43	8.26	12.72	12.48	9.42	54.25	38.49	31.35	17.90	17.97	10.31	229.0
1933	12.67	5.76	9.94	11.64	11.77	42.93	47.18	48.70	35.89	16.52	7.01	10.66	260.7
1934	14.72	9.14	6.27	6.39	8.97	9.59	65.80	45.18	47.35	23.78	17.67	8.04	262.9
1935	4.69	2.97	11.62	11.39	8.72	41.33	21.29	15.57	32.21	17.19	14.52	7.08	188.6
1936	11.62	10.82	6.19	7.94	11.59	12.19	78.31	79.07	143.83	75.13	38.20	27.27	502.1
1937	19.06	13.00	8.53	12.66	13.35	43.02	40.00	39.86	94.56	43.49	24.22	20.70	372.4
1938	18.56	14.75	7.49	10.82	9.39	34.07	129.85	83.56	67.37	33.97	19.84	15.27	444.9
1939	11.12	8.19	6.43	10.33	4.51	11.60	24.21	70.16	35.00	20.83	17.29	13.29	233.0
1940	9.71	8.53	12.59	8.76	5.22	20.30	17.29	71.59	29.86	14.87	22.11	9.49	230.3
1941	9.03	9.59	5.00	1.78	6.29	25.84	57.52	92.21	115.45	45.41	28.69	17.53	414.3
1942	13.37	30.04	17.95	17.60	11.28	7.82	30.79	79.10	58.73	28.98	20.47	12.07	328.2
1943	4.74	11.65	13.18	12.06	9.52	175.28	91.41	91.86	61.84	24.27	30.21	19.84	545.9
1944	11.74	13.83	9.72	10.10	12.49	9.64	189.37	104.90	83.70	34.13	19.04	10.96	509.6
1945	6.23	10.80	10.77	12.74	12.05	6.03	86.46	48.99	33.20	13.92	9.74	7.87	258.8
1946	7.43	9.55	7.80	10.13	4.50	37.54	35.62	19.20	17.37	12.75	12.67	9.19	183.7
1947	13.25	12.34	11.66	7.21	4.64	15.96	17.22	56.41	26.24	15.20	8.96	8.52	197.6
1948	8.31	12.12	13.01	8.82	8.87	11.37	20.74	13.33	39.18	24.08	17.61	16.17	193.6
1949	10.14	15.85	10.18	10.03	5.86	20.71	38.11	31.61	26.32	22.18	19.27	9.79	220.1
1950	11.02	13.75	14.67	10.64	11.13	6.92	51.88	57.26	47.33	27.59	21.79	18.19	292.2
1951	11.09	8.92	4.79	7.45	8.56	15.08	55.11	31.68	70.07	35.06	19.55	12.80	280.1
1952	10.83	7.95	6.27	5.26	9.29	36.13	24.82	16.90	12.97	12.58	11.71	12.66	167.4
1953	10.66	12.16	11.11	14.50	6.42	6.86	10.89	43.85	26.38	18.82	15.38	14.25	191.3
1954	10.85	13.20	10.68	4.93	9.14	13.08	44.31	91.27	44.30	20.84	18.70	8.45	289.7
1955	8.01	6.97	11.77	8.34	6.87	3.31	7.88	44.41	28.07	17.89	9.94	12.44	165.9
1956	11.60	10.41	7.39	10.06	8.62	19.52	19.81	22.11	11.23	6.50	3.13	3.11	133.5
1957	8.71	8.88	9.08	9.44	9.90	7.59	16.22	16.82	7.76	10.93	15.03	12.39	132.7
1958	10.07	14.90	13.76	5.62	6.43	66.89	32.03	68.25	50.72	120.96	54.22	23.38	467.2
1959	20.02	13.70	11.80	6.07	2.31	0.13	8.14	47.09	21.02	19.88	12.87	6.71	169.7
1960	5.44	3.41	9.86	5.28	8.54	7.60	88.28	70.89	35.11	17.54	10.07	9.41	271.4
1961	8.03	7.49	12.57	6.48	10.27	17.97	66.50	34.40	26.32	16.79	13.71	6.20	226.7
1962	9.26	11.90	10.27	11.06	11.81	14.91	37.58	24.86	28.05	12.62	7.98	5.68	186.0
1963	5.66	7.70	7.24	3.61	8.91	11.52	58.87	59.78	68.57	31.36	21.50	12.64	297.4
1964	10.01	4.82	5.85	11.60	8.16	7.56	15.06	17.83	58.20	28.43	19.01	8.96	195.5
1965	7.40	4.40	4.95	3.67	6.27	34.35	27.19	34.51	33.37	17.76	15.81	9.98	199.7
1966	6.02	7.73	10.35	7.51	7.88	10.66	25.19	80.52	54.91	43.45	27.67	14.02	295.9

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES GENERADAS (m3/s) - CUENCA INTEGRAL													
PERIODO: 1926 - 2009													
Área de la cuenca:			2375.13 Km2										
MESES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
AÑO/DIAS	30	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	(m3/s)
1967	9.06	14.62	9.89	9.40	7.34	28.38	34.02	114.57	60.37	23.79	20.75	11.35	343.5
1968	5.15	10.58	15.84	14.80	12.62	16.70	69.23	75.67	85.87	38.08	22.83	16.07	383.4
1969	10.49	7.26	9.46	12.22	7.03	3.87	68.28	32.36	56.69	29.20	17.35	10.27	264.5
1970	9.52	11.29	5.52	7.50	6.84	34.56	63.42	124.05	188.87	77.54	35.70	24.15	588.9
1971	15.73	16.66	9.90	10.25	11.38	14.98	28.01	104.20	61.45	38.23	24.70	15.51	351.0
1972	11.88	8.92	3.92	7.79	20.98	29.43	59.79	35.71	72.91	70.41	37.93	21.66	381.3
1973	14.78	14.40	13.52	14.87	11.53	26.66	73.15	219.27	129.71	57.03	26.64	13.08	614.6
1974	12.32	12.80	9.87	11.64	8.91	11.53	57.19	60.88	106.95	48.76	28.96	12.16	382.0
1975	9.78	11.26	13.39	7.70	10.98	7.89	57.39	68.97	35.72	21.82	11.75	4.37	261.0
1976	3.72	4.17	10.10	8.17	9.85	36.25	83.12	46.53	42.83	21.01	11.30	10.50	287.6
1977	10.73	8.15	9.02	8.47	9.35	52.04	45.02	61.76	66.43	29.52	15.86	16.48	332.8
1978	10.57	10.36	6.56	11.70	7.12	18.68	34.02	46.74	102.36	40.57	27.63	18.46	334.8
1979	16.37	7.28	6.04	10.32	13.65	9.77	36.64	113.86	51.24	28.58	19.22	13.14	326.1
1980	13.05	9.43	13.42	14.50	15.93	8.48	18.53	37.43	94.86	37.44	18.01	14.08	295.2
1981	18.53	14.67	6.26	7.93	8.12	43.54	26.57	79.22	43.05	23.33	16.18	11.03	298.4
1982	13.42	16.30	10.89	12.73	14.10	27.65	19.98	17.61	8.58	9.38	8.03	10.78	169.5
1983	11.85	10.88	6.36	7.66	21.84	17.25	14.86	40.26	51.44	23.58	13.72	13.90	233.6
1984	13.39	16.84	11.00	14.87	5.69	111.05	146.65	79.20	46.21	18.71	15.14	9.96	488.7
1985	11.87	13.46	11.41	7.17	11.68	38.45	33.86	26.29	45.98	27.53	21.81	12.44	261.9
1986	14.42	9.47	9.64	5.80	3.11	37.73	65.62	48.98	78.59	35.97	21.12	12.24	342.7
1987	5.57	8.32	10.15	6.21	10.29	13.13	31.80	94.70	59.01	29.78	16.84	8.21	294.0
1988	11.31	10.61	8.79	10.86	4.96	50.95	82.24	81.92	37.54	20.01	13.18	8.57	340.9
1989	5.71	7.07	10.82	7.40	10.43	6.60	8.59	46.98	19.03	19.52	27.69	11.87	181.7
1990	7.00	8.85	5.61	7.36	9.64	6.96	50.64	87.55	85.58	45.77	28.52	14.41	357.9
1991	14.56	11.33	13.59	11.50	8.78	3.30	113.21	76.97	83.44	36.08	20.53	19.92	413.2
1992	34.62	19.93	13.84	9.59	6.92	9.50	27.07	48.21	28.70	16.31	13.22	8.76	236.7
1993	8.35	13.46	9.73	14.51	11.24	54.13	75.06	31.03	18.50	16.44	13.81	11.21	277.5
1996	4.83	43.15	74.32	46.96	27.79	35.20	34.34	117.98	62.06	24.48	19.44	12.81	503.4
1997	15.27	9.46	5.94	6.22	3.86	102.33	51.82	26.62	21.91	12.49	12.54	12.67	281.1
1998	7.91	9.84	7.06	5.16	43.62	62.62	26.93	13.66	10.20	91.40	42.66	21.88	342.9
1999	20.16	13.56	11.60	14.09	10.16	13.23	32.25	92.93	64.42	31.44	22.08	13.47	339.4
2000	51.95	76.85	75.53	41.32	23.77	33.06	36.86	119.45	61.23	31.84	21.64	12.49	586.0
2001	6.06	10.43	11.99	75.38	33.08	19.90	14.26	8.61	170.14	69.78	32.99	17.48	470.1
2002	15.08	9.30	9.61	12.58	17.78	15.01	23.74	15.17	8.97	6.09	5.15	7.08	145.6
2003	9.57	10.89	6.93	7.01	9.68	28.09	39.55	25.92	24.70	17.01	11.13	22.09	212.6
2004	16.33	18.54	14.04	10.94	11.85	12.97	71.08	121.71	55.58	28.46	17.66	12.16	391.3
2005	10.88	4.12	3.97	10.07	11.34	7.99	81.28	40.80	23.11	29.28	15.81	10.92	249.6
2006	7.81	11.88	10.02	11.49	15.20	29.97	54.83	34.63	15.86	32.88	17.91	14.31	256.8
2007	16.59	14.90	10.81	7.24	64.58	54.97	77.62	34.77	20.73	11.55	45.92	21.69	381.4
2008	14.07	16.30	11.50	9.04	100.34	117.53	50.61	25.22	21.55	109.21	52.26	26.75	554.4
2009	22.15	17.17	12.31	11.22	12.89	11.63	72.11	83.19	38.32	22.34	13.98	9.83	327.1
<b>MAX.</b>	<b>51.95</b>	<b>76.85</b>	<b>75.53</b>	<b>75.38</b>	<b>100.34</b>	<b>175.28</b>	<b>189.37</b>	<b>219.27</b>	<b>188.87</b>	<b>120.96</b>	<b>54.22</b>	<b>27.27</b>	<b>614.63</b>
<b>MED.</b>	<b>11.74</b>	<b>12.24</b>	<b>11.62</b>	<b>11.43</b>	<b>13.04</b>	<b>27.02</b>	<b>48.77</b>	<b>58.53</b>	<b>51.09</b>	<b>29.98</b>	<b>19.48</b>	<b>12.85</b>	<b>307.79</b>
<b>MIN.</b>	<b>2.77</b>	<b>2.97</b>	<b>3.92</b>	<b>1.78</b>	<b>2.31</b>	<b>0.13</b>	<b>7.88</b>	<b>8.61</b>	<b>7.76</b>	<b>6.09</b>	<b>3.13</b>	<b>3.11</b>	<b>132.75</b>
<b>D.EST</b>	<b>6.61</b>	<b>9.04</b>	<b>10.78</b>	<b>9.79</b>	<b>13.51</b>	<b>28.71</b>	<b>32.23</b>	<b>35.81</b>	<b>35.03</b>	<b>21.16</b>	<b>9.81</b>	<b>4.99</b>	<b>114.73</b>

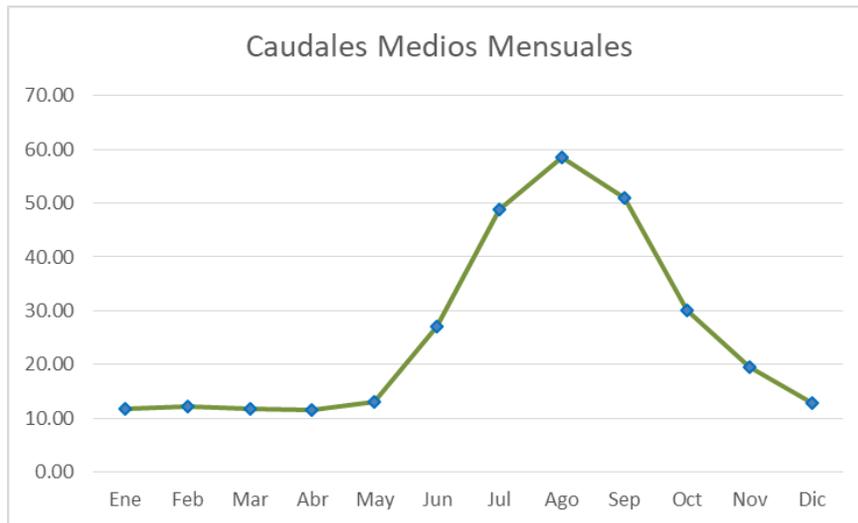


Figura II-23: Caudales medios mensuales.

En conclusión, el método hidrológico de Lutz Scholz nos permitió conocer los caudales máximos, mínimos y medios de la subcuenca Río de San Juan en la cual se encuentra el presente proyecto, con la obtención de los caudales mensuales en  $m^3/s$  podemos apreciar los meces con mayor o menor flujo de agua, lo cual permitirá conocer bien las épocas de extracción. También permite conocer si es que los caudales medios mensuales podrán recargar anualmente de material pétreo a los bancos solicitados, así mismo, se puede observar que los meses en que no se realizara actividades de extracción del banco son junio, julio, agosto y septiembre corresponden con los meses con mayor caudal, mientras que, los que cuentan con menos caudal concuerdan con los meses establecidos para las actividades de extracción.

El proceso de los cálculos se presenta en formato digital en el anexo 7.2

#### ***II.1.5.6 Capacidad de recuperación de los bancos con relación al volumen de extracción propuesto y programa de extracción.***

Para el cálculo de la recarga de sedimentos se utilizó el programa **HEC-RAS** en su versión 6.3.1, este programa sirve para la modelación hidráulica y dentro de sus procesos de modelamiento se encuentra la de la simulación de sedimentos en cauces de flujo cuasi-inestable y flujo inestable., siendo el más común el método de flujo casi-inestable, por lo que fue el método utilizado para el análisis de sedimentos en el presente proyecto.

Para iniciar con el proceso, se toma en cuenta el modelo de terreno en el cual se indica la elevación del cauce y se pueden definir las áreas inundables y los bancos de materiales, así mismo, se utilizan las secciones transversales que atraviesan el arroyo y sus áreas aledañas para calcular el total de sedimentos dentro de la superficie que abarca el lecho del arroyo durante la crecida del arroyo.

El programa **HEC-RAS** tiene implementados una serie de modelos para el transporte de sedimentos, los cuales presentan diferentes formas de calcular el total de sedimentos en función de la velocidad del flujo, por lo que se probaron todos los modelos disponibles y se tomó el de mayor ajuste para el área bajo análisis.

Los insumos para el programa fueron, un modelo de terreno, el cual, generado a partir del modelo digital de elevación creado a partir de curvas de nivel equidistantes a 1 m, así mismo, se utilizaron los archivos **Shapefile** tipo línea del arroyo, límite del arroyo y área de influencia del arroyo, así como las secciones transversales cada 20 m.

Dentro del programa los datos requeridos fueron principalmente la clasificación granulométrica del material, la temperatura, la velocidad del flujo y la pendiente, a partir de estos datos el programa determina la cantidad de

sedimentos que pueden ser arrastrados durante un periodo dado. En el caso particular del proyecto se realizó la simulación para 1 día durante el mes de agosto que es el de máxima precipitación y el resultado se multiplica por el total de días de lluvia del mes según la estación climatológica de influencia, cabe resaltar que los datos de velocidad de flujo fueron estimados a partir de datos obtenidos de la estación climatológica de influencia, los cálculos y resultados se presentan en el punto 6 del presente requerimiento.

Al ser un cauce sobre una superficie mayormente plana donde solo hay flujo de agua durante la temporada de lluvias, se considera que en las épocas de estiaje el arrastre de sedimentos es nulo, manteniendo las zonas de inundación del cauce cubiertas con el material de que se recarga durante la temporada de lluvias, por lo que solo se tomó un dato para el cálculo del arrastre de sedimentos pues este valor servirá de referencia para conocer el máximo aporte de sedimentos que se puede presentar dentro del tramo que se propone para el aprovechamiento del material, pues el valor propuesto para la extracción será comparado con el valor obtenido en el programa HEC-RAS para verificar que no se ocasionará la degradación del lecho del río.

El proceso dentro del programa HEC-RAS, se inicia con la apertura de un nuevo proyecto **File -New Project**, crear una carpeta dentro del lugar donde se guardará el proyecto para posteriores análisis, se le da nombre al proyecto y se guarda el archivo. Enseguida se le asigna un sistema de unidades dentro de la ventana **Options -Unit System** el cual debe corresponder al Sistema Internacional (SI). Una vez generado el proyecto se procede a generar la geometría sobre la cual se quiere obtener los sedimentos en donde se inicia con la generación de un Modelo de Terreno (MT) el cual puede generarse a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE), por lo que se abre el ícono de **Open RAS Mapper** en la pestaña de **Terrains** -Create a New RAS Terrain donde se abrirá una ventana que pide que se le dé un sistema de coordenadas al modelo para lo cual se selecciona un archivo con el sistema de coordenadas que correspondan al área de estudio para que el sistema las tome como referencia y al dar Ok se abre una nueva ventana donde se va a agregar el MDE dando clic en el botón de **+** para seleccionar el MDE, se selecciona la carpeta de destino y se da clic a la pestaña **Create**.

Una vez generado el MT se procede a cargar los archivos Shapefile tipo línea del arroyo, límite del arroyo y área de influencia o área inundable del arroyo sobre el cual el sistema calculará el total de sedimentos, para esto se da clic en la pestaña de **Geometries – Add New Geometry** se guarda con el nombre que se decida, sobre esta nueva geometría se da clic derecho y **Edit Geometry**, en la opción de **Rivers** clic derecho **Layer Properties –Features –Input Features** en el ícono se la carpeta seleccionar el archivo Shape del arroyo y seleccionar la opción **Import** y cerrar las ventanas para proceder a cargar el Shape de límite de arroyo y área de influencia desplegando las opciones de **Rivers** y seleccionar **Bank Lines y Flow Paths** siguiendo el método de carga del Shape de arroyo. Así mismo se cargan las secciones transversales en la opción **Cross sections**.

Una vez cargadas las capas de líneas, se procede a intersectar todos los archivos con el MT para que tengan la misma elevación dando clic derecho sobre **Cross sections- Update cross section- Rivers Stations**, mismo procedimiento para **Bank Stations, Reach Lengths y Elevation Profiles From Terrain** cerrar ventana y guardar geometría.

Para verificar la geometría, se selecciona el ícono de **View/Edit geometric data** en la ventana principal, se abrirá una ventana de visualización de la información cargada anteriormente, al dar clic en el botón de **Cross Section**, deberá aparecer el perfil de las secciones donde se pueden ajustar los límites manualmente. En la misma ventana, dentro de la opción de **Tables – Manning’s n or k values** se asigna un valor de Manning que es un coeficiente de rugosidad del cauce, en este caso corresponde a 0.033 por ser un cauce natural con una base rugosa o pedregosa y un ancho mayor a 30 m., se guarda el archivo **File- Save Geometry Data As**.

Ahora, se genera un archivo del método de transporte de sedimentos, en este caso el de **Quasi-Unsteady Flow** en el cual se considera que se mantiene un flujo constante durante su registro. Se selecciona el ícono de **View/Edit quasi-unsteady flow data –Flow Series** agregar el flujo en m<sup>3</sup>/s y la fecha de simulación, posteriormente seleccionar **Normal Depth** para indicar la pendiente del cauce y **Set Temperature**, para agregar la temperatura del sitio. **File –Save As Quasi-Unsteady Flow File**.

Se procede a cargar los datos de sedimentos que fueron obtenidos dentro de la muestra de campo dar clic al botón de **View/Enter sediment boundary conditions**, en esta ventana se selecciona el modelo utilizado para el transporte de

sedimentos, el método de clasificación y el método de velocidad de caída del sedimento. Para el caso de los tramos del arroyo bajo análisis, se utilizó el método de Meller Peter Muller (1948), el cual es de los primeros métodos que se desarrolló y que sigue siendo el más utilizado, la ecuación implementada en el programa HEC-RAS es como sigue:

$$\left(\frac{Kr}{K'r}\right)^{\frac{3}{2}} \gamma R S = 0.047(\gamma_s - \gamma) d_m + \left(\frac{\gamma}{g}\right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma_s}\right)^{\frac{2}{3}} g_s^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

**gs** = Tasa unitaria de transporte de sedimentos en peso/tiempo/anchura unitaria

**kr** = Un coeficiente de rugosidad

**kr'** = Un coeficiente de rugosidad basado en los granos.

**γ** = Unidad de peso del agua

**γs** = Unidad de peso de sedimento

**g** = Aceleración de la gravedad

**dm** = Diámetro medio de partícula

**R** = Radio hidráulico

**S** = Gradiente de energía

También se selecciona el Método de clasificación del lecho (Sorting Model) siendo el más común el método de Thomas (Ex5) el cual considera una capa de arena gruesa que impide la erosión de las capas más profundas, lo cual es común después de una crecida del río.

Una vez seleccionados los modelos, se procede a agregar los datos de sedimentos de las muestras obtenidas en campo, para lo cual se da clic en el ícono de **Define/Edit Bed Gradation- New Bed Gradation Sample**, y se van agregando las muestras de acuerdo al diámetro de la granulometría al terminar de generar la tabla de las muestra, se cierra la ventana y se relacionan las muestras con la sección transversal, dando clic en el primer renglón de columna de **Bed Gradation** seleccionando la muestra que corresponde a cada sección, finalmente se guarda el archivo generado en **File- Save Sediment Data As** dentro de la carpeta correspondiente y se cierra la ventana.

Para finalizar, en la ventana principal se selecciona la pestaña de **Perform a quasy unsteady simulation** en la ventana que se abre se le pone el tiempo en que se quiere que se realice la simulación y se selecciona **compute** para que realice el proceso de cálculo y se obtiene la cantidad de sedimentos que se pueden transportar dentro del área delimitada.

Del proceso de cada uno de los bancos dentro del programa **HEC-RAS**, se obtuvieron los resultados del Cuadro II-35, cabe resaltar que el cálculo se realizó para el total de la superficie correspondiente al tramo del rio donde se localiza el banco de interés, por lo que para determinar el volumen específico del banco se realizó la extrapolación del volumen total en base a la superficie obteniendo los siguientes resultados:

**Cuadro II-35 Resultados de la simulación**

Tramo	Superficie simulación (has)	Volumen (m³)	Superficie Banco (has)	Volumen propuesto para extracción (m³)
1	7.97	174,455.00	7.97	131,800.28

En base a los resultados se puede considerar, que con la extracción del material dentro de los bancos propuestos no se pone en riesgo la erosión dentro del lecho del río, puesto que año con año se recarga una cantidad suficiente para mantener el cauce en buenas condiciones, dado que el extraer el material acumulado ayuda a que no se generen represas limitando el flujo natural del agua o el desbordamiento durante la temporada de lluvias.

El proceso de los cálculos se presenta en formato digital en el anexo 7.3

De manera general, se considera que durante los meses en que se presentan precipitaciones en el sitio (junio a septiembre) será suficiente para que el banco recupere la cantidad de material extraído cada año; sin embargo, debe considerarse que las precipitaciones pueden variar de un año a otro. Por ello, la Promovente cumplirá con las medidas de mitigación propuestas, como aprovechar solo las áreas autorizadas y que las actividades de extracción no lleguen al nivel freático.

A continuación, se muestra la calendarización de extracción de materiales pétreos para el banco. Considerando que será extraído la misma cantidad de materiales en cada mes del año durante la vida útil, con excepción de la época de lluvias que corresponde al lapso entre los meses de junio a septiembre. Cabe mencionar que esta calendarización será propuesta para el trámite de concesión para la extracción de materiales pétreos que será solicitado a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), una vez obtenida la autorización en materia de Impacto Ambiental.

**Cuadro II-36 Calendarización de la extracción de materiales pétreos en el Arroyo San Lucas.**

BANCO	MESES												VOLUMEN TOTAL ANUAL (m³)	VOLUMEN TOTAL VIDA ÚTIL (m³ en 10 AÑOS)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun*	Jul*	Ago*	Sept*	Oct	Nov	Dic		
San Lucas	1647.50	1647.50	1647.50	1647.50	1647.50					1647.50	1647.50	1647.50	13,180.028	131,800.28

\* Mes en el que se suspenderán las actividades debido a que se presenta la época de lluvias, la cual limita el acceso al sitio y las actividades propias de extracción.

#### ***II.1.5.7 Superficie a afectar respecto a la cubierta vegetal***

**No se tendrá la necesidad de remover cubierta vegetal**, puesto que el área que ocupa el banco de materiales se encuentra desprovista de vegetación. **No se requiere de apertura de caminos de acceso** ya que, en la selección del banco la existencia de caminos de acceso fue un criterio técnico importante. Los caminos de acceso presentes son aquellos utilizados por los habitantes ejidales para acceder a los terrenos agrícolas.

#### **DISTRIBUCIÓN DE LOS CAMINOS EXISTENTES**

Se realizó un recorrido de campo para establecer los caminos ya existentes que serán utilizados durante las diferentes etapas del proyecto. Posteriormente, los caminos se verificaron en un SIG que incluyó el shapefile de la Red Nacional de Caminos edición 2020 (disponible en la página web del Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807452>).

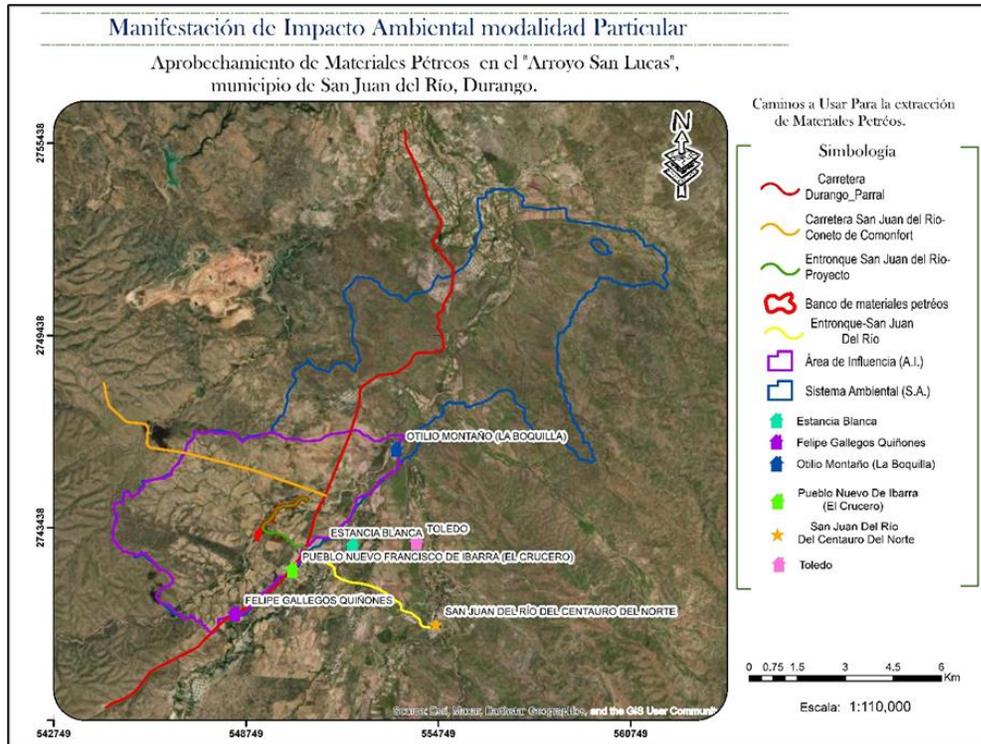


Figura II-24 Distribución espacial de los caminos a usar para la extracción de materiales pétreos en el Arroyo San Lucas

Se establecieron 25 tramos de carreteras que según la información proporcionada por INEGI (2020) se encuentran habilitados para su funcionamiento, por su condición están en operación, no se cobra peaje, cuentan con pavimento. En el Cuadro siguiente se muestra la distribución de la red vial a utilizar partiendo desde la cabecera municipal de San Juan del Río.

Cuadro II-37 Descripción de los caminos que serán utilizados en las actividades de extracción de materiales pétreos

Tipo de vialidad	Nombre de vialidad	Número oficial de carretera	Recubrimiento	Carriles	Administración	Jurisdicción	Circulación	Velocidad (km/hr)	Ancho (m)	Longitud (km)
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatad	Dgo.	Dos sentidos	60	7	921.04
Calle	Felipe Ángeles	N/A	N/A	2	N/A	N/A	Un sentido	40	7	160.64
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatad	Dgo.	Un sentido	60	7	65.04
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatad	Dgo.	Un sentido	60	7	164.28
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatad	Dgo.	Un sentido	60	7	99.21
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatad	Dgo.	Dos sentidos	60	17	73.70
Calle	Felipe Ángeles	N/A	N/A	2	N/A	N/A	Un sentido	40	7	340.34
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatad	Dgo.	Un sentido	60	7	168.67
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatad	Dgo.	Un sentido	60	7	105.22
Calle	N/D	N/A	N/A	2	N/A	N/A	Un sentido	40	7	91.70
Enlace	N/A	N/A	N/A	2	N/A	N/A	Dos sentidos	40	6	46.99
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatad	Dgo.	Dos sentidos	60	6	22.61
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatad	Dgo.	Un sentido	60	7	126.48
Carretera	Durango - Ent. La Zarca	45	Asfalto	4	Federal	Fed.	Dos sentidos	40	14	132.69
Calle	Felipe Ángeles	N/A	N/A	2	N/A	N/A	Un sentido	40	7	145.05
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatad	Dgo.	Un sentido	60	7	178.79

Tipo de vialidad	Nombre de vialidad	Número oficial de carretera	Recubrimiento	Carriles	Administración	Jurisdicción	Circulación	Velocidad (km/hr)	Ancho (m)	Longitud (km)
Calle	Felipe Ángeles	N/A	N/A	2	N/A	N/A	Un sentido	40	7	43.03
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatal	Dgo.	Dos sentidos	60	7	213.87
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatal	Dgo.	Dos sentidos	60	7	30.86
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatal	Dgo.	Dos sentidos	60	6	8.94
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatal	Dgo.	Dos sentidos	60	6	13.72
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatal	Dgo.	Dos sentidos	60	7	56.42
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatal	Dgo.	Dos sentidos	60	7	83.40
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatal	Dgo.	Dos sentidos	60	7	90.73
Carretera	Ramal a San Juan del Río	290	Asfalto	2	Estatal	Dgo.	Dos sentidos	60	7	9.92

### II.1.5.8 Tipo de obras

La superficie que ocupan el banco de material, será de **tipo temporal**; debido a que las actividades se realizarán mientras se agota el material pétreo a aprovechar, pero al mismo tiempo no se establecerán barreras físicas que limiten el paso de especies de fauna doméstica y silvestre, se considera una franja despejada de vegetación, la distribución de la superficie propuesta es la siguiente:

Cuadro II-38. Superficie según el tipo de obra

Banco	Superficie (ha)	Tipo de obra
Banco	7.97	Temporal
<b>Total</b>	<b>7.97</b>	

## II.1.6 Uso actual del suelo

### II.1.6.1 Uso de suelo

Para la región, específicamente en el municipio de **San Juan del Río**, depende principalmente de la agricultura y ganadería, predominando los cultivos de avena forrajera, chile, maíz y cebolla, además de la ganadería, silvicultura y pesca, estas actividades representan el sector más dinámico en la economía de la región (75.00%); existen pequeñas y medianas empresas agroindustriales como son: fabricación de alimentos, jarcería y una maquiladora, entre otros.

#### a) Uso forestal

El tipo de vegetación dominante en la región está formado por asociaciones de bosques de mezquite, matorral desértico micrófilo, pastizal natural y con un uso destinado a la producción de leña por parte de los ejidatarios y como agostaderos para sus animales la UMAFOR de la región es 1013 “Semidesierto de Durango”. Las principales especies maderables que se aprovechan corresponden a los géneros *Prosopis* y *Vachellia*.

#### b) Uso agrícola

La agricultura en esta zona se practica a un nivel amplio ya que la topografía y la orografía local facilita esta actividad socioeconómica, ya que se encuentran llanos con pendientes menores al 15%, aptas para avena forrajera, chile, maíz, frijol y cebolla. En la región se practica la agricultura de riego anual y semipermanente.

#### c) Uso pecuario

En cuanto al uso pecuario, en la región se practica la ganadería extensiva y la superficie dedicada a esta actividad converge con la superficie forestal, agrícola y en superficies de agostadero, el tipo de ganado que se utiliza en la región es principalmente (bovino y equino) se encuentra pastoreando libremente o en los agostaderos.

En el plano del Anexo 4.1 se muestra el uso de suelo y vegetación, señalando la localización del banco.

### **II.1.6.2 Uso de los cuerpos de agua**

Los cuerpos de agua cercanos corresponden a corrientes perennes y efímeras, estas últimas transportan agua únicamente en temporada de lluvias o posterior a un evento de lluvia como lo es el cauce donde se ubica el proyecto. El uso que se le da a los cuerpos de agua por los habitantes de la región está limitado únicamente para el mantenimiento del ganado y se practica la agricultura de riego a mediana escala. En cuanto al agua utilizada para el consumo humano, ésta es acarreada por gravedad de los manantiales o que bajan de las partes más altas de la región o extraída de posos que son propiedad del municipio, dado que resulta muy costoso desarrollar infraestructura para potabilizar el agua de los escurrimientos superficiales.

En el plano del Anexo 3.1 se presenta la ubicación de los cauces, identificándose los cuerpos de agua (corrientes superficiales) más cercanos al sitio.

### **II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos**

La disponibilidad de los servicios para desarrollar las actividades en cada etapa se encuentra al alcance; el sitio se localiza en un lugar accesible durante todo el año y se encuentra muy cercano a la cabecera municipal de San Juan del Río, en donde se cuenta con los servicios de hospedaje, alimentación y suministro de combustibles. Los principales servicios requeridos para desarrollar las actividades por etapa son:

#### **a) Agua**

Para todas las etapas se utilizará agua para el consumo humano, que será suministrada directamente al sitio mediante galones de 19 litros y en el caso de la maquinaria y vehículos será con de la llave que será transportada en galones de 20 lts.

#### **b) Hospedaje**

No será necesario establecer campamentos. La persona encargada de supervisar las obras y los obreros pernoctarán en sus hogares en la localidad de San Juan del Río, dada la cercanía del proyecto con dicho lugar.

#### **c) Alimentación**

Todas las personas que laboren o que interactúen con alguna actividad, tomarán sus alimentos en los poblados aledaños o en su caso, llevarán sus alimentos preparados desde su hogar, por lo que no será necesario la instalación de un comedor.

#### **d) Combustible**

Se requerirá únicamente gasolina y diésel para los vehículos para la carga y transporte del material; éstos se adquirirán en las estaciones de servicio de la cabecera municipal del San Juan del Río, donde también se realizará el mantenimiento de los vehículos y maquinaria utilizada en las actividades de extracción de materiales pétreos.

## **II.2 Características particulares**

Se pretende realizar el aprovechamiento de 1 banco de materiales pétreos en el cauce del Arroyo San Lucas para abastecer las necesidades de la industria de la construcción en las poblaciones cercanas y en la cabecera municipal de San Juan del Río.

Se plantea una **vida útil de 10 años**, pudiéndose reducir o ampliar, según la acumulación anual del material.

### **II.2.1 Programa general de trabajo**

Considerando las necesidades y las particularidades de las actividades a desarrollarse, pudieron agruparse 3 etapas: **preparación del sitio**, se realizará el acondicionamiento de los caminos de acceso al banco de materiales, preparación de banco de materiales y patio de maniobras; **etapa de operación - mantenimiento**, se refiere a los trabajos relacionados con la extracción del material, cribado (en su caso) y cargado (camiones de volteo); y el **abandono del sitio**, que consiste en realizar trabajos encaminados a mitigar y restaurar los impactos ambientales del sitio.

Al tratarse de 1 banco, las etapas se estarán realizando consecutivamente a lo largo del plazo establecido, es decir, *i)* se preparará el sitio, *ii)* se operará y dará mantenimiento (extracción de material) y *iii)* se abandonará.

En cuanto a la extracción del material dentro del banco propuesto, se estará llevando a cabo desde la parte final del banco hacia la parte inicial, esto con el fin de que, al momento de llegar las lluvias y la crecida del Arroyo San Lucas, el arrastre de sedimentos generado por la corriente sea depositado de nuevo en el área del banco ya extraída, de tal manera que se asegurara perder la mínima cantidad de material pétreo durante la crecida del arroyo.

En el Cuadro I-2 se presenta el cronograma de actividades para cada una de las etapas, debe aclararse que la extracción de material se realizará durante la temporada de estiaje (de octubre a junio), y se suspenderá durante la temporada de lluvias (julio, agosto y septiembre), ya que, durante estos meses es cuando corre agua por el cauce del Arroyo considerablemente e impedirá efectuar las actividades de extracción.

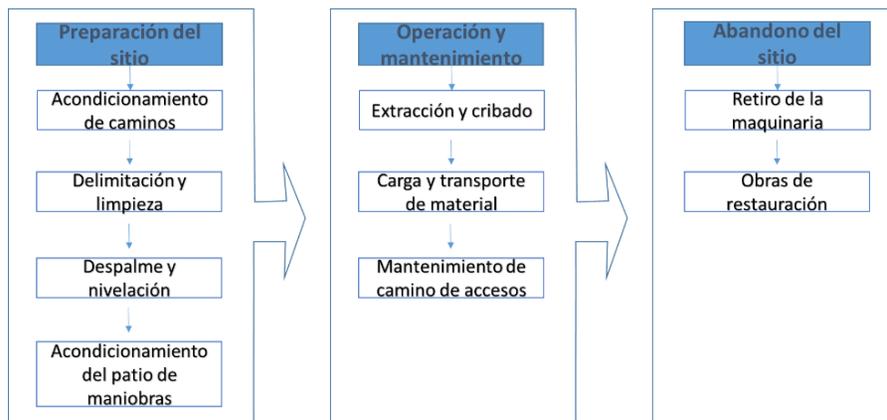
**Cuadro II-39 Programa general de trabajo**

ACTIVIDAD	Del año 2 al año 10*											
	Meses del año**											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>	<i>Iniciará una vez que se tenga autorización de la SEMARNAT y la CONAGUA</i>											
a) Acondicionamiento de los caminos de acceso												
b) Delimitación y limpieza												
c) Despalle y nivelación												
d) Acondicionamiento del patio de maniobras												
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>												
a) Extracción y cribado												
b) Carga y transporte del material												
c) Mantenimiento de los caminos de acceso												
<b>ABANDONO DEL SITIO</b>												
a) Retiro de la maquinaria												
b) Obras de restauración del sitio												

\* Se plantea que el programa de trabajo sea cíclico durante la vigencia de la autorización.

\*\* Se refiere a los meses del año (Enero a Diciembre).

\*\*\* En la temporada de lluvias no podrá realizarse la extracción.



*Figura II-25. Diagrama de flujo de las etapas medulares para la extracción y aprovechamiento de los materiales pétreos*

### ***II.2.1.1 Preparación del sitio***

La descripción de las actividades que se realizarán en la preparación del sitio son las siguientes:

#### ***II.2.1.1.1 Acondicionamiento de los caminos de acceso***

Los caminos existentes que serán usados para el acceso al banco de materiales, fueron abiertos con anterioridad por las demás actividades económicas de la región (servidumbre de paso para caminos vecinales y ejidales). Los caminos son brechas de terracería, de un ancho de corona de 2.5 metros, que aloja un carril (de un solo sentido de circulación vehicular)

Las brechas de acceso se encuentran en buenas condiciones, sin embargo, al momento de iniciar con la preparación del sitio y por petición de las personas, será necesario realizar un acondicionamiento del tipo preventivo, ya que en la etapa de operación estarán en uso continuo; y así, se garantizará un acceso libre y seguro, evitando daños a los vehículos y al mismo camino, ahorrando tiempos y por tanto recursos económicos.

El acondicionamiento consistirá en rastrear con un “Ripper” de un tractor D-5 tipo Caterpillar (o similar) la calzada de rodamiento de los caminos, solo en el caso que lo amerite de acuerdo a sus pendientes trazadas. En aquellas zonas que por su poca capa no permita hacerlo, se rellenará todos los hoyos (baches) con materiales pétreos. Además, se restablecerán las contra cunetas para el desvío de las aguas pluviales. No se afectará superficies que no se encuentre delimitada como área de vía del camino, es decir no habrá remoción de vegetación. No es necesario el acondicionamiento de caminos en el banco de materiales y el patio maniobras ya que el patio de maniobras se ubicará dentro del banco de materiales dependiendo como valla avanzando el aprovechamiento.

#### ***II.2.1.1.2 Delimitación y limpieza***

El área a utilizar será delimitada mediante el uso de flagelas, estacas o marcas que identifiquen claramente el límite del banco de materiales. El banco de materiales que previamente fue identificado, según los criterios técnicos y ambientales, por lo que el sitio no sustenta vegetación arbustiva o arbórea consolidada; la limpieza de los bancos se refiere a quitar todos aquellos residuos (basura, troncos, entre otros) que han sido acarreados con anterioridad por las crecientes del arroyo; y solo en el caso de que existan. La disposición de los residuos sólidos se hará en el relleno sanitario de la ciudad de San Juan del Río, mientras que, para los residuos vegetales (troncos, jarillas secas), serán utilizados en los márgenes de cauce para ayudar en la estabilización de taludes (en su caso).

#### ***II.2.1.1.3 Despalme y nivelación***

Para iniciar la extracción de los materiales pétreos, es necesario eliminar la capa superficial cuyo espesor puede variar desde los 10 cm hasta los 20 cm de profundidad como máximo, dependiendo de la topografía del cauce y a la cantidad de impurezas con las que cuente el banco de materiales. La maquinaria a utilizar será una retroexcavadora Caterpillar (o similar). Dentro de estas actividades debe considerarse el reforzar y suavizar la pendiente del talud del cauce natural, con la finalidad de evitar la erosión y deslizamientos de tierras que generen la obstrucción del área hidráulica natural también para lograr la estabilidad de los taludes se realizara con los materiales no aprovechables que salgan durante la extracción del banco.

#### ***II.2.1.1.4 Acondicionamiento de patio de maniobras***

Consecuentemente de la actividad anterior, a lo largo del banco de materiales, se ira habilitando un espacio en dónde estará operando la maquinaria a utilizarse (retroexcavadora, criba portátil, y camiones de cargas), denominado patio de maniobras; éste podrá variar de ubicación a lo largo de la superficie del banco dependiendo del avance de la extracción, por cuestiones operativas, de tiempo y financieras. El espacio para operar la extracción y carga es de 100 m<sup>2</sup> aproximadamente (considerado dentro de la superficie que ocupa el banco).

### ***II.2.1.2 Construcción de obras mineras***

**No es necesario la construcción de obras mineras**, debido a que únicamente se trata de la extracción de materiales pétreos, y para su operación se necesitará de maquinaria de tipo portátil; sin embargo para dar cumplimiento al numeral

*II.2.4 de la guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular sector Minero*, se consideran las actividades para la apertura del banco de material dentro de este apartado, describiendo la maquinaria que será utilizada en la etapa de operación - mantenimiento.

### **Retroexcavadora**

Consiste en un balde de excavación en el extremo de un brazo articulado de dos partes. Se montan normalmente en la parte posterior de un tractor o cargador frontal. La máquina hunde sobre el terreno una cuchara con la que arranca los materiales que arrastra y deposita en su interior. La retroexcavadora, incide sobre el terreno excavando de arriba hacia abajo. Es utilizada para trabajar el movimiento de tierras a nivel inferior al plano de apoyo, o un poco superior a éste. No se necesita construir infraestructura de apoyo para el funcionamiento y/o operación de esta máquina, su estructura total es móvil, y se transporta por sí misma.

### **Criba adaptada**

Rejilla metálica utilizada para separar partículas de gran tamaño, se considera un método mecánico selectivo inicial, únicamente separar fragmentos demasiado grandes (roca principalmente). Podrá utilizarse de manera simultánea al cargado de los vehículos de acarreo, estando colocada en la parte superior de éstos o en el terreno (superficie del patio de maniobras). Las características y dimensiones de la criba dependen de la demanda del tipo de material y tipo de vehículos de transporte. En los dos casos anteriores, no se necesita de obras asociadas para su operación, siendo totalmente móvil y para su transporte sólo será necesario colocarla en alguno de los camiones o en la superficie.

### **Camiones de carga**

Serán utilizados camiones tipo volteo de 6 m<sup>3</sup> de capacidad, éstos entrarán y saldrán del banco a través de los caminos de acceso. Su flujo estará en función de la disposición de los materiales pétreos en el sitio y de la oferta y demanda de éstos.

#### ***II.2.1.3 Construcción de obras asociadas***

Por la cercanía del sitio a los centros urbanos y de abasto del material, no será necesario la construcción de comedores, campamentos, sanitarios, talleres de mantenimiento, entre otros; ya que todas las necesidades serán cubiertas en los establecimientos de servicio dentro de los poblados más cercanos o en la cabecera municipal de San Juan del Río.

### **Caminos de acceso y vialidades**

**No hay necesidad de abrir caminos nuevos**, puesto que se aprovecharán los caminos vecinales ya existentes (*como se puede observar en la Figura II-24*, los cuales se han abierto para servidumbre de paso. Al camino solo se dará mantenimiento periódico conforme se vaya requiriendo. El material necesario para la nivelación o bacheo del camino será obtenido del mismo banco de materiales pétreos.

### **Servicio médico y respuesta a emergencias**

Los servicios médicos para atender emergencias están establecidos en la cabecera municipal de San Juan del Río a 6.16 km del sitio, y en caso, de presentarse una emergencia se trasladará hasta la ciudad de Durango, donde se encuentran clínicas particulares, clínica del IMSS, clínica del ISSSTE. Además, en el sitio se tendrá un botiquín de primeros auxilios con el material mínimo indispensable para la atención in-situ de emergencias.

### **Almacenes, recipientes, bodegas y talleres**

En el sitio se realiza la carga directa del material a los vehículos de transporte, no será necesaria la construcción de almacenes de combustibles, o bodegas de equipos; además de que el mantenimiento se dará en talleres expertos de la cabecera municipal de San Juan del Río. En caso de generarse algún tipo de residuo (domésticos, sólidos, basura industrial, etc.) serán almacenados en contenedores de 200 litros con tapa y etiqueta de identificación y transportados al relleno sanitario de la cabecera municipal de San Juan del Río para su confinamiento final.

### **Campamentos, dormitorios y comedores**

Debido a las dimensiones pequeñas del banco de materiales, no se requieren campamentos, ni dormitorios in-situ, debido a la cercanía del banco a los centros de consumo, además de que la plantilla de trabajadores es muy reducida y de la cabecera municipal de San Juan del Río y al encontrarse tan cercas se trasportaran diariamente al sitio del proyecto.

### **Instalaciones sanitarias**

Se instalará un baño portátil para el uso de los trabajadores en el sitio de extracción de materiales pétreos.

### **Tratamiento de aguas residuales**

No se requiere de planta para el tratamiento de aguas residuales, las aguas residuales que se generan son mínimas limitadas únicamente a las actividades de aseo personal, las cuales serán colectadas y depositadas en el drenaje de los poblados cercanos o en la cabecera municipal de San Juan del Río.

### **Suministro de agua**

El agua potable requerida será obtenida de los poblados cercanos o la cabecera municipal de San Juan del Río, pues la cantidad es mínima limitada únicamente al consumo humano, así como para el mantenimiento de los motores de los vehículos utilizados, misma que será almacenada en garrafones de 19 litros.

### **Abastecimiento de energía eléctrica**

No se requiere de energía eléctrica para la operación, el equipo empleado es mecánico, la extracción del material es a cielo abierto y las labores de trabajo se realizarán en el horario diurno.

### **Banco de almacenamiento**

No se requiere de la apertura o construcción de un banco de almacenamiento pues el promovente cuenta con un banco de almacenamiento que se utilizaba con anterioridad en el cual se depositará el material extraído, mientras se realiza el proceso de venta.

El sitio para para la disposición de los materiales que serán comercializados será en las siguientes coordenadas.

*Cuadro II-40. Coordenadas UTM del banco de almacenamiento*

<b>Vértice</b>	<b>X (Oeste)</b>	<b>Y (Norte)</b>
1	552924	2741659
2	552974	2741639
3	553033	2741718
4	553089	2741739
5	553019	2741806
6	552987	2741822

Este banco de almacenamiento se ubica sobre la calle Felipe Ángeles con rumbo San Juan del Río en el Kilómetro 0.20, en San Juan del Río. En esta área, se encuentran ya construidas y/o instaladas: una criba fija para cribado y clasificación del material por gravedad y un área destinada para centro de acopio de material, cuarto de herramientas, área de sanitarios y patio de maniobras, en la figura siguiente se puede observar su ubicación física con ayuda de Google Earth.



Figura II-26 Localización física del banco del almacenamiento.

#### **II.2.1.4 Operación - mantenimiento**

La operación del banco de almacenamiento será una vez que la maquinaria para su aprovechamiento se encuentre en el sitio.

##### **II.2.1.4.1 Extracción y cribado**

Para la extracción de los materiales se utilizará la retroexcavadora y camiones de volteo para el transporte. Los trabajos se llevarán a cabo durante el día, por lo que no es necesario el suministro de energía eléctrica.

##### **Retroexcavadora**

Está compuesta de las características siguientes:

**Tractor.** Especialmente configurado que sirve de vehículo y de elemento de apoyo a la herramienta de trabajo. Este tractor está provisto de un contrapeso (del cual hace parte el motor) cuya función es equilibrar los grandes momentos generados durante la operación por la carga, los cuales tienden a desestabilizar la máquina.

**Cargador delantero o cucharón.** Es el recipiente en el cual se deposita el material excavado. Está provisto de dientes en su borde para facilitar el despalle de los materiales.

**Cucharón trasero.** Es un cubo excavador montado en la parte trasera.

**Sistema hidráulico.** Es el conjunto de circuitos hidráulicos que controlan el movimiento de todos los cilindros antes descritos.

La máquina hunde sobre el terreno la cuchara (delantera o trasera) con la que arranca los materiales que arrastra y deposita en su interior, una vez consolidada la carga, los materiales pueden ser depositados directamente en los camiones de transporte o sobre la criba establecida en la superficie y posteriormente hacer la carga de los camiones.

##### **Camiones de volteo**

La carrocería principal del camión de volteo está anclada con un eje debajo de la cabina y de uno a tres ejes por debajo de la caja de volteo. Tiene una puerta posterior que es abatible en la parte superior, de modo que se abrirá automáticamente cuando se esté vertiendo el material. El mecanismo de vertido está accionado hidráulicamente con el fin de evitar problemas de compresión que a veces pueden ser encontrados al utilizar sistemas neumáticos. El motor

del camión de volteo puede ser de gasolina o diésel. El funcionamiento de vertido utiliza los pistones hidráulicos para levantar el extremo de la caja de volteo que está más cerca de la cabina. Esto hace que la caja de volteo completa se incline, vertiendo lo que está contenido dentro de ella. Para la clasificación de los materiales **se utilizará una criba sencilla adaptada a la carroza de los camiones** o en la superficie del patio de maniobras, sólo en caso de ser necesario.

#### *II.2.1.4.2 Tecnologías que se usarán para el control de emisiones y control de residuos*

##### **Retroexcavadora**

El funcionamiento del tractor es por combustión interna, mientras que el funcionamiento de las cucharas es una combinación del sistema eléctrico e hidráulico proveniente de la misma combustión generada en el tractor. La máquina cuenta con los silenciadores de su diseño industrial, garantizando que el ruido producido por su funcionamiento es el mínimo. Además de que, se llevará un mantenimiento preventivo para garantizar que la combustión sea lo más eficiente posible. Deberá contar con una cabina antivuelco y que proteja al operador de la inhalación del polvo producido durante la operación. Los ruidos producidos por la maquinaria no interferirán con las actividades de los poblados, ya que será en horarios establecidos y en el transcurso del día, no se realizarán actividades nocturnas que pudieran afectar los hábitos de los pobladores cercanos. La cabina debe también, proteger al operador del ruido de la máquina y contra el estrés térmico o la insolación en verano.

##### **Camiones de volteo**

Al igual que la retroexcavadora los camiones funcionan con un sistema de combustión interna, que acciona el sistema hidráulico para el vertido; cuenta con silenciadores de fábrica, y se les dará mantenimiento preventivo para garantizar el mínimo de emisiones de gases provenientes de la combustión.

##### **Criba**

Su uso dependerá del criterio del material de interés, básicamente es una rejilla de metal que se sobrepondrá a la carroza de los camiones para separar los materiales que no son de interés comercial.

#### *II.2.1.4.3 Tipo de mantenimiento*

##### *II.2.1.4.3.1 Maquinaria*

El mantenimiento a la maquinaria y vehículos se realizará en un taller propio que tiene el promovente el cual se ubica en la cabecera municipal de San Juan del Río. Para asegurar que el equipo se encuentra en óptimas condiciones, lo mantenimientos se realizarán de forma periódica (cada 6 meses), evitando de esta manera la generación de contaminación atmosférica y por tanto ahorrando tiempos y movimientos.

En caso de que se presente la necesidad de hacer algún mantenimiento en el sitio, se realizará lejos de los cuerpos de agua, empleando charolas y lonas para la recuperación de derrames, para evitar la contaminación del suelo, subsuelo y cuerpos de agua.

El material colectado será manejado como residuo peligroso y trasladado a un centro de acopio de la ciudad de Durango. La criba requiere de actividades limpieza y mantenimiento manual. El material retirado es depositado en el sitio determinado para este fin, por lo que las actividades de limpieza y mantenimiento a la criba no representan una fuente de contaminación.

##### *II.2.1.4.3.2 Caminos de acceso*

Una de las actividades de mantenimiento importantes de los caminos de bajo tránsito es mantener el drenaje de los escurrimientos controlado, pues constituye el factor más importante que puede afectar la calidad del agua, la erosión y los costos de mantenimiento. Las principales acciones de mantenimiento del camino son:

##### **Control del drenaje superficial**

El agua superficial de la calzada debe controlarse mediante medidas de drenaje positivas usando secciones con peralte hacia afuera, peralte hacia adentro, o de coronamiento del camino.

### **Relleno de baches y grietas**

Esta actividad de mantenimiento es muy frecuente en los caminos y su principal causa es por las precipitaciones que golpean directamente con el suelo desnudo ocasionando estancamientos de agua o canalillos, éstas se rehabilitan o se recuperan por medio de su mantenimiento preventivo con el material adecuado (suelo con la granulometría adecuada para el desalojo de agua), por medio de un tractor o una motoniveladora para formar los peraltes adecuados a la configuración del terreno.

### **Cunetas**

En cualquier labor de conservación relacionada con el drenaje pluvial, deberá contar con canales para el desalojo del agua hacia las laterales. Estos canales deberán estar libres de piedras y restos vegetales para evitar el desbordamiento del agua hacia la calzada de rodamiento de los caminos de acceso.

#### ***II.2.1.4 Control de malezas o fauna nociva***

Dadas las características del sitio no se desarrolla maleza de importancia (rápido crecimiento), por lo que, en caso de presentarse alguna especie, esta será retirada en forma manual, de ninguna manera se utilizarán herbicidas, ni fuego como método de control. No existe fauna nociva (roedores) por lo que no es necesaria la aplicación de un control mediante el uso de trampas o ratoneras.

#### ***II.2.1.5 Etapa de abandono del sitio***

La vida útil de un banco de materiales está en función de la cantidad de depósito, lo cual a su vez está en función de las condiciones climatológicas (precipitación y escurrimiento) y del periodo de concesión otorgado por la CONAGUA, además de la tasa de explotación que se le dé.

El abandono del sitio definitivo, una vez que el Banco se agote o se venza la vigencia del proyecto.

### **Abandono del banco**

Dado que no se construirán obras (cimientos, bases de concreto, casetas, y demás) se estima un periodo de dos semanas para efectuar el retiro de la maquinaria, descompactar las áreas que lo requieran, suavizar los taludes, efectuar las obras de restauración del sitio.

### **Abandono definitivo del sitio**

Una vez agotada la vida útil o los volúmenes estimados, se procederá a realizar las actividades del abandono del sitio. Las actividades están encaminada a la rehabilitación, restitución o compensación de los impactos adverso generados.

**Rehabilitación.** Las actividades de extracción de los materiales pétreos depositados en el cauce del río tendrán el objetivo de rehabilitar y estabilizar el área hidráulica, evitando en un futuro deslizamientos de las zonas anexas, inundaciones y azolves.

**Restitución.** Para el aprovechamiento del material no se requiere de tener ningún tipo de edificación o equipo fijo en el sitio, por lo que solamente a su término se dejará el sitio en condiciones naturales para permitir el libre flujo del agua en su cauce natural.

**Compensación.** Debido a que el objetivo de la extracción del material es generar un buen drenaje sobre el área hidráulica, no es factible realizar medidas de compensación adicionales.

## **II.2.2 Utilización de explosivos**

El banco de materiales no tiene rocas de gran tamaño, por lo tanto, **no será necesario el uso de explosivos.**

## **II.2.3 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera**

La generación de los residuos sólidos, líquidos, así como las emisiones a la atmósfera, estarán en función de la tasa de aprovechamiento de los materiales; identificándose una mayor presencia de personal durante las etapas de operación y mantenimiento, siendo menor la presencia humana durante la etapa de preparación y abandono del sitio.

La disposición de los residuos se dará en el relleno sanitario de la cabecera municipal de San Juan del Río o en su defecto en la ciudad de Durango (según sea el tipo de residuo), para su tratamiento y confinamiento final. A continuación, se indican los residuos que se pronostica serán generados durante el desarrollo de las actividades:

### **II.2.3.1 Residuos sólidos**

No hay derribo de vegetación, por lo que no se generarán residuos vegetales. Sin embargo, en la etapa de operación, se espera se generen residuos como: plástico, latas y vidrio (principalmente), así como en mucha menor escala papel y cartón. Se estima que en la operación interactuarán un máximo de **5 personas**, los cuales no podrán generarán más de **300 gr de basura por día por persona**.

Se ha estimado que por mes se estará generando un total de **45 kg, y de manera anual un total de 533.8 kg**. Debe considerarse que la presencia del personal que laborará en las diferentes etapas, fluctuará según las necesidades de trabajo, sin embargo, se ha podido llegar a una estimación de los residuos sólidos generados.

*Cuadro II-41. Residuos sólidos domésticos generados*

Tipo de residuo	Cantidad generada (kg/día/trabajador)	Cantidad generada (kg/mes)	Total, anual (kg)
Papel	0.005	0.8	8.8
Cartón	0.050	7.5	87.5
Plásticos (varios)	0.100	15.0	175.0
Vidrio	0.100	15.0	175.0
Otros	0.050	7.5	87.5
<b>Total</b>		<b>45.8</b>	<b>533.8</b>

1 Mes=30 días y considerando 5 trabajadores (dos operadores y 3 transportistas)

2 Año=350 días

### **II.2.3.2 Residuos peligrosos**

El mantenimiento de la maquinaria se realizará en el taller mecánico del promovente ubicado en la cabecera municipal de San Juan Río, para asegurar que el equipo se encuentre en óptimas condiciones y evitar una contingencia en los frentes de trabajo. En el taller del promovente, se asegura el depósito de los aceites y grasas usados en un almacén especial para residuos peligrosos y posteriormente enviarlos a su confinamiento final a los centros de acopio autorizados en la ciudad de Durango, Dgo.

### **II.2.3.3 Residuos líquidos**

La principal fuente de residuos líquidos no peligrosos proviene del agua que es utilizada para beber (3 l/día-humano, aproximadamente). Respecto al agua utilizada en el aseo e higiene personal, no se prevé su generación, ya que todo el personal cubrirá sus necesidades de aseo en sus hogares (en su residencia). En caso de ser necesario se instalará un baño portátil (letrinas).

### **II.2.3.4 Emisiones a la atmósfera**

Las emisiones a la atmósfera se generarán principalmente por la maquinaria a utilizar (retroexcavadora, vehículos de transporte) y se pueden identificar en tres tipos: gases de combustión, emisiones de ruido y emisiones de polvo. En ningún caso se prevé rebasen las normas oficiales en la materia puesto que se podrán mantener dentro de los límites establecidos en la normatividad ambiental mediante el mantenimiento preventivo de los vehículos.

#### **II.2.3.4.1 Gases de combustión**

El uso de la maquinaria y vehículos emitirán gases de combustión; sin embargo, no es factible realizar una estimación de los gases a producirse. Por lo que se ha plantado advertir la generación excesiva de estos gases, a través del mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos a utilizarse, como medida de protección al ambiente, toda vez que, está comprobado que el mantenimiento a los motores de combustión interna permite disminuir la cantidad y calidad de los gases tóxicos emitidos a la atmósfera mientras circulan. El mantenimiento preventivo se dará de manera semestral y en caso de ser necesario podrá ser en menor tiempo, el mantenimiento se dará en el taller propiedad del promovente establecido en la cabecera municipal de San Juan del Río.

#### **II.2.3.4.2 Emisiones de ruido**

La fuente principal de emisión del ruido serán el equipo y/o maquinaria utilizada para la extracción de los materiales (retroexcavadora y camiones de carga), no es factible la cuantificación de los ruidos generados; sin embargo, se plantea mitigar los impactos (al personal) con el uso de protección auditiva (cabina de la maquinaria). Las actividades generadoras de ruido están programadas para horarios de la mañana y tarde, por lo que la gran mayoría de la fauna se encuentra activa, y al generarse el ruido tenderán a alejarse a un sitio más tranquilo.

Por su parte, en cuanto a las emisiones de ruido será de la siguiente manera:

##### **a) Intensidad en decibeles (Db) y duración del ruido en cada una de las etapas**

La principal fuente de emisiones de ruido a la atmósfera será la maquinaria utilizada en la extracción y transporte del material, se contempla la relación de áreas y niveles de ruido como se muestra en el cuadro siguiente, los datos son para una jornada de trabajo de 8 horas de exposición por persona, con protección auditiva.

*Cuadro II-42. Relación de áreas y ruidos*

ÁREA	SIN PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)	REDUCCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN (Db)	CON PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)
Extracción	85	17.7	67.3
Transporte	88	14.0	74.0

En general todos los equipos cuentan con silenciadores para minimizar el ruido que este se produce cuando están en operación. La maquinaria pesada produce un nivel sonoro máximo de 85 Db, para reducir este es necesario aplicar los mantenimientos necesarios, así como el uso de silenciadores. Por su parte, el equipo de transporte en general genera un nivel máximo de 88 Db, siendo necesario aplicar los mantenimientos preventivos y uso de silenciadores.

##### **b) Fuentes principales emisoras de ruido**

Las fuentes principales emisoras de ruido serán las siguientes:

- Maquinaria pesada. Cuenta con silenciadores de fábrica.
- Camiones de volteo. Cuenta con silenciadores de fábrica.

#### **II.2.3.4.3 Emisiones de polvo**

En esta etapa los caminos de acceso al banco generarán polvo, no es posible tener una aproximación de la generación de polvo, por lo que se plantea que las emisiones serán minimizadas con el mantenimiento preventivo de los caminos de acceso.

### **II.2.4 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos**

#### **II.2.4.1 Manejo de los residuos sólidos urbanos**

Se instalarán contenedores para el depósito de los residuos generados, donde se almacenará semanalmente la basura inorgánica para luego ser transportada hasta el relleno sanitario de San Juan del Río, para su tratamiento y confinamiento final.



Figura II-27. Ejemplo de contenedor para los residuos sólidos y peligrosos.

#### II.2.4.2 Manejo de los residuos peligrosos

En esta etapa no se generarán residuos considerados como peligrosos, ya que la maquinaria y vehículos utilizados, deberán estar en óptimas condiciones mecánicas; en el caso de necesitar mantenimiento, éste será en los lugares expofeso. En caso de llegar a realizar algún tipo de mantenimiento correctivo en el sitio, todos los residuos peligrosos que se generen serán recolectados en recipientes adecuados, para posteriormente ser depositados en un depósito temporal de residuos peligrosos (recipiente metálico), que inmediatamente será enviado a la ciudad de Durango para su confinamiento final.

#### II.2.5 Otras fuentes de daños

En las condiciones bajo las cuales se plantea operar no se tiene visualizado otra fuente de daños por contaminación térmica, radiactiva, o lumínica al ambiente. Puesto que no se utilizarán equipos, herramientas o aparatos que pudieran causar esos tipos de contaminación.

Los posibles daños que se pueden llegar a presentar son de tipo funcional, como los siguientes:

**Caída** del conductor al subir o bajar del tractor.

**Golpes o quedar atrapado** con la carga cuando se mueve el brazo para cargar el camión.

**Vuelco** de la retroexcavadora por acercamiento excesivo a zanjas.

**Sobreesfuerzos** por malas posturas forzadas y repetitivas, condiciones de los caminos de acceso a la zona de trabajo.

**Electrocución** por puesta en contacto del brazo de la máquina con cableado eléctrico.

**Incendios** por sobrecalentamiento del motor y manejo de líquidos inflamables.

Se tomarán las medidas necesarias para restringir el acceso a niños o personas ajenas a las actividades.

### III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y DE SUELO

La explotación de los materiales pétreos fue analizada a través de los diferentes instrumentos de planeación y ordenamiento ecológico del territorio. La revisión de los criterios legales y ambientales se hizo de manera exhaustiva, partiendo del *Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024* (Gobierno de la Republica, 2019), al mismo tiempo analizando el *Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2022*, y tomando la determinación de la viabilidad en base al *Programa de Desarrollo Municipal* (Ayuntamiento del municipio de San Juan del Río, 2022) y al *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales para el estado de Durango*. En un ejercicio complementario, se revisaron las *leyes, reglamento y normas oficiales* que se vinculan con las actividades a desarrollar para el aprovechamiento de los materiales en los sitios propuestos.

#### ***III.1 Programa de desarrollo municipal***

La política general de desarrollo del municipio de San Juan del Río, pretende crear las condiciones para impulsar las actividades productivas en las regiones rurales y, con ello fortalecer las relaciones comerciales y de servicios para sus habitantes a través del apoyo en la creación de la infraestructura básica (caminos, electricidad, servicios urbanos, vivienda, educación, etc.). El *Programa de Desarrollo Municipal 2022-2025*, tiene como objetivo propiciar el desarrollo económico del municipio; administrar los recursos naturales existentes en su territorio, con base en una adecuada y oportuna planeación e instrumentación de infraestructura para lograr un desarrollo sustentable con la participación coordinada de los sectores públicos, privados y la sociedad. En este sentido no hay limitantes por parte del municipio para la creación de infraestructura y desarrollo de tecnologías que permitan el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

#### ***III.2 Plan estatal de desarrollo***

De acuerdo al análisis del *Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2023 – 2028* para el estado de Durango, la minería aporta un 2.7% de la producción estatal y dentro de sus ejes rectores de desarrollo plantea lo siguiente:

#### **Armonía social con seguridad y justicia**

**Objetivo 2.10.** Promover la minería como detonante económico de las regiones.

**Estrategia 2.10.1.** Promover el potencial geológico y minero del Estado.

#### **Líneas de Acción:**

**2.10.1.1.** Impulsar inversiones que consoliden el desarrollo sostenido del sector.

**2.10.1.2.** Apoyar a la pequeña minería para la identificación de lotes viables de exploración y la cubicación de reservas explotables.

**2.10.1.3.** Generar programas de capacitación a favor de la pequeña y gran minería.

**2.10.1.4.** Brindar acompañamiento a las empresas mineras y comunidades para el cumplimiento de normas y regulaciones en la materia.

**2.10.1.5.** Establecer una vinculación permanente con las autoridades competentes para la exploración y explotación de la minería metálica y no metálica.

**2.10.1.6.** Crear programas para la generación de valor agregado en el sector.

**2.10.1.7.** Generar alianzas con las empresas para fortalecer el desarrollo de las comunidades mineras.

#### ***III.3 Plan de desarrollo nacional***

El desarrollo sustentable debe regir todas las actividades de la Administración Pública Federal, por lo que los programas y estrategias de las distintas dependencias y organismos serán diseñados tomando en cuenta los tres

elementos indispensables para alcanzar el desarrollo sustentable, esto es, el beneficio social, el desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente y de los recursos naturales dentro del territorio nacional.

Las actividades propuestas son congruentes con el *Plan Nacional de Desarrollo*, ya que permitirá la promoción y desarrollo de actividades productivas, el fortalecimiento de las instituciones locales y la ampliación de la base tecnológica de la región, contribuyendo a un crecimiento económico sostenido y sustentable a través de la creación de fuentes de empleo, preservando el medio ambiente y los recursos naturales de la región.

El proyecto se vincula directamente con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 en su meta de “impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo”, siendo su objetivo el siguiente:

“Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados.”. **En este sentido la explotación de materiales pétreos aumentará la generación de empleos de las comunidades cercanas, contribuyendo al desarrollo regional mejorando la calidad de vida de los habitantes.**

### ***III.4 Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales***

La obra se vincula directamente con la siguiente estrategia del Programa Sectorial del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020 - 2024:

Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.

Por tal razón, las acciones de la SEMARNAT estarán encaminadas a la promoción, regulación y apoyo del mejor desempeño ambiental del **sector productivo**, tanto de manera directa como mediante la suma de esfuerzos con programas de otras dependencias federales y los gobiernos estatales y municipales.

Con ello, se buscará que los incrementos en productividad y el crecimiento de la economía estén vinculados con una menor emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), una menor degradación ambiental, una mayor contribución del valor de los bienes ambientales en el PIB y la creación de empleos verdes formales, beneficiando particularmente a grupos de población que habitan en regiones vulnerables y/o de alta y muy alta marginación.

### ***III.5 Análisis de los instrumentos normativos***

#### **III.5.1 Leyes y sus reglamentos**

##### ***III.5.1.1 Ley de Aguas Nacionales***

La *Ley de Aguas Nacionales* (LAN, 2014), establece que quienes pretendan aprovechar materiales pétreos dentro de un cauce federal, se requiere la autorización de la CONAGUA de dos instrumentos: i) concesión para la extracción de materiales (CNA-01-005) y ii) concesión para la ocupación de terrenos federales (CNA-01-006); los cuales tienen sus bases legales en los *artículos 21, 21 BIS, 22, 113, 113 BIS, 118 primer y segundo párrafos y 118 BIS*. También fueron analizados los *artículos 192 A y 236*, que determinan los costos por su aprovechamiento; asimismo, fueron analizados los *artículos 119 y 120* que describen las infracciones y sanciones administrativas en la materia.

Se considera lo establecido en los *artículos 174 y 175* de su reglamento referente al otorgamiento de las concesiones; y el *artículo 176*, que dice:

*La extracción de materiales pétreos sólo se podrá concesionar en los cauces y vasos, siempre y cuando no se afecten las zonas de protección o seguridad de los mismos. “La Comisión” no expedirá concesiones para la explotación de materiales pétreos de las riberas o zonas federales de los cauces y vasos de propiedad nacional.*

Para el otorgamiento de concesiones para la extracción de materiales en cauces o vasos, se estará a lo siguiente:

- I. En el caso de cauces cuyas características hidráulicas impidan la extracción de los materiales desde una de las márgenes, el concesionario deberá emplear procedimientos mecánicos que no afecten el libre flujo de la corriente.
- II. En el caso de corrientes intermitentes, la extracción no deberá modificar en forma perjudicial la sección hidráulica natural, ni afectar los márgenes, la zona federal o la zona de protección.
- III. Los concesionarios para la extracción de materiales pétreos deberán recuperar los bancos de acuerdo con las condiciones ambientales y de paisaje de la zona donde se localicen, para lo cual deberán devolver al sitio los materiales resultados del despalme y, en su caso, el producto de excavaciones, mediante nivelaciones o cortes que faciliten la revegetación, de acuerdo con las normas que al efecto emita “La Comisión”.

Las concesiones para la extracción de materiales pétreos podrán ser objeto de concurso, de acuerdo a las bases que para tal efecto se publiquen, en las cuales se considerará la explotación racional de los materiales y la mejoría de las condiciones hidráulicas del tramo concesionado. Las concesiones se podrán otorgar por volumen o por el período de extracción solicitado

#### **III.5.1.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

La *Ley General de Equilibrio y la Protección al Ambiente* (LGEEPA, 2021) en su *artículo 5º. Fracción II* otorga atribuciones a la Federación para la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal. Así mismo, la *Ley General de la Administración Pública Federal* en su *artículo 32 bis, fracción XI* atribuye a la SEMARNAT evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental. De esta forma, y aplicando lo establecido en los *artículos 5 fracción X, 28 fracción XIII, y 30 de la LGEEPA y artículos 4 fracción I, 5 inciso R), fracción II de su reglamento en materia de impacto ambiental* (R-LGEEPA-IA, 2000). La Secretaría realizará en sus tiempos y términos aplicables la evaluación de impacto ambiental del presente estudio.

#### **III.5.1.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

**Esta ley no es aplicable ya que no es necesario el cambio de Uso de Suelo para el desarrollo del proyecto.**

#### **III.5.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

En las diferentes etapas de la obra, se producirán residuos de diversas características, como: residuos vegetales, padecería de papel, cartón, vidrio, metal, material impregnado con grasas y aceites, etc. Por tanto, éstos serán almacenados temporalmente dentro de recipientes y, serán manejados por una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT; la Promovente será la encargada de llevarlos a los sitios autorizados para su confinamiento y/o su posible reciclaje. Se dará cumplimiento a los *artículos 18 y 20* de esta Ley, para clasificar los residuos sólidos urbanos, y con el objeto de prevenir y reducir riesgos a la salud y al ambiente, se deberán de considerar algunos de los factores enmarcados en el *artículo 21*, asimismo se cumplirá con artículos que aplique en la presente ley (LGPGIR, 2015).

#### **III.5.1.5 Ley General de Vida Silvestre**

La fauna silvestre en ningún momento será afectada de manera directa por las actividades a desarrollar; sin embargo, fue pertinente realizar un inventario de la fauna; tomando en cuenta los artículos del *capítulo I - Especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación (artículos 56, 57, 58 y 61) de la Ley General de Vida Silvestre* (LGVS, 2021).

#### **III.5.1.6 Ley Agraria**

Dado que las actividades de aprovechamiento estarán inmersas en terrenos del tipo ejidal (localización), fueron analizados los *artículos del capítulo II de la Ley Agraria* (LA, 2022), que trata lo relacionado a las tierras ejidales. Ya que los bancos se encuentran en zona federal, corresponde a ésta el otorgamiento de dicha autorización; y dado que

se tiene el permiso de la Asamblea para el uso y tránsito por los caminos de servidumbre, no existe impedimento para llevar a cabo las actividades planteadas.

### **III.5.1.7 Ley Minera**

Según su [artículo 5 de la Ley Minera](#) (LM, 2022) se exceptúan de la aplicación de la presente Ley:

- I. *El petróleo y los demás hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos, que se encuentren en el subsuelo; Fracción reformada DOF 26-06-2006, 11-08-2014;*
- II. *Los minerales radiactivos;*
- III. *Las sustancias contenidas en suspensión o disolución por aguas subterráneas, siempre que no provengan de un depósito mineral distinto de los componentes de los terrenos;*
- IV. *Las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen a este fin;*

### **III.5.1.8 Ley Federal de Derechos**

Se identificó lo relacionado con el pago de los trámites según los [artículos 3, 192-A fracción I, II; y 192-D](#); mientras que lo relacionado con el pago de los trámites en materia de impacto ambiental se contiene en los [artículos 194-H, 194-J, 194-M](#).

## **III.5.2 Normas Oficiales Mexicanas aplicables**

### **III.5.2.1 Para la emisión de gases contaminantes**

[NOM-041-SEMARNAT-2015](#): *Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.*

[NOM-045-SEMARNAT-2017](#): *Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.*

[NOM-085-SEMARNAT-2011](#): *Establece los niveles máximos permisibles de emisión de humo, partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de los equipos de combustión de calentamiento indirecto que utilizan combustibles convencionales o sus mezclas, con el fin de proteger la calidad del aire.*

[NOM-086-SEMARNAT-2005](#): *Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles.*

### **III.5.2.2 Para la emisión de ruido por vehículos y fuentes fijas**

[NOM-011-STPS-2001](#): *Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.*

[NOM-080-STPS-1993](#): *Higiene industrial del medio ambiente laboral. Determina el nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.*

[NOM-080-SEMARNAT-1994](#): *Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de los escapes de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.*

### **III.5.2.3 Para la protección del personal durante la obra**

[NOM-002-STPS-2010](#): *Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.*

*NOM-004-STPS-1999: Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipos que se utilicen en los centros de trabajo.*

*NOM-006-STPS-2000: Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad.*

*NOM-017-STPS-2001: Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de manejo.*

*NOM-019-STPS-1993: Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.*

*NOM-021-STPS-1993: Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.*

*NOM-025-STPS-1999: Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.*

*NOM-026-STPS-1998: Colores y señales de seguridad, higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.*

*NOM-027-STPS-2000: Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.*

*NOM-100-STPS-1994: Seguridad de extintores contra incendios a base de polvo químico seco con presión contenida.*

*NOM-102-STPS-1994: Seguridad de extintores contra incendios a base de bióxido de carbono.*

*NOM-103-STPS-1994: Seguridad de extintores contra incendios a base de agua con presión contenida.*

*NOM-113-STPS-1994: Calzado de protección.*

#### **III.5.2.4 Para el control, manejo y transporte de residuos peligrosos generados**

*NOM-052-SEMARNAT-2005: Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hace a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.*

*NOM-054-SEMARNAT-1993: Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.*

#### **III.5.2.5 Para el manejo y protección de la flora y fauna en estatus de protección**

*NOM-059-SEMARNAT-2010: Determina las especies y subespecies de flora y fauna terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece las especificaciones para su protección.*

**Cuadro III-1. Vinculación de los lineamientos jurídicos**

<b>Instrumento</b>	<b>Artículo/Numeral</b>	<b>Vinculación del Proyecto/Instrumento legal</b>
<i>Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento</i>	Artículo 174. Para efectos del artículo 118 de la “Ley”, las solicitudes para obtener concesión para explotar, usar o aprovechar bienes nacionales a cargo de “La Comisión”.	Se requiere obtener la concesión por parte de la CONAGUA. Se tiene plenamente descrito i) los datos del solicitante, ii) se trata de persona física, iii) localización y objeto de aprovechamiento, iv) descripción del proceso y plazos, v) la solicitud de autorización corresponde al Término CNA-01-005.
	Artículo 175. La preferencia en el otorgamiento de las concesiones a que se refiere el último párrafo del artículo 118 de la “Ley”, para la explotación, uso o aprovechamiento de la zona federal a cargo de “La Comisión”, no comprenderá el cauce, el vaso, ni los materiales de construcción.	No se tiene interés por parte de los propietarios del predio de solicitar concesión, además de que ésta no incluye el aprovechamiento de los materiales.

Instrumento	Artículo/Numeral	Vinculación del Proyecto/Instrumento legal
	<p>Artículo 176. La extracción de materiales pétreos sólo se podrá concesionar en los cauces y vasos, siempre y cuando no se afecten las zonas de protección o seguridad de los mismos. “La Comisión” no expedirá concesiones para la explotación de materiales pétreos de las riberas o zonas federales de los cauces y vasos de propiedad nacional. Las concesiones se podrán otorgar por volumen o por el período de extracción solicitado.</p>	<p>Para la extracción de los materiales i) se emplearán procedimientos mecánicos que no afecten el libre flujo de la corriente; ii) no se deberá modificar en forma perjudicial la sección hidráulica natural, ni afectar los márgenes, la zona federal o la zona de protección, y iii) el banco se recuperará de acuerdo con las condiciones ambientales y de paisaje de la zona donde se localicen. Se ha calculado el volumen a extraerse y un plazo para efectuarlo.</p>
<p><i>Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente</i></p>	<p>Artículo 28 fracción XII. Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.</p>	<p>Se quiere obtener autorización en materia de Impacto Ambiental</p>
	<p>Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente... requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: ... Inciso R) Fracción II.</p>	<p>La solicitud de impacto ambiental deberá presentarse mediante una Manifestación de Impacto Ambiental, la Promoviente a través del documento presentado ante la SEMARNAT, cumple con este Artículo. La extracción de materiales pétreos se considera una actividad que requieren autorización en materia de impacto ambiental, considerada en el Reglamento de Impacto Ambiental como: r) obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales, por lo tanto, se deberá solicitar autorización a la SEMARNAT para dicha actividad.</p>
<p><i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</i></p>	<p>Artículos 93 en materia de cambio de uso de suelo y los artículos 138, 139 y 141 de su Reglamento, los terrenos forestales seguirán considerándose como tales, aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, Plagas, Enfermedades, Incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa.</p>	<p>Considerando este último artículo y dado que la extracción de materiales se realizará en el lecho de un río que no cuenta con vegetación, no es necesario presentar un estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo de terreno forestal.</p>
<p><i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i></p>	<p>Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.</p>	<p>A lo largo de las etapas para el aprovechamiento de los materiales pétreos se ha considerado el manejo de los residuos sólidos generados.</p>

Instrumento	Artículo/Numeral	Vinculación del Proyecto/Instrumento legal
	<p>Artículo 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.</p>	<p>Se considera el manejo de residuos de manejo especial según la NOM-052.</p>
	<p>Artículo 21. Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo.</p>	<p>Ha sido considerado la clasificación según la NOM-052.</p>
<p><i>Ley General de Vida Silvestre</i></p>	<p>Capítulo I. Especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación (artículos 56, 57, 58 y 61) de la Ley General de Vida Silvestre.</p>	<p>La fauna silvestre en ningún momento será afectada de manera directa por las actividades a desarrollar; sin embargo, fue pertinente realizar un inventario de la fauna.</p>
<p><i>Ley Agraria</i></p>	<p>Artículos del capítulo II de la Ley Agraria. Que trata lo relacionado a las tierras ejidales.</p>	<p>Ya que el banco se encuentra en zona federal, corresponde a ésta el otorgamiento de dicha autorización; y dado que se tiene el permiso de la Asamblea para el uso y tránsito por los caminos de servidumbre, no existe impedimento para llevar a cabo las actividades planteadas.</p>
<p><i>Ley Minera</i></p>	<p>Artículo 5 de la Ley Minera. Se exceptúan de la aplicación de la presente Ley: IV. Las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen a este fin;</p>	<p>Por lo tanto, las actividades no se supeditan a esta Ley.</p>
<p><i>Ley Federal de Derechos</i></p>	<p>Artículos 3, 192-A fracción I, II; y 192-D</p>	<p>Correspondiente a los pagos para la concesión de CONAGUA.</p>
	<p>Artículos 194-H, 194-J, 194-M.</p>	<p>Correspondiente a los pagos para la autorización de Impacto Ambiental (SEMARNAT).</p>
<p><i>NOM-041-SEMARNAT-2006</i></p>	<p>Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</p>	<p>Se deberá realizar un mantenimiento periódico de los vehículos, maquinaria y equipo a emplear. También se deberán vigilar los niveles de emisiones por la maquinaria empleada.</p>
<p><i>NOM-045-SEMARNAT-2006</i></p>	<p>Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.</p>	

Instrumento	Artículo/Numeral	Vinculación del Proyecto/Instrumento legal
<i>NOM-085-SEMARNAT-2005</i>	Contaminación atmosférica-fuentes fijas. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.	Dado que toda la maquinaria será removible y estará en constante movimiento y éste dependerá de su uso, no se considera que existe fuente fija de contaminación atmosférica.
<i>NOM-086-SEMARNAT-2005</i>	Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles	Se utilizará, maquinaria y vehículos de combustión interna a base de combustibles fósiles, los cuales deberán ser suministrados en una estación que cumpla con las especificaciones que deben reunir los combustibles.
<i>NOM-011-STPS-1994</i>	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se trabajará con maquinaria pesada, la cual emite niveles sonoros, estos deben estar determinados a lo que establece la norma, para preservar la salud contra el daño auditivo del trabajador.
<i>NOM-080-STPS-1993</i>	Higiene industrial-Medio ambiente laboral. Determina el nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.	Se trabajará con maquinaria pesada, la cual emite niveles sonoros, estos deben estar determinados por la norma, para preservar la salud contra el daño auditivo del trabajador.
<i>NOM-080-SEMARNAT-1994</i>	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de los escapes de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Se dará mantenimiento periódico de la maquinaria y el equipo utilizado, así como dotar al personal de equipo de protección contra el ruido.
<i>NOM-002-STPS-2010</i>	Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	Se establecerá y dará seguimiento a un programa interno de revisión a la maquinaria, a fin de identificar y corregir condiciones inseguras. Se revisará que las áreas de evacuación estén libres de obstáculos.
<i>NOM-004-STPS-1999</i>	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipos que se utilicen en los centros de trabajo.	Los trabajadores deberán usar el equipo necesario para proteger y prevenir riesgos en el sitio.
<i>NOM-006-STPS-2000</i>	Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad.	El sitio no contará con almacenes, por lo tanto, no aplica.
<i>NOM-017-STPS-2001</i>	Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de manejo.	Los trabajadores deberán usar el equipo necesario para proteger y prevenir riesgos en el área de trabajo.
<i>NOM-019-STPS-1993</i>	Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.	Se deberá tener un programa de atención a emergencias.
<i>NOM-021-STPS-1993</i>	Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.	Incluir en las bitácoras de control del personal lo relativo a los riesgos de trabajo.
<i>NOM-025-STPS-1999</i>	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	Las actividades se llevarán en horario diurno, por lo tanto, la Norma no es aplicable.

Instrumento	Artículo/Numeral	Vinculación del Proyecto/Instrumento legal
<a href="#">NOM-026-STPS-1998</a>	Colores y señales de seguridad, higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	Se deberán ubicar señalamientos adecuados de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observados e interpretados por los trabajadores.
<a href="#">NOM-027-STPS-2000</a>	Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.	Al trabajar con maquinaria pesada se podría fracturar algún metal constituyente de la máquina, el cual pudiera ser pegado por medio de la soldadura, el mantenimiento debe darse en lugares expofeso.
<a href="#">NOM-100-STPS-1994</a>	Seguridad-extintores contra incendios a base de polvo químico seco con presión contenida.	Al manejar gasolina y diésel, el primero que es de alta volatilidad se pudiera generar un incendio, por lo que se deberá considerar la seguridad de los extintores.
<a href="#">NOM-102-STPS-1994</a>	Seguridad-extintores contra incendios a base de bióxido de carbono.	
<a href="#">NOM-103-STPS-1994</a>	Seguridad-extintores contra incendios a base de agua con presión contenida.	
<a href="#">NOM-113-STPS-1994</a>	Calzado de protección.	El personal deberá contar con el calzado adecuado para las actividades que realice.
<a href="#">NOM-052-SEMARNAT-2005</a>	Establece las características de los residuos peligrosos.	No se generarán residuos peligrosos y en todo momento se revisarán los listados de la NOM - 052.
<a href="#">NOM-054-SEMARNAT-1993</a>	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.	El manejo de los residuos en el complejo se dará conforme a lo establecido en la NOM - 054.
<a href="#">NOM-059-SEMARNAT-2010</a>	Determina las especies y subespecies de flora y fauna terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece las especificaciones para su protección.	Los sitios no albergan fauna con categoría de riesgo, sin embargo, se plantea un Programa de Reubicación, en su caso.

### III.6 Regulación del uso de suelo

El ordenamiento ecológico (OE) se define jurídicamente como: “*un instrumento técnico y legal que regula los usos del suelo, el manejo de los recursos naturales y las actividades humanas*”. Busca lograr un balance entre las actividades productivas y la protección de la naturaleza. Se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región.

De acuerdo con la LGEEPA el OE es “*el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir de los análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismo*” (Título Primero, Artículo 3 Fracción XXIII).

Por su parte la **Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos**, en sus artículos 25, 26 y 27, establece los principios de planeación y ordenamiento de los recursos naturales con el fin de impulsar y fomentar el desarrollo productivo con la consigna de proteger y conservar el medio ambiente. En ellos se establece la participación de los diversos sectores de la sociedad y la incorporación de sus demandas en el plan y los programas de desarrollo.

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

El artículo 1, 2 y 3 de la LGEEPA definen y establecen las bases para la formulación del ordenamiento ecológico considerándolo de interés y utilidad pública y social. Por lo antes mencionado, la LGEEPA establece claramente el

vínculo jurídico entre el ordenamiento ecológico y la planeación nacional, pues su artículo 17 indica la obligatoriedad de la observancia de este instrumento en el esquema de planeación nacional para el desarrollo sustentable.

La LGEEPA define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación: General (país), Marino, Regional (1 o más de 2 estados) y Local (municipal).

### III.6.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Nacional

Las actividades propuestas son congruentes con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), que permitirá el desarrollo regional de la zona, integrando los sectores forestal y minero, la promoción y desarrollo de actividades productivas, el fortalecimiento de las instituciones locales y la ampliación de la base tecnológica de la región, contribuyendo a un crecimiento económico sostenido y sustentable a través de la creación de fuentes de empleo, preservando el medio ambiente y los recursos naturales de la región (POEGT, 2012).

La ubicación del sitio respecto a POEGT se puede definir como se muestra en el cuadro siguiente:

*Cuadro III-2. Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica*

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE	POLITICA AMBIENTAL	RECTORES DE DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO
9.24	14	SIERRAS Y LLANURAS DE DURANGO	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	GANADERÍA MINERÍA	AGRICULTURA FORESTAL	FORESTAL

Las estrategias de la UAB se describen y vinculan con las actividades propuestas en el cuadro siguiente:

*Cuadro III-3. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB.*

Dirección	Estrategia	Vinculación con el proyecto
<b>Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio</b>		
Aprovechamiento sustentable	<p><b>Estrategia 4.</b> Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.</p> <p><b>Estrategia 5.</b> Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios</p> <p><b>Estrategia 6.</b> Modernizar la infraestructura hidro-agrícola y tecnificar las superficies agrícolas</p> <p><b>Estrategia 7:</b> Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p><b>Estrategia 8:</b> Valoración de los servicios ambientales.</p>	Se incluye un programa de rescate para especies de fauna en la MHF, así mismo, se hace un análisis de la biodiversidad. No se compromete los servicios ambientales de la MHF.
Protección de los recursos naturales	<p><b>Estrategia 12:</b> Protección de los ecosistemas.</p> <p><b>Estrategia 13.</b> Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>	No se usarán sustancias químicas peligrosas para la vida silvestre.
Dirigidas a la Restauración	<b>Estrategia 14:</b> Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.	Se implementará un programa de abandono del sitio.
Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p><b>Estrategia 15:</b> Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p><b>Estrategia 15 BIS:</b> Coordinación entre los sectores minero y ambiental.</p> <p><b>Estrategia 19.</b> Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.</p>	Se cumple con la normatividad en materia de impecato ambiental.  Los vehículos utilizados en el sitio, tendrán un mantenimiento preventivo, que reduzca la emisión de gases contaminantes.

Dirección	Estrategia	Vinculación con el proyecto
	<b>Estrategia 20.</b> Mitigar el incremento en las emisiones de gases efecto invernadero y reducir los efectos del cambio climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	
<b>Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
Suelo urbano y vivienda	<b>Estrategia 24.</b> Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	Las obras y actividades detonan un desarrollo socioeconómico en la región (creación de empleos que mejoren la calidad de vida de los habitantes).
Zonas de riesgo y prevención de contingencias	<b>Estrategia 25.</b> Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. <b>Estrategia 26.</b> Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	La zona no es susceptible de riesgos, terremotos, inundaciones.
Agua y saneamiento	<b>Estrategia 27.</b> Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. <b>Estrategia 28.</b> Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. <b>Estrategia 29:</b> Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No aplica a la naturaleza del proyecto.
Desarrollo social	<b>Estrategia 33.</b> Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. <b>Estrategia 34.</b> Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. <b>Estrategia 35.</b> Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. <b>Estrategia 36.</b> Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. <b>Estrategia 37.</b> Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. <b>Estrategia 38.</b> Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso. <b>Estrategia 40.</b> Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. <b>Estrategia 41.</b> Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Se crean nuevos empleos para las comunidades locales. Se promueve una derrama económica regional por la adquisición de insumos, servicios y empleos indirectos. No hay presencia de comunidades indígenas en la zona.
<b>Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.</b>		

Dirección	Estrategia	Vinculación con el proyecto
Marco jurídico	<b>Estrategia 42.</b> Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Se respeta la propiedad rural, el terreno cuenta con la legal titularidad para los usos destinados.
Planeación del ordenamiento territorial	<b>Estrategia 43.</b> Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No hay problemas de litigio o linderos entre las propiedades locales.
	<b>Estrategia 44.</b> Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

Derivado del análisis del presente instrumento, se concluye que las actividades propuestas son compatibles con las estrategias, siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación y restauración, propuestas para proteger la calidad del agua, suelo, flora y fauna silvestre.

### III.6.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Durango

Según la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Durango (POED) publicada en el Diario Oficial del estado el 08 de septiembre de 2016:

- El modelo de ocupación territorial es el principal producto del Ordenamiento Estatal. El modelo representa una propuesta para la asignación de usos o actividades a cada una de las unidades de gestión ambiental, siguiendo criterios que permitan distribuir las actividades económicas y de conservación de forma balanceada, sin favorecer o afectar a un sector en particular. Debe entenderse como una herramienta **para orientar los programas y planes de la administración pública, para fomentar cada uno de los sectores que participan en el proceso. No debe entenderse como un medio para prohibir o permitir las actividades de los sectores participantes.**
- El modelo de ordenamiento ecológico del estado de durango (POED, 2016) considera para la delimitación de sus UGA: **i) la geomorfología, ii) el uso de suelo y vegetación y ii) las aptitudes sectoriales.** Sin embargo, dados los objetivos del mismo, la delimitación está orientada a la dirección del uso, manejo y potencialidad de los recursos naturales.

El sitio se encuentra en la UGA Lomerío con mesetas 2, la cual tiene los siguientes lineamientos:

**UGA:** Lomerío con mesetas 2

Política ambiental: Aprovechamiento

**Usos a promover:** Aprovechamiento Forestal No Maderable de Lechuguilla; Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Avícola; Explotación Pecuaria de Caprinos; Minería.

**Lineamiento ambiental:** Los proyectos de actividad minera se realizan acorde a la permanencia de la vegetación natural identificada para la UGA

**Criterios de regulación ecológica:** FNM07, BIO01, GAN02, GAN05, GAN07, GAN08, GAN09, GAN10, GAN11, MIN01, MIN02, MIN03, MIN04, URB09

La vinculación de las actividades de acuerdo a los criterios de regulación para la UGA correspondiente, se detallan a continuación:

**Cuadro III-4. Vinculación de los criterios de regulación**

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN DE CRITERIOS
FNM07	Deberá dejarse distribuido uniformemente al menos, el 20% de las plantas en la etapa de madurez de cosecha.	No se consideran actividades de aprovechamiento forestal No maderable.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN DE CRITERIOS
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	Se plantea un programa de rescate y reubicación de flora y fauna, en caso de ser necesario.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas <i>Eragrostis curvula</i> , <i>E. lehmanniana</i> , <i>E. superba</i> , <i>Melinum repens</i> y <i>Panicum coloratum</i> ).	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comederos de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado y subir el nivel altura de acuerdo al tamaño del ganado pastando).	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN10	El manejo de excretas deberá acatar las especificaciones y características zoonosanitarias correspondientes.	No se incluyen actividades ganaderas.
GAN11	Las aguas residuales deben ser manejadas en plantas de tratamiento de agua; evitando eliminarlas en corrientes o acúmulos de agua. Como requisito mínimo, las aguas residuales recibirán un tratamiento primario o pretratamiento, antes de dirigirlas a un sistema de alcantarillado público.	No se incluyen actividades ganaderas.
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.	Las actividades están relacionadas a la minería y todas ellas tienen autorizaciones correspondientes.
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	Se tendrán un programa de mantenimiento preventivo.
MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	Se tendrán un programa de mantenimiento preventivo.
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	No se generarán residuos peligrosos, y en caso fortuito se les dará el manejo adecuado.
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	Las actividades no se consideran como obras urbanas.

En virtud, del análisis de la regulación del uso del suelo en el sitio, **se puede concluir que el aprovechamiento del banco de materiales propuesto no alterará ni modificará los usos y criterios de ordenamiento ecológico estatal.** La ubicación del sitio respecto a la zonificación de las UGA en el contexto estatal se muestra en el plano del Anexo 5.4.

### III.7 Ubicación del sitio en las regiones prioritarias para la conservación

#### III.7.1 Áreas naturales protegidas

Para el estado de Durango se encuentran **2 ANP**, consideradas como "zonas de protección forestal y reserva integral de la biosfera" las cuales se denominan, así como **1 ANP** considerada como "Área de Protección de los Recursos Naturales y Zona Protectora Forestal":

- a) **Bolsón de Mapimí** localizada en los municipios de Tlahualilo y Mapimí.
- b) **La Michilía** localizada en los municipios de Súchil y Mezquital.
- c) **CADNR 043** localizada en los estados de Aguascalientes, Jalisco, Durango, Nayarit y Zacatecas.

El sitio donde se desarrollarán las actividades **No** se encuentra ubicado en estas dos ANP, su localización respecto a las ANP en el contexto estatal se muestra en el plano del **Anexo 5.1** así como en la Figura III-1.

#### III.7.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. El programa inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA). Para el estado se han establecido diversas zonas para proteger las aves a través de la CONABIO.

El sitio **No** se encuentra ubicado en alguna **AICA**, su localización respecto a las AICA establecidas en el estado de Durango se muestran en el plano del **Anexo 5.1**.

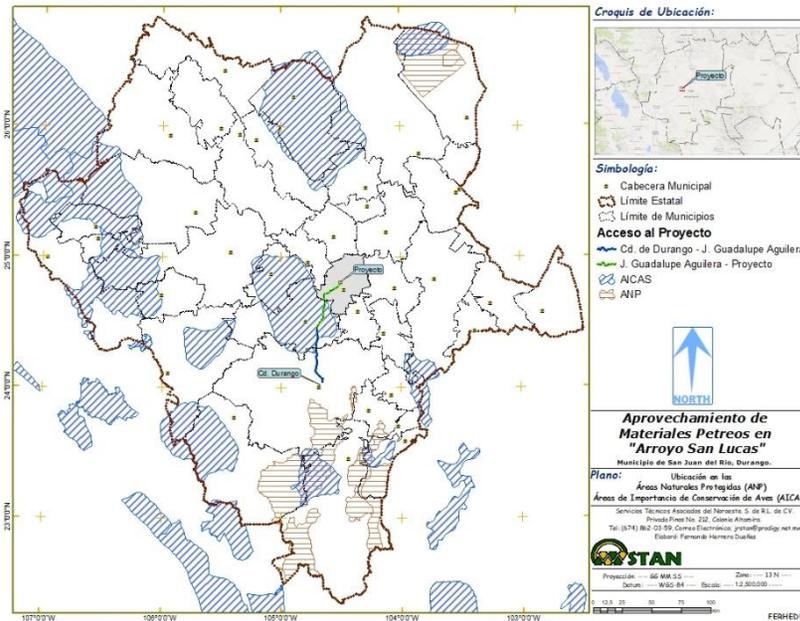


Figura III-1 AICAS y ANP respecto al proyecto

#### III.7.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En México, la CONABIO tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de

biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido de los recursos naturales disponibles. El sitio se ubica dentro de la siguiente RHP establecida en el estado de Durango.

**RÍO NAZAS (Número 40).** Tiene una extensión de 35,036.86 km<sup>2</sup>, sus recursos hídricos principales son lénticos: presas Lázaro Cárdenas, Francisco Zarco, el Palmito y lago de Santiaguillo y lóticos: ríos San Juan, Ramos, Potreritos, del Oro, Nazas, Santiago, Tepehuanes y Peñón Blanco. Tipos de vegetación: pastizal natural, bosques de pino-encino, encino-pino, tazcate, matorral de manzanilla, matorral desértico rosetófilo, matorral crasicaule, vegetación acuática, semiacuática y ribereña.

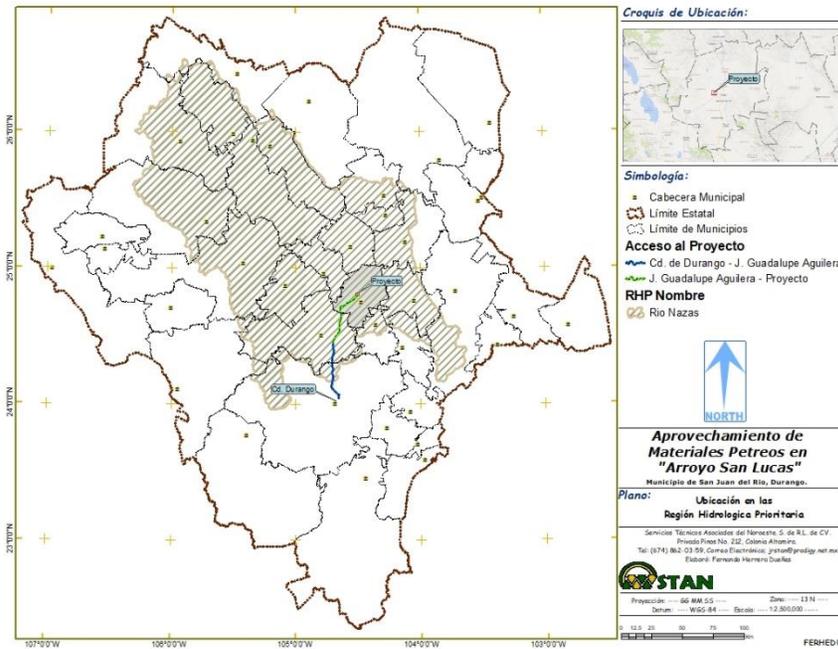


Figura III-2 Región Hidrológica Prioritaria respecto al proyecto

La ubicación del proyecto respecto a las RHP establecidas para el Estado de Durango se presenta en el **Anexo 5.2**.

### III.7.3.1 Vinculación del proyecto con la RHP

La vinculación de la Región Hidrológica Prioritaria denominada radica en los resultados obtenidos en el presente estudio, los cuales nos indican que los recursos de Suelo, Agua, Biodiversidad, de igual forma para cada impacto generado se están proponiendo una obra de mitigación, que nos garantice la protección a estos recursos.

Los resultados obtenidos para cada concepto se detallan en los apartados correspondientes, así mismo a razón que el presente proyecto se encuentra inmerso dentro de esta Región Prioritaria, es de observancia obligatoria la conducción de lo siguiente:

- ❖ Identificación de flora y fauna que se pueda encontrar en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ❖ Se aplicará un programa de rescate para especies de Fauna consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ❖ Reportar si se encuentran nidos o hábitats de aves que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, a las autoridades de la CONABIO.
- ❖ Prohibir la caza de aves.
- ❖ Evitar contaminar los cuerpos de agua superficiales y subterráneos con sustancias consideradas como peligrosas.
- ❖ Al momento de la operación de los bancos, respetar los límites autorizados del proyecto para minimizar el impacto a la modificación del entorno.

- ❖ Evitar llegar al manto freático para no dañar o alterar su estado.

### III.7.4 Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tienen como objetivo la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaque la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de su conservación. En este contexto, el programa de las RTP de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de conservación de la biodiversidad.

La localización del sitio referente a las RTP establecidas en el estado de Durango se muestra en el plano anexo donde se observa que **no** se encuentra en alguna de estas regiones especiales.

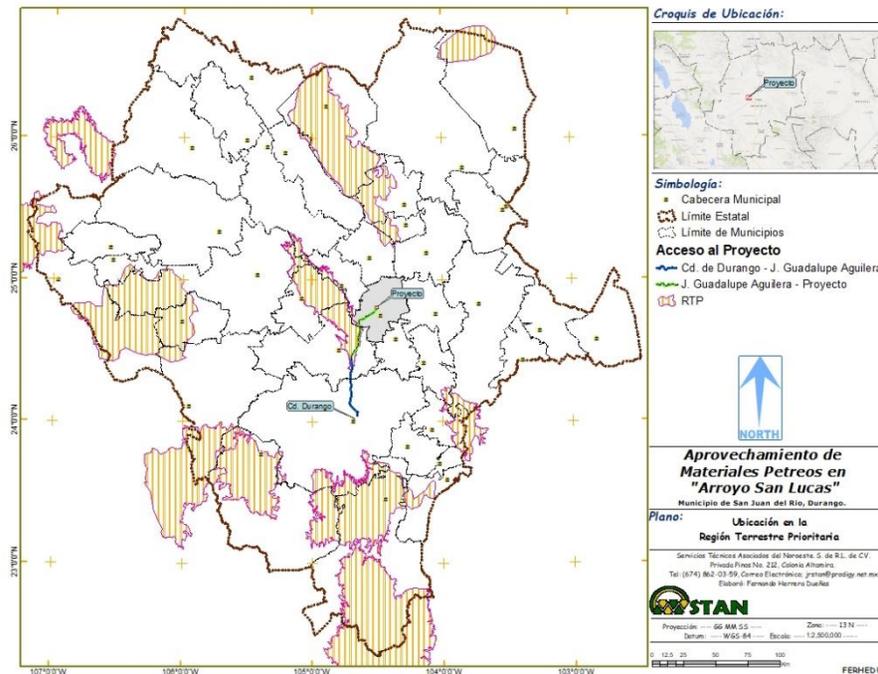


Figura III-3 Región Terrestre Prioritaria respecto al Proyecto.

La ubicación del proyecto respecto a las RTP establecidas para el Estado de Durango se presenta en el **Anexo 5.3**.

#### IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (INVENTARIO AMBIENTAL)

##### *IV.1 Delimitación a nivel regional*

El sitio se ubica dentro del Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango en las **UGA 109**, con política ambiental de **aprovechamiento** y con el lineamiento ambiental L8, **Los proyectos de actividad minera se realizan acorde a la permanencia de la vegetación natural identificada para la UGA**. cuyos usos a promover son: **aprovechamiento Forestal No Maderable de Lechuguilla; Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaría Avícola; Explotación Pecuaría de Caprinos; Minería** Cuenta con una superficie de **163,467.43 ha**.

Con los datos anteriores se pudo llegar a la conclusión que al tomar la UGA como SA sería demasiado extenso para el tamaño del proyecto. Si bien, las Guías para la presentación de la MIA recomiendan utilizar como Sistema Ambiental las Unidades de Gestión Ambiental de los Ordenamientos Ecológicos, también indican que la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción. Por lo anterior se decidió ajustar la delimitación del Sistema Ambiental atendiendo este último criterio.

Para poder delimitar el SA se hizo uso del programa ArcMap en su versión 10.8 mediante la herramienta **watershed**, para lo cual se inició con la generación del modelo digital de elevación en base a las curvas de nivel equidistantes a 20 m., a partir de este modelo se corrigieron los vacíos del raster con la herramienta **Hidrology** en la función **Fill**, el cual servirá para determinar la dirección del flujo que está basada en la pendiente del terreno y que indica hacia donde corren los cauces, por lo tanto, dentro de la misma herramienta **Hidrology** en la función **Flow Direction** se genera el nuevo raster de acumulación del flujo, y a partir de este raster dentro de la función **Flow Accumulation** se genera un nuevo raster que indicará la acumulación del flujo, el cual indica en que zonas se acumula más agua y finalmente conociendo la dirección y la acumulación de los cauces se pudo definir el Sistema Ambiental desde el punto de descarga más cercano, este procedimiento se realizó en base al raster de acumulación y la función **Watershed**, la cual delimito el área en base a todos los cauces que captan agua hacia este punto de descarga obteniendo un área de **7931.39 has**, de las cuales solo **9.46 ha** (0.11%) del total será afectada por el establecimiento y aprovechamiento del banco de materiales pétreos en la figura siguiente se puede observar el proceso de obtención del Sistema Ambiental:

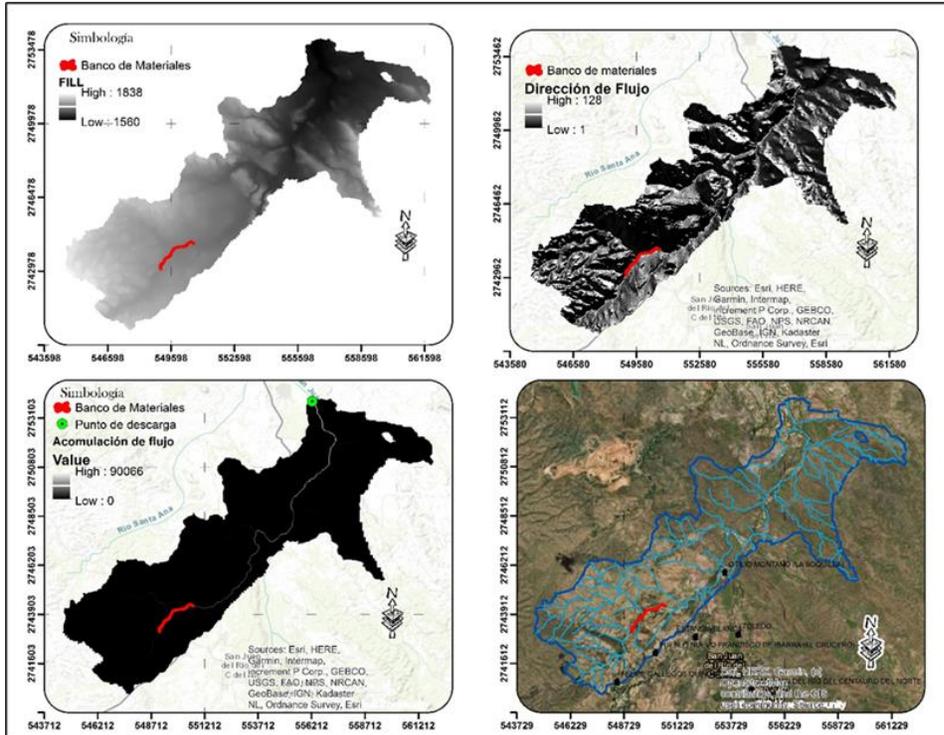


Figura IV-1 Delimitación del Sistema Ambiental.

La ubicación del proyecto respecto al Sistema Ambiental se presenta en la siguiente imagen:

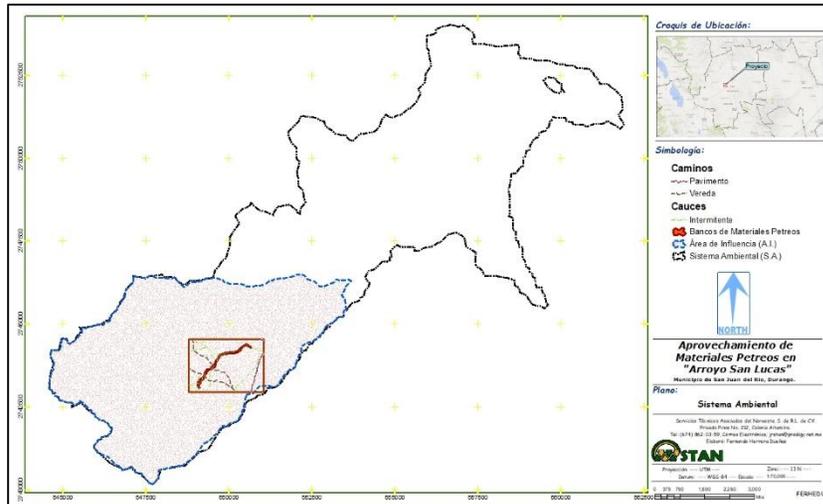


Figura IV-2 Ubicación del proyecto a nivel del sistema ambiental y Área de Influencia

#### IV.1.1 Delimitación a nivel sitio (puntual)

##### IV.1.1.1 Delimitación del área de influencia y su justificación

Los aspectos que se consideró en la delimitación del AI fueron los elementos como el clima, geología, suelo, fisiografía, hidrología superficial y subterránea y los aspectos socioeconómicos. El análisis de estos aspectos permitió determinar que en el área de estudio se encuentra una sola unidad ambiental con características muy particulares, que responden a una estructura y funcionamiento, en donde se llevarán las actividades a desarrollar, la descripción detallada de estos factores se presenta en el apartado IV.1.3 del presente documento.

Otro factor a considerar fue el tipo de vegetación presente en el área, cabe mencionar que no se tendrá modificación hacia la cobertura vegetal puesto que los bancos propuestos se encuentran libre de cubierta vegetal.

Por lo tanto, al definir el área de influencia se integraron los factores sociales, económicos y ambientales, para lo cual se buscará en todo momento aplicar las medidas de restauración, mitigación y compensación adecuadas para evitar los impactos que pudieran llegar a generarse.

Para facilitar la delimitación del **AI**, se hizo uso del programa ArcMap en su versión 10.8 mediante la herramienta **watershed**, para lo cual se inició con la generación del modelo digital de elevación en base a las curvas de nivel equidistantes a 20 m., a partir de este modelo se corrigieron los vacíos del raster con la herramienta **Hidrology** en la función **Fill** (Figura IV-3) el cual servirá para determinar la dirección del flujo que está basada en la pendiente del terreno y que indica hacia donde corren los cauces, por lo tanto, dentro de la misma herramienta **Hidrology** en la función **Flow Direction** se genera el nuevo raster de acumulación del flujo (Figura IV-3), y a partir de este raster dentro de la función **Flow Accumulation** se genera un nuevo raster que indicará la acumulación del flujo, el cual indica en que zonas se acumula más agua (Figura IV-3) y finalmente conociendo la dirección y la acumulación de los cauces se pudo definir el área de influencia desde el punto de descarga más cercano al área del proyecto, este procedimiento se realizó en base al raster de acumulación y la función **Watershed**, la cual delimito el área en base a todos los cauces que captan agua hacia este punto de descarga obteniendo un área de **3226.00 has** (Figura IV-3), de las cuales solo **9.46 ha** (0.2932%) del total será afectada por el establecimiento y aprovechamiento del banco de materiales pétreos.

De la misma forma, se analizaron los aspectos ambientales a un nivel más específico, dado que a partir de aquí se pueden definir con mayor precisión los cambios que se generaran con el cambio de uso de suelo.

A continuación, se presenta la descripción de los principales factores bióticos y abióticos en los que se puede presentar una modificación por el desarrollo del proyecto, mismos que serán contrarrestados con las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI, este análisis se realizó desde el punto de vista del área de influencia del proyecto y dentro del proyecto. Esto con el propósito de conocer la magnitud de los impactos que generara el desarrollo del proyecto y poder determinar las medidas de restauración, mitigación y compensación más adecuadas para minimizar los impactos y llevar a cabo un desarrollo del proyecto compatible con el medio ambiente.

Los recursos bióticos se encuentran modificados en escala menor por las actividades productivas que se desarrollan dentro de la zona, existen caminos de terracería dentro del área de influencia que han modificado la vegetación con anterioridad, sin embargo, existen áreas que han sido impactadas por actividades agrícolas, las cuales no fueron restauradas en su momento.

En las siguientes figuras se puede observar la ubicación del proyecto respecto al Sistema ambiental, el área de influencia definida y el área del proyecto.

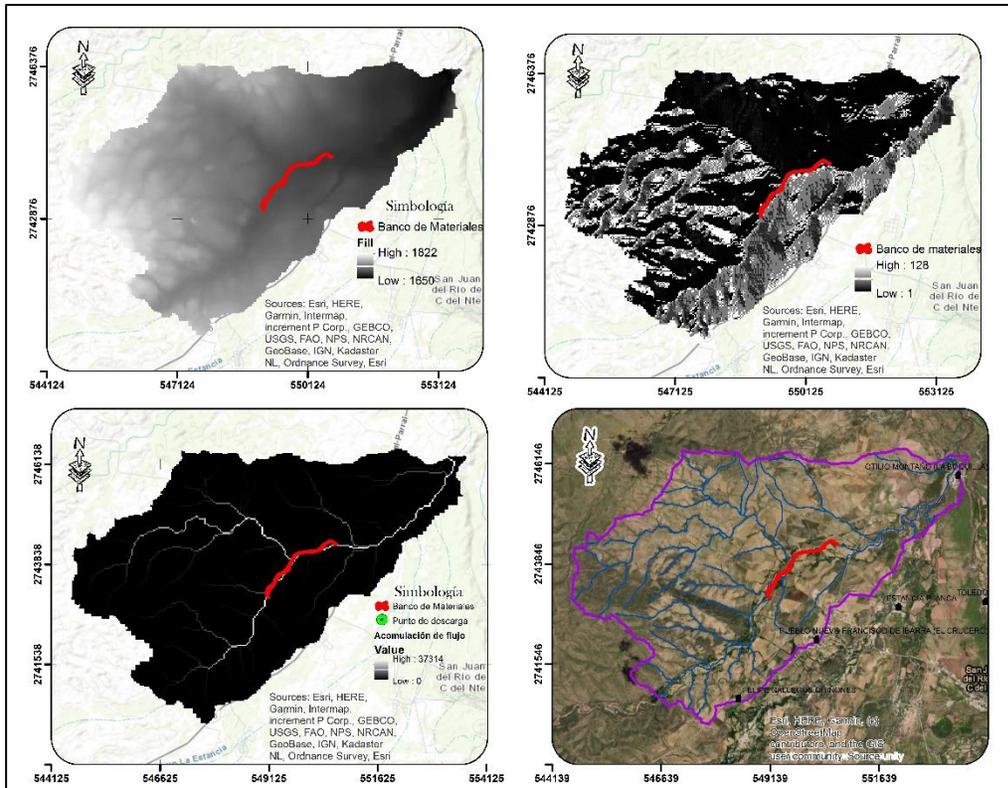


Figura IV-3 Delimitación del área de Influencia

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

### IV.2.1 Factores abióticos

#### IV.2.1.1 Hidrología

De acuerdo a la delimitación hidrológica administrativa de la CONAGUA, el sitio está ubicado dentro del marco hidrográfico que se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-1. Marco hidrológico

Nivel	Clave	Nombre
Región hidrológica	36	Nazas - Aguanaval
Cuenca	B	Río Nazas-Rodeo
Subcuenca	b	R. de San Juan
Microcuenca	36-149-04-023	Diez de Octubre (San Lucas de Ocampo)

#### IV.2.1.1.1 Hidrología superficial

De acuerdo a la delimitación hidrológica administrativa de la CONAGUA, el SA pertenece a la Región VII Cuencas Centrales del Norte. Los principales escurrimientos de agua superficial dentro del SA se detallan en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-2. Elementos hidrográficos en el SA

Nombre	Tipo	Elevación Media (m)	Área Drenada (Km <sup>2</sup> )	Caudal mínimo (m <sup>3</sup> /seg)	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /seg)	Dirección
Arroyo San Lucas	Intermitente	1846	121.79	339.62	679.25	SW-NE
Arroyo El Ranchito	Intermitente	2081	72.12	93.63	187.25	S-N
Río San Juan	Perene	1993	549.65	487.51	975.02	S-N

Nombre	Tipo	Elevación Media (m)	Área Drenada (Km <sup>2</sup> )	Caudal mínimo (m <sup>3</sup> /seg)	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /seg)	Dirección
Arroyo La Estancia	Intermitente	1900	98.56	129.18	258.36	SW-N
Arroyo Atotonilco	Intermitente	1690	6.47	41.36	87.21	SW-NE
Arroyo Las Canoas	Intermitente	2206	155.30	222.96	445.93	SE-NW

A nivel **AI** las corrientes superficiales presentes son de tipo intermitentes, mismas que desembocan en el Río San Juan. En el Anexo 3.1 se muestra el análisis de los rasgos hidrológicos a nivel AI en una escala mayor.

El sitio se ubica sobre el cauce del Arroyo San Lucas, que corresponde a un tipo de corriente intermitente.

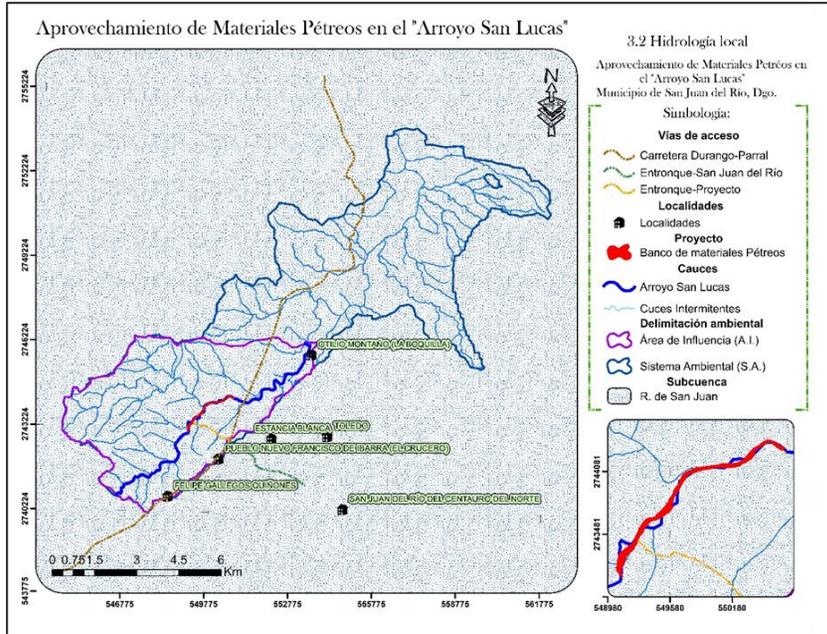


Figura IV-4. Distribución de la red hidrográfica

#### IV.2.1.1.2 Hidrología subterránea

Según las cartas de aguas subterráneas de la CONAGUA, el SA se localiza en el **acuífero (1016) – San Juan del Río**. La información de la geología superficial y del subsuelo permite definir la presencia de un acuífero libre, heterogéneo y anisótropo, en el que el agua subterránea se desplaza principalmente en un medio poroso constituido por materiales clásticos aluviales de granulometría diversa y conglomerados polimícticos, de permeabilidad media a baja, que constituyen el cauce y llanura de inundación del Río San Juan, así como sus arroyos tributarios, depositados en una fosa tectónica que está limitada por pilares conformados por las rocas volcánicas de composición ácida, que incluyen ignimbritas, riolitas y tobas, principalmente. El espesor de los depósitos sedimentarios es de algunas centenas de metros en el centro del valle y disminuye gradualmente hacia los flancos. Esta es la unidad que se explota actualmente para satisfacer las necesidades de agua de la región.

**En el sitio no se da uso a las aguas subterráneas**, además no se encuentran pozos perforados para el aprovechamiento del agua, el agua para consumo humano se obtiene de manantiales, en la mayoría de los casos acarreada por gravedad a través de tubería de poliducto y la agricultura que se practica es de temporal.

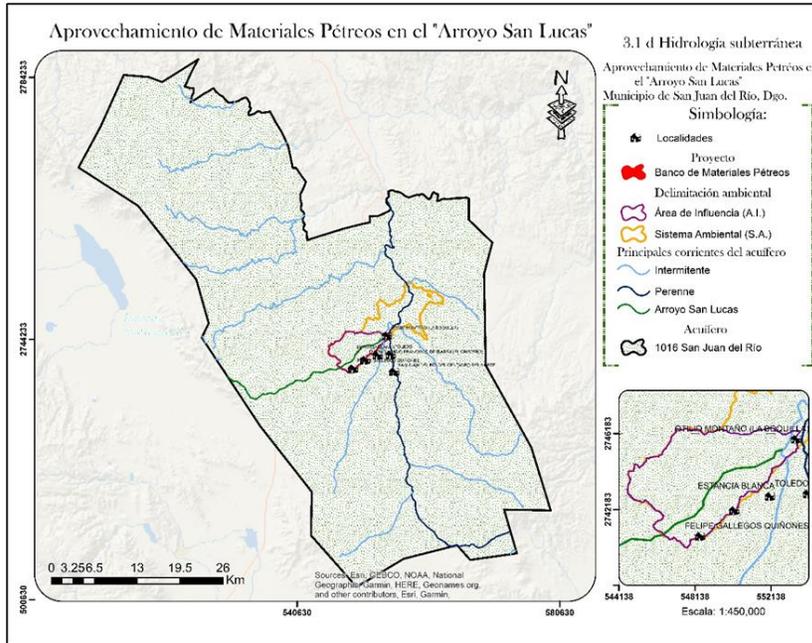


Figura IV-5. Acuífero San Juan del Río.

Según el Atlas de la CONAGUA (CONAGUA-SEMARNAT, 2015) la importancia del agua subterránea se manifiesta en la magnitud del volumen utilizado por los principales usuarios. Para fines de la administración del agua subterránea, el país se ha dividido en 653 acuíferos, cuyos nombres oficiales fueron publicados en el DOF el 5 de diciembre de 2001. A partir de esa fecha se inició un proceso de delimitación, estudio y determinación de la disponibilidad media anual de los acuíferos. Según la publicación de los acuíferos y su disponibilidad del 17 de septiembre de 2020 (DOF), el acuífero 1016 San Juan del Río no está en condición de déficit.

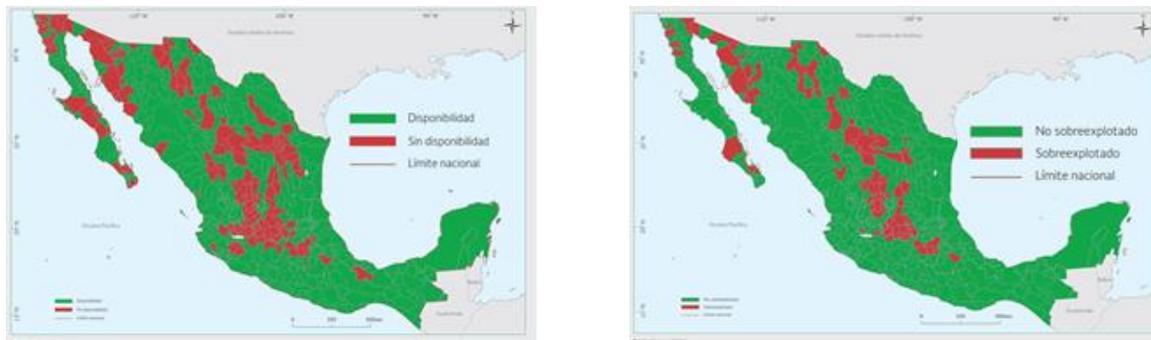


Figura IV-6. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, 2014; Condición de los acuíferos, 2014

#### IV.2.1.1.3 Calidad y uso del recurso hídrico

Un aumento en la Demanda Biológica de Oxígeno  $DBO_5$  indica una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y se expresa en miligramos de **oxígeno** diatómico por litro ( $mg O_2/l$ ), indispensable para que se mantenga la vida en los ecosistemas acuáticos. Los valores más altos de  $DBO_5$  se encuentran en zonas altamente pobladas. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de  $DBO_5$  son: excelente ( $DBO_5 \leq 3$ ), buena calidad ( $DBO_5 > 3 \leq 6$ ), aceptable ( $DBO_5 > 6 \leq 30$ ), contaminada ( $DBO_5 \geq 30 \leq 120$ ) y fuertemente contaminada ( $DBO_5 \geq 120$ ). En el SA se cuenta con 1 estación de monitoreo de la calidad del agua para el parámetro  $DBO_5$ , que se encuentra en la categoría excelente (**categoría de  $DBO_5$  para la estación de monitoreo cercana, Excelente**: el nombre de la estación de monitoreo es **(José Ma. Patoni)**).

La **demanda química de oxígeno (DQO)** es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios **químicos** que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de **oxígeno** diatómico por litro ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ ). La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de DQO son: excelente ( $\text{DQO} \leq 10$ ), buena calidad ( $\text{DQO} > 10 \leq 20$ ), aceptable ( $\text{DQO} > 20 \leq 40$ ), contaminada ( $\text{DQO} > 40 \leq 200$ ) y fuertemente contaminada ( $\text{DQO} > 2000$ ). En el SA se cuenta con 1 estación de monitoreo de la calidad del agua para el parámetro DQO, cuya categoría es **excelente** el nombre de la estación de monitoreo es (**José Ma. Patoni**).

**Sólidos suspendidos totales o total de sólidos en suspensión (SST)**, es la cantidad de sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de SST es: excelente ( $\text{SST} \leq 25$ ), buena calidad ( $\text{SST} > 25 \leq 75$ ), aceptable ( $\text{SST} > 75 \leq 150$ ), contaminada ( $\text{SST} > 150 \leq 400$ ) y fuertemente contaminada ( $\text{SST} > 400$ ). En el SA cuenta con 1 estaciones de monitoreo de la calidad del agua para el parámetro SST, cuya categoría es **excelente** el nombre de la estación de monitoreo es (**José Ma. Patoni**).

La calidad del agua de acuerdo a los datos de CONAGUA, se muestra en la figura siguiente.

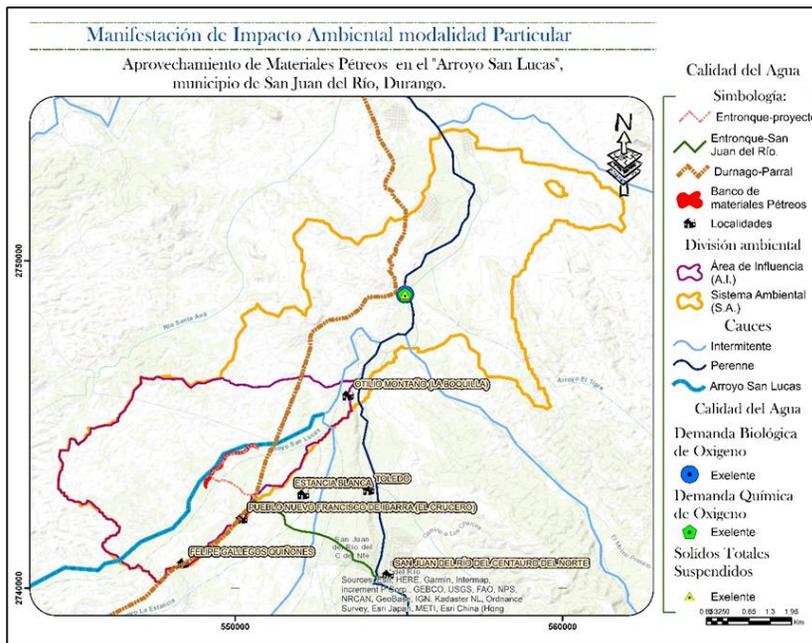


Figura IV-7. Parámetros de calidad del agua para el SA

#### IV.2.1.1.4 Uso del agua

El uso del agua a nivel local es para consumo humano y animal, también existen zonas en las partes bajas se aprovecha el agua para la agricultura de riego.

El porcentaje que representa el agua empleada en usos productivos respecto al agua renovable es un indicador del grado de presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en el país, cuenca o región. Si el porcentaje es mayor al 40%, entonces se ejerce una fuerte presión sobre el recurso. Como se puede ver en la imagen inmediata, el grado de presión sobre los recursos hidrológicos en la **Región Hidrológica - Administrativa VII** de la CONAGUA, es catalogada con un grado de presión **ALTO** (CONAGUA-SEMARNAT, 2015).



Figura IV-8. Grado de presión por región hidrológico-administrativa, 2014

#### IV.2.1.2 Fisiografía

Este elemento es de gran importancia ya que representa la visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas, representado las diferentes provincias y subprovincias en las que se ha dividido al país, de acuerdo con su geología y topografía.

##### IV.2.1.2.1 Clasificación de acuerdo al INEGI

El estado de Durango está compuesto por 4 provincias fisiográficas (INEGI, 2017).

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| I. Sierra Madre Occidental (71.3%),        | III. Sierra Madre Oriental (5.24%) y |
| II. Sierras y Llanuras del Norte (15.10%), | IV. Mesa del Centro (8.33%).         |

A su vez éstas se encuentran dividida en 9 subprovincias:

- |   |  |
|---|--|
| i. Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses (2.98%),   | vi. Sierra de la Paila (1.25%),                          |
| ii. Sierras y Llanuras de Durango (24.18%),       | vii. Sierras Transversales (3.99%),                      |
| iii. Gran Meseta y Cañones Duranguenses (33.93%), | viii. Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande (3.79%), |
| iv. Mesetas y Cañadas del Sur (10.24%),           | ix. Sierras y Llanuras del Norte (4.54%).                |
| v. Del Bolsón de Mapimí (15.1%),                  |  |

Al mismo tiempo estas subprovincias están divididas por 7 clases de topoformas:

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1) Bajada (8.49%),   | 5) Meseta (29.35%),  |
| 2) Cañón (2.5%),     | 6) Sierra (23.77%) y |
| 3) Llanura (13.45%), | 7) Valle (4.48%)     |
| 4) Lomerío (17.96%), |                      |

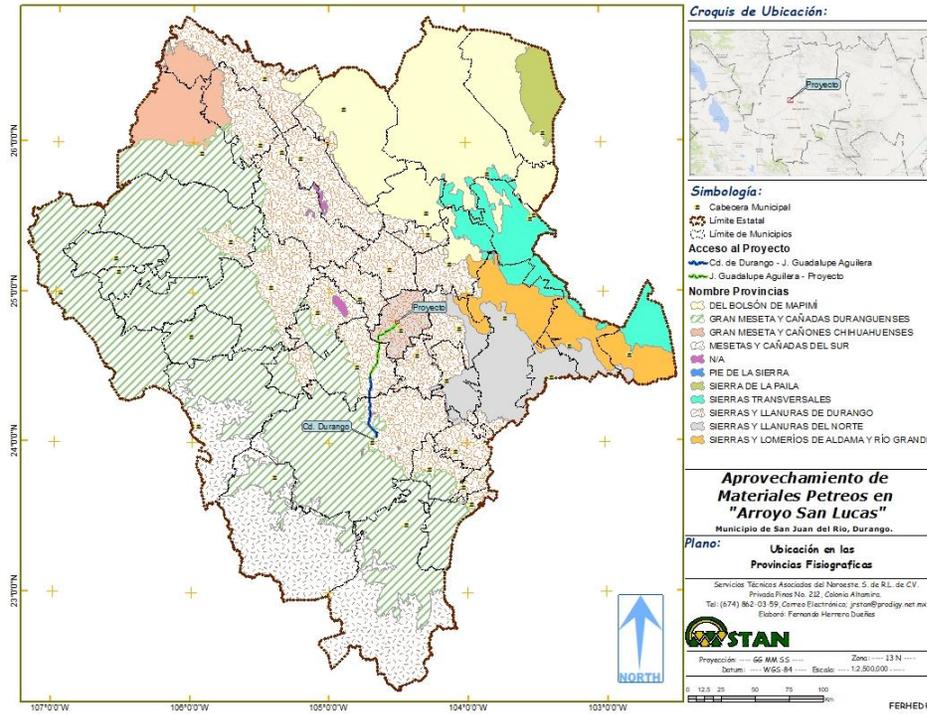


Figura IV-9. División fisiográfica del estado de Durango (INEGI, 2017)

De acuerdo a la clasificación anterior, el SA se ubica en la provincia fisiográfica **Sierra Madre Occidental**, subprovincia fisiográfica **Sierras y Llanuras de Durango**, el sistema de topeformas presenta 2 clases: **Valle** (17.05%), **Lomerío** (82.95%). Para tener un panorama descriptivo de cada una de las unidades fisiográficas se detalla sus componentes más sobresalientes en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-3. Descripción de los componentes fisiográficos del SA

Provincia	
Sierra Madre Occidental	Este es el más largo y el más continuo de los sistemas montañosos de México. Corre más o menos paralelo a la costa del Pacífico desde un poco más al sur de la frontera con Estados Unidos, en los límites de Chihuahua y Sonora, hasta la altura de Nayarit y Jalisco, donde converge con el Eje Volcánico Transversal. En muchos sitios su anchura es de más de 200 km y está surcada por numerosas barrancas profundas que excavaron los ríos que fluyen hacia el Pacífico. Sus altitudes más pronunciadas pasan ligeramente de 3 000 metros, el nivel promedio de las partes altas varía entre 2 000 y 2 500 msnm. La sierra separa la Planicie Costera Noroccidental del Altiplano Mexicano (Rzedowski, 2006). El SA, AI y sitio están inmersos en su totalidad en esta provincia.
Subprovincia	
Sierras y Llanuras de Durango	Ocupa el 24.18% del territorio estatal ubicado al centro del estado en una franja que recorre el estado de noroeste a sureste. Conformado por cadenas de pequeñas sierras, mesetas y lomeríos. Municipios que abarca esta Subprovincia: Canatlán, Coneto de Comonfort, Cuencamé, Durango, El Oro, Guadalupe Victoria, Guanaceví, Hidalgo, Indé, Mezquital, Nazas, Nombre de Dios, Nuevo Ideal, Ocampo, Peñón Blanco, Poanas, Panuco de Coronado, Rodeo, Súchil, San Bernardo, San Juan del Río, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo, Santiago Papasquiari, Tepehuanes, Vicente Guerrero (Inegi, 2000). Parte del SA, el AI y sitio en su totalidad están inmersos en esta subprovincia.
Topoforma	

Valle	Porción de la superficie terrestre de cualquier dimensión, equivalente a un plano horizontal o de poca inclinación (Lugo-Hubp, 2011). En el SA los valles se encuentran en una pequeña porción al Norte, mientras que a nivel AI no se encuentra esta topografía, no se tiene esta clase de topografía en el sitio.
Lomerío	Un lomerío es un conjunto de lomas, las cuales son formas positivas del relieve con alturas de 20 a 100 m con respecto al nivel de base (Lugo-Hubp, 2011). En SA esta topografía se encuentra en la mayor parte del SA, por lo tanto, el AI y el Proyecto se encuentran totalmente inmerso en esta topografía.

A nivel sitio, la topografía corresponde a Lomerío cuya descripción es **Lomerío con mesetas**, pudiéndose observar a detalle en el plano del Anexo 3.2

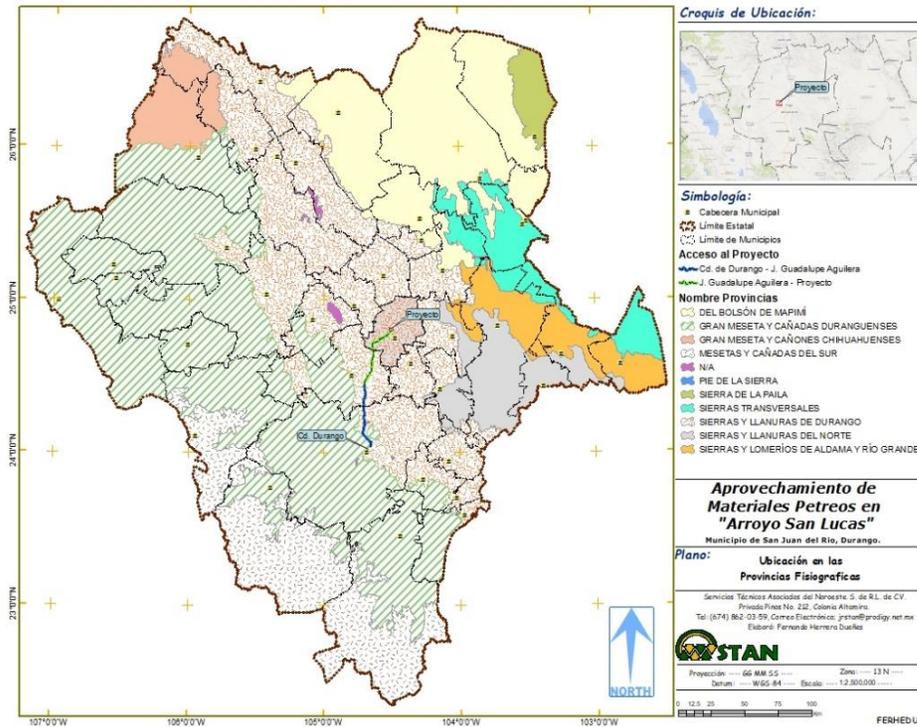


Figura IV-10. Provincias fisiográficas

#### IV.2.1.2.2 Modelo digital de elevación

Un modelo digital de elevación es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. Estos valores están contenidos en un archivo de tipo ráster con estructura regular, el cual se genera utilizando equipo de cómputo y software especializados.

En los modelos digitales de elevación existen dos cualidades esenciales que son la **exactitud y la resolución horizontal o grado de detalle digital de representación en formato digital**, las cuales varían dependiendo del método que se emplea para generarlos y para el caso de los que son generados con tecnología LIDAR se obtienen modelos de alta resolución y gran exactitud (valores submétricos).

En la actualidad los modelos constituyen un medio para lograr la representación del relieve muy versátil y funcional ya que a partir del mismo se puede conocer la conformación o morfología del terreno (*Modelos Digitales del Terreno - MDT*) sino también los elementos de origen antrópico y la vegetación presente en el mismo (*Modelos Digitales de la Superficie - MDS*).

Además es posible derivar o generar información a partir de los modelos digitales de elevación que nos posibilita que tengamos más datos de apoyo para el cumplimiento de objetivos, toma de decisiones y desarrollo de proyectos

relacionados con el relieve, los datos de apoyo derivados pueden ser curvas de nivel, corrientes de agua, mapas de pendientes, redes irregulares de triángulos (*Triangulated Irregular Network-TIN*), imágenes del relieve sombreado o mapa de sombras, puntos acotados de altura, modelos vectoriales de la altura de los elementos presentes en el terreno, líneas estructurales, entre otros.

Los Modelos Digitales de Elevación que produce el INEGI son de dos tipos:

- El modelo digital del terreno (MDT) recrea la forma del terreno una vez que fueron removidos todos los elementos ajenos al mismo como son la vegetación, edificaciones y demás elementos que no forman parte del terreno.
- Modelo digital de superficie (MDS) que representa todos los elementos existentes o presentes en la superficie de la tierra (vegetación, edificaciones, infraestructura y el terreno propiamente).

Los MDE son ampliamente utilizados en aplicaciones relacionadas con el uso y manejo de recursos naturales, de las cuales pueden distinguirse grandes categorías de aplicaciones que utilizan los modelos como son geodesia y fotogrametría, ingeniería civil, planeación y manejo de recursos naturales, ciencias de la tierra, en aplicaciones militares, cartografía especializada, prevención y atención a desastres naturales, entre otras.

Hoy en día con los sistemas de información geográfica el modelo digital de elevación tiene un abanico de representaciones que permiten al usuario desarrollar mejores análisis de estos datos del relieve ya que permiten visualizar los mismos mediante tintas hipsométricas, realizar perfiles longitudinales, obtener vistas en 3D, modelamiento dinámico en 3D, gamas tradicionales de color, intervalos de color de acuerdo a la variación y rangos de la elevación, sobreposición de datos o información en formato vectorial o ráster de diferentes ámbitos, temas y aplicaciones (INEGI, 2000). Con el MDT que proporciona el INEGI se realizó el análisis espacial del SA y el AI, pudiendo determinar aspectos más particulares como relieves, pendiente y exposición de laderas.

#### **A. Relieve**

Los parámetros representativos que caracterizan el relieve del SA son: i) elevación mínima de 1,560 msnm; ii) elevación máxima de 1,838 msnm; iii) elevación media de 1,680.09 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 58.19 m. Las alturas máximas se encuentran en la parte Sureste, las alturas mínimas en la parte norte y las alturas medias se encuentran distribuidas por el centro del SA.

Respecto al AI, los parámetros característicos son: i) elevación mínima de 1,650 msnm; ii) elevación máxima de 1,822 msnm; iii) elevación media de 1,727.62 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 32.85 m.

En el sitio los parámetros característicos son: i) elevación mínima de 1,685 msnm; ii) elevación máxima de 1,704 msnm; iii) elevación media de 1,696.62 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 5.30 m.

Los detalles de la distribución altitudinal se pueden observar en el plano del Anexo 3.3

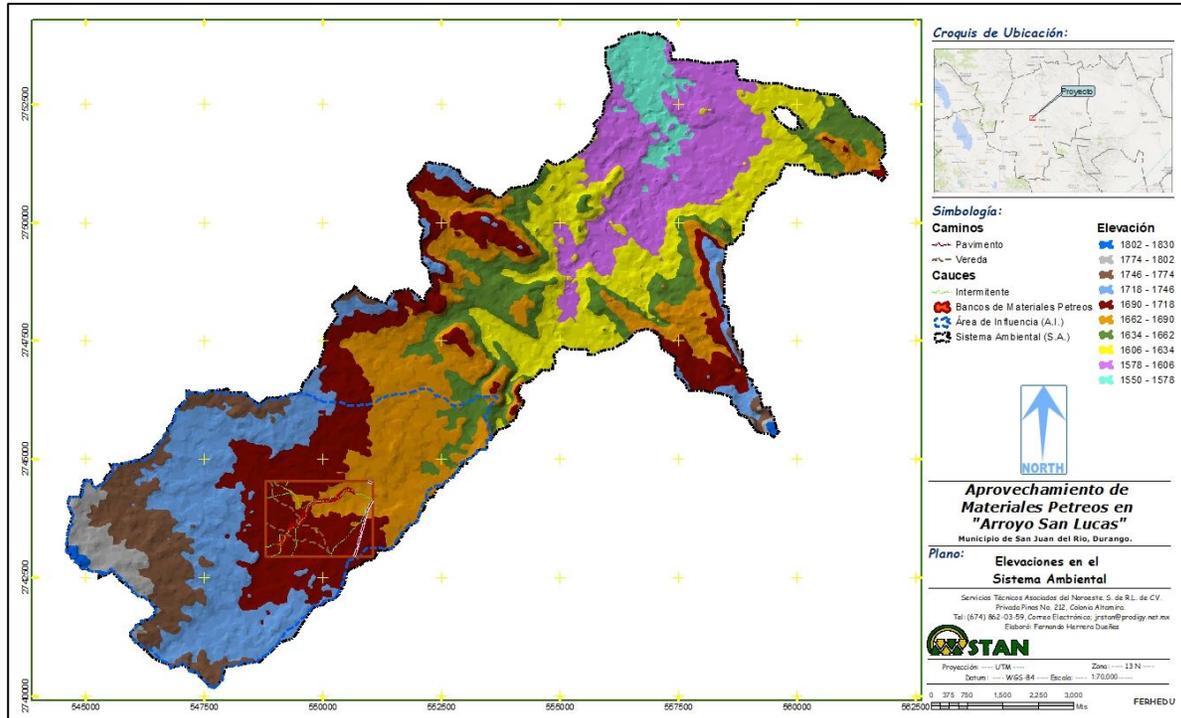


Figura IV-11. Rangos altitudinales del SA

### B. Pendiente

La pendiente que presenta un sitio en conjunto con otros factores como el tipo de suelo y cobertura vegetal, están íntimamente ligados. La pendiente media del SA es de 8.53%, las pendientes más pronunciadas se encuentran en los extremos, mientras que las pendientes bajas se encuentran concentradas en la parte central.

Mientras que en el AI la pendiente media es alrededor de los 6.75%, la distribución de las pendientes pronunciadas obedece al patrón altitudinal. En el sitio la pendiente media es 3.10%. El comportamiento de las pendientes puede observarse a detalle en el plano del Anexo 3.4

### C. Exposición de las laderas

Existen evidencias documentadas de que la orientación de las laderas modifica las condiciones microclimáticas de los sitios; por ejemplo, en el hemisferio norte, las laderas con exposición sur reciben mayor radiación solar (casi seis veces más) que sus contrapartes con orientación norte; siendo las laderas con exposición norte más húmedas en comparación con aquellas con orientación sur. Se ha generado un plano de la exposición de las laderas, donde se puede observar que las exposiciones son ligeramente más abundantes en sentido Norte y Noreste para el SA en el caso del AI son más abundante al Este, las cuales se pueden analizar a detalle en el plano del Anexo 3.5. A nivel sitio, dado que se trata del lecho de un río, las exposiciones más abundantes son cenitales.

Cuadro IV-4 Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental

Categoría	Exposición	Superficie SA (ha)	SA (%)	Superficie AI (ha)	AI (%)
1	Plano	1027.76	12.96	493.66	15.30
2	Norte	1133.48	14.29	457.36	14.18
3	Noreste	1079.97	13.62	546.05	16.93
4	Este	1001.30	12.62	627.31	19.45
5	Sureste	598.22	7.54	307.55	9.53
6	Sur	596.32	7.52	230.70	7.15
7	Suroeste	615.68	7.76	79.43	2.46

Categoría	Exposición	Superficie SA (ha)	SA (%)	Superficie AI (ha)	AI (%)
8	Oeste	641.70	8.09	62.31	1.93
9	Noroeste	594.41	7.49	166.99	5.18
10	Norte	642.56	8.10	254.65	7.89
<b>Total</b>		<b>7931.39</b>	<b>100.00</b>	<b>3226.00</b>	<b>100.00</b>

### IV.2.1.3 Geología

La geología tiene principalmente una relevancia indirecta dentro de la caracterización y manejo de la cuenca, primero a través de sus efectos como material parental del suelo y, segundo a través de su influencia sobre la hidrología subterránea. De acuerdo a la carta temáticas de **G13-11**, (**Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825675189>**), las cuales son escala 1: 250,000 cuya edición más reciente corresponde al año 1988, fecha desde la cual no han sido actualizados dichos recursos **por parte de la dependencia**. La geología regional y local se describe de la manera siguiente

#### IV.2.1.3.1 Geología regional

La geología del estado de Durango se caracteriza por la presencia de rocas ígneas y sedimentarias Mesozoicas plegadas, que descansan sobre un basamento Paleozoico. Durante el Triásico tuvo lugar una tectónica distensiva en la parte este y noreste, originando la formación de fosas y rellenos sedimentarios continentales. En el Jurásico Superior ocurren la transgresión marina por la apertura del Golfo de México y durante el Cretácico inferior continuo con el depósito de calizas arcillosas de la Formación Taraises y el lineamiento arrecifal que corre de Laredo a Monterrey. Es en el Eoceno Superior al Oligoceno que tienen lugar los primeros episodios volcánicos que constituyen la **Sierra Madre Occidental**, a la que se le denominó serie Andesítica o Serie Volcánica inferior, la cual está deformada, afallada y alterada, debido en parte a las intrusiones ígneas que las afectaron. Esta serie es la principal encajonante de la mineralización aurífera y auroargentífera en las Subprovincias de Barrancas y Llanuras Altas, las que afloran principalmente como ventanas geológico-estructurales. La actividad volcánica ignimbrítica termina durante el Oligoceno y sobreyace a la Serie Andesítica, estas funcionan como rocas encajonantes de yacimientos de estaño, fierro, fluorita, bentonita y caolín y en menor proporción de plata y oro. Durante las últimas etapas se presentan coladas de basalto de edad Plioceno y finalmente se forman conglomerados, gravas, arenas y limos. El emplazamiento de rocas graníticas se inicia a partir del Jurásico Superior hasta el Oligoceno, intrusionando rocas metamórficas del Paleozoico, rocas calcáreas del Cretácico y rocas volcánicas del Terciario. En el plano del **Anexo 3.6** se muestra la distribución de la geología regional.

#### IV.2.1.3.1.1 Geología local

En la región en la que se ubica el acuífero San Juan del Río, clave 1016, afloran rocas ígneas volcánicas e intrusivas y sedimentarias, cuyo registro estratigráfico comprende del Paleozoico al Reciente.

La región forma parte del Subterreno Parral que pertenece al Terreno Guerrero, cuyo basamento consiste de cuarcitas y filitas; los afloramientos de esquistos de muscovita y augen gneis de facies de esquistos verdes intercalado, se presentan en la porción oeste del acuífero, cerca de la localidad de San Agustín de Ocampo, y se correlacionan con la Formación Gran Tesoro del Carbonífero.

En general la conformación de la geología del SA y AI se encuentra compuesta por los siguientes tipos de rocas:

*Cuadro IV-5. Clase de rocas a nivel SA y AI*

Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema
Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario
Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario
Tom(Vc)	Ígnea extrusiva	Volcanoclástico	Cenozoico	Terciario
Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario
Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno
Q(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Cuaternario

Cuadro IV-6. Superficies de las clases de rocas en el SA y en el AI

Clave	Superficie SA (ha)	Superficie SA (%)	Superficie AI (ha)	Superficie AI (%)
Tom(R-Ta)	1449.60	18.28	10.85	0.34
Q(al)	1504.38	18.97	615.21	19.07
Tom(Vc)	446.27	5.63	0.00	0.00
Tom(Ta)	1345.15	16.96	0.00	0.00
Ts(cg)	3142.23	39.62	2599.94	80.59
Q(B)	43.77	0.55	0.00	0.00
Total	<b>7931.39</b>	<b>100.00</b>	<b>3226.00</b>	<b>100.00</b>

A nivel sitio el tipo de entidad presente corresponde a suelo aluvial Q(al).

**Suelo aluvial:** Suelo formado por el depósito de materiales sueltos (gravas y arenas) provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes superficiales de agua. Este nombre incluye a los depósitos que ocurren en las llanuras de inundación y los valles de los ríos.

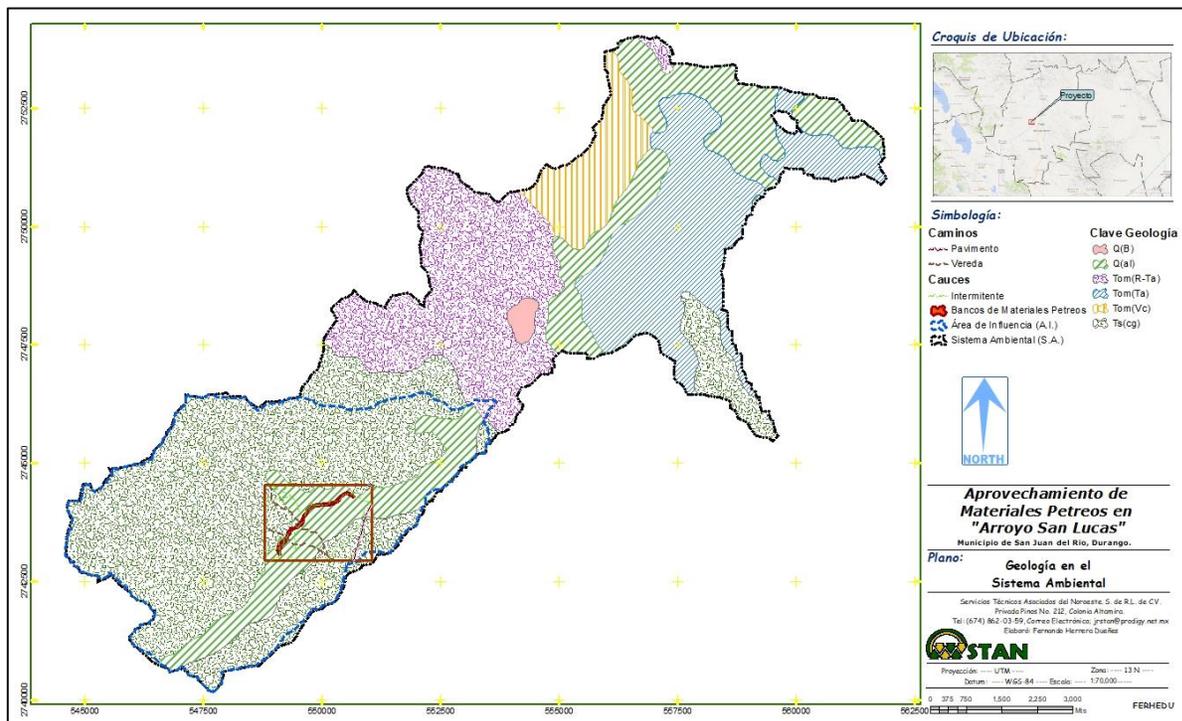


Figura IV-12 Geología del Sistema Ambiental

#### IV.2.1.3.1.2 Geología estructural

De acuerdo a la carta conjunto de datos vectoriales geológicos "fallas y fracturas", escala 1: 1 000 000 editada por INEGI (2002), en el SA no se identificaron fallas, Sin embargo la falla más cercana a él SA se encuentra al este con una distancia de 8.39 km la cual es de tipo normal con dirección noroeste- sureste, con respecto al proyecto la falla se encuentra al este del proyecto con una distancia de 17.93 km tipo normal y con dirección noroeste-sureste, en el AI no se encuentra ninguna falla ni fractura, **en el sitio no se identificaron fallas o fracturas,**

#### SISMICIDAD

En las múltiples investigaciones que se han desarrollado sobre la actividad sísmica, se ha logrado localizar con precisión las zonas donde se han originado los últimos temblores destructivos ocurridos en este siglo. Se ha observado que, en la gran mayoría, su origen se localiza en el fondo del mar, en una franja paralela a la costa del Océano Pacífico a todo lo largo del país, aunque también se han localizado algunos dentro del territorio. Con base en extensos estudios

se han podido definir zonas o regiones del país, en las cuales es probable que ocurran temblores de cierta magnitud. Aunque, en algunos lugares, nunca se hayan registrado temblores, o no exista memoria de ellos, existe una probabilidad mínima de que ocurran, por lo que prácticamente todo el territorio nacional está dividido en cuatro regiones sísmicas:

**Sismicidad muy alta (D).** La ocurrencia de temblores es muy frecuente por estar cerca de su origen, los sismos son intensos. Es necesario tener una buena calidad en los materiales y en la construcción, así como planear la distribución arquitectónica de la vivienda de forma tal que la cantidad de muros y la longitud total resistan sismos de gran magnitud.

**Sismicidad alta (C).** Por su cercanía con las zonas donde se originan la mayoría de los temblores, sus características son muy similares a las de la zona de sismicidad muy alta, con la diferencia de que la intensidad de los temblores es menor. Se recomienda que el material de construcción, la cantidad y el tipo de los muros a utilizar sean los mismos que para la zona de sismicidad muy alta.

**Sismicidad media (B).** Cubre casi la totalidad de la península de Baja California, la zona costera de los estados del noroeste, y casi la totalidad de los estados del centro del país. La intensidad de los sismos que ocurren en la costa del Pacífico es menor en esta zona, a excepción de zonas donde se presentan amplificaciones locales.

Se recomienda el uso de materiales semi-industrializados, aunque pueden emplearse con seguridad otros materiales como el adobe o mampostería de piedra. La cantidad de castillos puede ser menor, aunque es conveniente colocar castillos y dallas en los huecos de las ventanas y separarlos con una distancia máxima de tres metros.

**Sismicidad baja (A).** En la gran mayoría de los lugares de esta zona nunca se ha registrado un sismo; sin embargo, hay probabilidades mínimas de que algún día se presente. Puede emplearse en los muros cualquier tipo de material de construcción, aunque los más recomendables siguen siendo los semi-industrializados en razón del control de calidad. (Fuente: Manual de autoconstrucción, manos a la obra de IMCYC).

El SA se encuentra en su totalidad dentro de la Zona A, No se tiene registros históricos de sismos en los últimos 80 años (CENAPRED, 2001).

## ZONAS POTENCIALES DE DESLIZAMIENTO

El SA No se encuentra dentro de alguna región potencial de deslizamiento en México (CENAPRED, 2012) En conclusión, en el sitio no se encuentran fallas y fracturas cercanas, la sismicidad corresponde a muy bajo y se ubica fuera de una zona potencial de deslizamiento denominada.

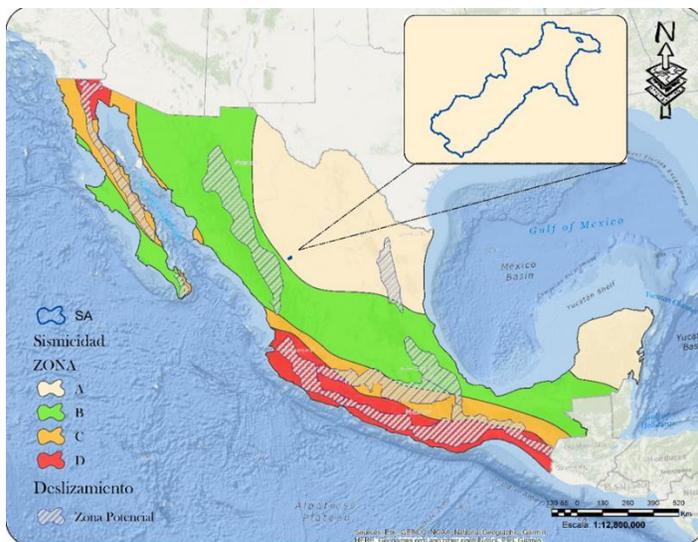


Figura IV-13. Ubicación del SA respecto a la regionalización sísmica de la CFE

#### IV.2.1.3.1.3 Geología del subsuelo

De acuerdo con la información geológica y geofísica recaba en el acuífero y por correlación con acuíferos vecinos, es posible definir que el acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, en los sedimentos fluviales que constituyen el lecho y la llanura de inundación del Río San Juan y arroyos tributarios, así como en los depósitos de conglomerados. Esta es la unidad que se explota actualmente para satisfacer las necesidades de agua de la región. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas como son las tobas ácidas, riolitas e ignimbritas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. A mayor profundidad las rocas calizas representan un acuífero potencial que localmente ha sido identificado y que presenta condiciones confinantes.

Las fronteras al flujo subterráneo y el basamento geohidrológico del acuífero están representadas por las mismas rocas volcánicas, al desaparecer el fracturamiento, y a mayor profundidad las lutitas que forman parte de las secuencias cretácicas y de la secuencia que constituye la Formación Mezcalera.

#### IV.2.1.4 Edafología

A continuación, se describen los tipos de suelo que se presentan en el SA, Según la carta de suelo serie II escala 1:2,50 000 editada por INEGI en 2014, los tipos de suelo presentes tanto del sistema ambiental como del área de influencia y proyecto corresponden a los siguientes:

*Cuadro IV-7. Principales grupos de suelo presentes en el SA*

Suelo principal (G1)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Leptosol	2351.74	29.65
Kastañozem	1240.73	15.64
Chernozem	982.79	12.39
Phaeozem	3356.14	42.31
<b>Total</b>	<b>7931.39</b>	<b>100.00</b>

A nivel AI los suelos presentes son **Leptosol, Kastañozem, Chernozem, Phaeozem** en los bancos de materiales pétreos los suelos presentes son Chernozem, Leptosol. Se identificaron 17 tipos de suelo para el SA, 6 de ellos se encuentran en el AI y 2 en el proyecto.

Por otro lado, los tipos de suelo presentes en el sitio del proyecto corresponden a **CHlvs0+SNcc/2** y **LPrzsk+PHhupcp/2R**, mismos que se encuentra distribuidos a nivel AI y SA.

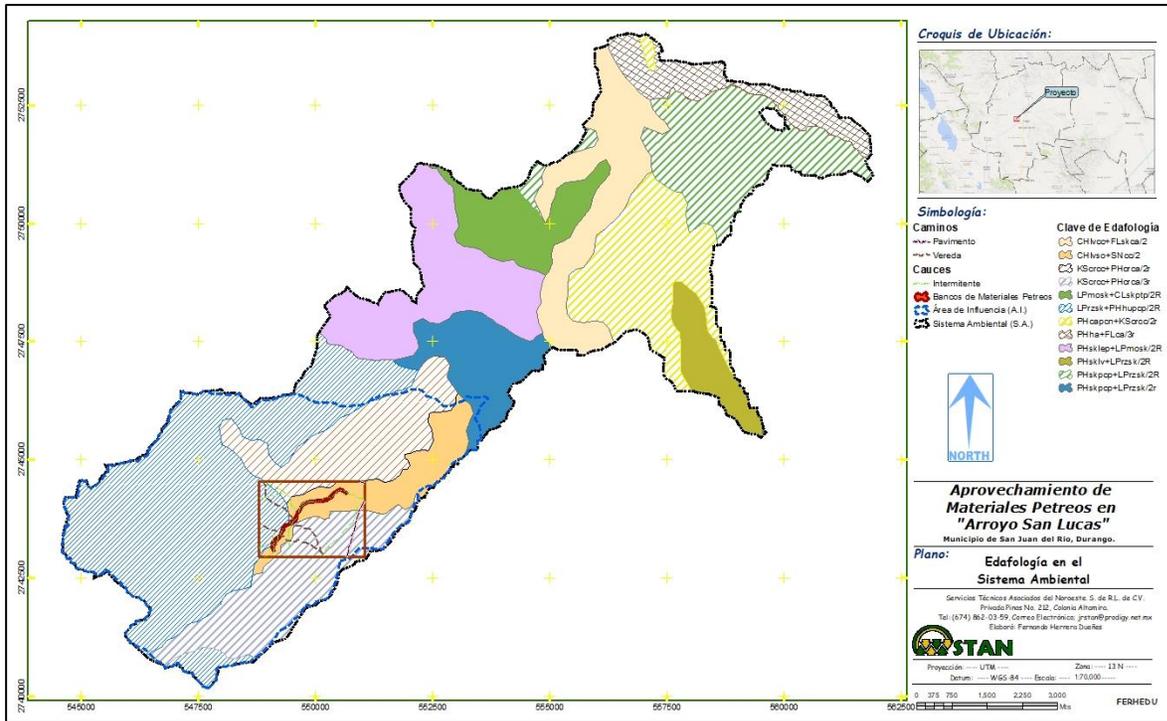


Figura IV-14 Edafología del Sistema Ambiental

A nivel SA se encuentran 17 tipos de suelos:

**Cuadro IV-8. Descripción de los tipos de suelo del SA**

No.	CLAVE WRB	Suelo dominante (G1)	Calificador secundario del G1	Calificador primario del G1	Suelo secundario (G2)	Calificador secundario del G2	Calificador primario del G2	Textura	Limitante física superficial
1	LPrzsk+PHhupcp/2R	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Phaeozem	Húmico	Epipetrocálcico	Media	Pedregosa
2	KScrc+PHcra/3r	Kastañozem	Crómico	Cálcico	Phaeozem	Crómico	Calcárico	Fina	Gravosa
3	CHlvso+SNcc/2	Chernozem	Lúvico	Sódico	Solonetz	N	Cálcico	Media	N
4	CHlvso+SNcc/2	Chernozem	Lúvico	Sódico	Solonetz	N	Cálcico	Media	N
5	PHskpcp+LPrzsk/2r	Phaeozem	Esquelético	Epipetrocálcico	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Media	Gravosa
6	KScrc+PHcra/2r	Kastañozem	Crómico	Cálcico	Phaeozem	Crómico	Calcárico	Media	Gravosa
7	PHskpcp+LPrzsk/2r	Phaeozem	Esquelético	Epipetrocálcico	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Media	Gravosa
8	LPrzsk+PHhupcp/2R	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Phaeozem	Húmico	Epipetrocálcico	Media	Pedregosa
9	PHsklv+LPrzsk/2R	Phaeozem	Esquelético	Lúvico	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Media	Pedregosa
10	PHcapcn+KScrc/2r	Phaeozem	Calcárico	Endopetrocálcico	Kastañozem	Crómico	Cálcico	Media	Gravosa
11	PHsklep+LPmosk/2R	Phaeozem	Esquelético	Epiléptico	Leptosol	Mólico	Esquelético	Media	Pedregosa
12	PHskpcp+LPrzsk/2R	Phaeozem	Esquelético	Epipetrocálcico	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Media	Pedregosa
13	LPmosk+CLsktp/2R	Leptosol	Mólico	Esquelético	Calcisol	Esquelético	Epipétrico	Media	Pedregosa
14	PHskpcp+LPrzsk/2R	Phaeozem	Esquelético	Epipetrocálcico	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Media	Pedregosa
15	PHha+FLca/3r	Phaeozem	N	Háplico	Fluvisol	N	Calcárico	Fina	Gravosa
16	CHlvcc+FLskca/2	Chernozem	Lúvico	Cálcico	Fluvisol	Esquelético	Calcárico	Media	N
17	PHcapcn+KScrc/2r	Phaeozem	Calcárico	Endopetrocálcico	Kastañozem	Crómico	Cálcico	Media	Gravosa

Mientras que a nivel AI se encuentran 6 tipos de suelo:

**Cuadro IV-9. Descripción de los tipos de suelo del AI**

No.	CLAVE WRB	Suelo dominante (G1)	Calificador secundario del G1	Calificador primario del G1	Suelo secundario (G2)	Calificador secundario del G2	Calificador primario del G2	Textura	Limitante física superficial
1	LPrzsk+PHhupcp/2R	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Phaeozem	Húmico	Epipetrocálcico	Media	Pedregosa
2	KScrc+PHcra/3r	Kastañozem	Crómico	Cálcico	Phaeozem	Crómico	Calcárico	Fina	Gravosa
3	CHlvso+SNcc/2	Chernozem	Lúvico	Sódico	Solonetz	N	Cálcico	Media	N
4	KScrc+PHcra/2r	Kastañozem	Crómico	Cálcico	Phaeozem	Crómico	Calcárico	Media	Gravosa
5	PHskpcp+LPrzsk/2r	Phaeozem	Esquelético	Epipetrocálcico	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Media	Gravosa
6	LPrzsk+PHhupcp/2R	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Phaeozem	Húmico	Epipetrocálcico	Media	Pedregosa

Finalmente, a nivel sitio se encuentran 2 tipos de suelo:

*Cuadro IV-10. Descripción de los tipos de suelo del proyecto*

No.	CLAVE WRB	Suelo dominante (G1)	Calificador secundario del G1	Calificador primario del G1	Suelo secundario (G2)	Calificador secundario del G2	Calificador primario del G2	Textura	Limitante física superficial
1	CHlvso+SNcc/2	Chernozem	Lúvico	Sódico	Solonetz	N	Cálcico	Media	N
2	LPrzsk+PHhupcp/2R	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Phaeozem	Húmico	Epipetrocálcico	Media	Pedregosa

#### ***IV.2.1.4.1 Características por tipo de suelo***

La descripción de la nomenclatura de los tipos de suelo se rige por los siguientes atributos:

**Suelo dominante:** Grupo de suelo que ocupa el 60% o más de extensión en la unidad edafológica.

**Calificador Secundario del Suelo Dominante:** Indican la segunda cualidad del suelo.

**Calificador Primario del Suelo Dominante:** Indican la cualidad dominante del suelo.

**Suelo secundario:** Grupo de suelo, que se estima, ocupa entre un 20 y 40% de extensión de la unidad edafológica.

**Calificador Secundario del Suelo Secundario:** Indican la segunda cualidad del suelo.

**Calificador Primario del Suelo Secundario:** Indican la cualidad dominante del suelo.

**Suelo terciario:** Grupo de suelo que se estima, ocupa un 20 % como máximo de extensión de la unidad edafológica.

**Calificador Secundario del suelo terciario:** Indican la segunda cualidad del suelo.

**Calificador Primario del Suelo Terciario:** Indican la segunda cualidad del suelo.

**Textura del Suelo:** Valor que se refiere a la proporción relativa a los diferentes tamaños individuales de partículas minerales del suelo menores a 2 mm de diámetro. Se divide en: 1 - Gruesa; 2 - Media; y 3 - Fina.

**Limitante física superficial:** Indica la presencia estimada de fragmentos de roca u otros minerales, en más del 30% del área. Se clasifica en: R - Pedregosa y r - Gravosa.

En el Anexo 3.7 se muestran los diferentes tipos de suelo presentes a nivel SA, mientras que en el Cuadro IV-8 se describe la nomenclatura para cada tipo de suelo presente en la SA y del cual se desprende el Cuadro IV-9 y VI-10, de donde se puede determinar que se tienen 6 clases dominantes de suelo a nivel AI y 2 tipos de suelo presentes en el sitio, los cuales se describen a continuación.

**KASTAÑOZEM** El término Kastañozem deriva del vocablo latino "castanea" que significa castaño y del ruso "zemlja" que significa tierra, haciendo alusión al color pardo oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgánica. El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; muchos de ellos se desarrollan sobre loess. Se asocian a regiones con un clima seco y cálido. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación herbácea de poco porte y anuales. El perfil es de tipo AhBC con un horizonte superficial pardo. El horizonte B puede ser de tipo Cámbico o Árgico de color pardo a canela; los carbonatos o el yeso presentes se redistribuyen formando acumulaciones en el horizonte C. Se utilizan preferentemente para cereales de invierno, más cuando se riegan pueden soportar cualquier cultivo. Muchos Kastanozem se utilizan para pastos extensivos. Las inundaciones y la erosión eólica o hídrica son sus principales limitaciones.

**CHERNOZEMS.** Los Chernozems acomodan suelos con una capa superficial gruesa, negra rica en materia orgánica. El edafólogo ruso Dokuchaev acuñó el nombre Chernozem en 1883 para denotar el típico suelo zonal de las estepas de pastos altos en Rusia continental. Muchos Chernozems corresponden a: Suelos Negros Calcáreos (antiguos sistemas de Estados Unidos) y Kalktschernoseme (Alemania); Chernosols (Francia); Suelos Negros Eluviados (Canadá); varios subórdenes (especialmente Udolles) de los Molisoles (Estados Unidos de Norteamérica); y Chernossolos (Brasil).

**LEPTOSOLES.** Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Connotación: Suelos someros; del griego leptos, fino. Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 % (en volumen) de tierra fina.

Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

Desarrollo del perfil: Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.

**PHAEOZEMS.** Los Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastañozems, pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastañozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo. Connotación: Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego phaios, oscuro, y ruso zemlja, tierra.

Material parental: Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciario y otros. Ambiente: Cálido a fresco (e.g. tierras altas tropicales) regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos y/o bosque.

Desarrollo del perfil: Un horizonte mólico (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial cámbico o árgico.

## DESCRIPCIÓN DE LOS CALIFICADORES

1. **Esquelético:** que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
2. **Crómico:** que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.
3. **Lúvico:** que tiene un horizonte árgico que tiene una CIC (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M) de 24 cmockg -1 arcilla o más en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm debajo de su límite superior, lo que esté a menor profundidad, ya sea que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo o dentro de 200 cm de la superficie del suelo si el horizonte árgico tiene por encima textura de arenoso franca o más gruesa en todo su espesor, y que tiene una saturación con bases (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.
4. **Mólico:** que tiene un horizonte mólico.
5. **Cálcico:** que tiene un horizonte cálcico o concentraciones de carbonatos secundarios que comienzan dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo.
6. **Calcárico:** que tiene material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
7. **Epipétrico:** que tiene una capa fuertemente cementada o endurecida que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo
8. **Epiléptico:** que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.
9. **Háplico:** que tiene una expresión típica de ciertos rasgos (típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa) y sólo se usa si no aplica ninguno de los calificadores previos.

10. **Endoléptico:** que tiene roca continua que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
11. **Réndizco:** que tiene un horizonte mólico que contiene o está inmediatamente por encima de material calcárico o roca calcárea que contiene 40 por ciento o más de carbonato de calcio equivalente.
12. **Epipetrocálcico:** que tiene una capa fuertemente cementada o endurecida que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo
13. **Endopetrocálcico:** que tiene una capa fuertemente cementada o endurecida que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
14. **Húmico:** que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en Ferralsoles y Nitisoles, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; en Leptosoles en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.
15. **Sódico:** que tiene 15 por ciento o más Na más Mg intercambiables en el complejo de intercambio dentro de 50 cm de la superficie del suelo en todo el espesor.

#### IV.2.1.5 Clima

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García, (1981) y presentados en la carta de climatología serie I escala 1: 1, 000,000 de INEGI, el tipo de clima presente en el SA es semiseco semicálido cuya descripción se muestra a continuación:

Cuadro IV-11. Tipo de clima presente en el SA

Clave	Descripción
BS1hw	Semiseco Semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C; con lluvias en verano del 5% al 10.2% anual.

El clima del AI y Proyecto es el mismo que en el SA el cual es Semiseco Semicálido, como se muestra en la figura siguiente así como en el plano del Anexo 3.8:

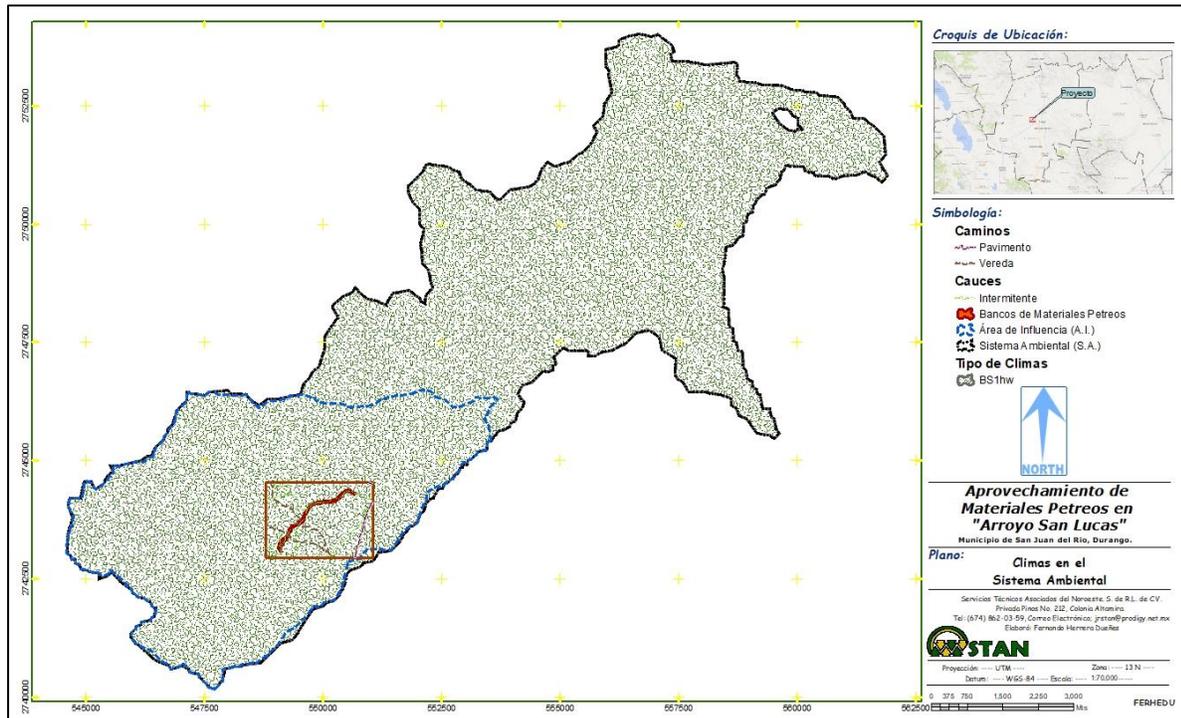


Figura IV-15 Climas presentes en el sistema ambiental.

**IV.2.1.5.1 Normales climatológicas**

La Normal Climatológica o valor normal (promedio), se utiliza para definir y comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un período de datos considerables (mínimo 20 años) (Díaz, 2016). A razón de tener datos de tipo representativo (Ruiz C., G. Díaz, D.Guzman, G. Medina, & M.M. Silva, 2006) se utilizan los parámetros estadísticos meteorológicos siguientes:

- La temperatura máxima mensual, es el valor normal o promedio histórico de la temperatura máxima por mes.
- La temperatura mínima mensual, es el valor normal o promedio histórico de temperatura mínima por mes.
- La temperatura promedio mensual, constituye el valor normal o promedio histórico de temperatura media.
- La precipitación mensual, es el valor normal de la precipitación acumulada promedio en un mes.

Las normales climatológicas del SA se muestran en el cuadro siguiente, mismas que fueron tomadas de la información disponible por parte de la Comisión Nacional del Agua (**CONAGUA**) de la estación climatológica más cercana al sitio, cuya clave es **10068 San Juan del Río**, con registros históricos desde **1951 hasta 2010**.

Cuadro IV-12. Normales climatológicas del SA

Coordenadas UTM= X: 561121 y, Y: 2742906, 1,700 msnm. Periodo: 1951-2010.													
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima mensual (°C)	22.5	24	27.4	31.8	34.6	34.6	32	31.4	29.8	27.6	25.2	22.2	28.6
Temperatura mínima mensual (°C)	4.5	5.3	8.3	11.7	14.1	15.9	15.2	14.6	13.5	10.9	7.4	4.3	10.5
Temperatura normal mensual (°C)	13.5	14.7	17.9	21.8	24.4	25.3	23.6	23	21.7	19.3	16.3	13.3	19.6
Precipitación normal mensual (mm)	11	5.1	2.5	4.7	15	67.1	119.6	119.9	84.4	36.8	10.8	11	487.9
Precipitación mínima mensual (mm)	0	0	0	0	0	0	11.5	0	0	0	0	0	11.5
Precipitación máxima mensual (mm)	99.3	51.8	54.5	46.7	86.9	243.3	263.3	280.4	284.2	243.5	72.8	51	148.14

**COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN**

**Temperatura**

Conforme a la descripción del tipo de clima del sitio, la temperatura media anual es de 19.6°C, la temperatura mínima del mes más frío es de 4.3 °C en el mes de diciembre, la temperatura máxima del mes más cálido es de 34.6 °C en el mes de mayo y junio, por lo tanto, se considera como un clima semiseco semicálido.

**Precipitación**

La precipitación es uno de los principales descriptores del clima. Es un término genérico para describir algún tipo de condensación atmosférica de vapor de agua, que posteriormente se precipita en forma de agua, nieve, granizo, escarcha, etc. Los patrones de distribución en espacio y tiempo de la precipitación, conjuntamente con la temperatura son utilizados para realizar la caracterización del clima local.

La precipitación media anual es de 487.9 mm, la mínima registrada fue 0.0 mm, por otro lado, la máxima es de 284.2 mm en septiembre.

En la región se presentan los fenómenos climatológicos denominados Nortes y frentes fríos procedentes del Noroeste de los Estados Unidos de Norte América, que se caracterizan en la zona por producir lluvias de invierno conocidas localmente como aguas nieves; sin embargo, la mayor parte de la precipitación que se capta en esta zona es debido a la influencia de tormentas tropicales y huracanes que se originan en el Océano Pacífico durante los meses de julio a septiembre.

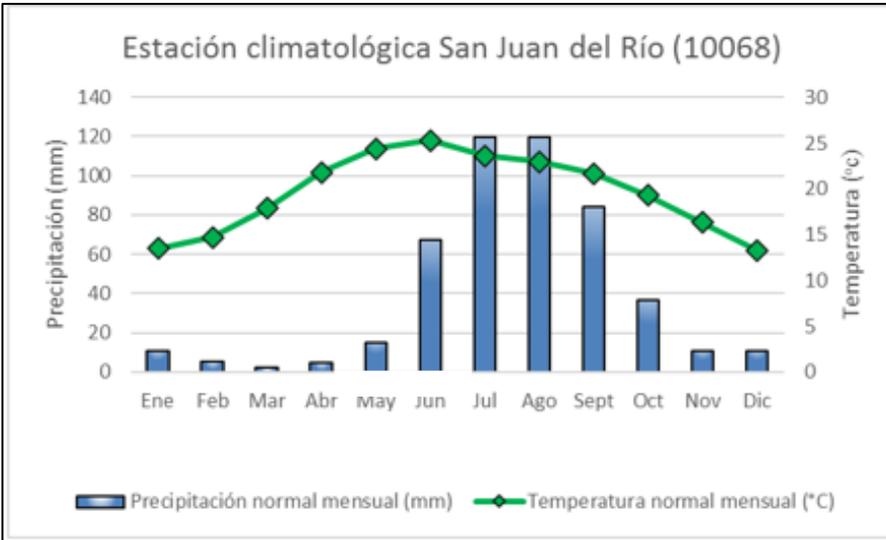


Figura IV-16. Isoterma de la zona del área de influencia ambiental

#### IV.2.1.5.2 Vientos

La velocidad y dirección del viento son dos de las características más importantes, comúnmente utilizadas para determinar las condicionantes del ciclo hidrológico tales como; intercambio energético, evapotranspiración y los patrones de precipitación para la lluvia, nieve, granizo, etc. Los vientos dominantes en la región provienen de la costa occidental, en la temporada de febrero a mayo.

La velocidad varía dependiendo de la época del año, sin embargo, en raras ocasiones supera los **47 km/hora**, la mayor ocurrencia de los vientos fuertes se presenta en los meses de febrero y marzo que coinciden con las cabañuelas.

#### IV.2.1.5.3 Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos que se presentan en la región se resumen de la manera siguiente:

- Periodo de lluvias: Junio - Septiembre
- Aguanieves: Diciembre - Febrero
- Heladas: Desde el 19 de septiembre hasta el 20 de abril
- Vientos dominantes: NW con una velocidad promedio anual entre los 4 a 10 km/hora
- Granizadas: En los meses de mayo y junio
- Huracanes: Solo se presentan altas precipitaciones cuando éstos ocurren en el Océano Pacífico, su probabilidad de ocurrencia es baja

#### IV.2.1.5.4 Evapotranspiración potencial

La evaporación potencial anual en el estado de **Durango** oscila entre los 1 300 milímetros como mínima y los 2 600 como máxima, en el cuadro siguiente se presenta la evapotranspiración potencial anual para las diferentes regiones del estado de Durango (CONAGUA, 2010).

Cuadro IV-13. Evapotranspiración potencial anual (mm) para las regiones del Estado de Durango

Evaporación Potencial Anual	Región Noroccidental	Región de las Quebradas	Región Lagunera	Región del Río San Pedro - Mezquital
Mínima	1 400	1 300	1 700	1 400
Media	1 850	1 850	2 150	1 800
Máxima	2 400	2 400	2 600	2 400

El sitio corresponde a la región Noroccidental del estado de Durango.

#### ***IV.2.1.5.5 Posibilidad de fenómenos naturales***

El sitio **no** es susceptible a los siguientes fenómenos naturales:

- Terremotos (sismicidad)
- Derrumbes por hundimientos
- Riesgos radiactivos
- Huracanes

### **IV.2.2 Factores bióticos**

#### ***IV.2.2.1 Vegetación***

En el SA ambiental la vegetación es muy variable pues presenta diferentes condiciones climáticas y de relieve, mientras que a nivel área de influencia, el tipo de vegetación es menos variado, puesto que el clima y el suelo es similar en toda la zona, en el proyecto el tipo de vegetación corresponde solo a **Agricultura de temporal anual**, según la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII (INEGI, 2018). Dentro de los tipos de vegetación presentes se pueden mencionar los siguientes:

La superficie de cada tipo de vegetación se describe en el cuadro siguiente:

**Cuadro IV-14. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental**

<b>Clave</b>	<b>Descripción</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Superficie (%)</b>
<b>AH</b>	Asentamientos Humanos	51.24	0.65
<b>MC</b>	Matorral Crasicaule	688.63	8.68
<b>MDM</b>	Matorral Desértico Micrófilo	1000.77	12.62
<b>MK</b>	Bosque De Mezquite	56.85	0.72
<b>PN</b>	Pastizal Natural	2027.29	25.56
<b>RA</b>	Agricultura De Riego Anual	725.22	9.14
<b>RAS</b>	Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente	86.47	1.09
<b>TA</b>	Agricultura De Temporal Anual	3294.93	41.54
		<b>7931.39</b>	<b>100.00</b>

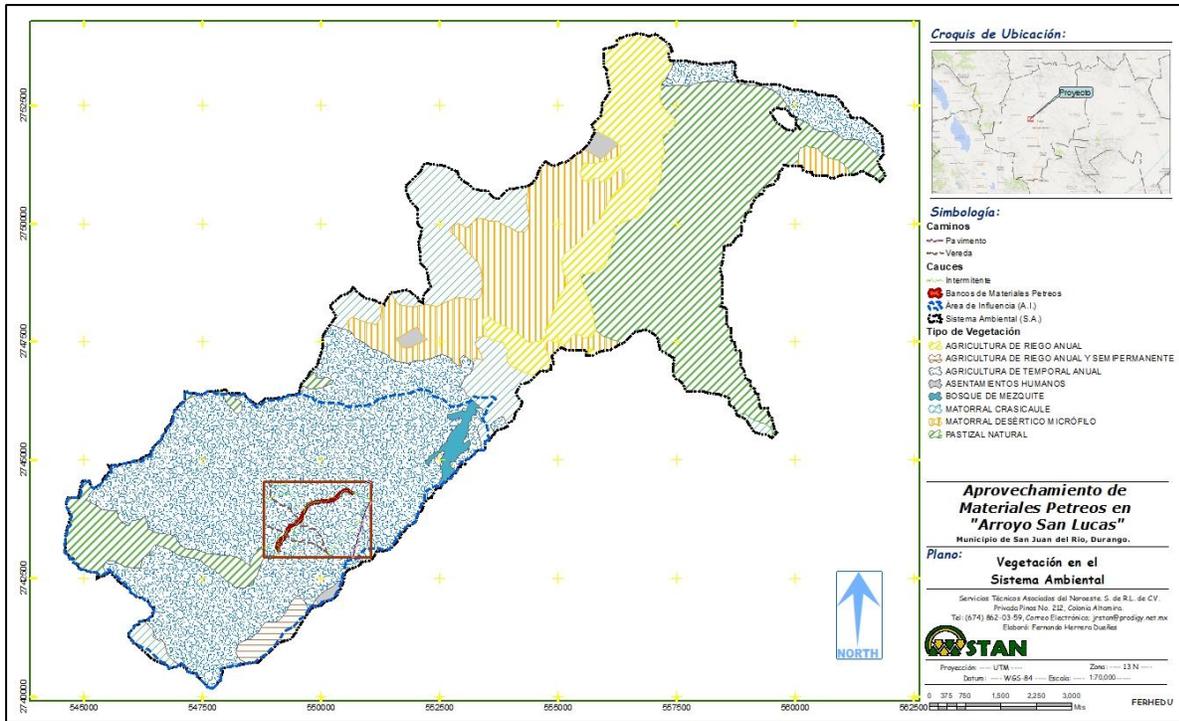


Figura IV-17 Vegetación presente en el sistema ambiental.

Las características más importantes para cada uno de los tipos de vegetación se describen a continuación:

**Agricultura de Temporal anual (TA).** Son áreas destinadas al cultivo de granos (maíz y frijol) principalmente, pero también se pueden encontrar áreas para el cultivo temporal de avena, alfalfa, etc. y que el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia, su ciclo vegetativo dura solamente un año.

**Agricultura de riego anual (RA).** Consiste en el suministro de las necesarias cantidades de agua a los cultivos mediante diversos métodos artificiales de riego.

**Agricultura de riego anual y semipermanente (RAS).** Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural y así poder obtener varios cultivos al año según sea la temporada.

**Pastizal natural (PN).** Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y gramínoideas, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etcétera. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques. La extensa zona de pastizales naturales de América del Norte penetra en el territorio mexicano en forma de una angosta cuña que corre a lo largo de la base de la Sierra Madre Occidental desde Sonora y Chihuahua hasta el noreste de Jalisco y zonas vecinas de Guanajuato. Esta franja continua consiste en comunidades vegetales dominadas por gramíneas que constituyen clímax climático y representa en México la zona más importante de pastizales naturales. Como la mayoría de los pastizales del mundo, esta franja ocupa una porción de transición entre los bosques por un lado y los matorrales xerófilos por el otro.

El Pastizal Natural se desarrolla de preferencia en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes entre 1 100 y 2 500 m, aunque en Sonora pueden descender hasta los 450 m. Las temperaturas medias anuales varían en la mayor parte de su extensión de 12 a 20°C. Las fluctuaciones estacionales y diurnas son relativamente pronunciadas, todos los años se presentan heladas y en las partes altas de Chihuahua y Sonora ocurren nevadas con cierta frecuencia, registrándose temperaturas mínimas extremas de - 20 hasta 45°C como máximas en los meses más calurosos. La precipitación media anual es del orden de 300 a los 600 mm, con 6 a 9 meses secos y la humedad atmosférica se mantiene baja durante la mayor parte del año.

**Matorral desértico micrófilo (MDM).** La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3% de la superficie, mientras que en sitios con climas menos desfavorables la cobertura puede alcanzar 20%; la altura varía de 0.5 a 1.5m. Larrea y Ambrosia constituyen del 90 a 100% de la vegetación en áreas de escaso relieve, pero a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado aparecen arbustos con especies de *Prosopis*, *Cercidium*, *Olneya*, *Condalia*, *Lycium*, *Opuntia*, *Fouquieria*, *Hymenoclea*, *Acacia*, *Chilopsis*, etcétera. En el desierto sonorenses, Larrea se extiende hasta la localidad de Guaymas, donde llega a formar manchones de matorral puro o casi puro. El tipo de suelo característico en donde se desarrolla esta comunidad vegetal es sobre suelos de yeso, en estos suelos predominan iones de magnesio y calcio. Estos sulfatos pueden estar enriquecidos con cloruros, si son de origen marino, y sodio si son de origen continental. Se encuentra en bajadas con lomeríos, llanura aluvial, y sierras con lomeríos. Son comunidades vegetales dominadas por pequeños arbustos y gramíneas; los caméfitos son un biotipo que incluye a las plantas leñosas y herbáceas cuyas yemas de reemplazo se encuentran en vástagos siempre por encima del nivel del suelo; otra característica de esta comunidad vegetal es que se encuentra una costra. La comunidad que podría merecer el calificativo de vicariante con respecto a la anterior es la que ocupa la mayor parte de la superficie de la zona árida chihuahuense, ubicada sobre la Altiplanicie y que se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Hidalgo en altitudes que comúnmente no son inferiores a 1 000m, se trata del matorral de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua*, que también se desarrolla preferentemente sobre llanuras y partes bajas de abanicos aluviales, aunque en condiciones de aridez más acentuada prospera así mismo sobre laderas de cerros. En ningún sitio de su área de distribución parece llover menos de 150mm en promedio anual y en algunas zonas más calurosas el límite superior de la precipitación se aproxima a los 500mm. Larrea a menudo es la única dominante, otras veces, junto con Flourensia, forma 80 a 100% de la vegetación; los matorrales de Flourensia son menos frecuentes y el observado cerca de Actopan, Hidalgo, marca aparentemente el extremo meridional de la distribución de la comunidad.

**Matorral Crasicaule (MC).** Se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte del país, su distribución marcaría los límites tropical y templado al interior del desierto Chihuahuense para las especies de portes más altos. Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600 mm y la temperatura es de 16 a 22°C en promedio anual y con temperaturas mínimas de 10-12°C. En algunas partes de San Luis Potosí y de Guanajuato se le asocia *Myrtillocactus geometrizans* y a veces también *Stenocereus* spp. Por otro lado, *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientras que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos, como, por ejemplo, especies de *Mimosa* spp., *Acacia* spp., *Dalea* spp., *Prosopis* spp., *Rhus* spp., *Larrea* sp., *Brickellia* sp., *Eupatorium* sp., *Buddleja* sp., *Celtis* sp., etcétera.

El Matorral Crasicaule que se establece en la parte central de Zacatecas y algunas zonas adyacentes de Durango, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí se presenta como cubierta vegetal de plantas del género *Opuntia*, siendo las principales especies dominantes de estas "nopaleras" *Opuntia streptacantha* (Nopal Cardón) y *Opuntia leucotricha*.

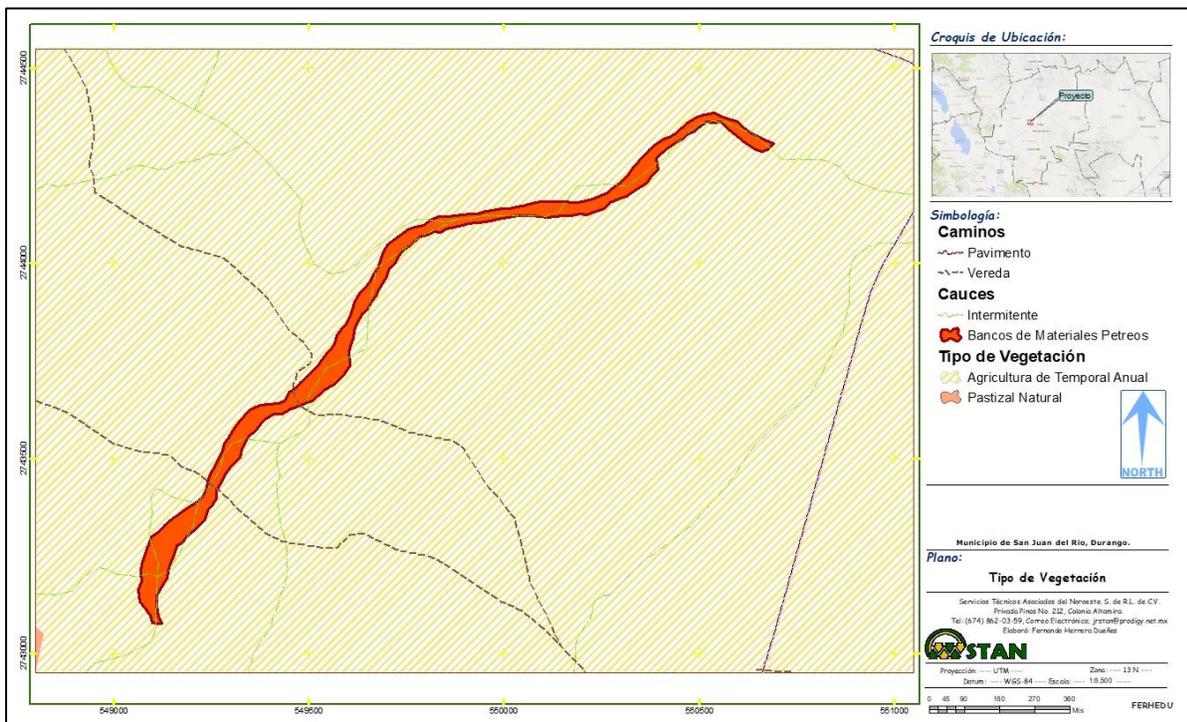
**Bosque de Mezquite (MK).** Comunidad arbórea con especies de *Prosopis* que se desarrolla en suelos aluviales de fondo de valle y depresiones en las planicies, donde el manto freático se mantiene a poca profundidad, es también común a lo largo de los arroyos y ríos intermitentes en las regiones semiáridas, como en la Llanura de Río Verde, S.L.P., en el Valle de Aguascalientes, o partes del Bajío en Guanajuato. En Baja California estos bosques de mezquite

se presentan a lo largo de arroyos intermitentes, destacando sobre la vegetación circundante. Frecuentemente forman comunidades arbóreas de entre 5 y 20 m de altura. La distribución de este tipo de comunidad es muy amplia en el país, pero muy fragmentada por sus requerimientos ecológicos.

A nivel AI los tipos de uso y vegetación que se presentan son los siguientes:

**Cuadro IV-15. Tipos de vegetación en el Área de Influencia y proyecto**

Clave	Descripción	Superficie (ha)	Superficie (%)
AH	Asentamientos Humanos	10.27	0.32
MC	Matorral Crasicaule	56.01	1.74
MK	Bosque De Mezquite	56.95	1.77
PN	Pastizal Natural	310.54	9.63
RAS	Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente	74.62	2.31
TA	Agricultura De Temporal Anual	2717.61	84.24
		<b>3226.00</b>	<b>100.00</b>



**Figura IV-18 Vegetación presente en el proyecto**

Las comunidades vegetales en el área de influencia corresponden a Matorral crasicaule, Bosque de mezquite, Pastizal natural, Agricultura de riego anual semipermanente y Agricultura de temporal anual; sin embargo, en los sitios ocupados por los bancos no existe vegetación.

**IV.2.2.1.1 Especies de importancia económica**

Se consideran especies de importancia económica a las especies vegetales de las que el hombre depende para satisfacer sus necesidades tales como; su desarrollo biológico, científico, cultural y consecuentemente económico.

En este caso, las especies de importancia económica se han clasificado en las categorías siguientes:

**a) Especies maderables**

A nivel regional se encuentran especies maderables, las cuales son utilizadas por los propietarios de los terrenos. Las especies más comunes encontradas (a nivel SA) pertenecen a los géneros *Acacia farnesiana*, *Prosopis juliflora* y

*Acacia Angustissima*. La utilización se reserva únicamente para la elaboración de postes o leña que son utilizados por los propietarios de los terrenos o ejidos donde estas especies se encuentran.

#### **b) Especies no maderables**

Según el Estudio Regional Forestal de la UMAFOR 1013, existen plantas silvestres que se utilizan como comestibles, medicinales, ornamentales, y forrajeras, además de las maderables, para alimentar al ganado mediante pastoreo libre se utilizan las especies forrajeras. Dentro de este rubro podemos encontrar géneros de *Opuntia*, *Adolphia infesta*, *Echinocactus horzonthalonius* entre otros algunos de estos son consumidos por el ganado local.

#### ***IV.2.2.1.2 Especies de interés especial***

Dado a que los bancos de materiales pétreos se ubican en el cauce del Arroyo San Lucas, **no** se encuentran especies vegetales bajo estatus de conservación según *NOM-059* ni ningún otro tipo de vegetación en el sitio. En el plano del Anexo 3.9 se presentan los tipos de vegetación a nivel regional.

#### ***IV.2.2.2 Fauna***

##### ***Identificación de fauna***

Para lograr la identificación de las especies que se pueden presentar en el área del proyecto y los alrededores se realizó de dos diferentes métodos para el caso de las aves se realizó por medio del método de puntos, y en el caso de los mamíferos y reptiles se realizó por medio de transectos los cuales se describen a continuación.

Para obtener información sobre la fauna presente en un ecosistema, la brigada de monitoreo debe revisar el equipo y verificar su funcionamiento correcto. Es de suma importancia llegar temprano a la Unidad de Muestreo para poder seguir, paso a paso, los métodos para realizar el monitoreo de fauna en los mejores horarios.

La identificación de aves por puntos se realizó de 6 a 10 de la mañana los días 17 y 18 de mayo del 2023

El registro de huellas y excrementos en transectos de 500 metros, se realizó de 7 a 11 de la mañana los días 19 y 20 de mayo del 2023.

Para la identificación de aves por medios de puntos se realizó de la siguiente manera:

##### **Aves**

Las aves son esenciales en la naturaleza, pues brindan servicios ambientales importantes para la conservación de los ecosistemas. Dispersan semillas, polinizan flores, ayudan en la descomposición de restos biológicos, consumen insectos y roedores que podrían convertirse en plagas. También tienen usos comestibles, comerciales, ornamentales, religiosos, artísticos, medicinales y de vínculo de la gente con la naturaleza, para poder muestrearlas o en como lo es en el caso de este proyecto de identificar las especies presentes en la zona del proyecto, Existe una gran variedad de métodos para efectuar la identificación de aves, en este caso se utilizó la identificación por puntos, que consiste en identificar y contar las aves que se observan y escuchan dentro de un radio de **30 metros** a partir del centro de la unidad de muestreo. La identificación de aves por puntos se puede realizar en tiempos de seca o de lluvia.

Para hacer la identificación por medio del método de puntos, los brigadistas se ubicaron al centro de la Unidad de Muestreo en silencio, para evitar alterar a las aves presentes. Después del llegar a la unidad de muestreo se esperaron dos minutos para permitir que la actividad de las aves se normalice y poder comenzar con la identificación y conteo de los ejemplares presentes en la unidad de muestreo.

De forma individual y con apoyo de los binoculares, cada brigadista registro en su formato de campo cada ave observada y escuchada durante 10 minutos, dentro del área señalada con cinta de señalización roja y amarilla. Se realizó sin apartarse del centro de la unidad de muestreo, girando sobre su propio eje 360 grados. En el formato se anotó, cada especie, nombre común y científico, y cuántos individuos vieron u oyeron.

Como dato importante para poder realizar este método de manera más efectiva se deben tener en cuenta lo siguiente:

- Utilizar cinta de señalización amarilla y roja como ayuda visual para delimitar el radio de 30 metros y saber si un ave se ubica dentro o fuera del área de conteo.
- No contar la misma ave más de una vez.
- Las aves que estuvieron fuera del radio de 30 metros, se anotaron en el recuadro de observaciones. Sin embargo, si se encuentran fuera de ese radio, pero durante el tiempo de observación ingresan al área, se incluirá a las especies observadas dentro del sitio.
- Si no es posible identificar el nombre común y/o científico de un individuo, incluso con apoyo de las guías, se tomarán nota de sus características como referencia para una identificación posterior con ayuda de especialistas o en sitios web de confianza.

Se sugiere que en la identificación de aves no se realice cuando llueva, la neblina sea muy densa o la temperatura sea extrema (mucho frío), y que los integrantes de la brigada vistan colores neutros (café o verde olivo), evitando los fosforescentes o llamativos (amarillos, naranjas, blancos, rosas) para facilitar el conteo de aves.

Para poder optimizar los resultados de la identificación de aves, tres miembros con más experiencia en aves son los encargados de contarlas e identificarlas en todas las visitas.

Como resultado de la identificación de ejemplares se obtuvo una gran cantidad de avistamientos, sin embargo, una vez comparado los resultados de cada brigadista y de cada punto de muestreo se logró identificar 10 tipos de especies de aves las cuales son las siguientes: Buitre cabeza negra (*Coragyps atratus*), Huilota (*Zenaida macroura*), Cuervo (*Corvus corax*), Correcaminos (*Geococcyx californianus*), Gorrión (*Haemorhous mexicanus*), Verdugo americano (*Lanius ludovicianus*), Buo cornudo (*Bubo virginianus*), Mosquero barranqueño (*Empidonax occidentalis*), Papamoscas llanero (*Sayornis saya*) y Vencejo pechiblanco (*Aeronautes saxatalis*).

Sin embargo, para poder tener un poco más de información sobre las aves que se encuentren en el área del proyecto y alrededores se recurrió a platicar con los habitantes vecinos al proyecto para poder obtener encuestas testimoniales y así poder tener más información de especies que ellos hallan observado por el área o cercas del área del proyecto y así poder complementar más la información sobre las especies de aves, también se tomó en cuenta el estudio del UMAFOR 1013 en el cual el proyecto se encuentra dentro, por lo que, para identificar las especies de fauna reportadas con distribución potencial en el UMAFOR, y así poder tener un poco más de información sobre la fauna.

### **Mamíferos, Reptiles y Anfibios.**

Para el caso de los mamíferos, reptiles y anfibios, para poder observarlos a simple vista en su hábitat natural puede ser difícil sobre todo aquellos lugares donde la presencia del ser humano los motiva a esconderse. Una de las formas más sencillas, confiables y económicas de conocer las especies de un territorio es a través de los rastros que dejan, como huellas y excrementos, por lo cual para poder identificar los rastros que dejan los animales en el sendero o corredor biológico más cercano al área del proyecto; la brigada buscará huellas, rastros y excrementos en transectos de 500 metros de largo por 2 metros de ancho, Habrá seis transectos separados entre sí por secciones de 30 metros.

Muchos animales suelen trasladarse de zonas de alimentación a otras de descanso, por lo que es muy probable encontrar indicios a lo largo de los senderos o corredores biológicos que utilizan, Para buscar huellas y excrementos se empleó el método de transectos. Para ponerlo en práctica, la brigada debe ubicar y dirigirse al sendero o corredor biológico más cercano a la zona del proyecto.

Una vez ubicado el sendero o corredor biológico, los brigadistas toman, mediante el GPS, las coordenadas del lugar en UTM. Estas coordenadas indicarán el inicio y final del Transecto. Después se activa en el GPS la función de recorrido o track para almacenar la ruta que seguirá sobre el sendero o corredor biológico. Hecho esto, los brigadistas recorrerán 500 metros en busca de huellas y excrementos en un ancho de 2 metros.

Al concluir este primer transecto, el brigadista debe introducir el nombre o número del track en el GPS, con la finalidad de exportar el track al programa ArcGis y poder obtener un mapa o información de los transectos realizados, además también el track almacenado servirá de referencia para no repetir el recorrido en los siguientes muestreos.

Una vez finalizado el transecto se dejara una distancia de 30 metros para poder tener una separación entre cada transecto, una vez recorrida esta distancia se volverá a tomar las coordenadas del inicio del segundo transecto y repetir el mismo proceso que se mencionó anteriormente, consecutivamente hasta obtener los transectos que se desean obtener, Al finalizar las actividades antes mencionadas, los brigadistas habrán recorrido para el caso de este proyecto una distancia efectiva de 3,000 metros, dividida en seis transectos de 500 metros, separados entre sí por tramos de 30 metros, durante la búsqueda de huellas, rastros y excrementos, es importante que los brigadistas realicen las siguientes actividades para poder tener la información más precisa y confiable posible.

Los puntos importantes para tener un buen levantamiento de la información son los siguientes:

- Caminar siempre sobre la vereda, sin cortar camino ni ir a campo traviesa.
- Observar el sendero hacia el frente evitando girar la cabeza de un lado a otro, para registrar únicamente las huellas y los excrementos que se encuentren dentro del transecto y en una anchura de dos metros.
- Tomar nota de las huellas, rastros y los excrementos sin importar si provienen de especies silvestres o de animales domésticos.
- Al encontrar una huella, medir ancho y largo en centímetros, con reglas o escuadras; con ayuda de la guía respectiva, determinar si se trata de la pata delantera o trasera, e identificar al animal.
- Al hallar un excremento, medir ancho y largo en centímetros, con reglas o escuadras, y con el vernier, el diámetro máximo en milímetros. Es necesario identificar al individuo que dejó el rastro con ayuda de la guía respectiva.
- Es posible que un mismo animal deje una secuencia de rastros; por lo cual solamente se registrara la primera huella y el primer excremento, hallados de cada especie, para evitar registros de más y al solo ser identificación de animales presentes en la zona esta acción ayudara a minimizar tiempos.

Una vez realizado las actividades mencionadas anterior mente y al haber analizado los resultados obtenidos, se obtuvo como resultado la identificación de 6 tipos de mamíferos los cuales son: Coyote (*Canis latrans*), Tuza mexicana (*Thomomys umbrinus*), Conejo de monte (*Sylvilagus floridanus*), Ratón de las rocas o Ratón coludo (*Peromyscus difficilis*) y zorrillo (*Mephitis macroura*), en el caso de los anfibios no se obtuvo avistamientos ni rastros debido al ser tiempo de secas y el cauce a intervenir como los cauces que se encuentran aledaños al proyecto son de tipo intermitente por lo cual en esta temporada no cuentan con humedad ni agua para la subsistencia de estas especies, por lo cual para poder tener un poco más de información se preguntó a los pobladores vecinos al área para obtener encuestas testimoniales de algunos anfibios que se presentan por la zona en tiempos de lluvias, y en el caso de los reptiles al ser especies muy escurridizas y asiladas o que se encuentran en madrigueras se realizó la consulta testimonial a los pobladores vecinos para poder conocer que especies han visto por el área, también se tomó en cuenta la información de la UMAFOR 1013 (Semidesierto de Durango) para poder conocer que especies de reptiles, mamíferos y anfibios tengan una distribución o presencia potencial en el área o cercas del área del proyecto y así poder tener un mayor conocimiento sobre estas especies y poder tomarlas en cuenta dentro del proyecto.

En la siguiente figura se puede observar los puntos de observación de aves y los transectos recorridos para la identificación de los mamíferos, reptiles y anfibios.



**Figura IV-19** Transectos y Método de puntos Para la Identificación de fauna.

La información referente al estado actual de la fauna silvestre en el SA es escasa, por lo que se llevó a cabo un diagnóstico general de las especies que incluyó información colectada en campo por los métodos anteriormente mencionados, así como encuestas testimoniales de los habitantes de la zona y revisión bibliográfica de los datos disponibles para la región, una vez realizado esto se crearon los listados que se presentantes a continuación para lo cual se realizaron con ayuda de CONABIO en su página de internet (<http://www.naturalista.mx>), para poder obtener la información sobre la especie como a que familia pertenece, saber si se encuentra en alguna categoría de riesgo y conocer su distribución territorial.

**IV.2.2.2.1 Aves**

Las aves son animales vertebrados, con extremidades anteriores modificadas como alas, con el cuerpo recubierto de plumas, poseen un pico córneo sin dientes, se reproducen por medio de huevos.

**Cuadro IV-16.** Lista de especies de aves reportadas en la región

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo
1	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de cooper	Pr	No endémica
2	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pajarero	Pr	No endémica
3	Accipitridae	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	A	No endémica
4	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla / Aguililla aura	Pr	No endémica
5	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla / Aguililla cola roja	SC	No endémica
6	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr	No endémica
7	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr	No endémica
8	Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo pechiblanco	SC	No endémica
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano	SC	No endémica
9	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Buitre cabeza negra	SC	No endémica
10	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Tildio / Chorlo tildio	SC	No endémica

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo
11	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Choro tildio	SC	No endémica
12	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Huilota	SC	No endémica
13	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	SC	No endémica
14	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolito pico rojo	SC	No endémica
15	Columbidae	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma de ala blanca	SC	No endémica
16	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota	SC	No endémica
17	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	SC	No endémica
18	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	SC	No endémica
19	Emberizidae	<i>Spizella passerina</i>	Llanerito	SC	No endémica
20	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	SC	No endémica
21	Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Gorrión / Pinzón mexicano	SC	No endémica
22	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano	SC	No endémica
23	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Zanate / Tordo ojos rojos	SC	No endémica
24	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	SC	No endémica
25	Parulidae	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito	SC	No endémica
26	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Verdín	SC	No endémica
27	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Chilero	SC	No endémica
28	Phasianidae	<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote silvestre	SC	No endémica
29	Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	SC	No endémica
30	Picidae	<i>Picoides arizonae</i>	Carpintero De Arizona	SC	No endémica
31	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	SC	No endémica
32	Picidae	<i>Sphyrapicus nuchalis</i>	Carpintero Nuca Roja	SC	No endémica
33	Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero Moteado	SC	No endémica
34	Regulidae	<i>Regulus caléndula</i>	Reyezuelo	SC	No endémica
35	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	SC	No endémica
36	Trochilidae	<i>Selasphorus rufus</i>	Chuparrosa	SC	No endémica
37	Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chirivín Saltarrocas	SC	No endémica
38	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Tepetatero	SC	No endémica
39	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Salta paredes	SC	No endémica
40	Turdidae	<i>Sialia currucoides</i>	Azulejo Pálido	SC	No endémica
41	Turdidae	<i>Sialia mexicana</i>	Pájaro Azul	SC	No endémica
42	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Buchona / Mirlo primavera	SC	No endémica
43	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Tengo frío	SC	No endémica
44	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero Barranqueño	SC	No endémica
45	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro	SC	No endémica
46	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas Llanero	SC	No endémica
47	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Gritón	SC	No endémica
48	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	SC	No endémica
49	Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo Reyezuelo	SC	No endémica

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial; SC = Sin Categoría

#### IV.2.2.2.2 Anfibios y reptiles

Los anfibios son animales vertebrados, ectotérmicos, con respiración branquial durante la fase larvaria y pulmonar al alcanzar su estado adulto, adaptados tanto en al medio acuático como en al terrestre y, los reptiles son animales vertebrados, exotérmicos con mandíbulas y pulmones bien desarrollados.

**Cuadro IV-17. Lista de especies de anfibios y reptiles reportados para la región**

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo
1	Ranidae	<i>Lithobates pustulosus</i>	Rana de cascada	Pr	Endémica
2	Bufoidea	<i>Anaxyrus compactilis</i>	Sapo de la meseta	SC	Endémica
3	Hylidae	<i>Hyla eximia</i>	Rana verde	SC	Endémica
4	Colubridae	<i>Masticophis taeniatus</i>	Chirriónera	SC	No endémica
5	Teiidae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	A	No endémica
6	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora de cascabel	Pr	No endémica

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial; SC = Sin Categoría

#### IV.2.2.2.3 Mamíferos

Los mamíferos son todos aquellos animales vertebrados, cuadrúpedos, con pelo y glándulas mamarias y vivíparos.

**Cuadro IV-18. Lista de especies de mamíferos reportadas para la región**

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo
1	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	SC	No endémica
2	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	SC	No endémica
3	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	SC	No endémica
4	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	SC	No endémica
5	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	SC	No endémica
6	Geomyidae	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza mexicana	SC	Endémica
7	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte	SC	No endémica
8	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo caneo	SC	No endémica
9	Muridae	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón coludo	SC	Endémica
10	Mustelidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	SC	No endémica
11	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	SC	No endémica
12	Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago café mayor	SC	No endémica
13	Vespertilionidae	<i>Idionycteris phyllotis</i>	Murciélago	SC	No endémica
14	Vespertilionidae	<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago orejón	SC	No endémica
15	Vespertilionidae	<i>Myotis auriculus</i>	Miotis orejas largas	SC	No endémica
16	Vespertilionidae	<i>Myotis californicus</i>	Miotis de california	SC	No endémica
17	Vespertilionidae	<i>Myotis velifer</i>	Miotis de cueva	SC	No endémica

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial; SC = Sin Categoría

#### IV.2.2.2.3.1 Especies de importancia económica

Según el calendario de épocas hábiles y lista de especies de aves canoras y de ornato para captura con fines de subsistencia para la temporada 2022-2023, emitido por la SEMARNAT y en cotejo de las especies reportadas en la región se tiene las especies siguientes:

**Cuadro IV-19. Calendario de épocas hábiles y lista de especies de aves canoras y de ornato para captura temporada 2022-2023.**

Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Durango	Época hábil de aprovechamiento
Gorrion mexicano	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	15	Permitido	02-12-2022 / 26-02-2023
Cuervo grande	<i>Corvus corax</i>	3	Permitido	02-09-2022 / 26-02-2023
Tordo	<i>Molothrus ater</i>	6 (3 machos/ 3 hembras)	Permitido	02-09-2022 / 26-02-2023
Gorrion doméstico	<i>Passer domesticus</i>	40 máximo	Permitido	Todo el año

Ahora bien, según el listado y la verificación con la información del calendario de épocas hábiles 2022 -2023, por entidad federativa emitido por la SEMARNAT, se pudieron identificar 7 especies de mamíferos y 4 especies de aves, las cuales se presentan el cuadro siguiente:

**Cuadro IV-20. Especies de fauna de la región cuyo aprovechamiento está regulado por el calendario EH 2022-2023 de la SEMARNAT**

Nombre común	Nombre científico	Inicia	Termina	Límite de posesión
Guajolote silvestre	<i>Meleagris gallopavo</i>	24-marzo-2023	23-mayo-2023	1
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiática</i>	25-noviembre-2022	22-enero-2023	30
Paloma de collar	<i>Patagioenas fesciata</i>	4-Noviembre-2022	20-enero-2023	15
Paloma Huihota	<i>Zenaida macrura</i>	25-Noviembre-2022	5-marzo-2023	30
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	7-octubre-2022	5-febrero-2023	6
Coyote	<i>Canis latrans</i>	7-octubre-2022	5-febrero-2023	1
Gato Montés	<i>Lynx rufus</i>	25-Noviembre-2022	15-enero-2023	1
Mapache	<i>Procyon lotor</i>	14-octubre-2022	5-febrero-2023	1
Puma	<i>Puma concolor</i>	25-noviembre-2022	15-febrero-2023	1
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	25-noviembre-2022	19-febrero-2023	1
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	14-octubre-2022	11-diciembre-2022	1

#### IV.2.2.3.2 Especies endémicas y/o en peligro de extinción

De acuerdo a la revisión bibliográfica para el sitio y con los recorridos de campo se identificaron las especies siguientes: 3 anfibios, 2 mamíferos, 2 réptiles y 6 especie de aves para ser incluidas programa de rescate y reubicación, todas las especies se encuentran incluidas en la **NOM-59**. Las especies de fauna se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro IV-21. Especies de fauna consideradas en el PRR**

No.	Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo
1	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de cooper	Pr	No endémica
2	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pajarero	Pr	No endémica
3	Accipitridae	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	A	No endémica
4	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla / Aguililla aura	Pr	No endémica
5	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr	No endémica
6	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr	No endémica
7	Ranidae	<i>Lithobates pustulosus</i>	Rana de cascada	Pr	Endémica
8	Bufonidae	<i>Anaxyrus compactilis</i>	Sapo de la meseta	SC	Endémica
9	Hylidae	<i>Hyla eximia</i>	Rana verde	SC	Endémica
10	Teiidae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	A	No endémica
11	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora de cascabel	Pr	No endémica
12	Geomyidae	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza mexicana	SC	Endémica
13	Muridae	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón coludo	SC	Endémica

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial.

Nota: se consideran las especies incluidas en la NOM-059, con la probabilidad (baja) de que puedan llegar a encontrarse en el sitio en dónde se desarrollará el proyecto.

#### IV.2.3 Paisaje

Según Álvarez et al. (1999), el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual. Debido a que, con los rasgos abióticos descritos anteriormente (clima geología, fisiográfica, relieve, suelos, hidrología) y a los rasgos bióticos (fauna y vegetación); se puede llegar a establecer una aproximación total del paisaje; sin embargo, esta aproximación es incompleta si no se valora en función de la apreciación visual.

Se analizó el paisaje regional y local, como una característica integradora del sistema ambiental, que resume los atributos del medio natural y su estado actual, donde se incluyen los efectos derivados de la actividad antropogénica. Es importante mencionar que la conceptualización del análisis del paisaje se realizó desde un marco geo-ecológico (relación y condiciones del suelo con respecto al estatus ecológico del sitio), dado que el objetivo principal fue definir

la calidad visual a nivel regional como un indicador, para evaluar de manera objetiva el impacto ambiental que las actividades pudieran tener sobre el paisaje.

La zona de estudio se dividió en unidades paisajistas de acuerdo al criterio fisiográfico, de cobertura vegetal (tipos de vegetación) y de uso de suelo. Las variables que se evaluaron para cada unidad fueron:

- Calidad visual
- Fragilidad visual
- Visibilidad

A partir de estas dos últimas, se determinó la **calidad visual**, como el indicador que integra la sensibilidad del proceso de deterioro del sitio producido por actividades antropogénicas principalmente. En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas (Carabelli, 2002), por lo que la importancia que tiene este atributo en la evaluación del impacto ambiental es de orden primario, ya que integra las características de los factores y atributos del ambiente. En el proceso de evaluación del impacto ambiental, la caracterización de este atributo, sumado al diagnóstico y al análisis de la problemática ambiental, brinda a los evaluadores indicadores globales de juicio, que dan una visión del estado en el que se encuentra el sistema ambiental, previo al desarrollo de la obra que se está evaluando.

El paisaje del sitio está determinado por sus características físicas y bióticas principalmente, el cual, en nuestro caso, es una zona con actividades agrícolas y ganaderas de autoconsumo. En su microclima se analizaron los aspectos climáticos que influyen en la zona; en su topografía, se consideran sus pendientes máximas y mínimas, esto con el fin de que el proyecto, resultará funcional y costeable en su etapa de operación; con respecto a su hidrología, se prevé que el desalojo de sus aguas pluviales que inciden en la zona, sea adecuado; ya que el flujo del agua no se verá afectado; en el caso de su geología, al tratarse de rocas ígneas extrusivas que dieron origen a suelos de la clase de Leptosol, se pudo identificar claramente las características principales de éstos y la estrecha relación e interacción con los anteriores componentes. Con el análisis de los componentes físico y abióticos se pudieron identificar aquellos umbrales físicos que se han dado de manera natural como barrancas, lomeríos, planicies, arroyos, los tipos de vegetación presentes, los climas que permiten esa estructura y los suelos que dan origen; otro factor en el paisaje son aquellos generados por las actividades del hombre en la región, cuya principal evidencia son: las áreas destinadas a la agricultura y ganadería, así como las brechas de terracerías que han sido abiertas para la comunicación vecinal.

#### a). Calidad visual

Los criterios estéticos incluidos para definir la calidad visual según Álvarez et al. (1999) fueron:

- a) El agua es un elemento relevante.
- b) Preferencia estética de elementos verdes frente a zonas más secas.
- c) Preferencia por formaciones arbóreas frente a las arbustivas.
- d) Preferencia por zonas de topografía accidentada frente a las superficies llanas.
- e) Diversidad del panorama paisajístico frente a la monotonía de paisajes homogéneos.

Con los preceptos anteriores, se puede realizar una valoración cuantitativa la cual estará dada en función de conceptos y percepciones subjetivas, pero que al darle un valor numérico ayudarán a ubicar el paisaje en una valoración a nivel escala; dando un valor mayor (3) a aquel paisaje que cumpla con las expectativas mencionadas anteriormente y un valor menor (1) a aquellos paisajes que no cumplan o no satisfagan el criterio de valoración; derivado de la asignación anterior, tenemos lo siguiente:

*Cuadro IV-22. Valoración de los criterios estéticos del paisaje del sitio*

Criterios estéticos	Valoración numérica	Descripción de la valoración
a	3	Por la presencia de arroyos y cauces (permanente o efímeros) en los alrededores del sitio.

Crterios estéticos	Valoración numérica	Descripción de la valoración
b	1	Áreas donde se practica la agricultura de temporal y anual.
c	2	El sitio no tiene vegetación, pero adyacentemente cuenta con zonas de agricultura y pastizal.
d	2	En todo el sitio se presentan un relieve poco accidentado.
Promedio	<b>2</b>	En términos generales la calidad visual puede considerarse como <b>media</b> .

### b). La fragilidad

La fragilidad visual es la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él. Está en función de la respuesta del paisaje a gradientes de topografía, vegetación, temperatura, humedad y suelos. Un factor adicional se impone por disturbios, interacciones bióticas y el uso de suelo (Turner et al., 2001). Por lo anterior, la fragilidad visual expresa el grado de deterioro visual que experimentaría el sistema ambiental ante el desarrollo de actividades antrópicas.

La fragilidad visual del paisaje, tal y como se plantea en este estudio, consta de dos elementos:

i). La fragilidad visual intrínseca, determinada por las características ambientales del sitio que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, tales como: la altura de la vegetación y el relieve de la zona.

ii). La fragilidad visual extrínseca, que hace referencia a la mayor o menor susceptibilidad de un territorio a ser observado y depende de la accesibilidad visual a las zonas observadas.

De acuerdo a lo anterior, los criterios aplicados para dar una valoración numérica, fueron:

- Cuanto menor sea el porte o altura de la cobertura vegetal, la fragilidad será mayor por tanto será más difícil encubrir determinados impactos adversos que ocasionan los cambios de uso de suelo.
- Cuanto mayor es el porte de la cobertura vegetal, es menor la fragilidad visual, no se considera el porte de las zonas con pastizal o vegetación ripariaria dadas sus reducidas tallas.
- Las zonas con mayor pendiente son más visibles y, por tanto, poseen un mayor valor de fragilidad. Las zonas con menor pendiente son menos visibles y, por tanto, poseen un menor valor de fragilidad.

Considerando los preceptos anteriores se pudo realizar una valoración cuantitativa, a partir de la valoración cualitativa, considerándose la fragilidad visual intrínseca y extrínseca, en donde para cada uno de los criterios utilizados se dio un valor numérico, siendo 3 para aquel correspondientes a la más alta valoración y 1 para la menor, dando como resultado lo siguiente:

*Cuadro IV-23. Valoración de la fragilidad del paisaje*

Fragilidad	Criterios	Valoración numérica	Descripción de la valoración
La fragilidad visual intrínseca	Porte o altura vegetal	2	En las áreas circundantes se encuentran zonas de agricultura y pastizales, mismas que no serán afectadas.
	Pendiente	1	El sitio cuenta con un relieve poco accidentado, la fragilidad se considera como menor.
La fragilidad visual extrínseca	Observación del territorio	3	Al tratarse de la zona semi urbana, dónde la comunidad más cercana al proyecto cuenta con 282 habitantes, y en términos, puede considerase un valor medio para este criterio
	Promedio	<b>2</b>	En términos generales la calidad visual puede considerarse como <b>media</b>

### c). La visibilidad

La visibilidad es la susceptibilidad de una zona o escena a ser contemplada y se determina a partir de las cuencas visuales (partes altas del área de influencia) y los núcleos urbanos, lo cual está en función de la distancia.

Se utilizó la visibilidad con el objeto de obtener una valoración del paisaje del sitio en función del atractivo que posee desde el punto de vista de accesibilidad; además, se incluyeron algunos criterios de evaluación de carácter ecológico

con lo que se pretende obtener una valoración del paisaje en el contexto local, donde existen atributos ambientales importantes. El estudio de visibilidad se realizó a partir de las partes más altas en la zona y de las carreteras establecidas en las partes altas del área de influencia con un radio de acción de 5 km, y utilizando la distancia como factor de ponderación. Los puntos de observación se presentan de la manera siguiente:

1. **Corta:** de 0 a 1 km de distancia.
2. **Media:** de 1.1 a 2 km de distancia.
3. **Larga:** de 2.1 a 3 km de distancia.
4. **Muy larga:** Mayor a 3.1 de distancia.

En este caso, el análisis de visibilidad se realizó desde las partes más altas del área de influencia, tomando como referencia los caminos existentes y veredas en estas partes y considerando la distancia que hay entre el camino y el polígono del proyecto. Para tener una mayor claridad sobre la visibilidad del sitio se realizó un análisis en ArcMap basado en el Modelo Digital de Elevación, en el cual se establecieron 6 puntos de observación sobre los caminos existentes en las partes más altas del área de influencia para determinar hasta qué punto es visible el proyecto. En la siguiente figura se presenta la visibilidad a nivel área de influencia.

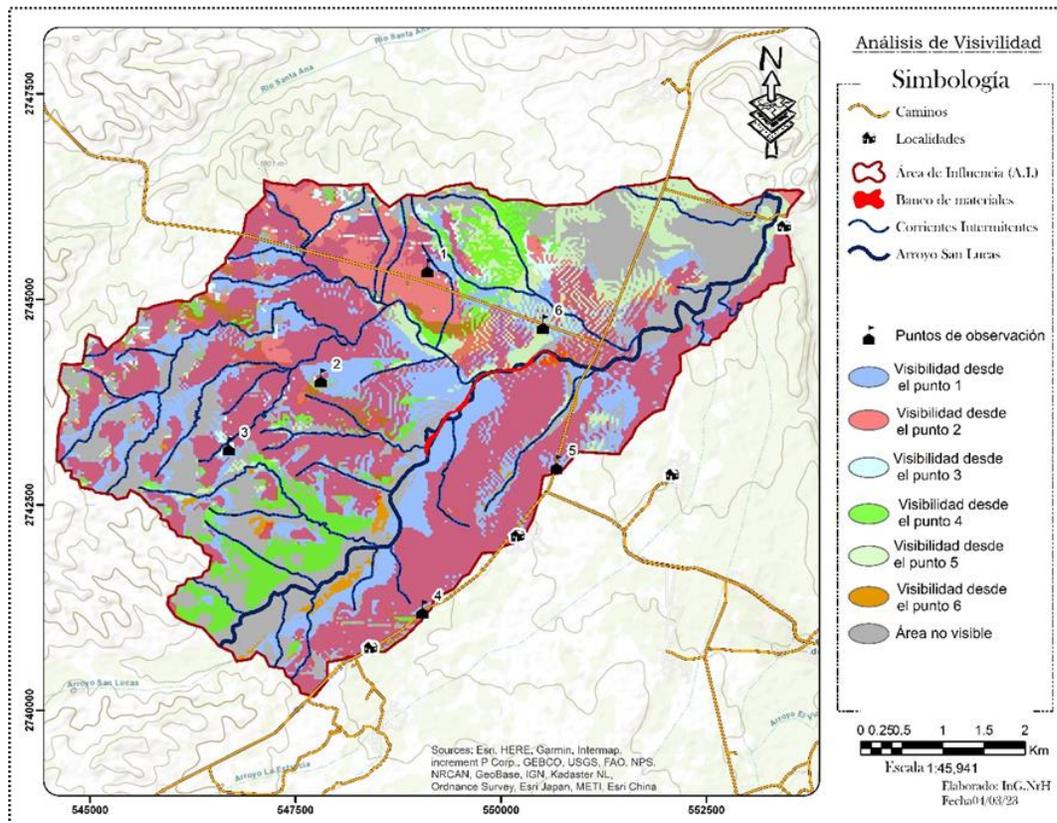


Figura IV-20 Rango de visibilidad

Como se puede observar, la mayor visibilidad se da desde los puntos 1 y 2, los cuales se encuentran a una distancia aproximada de 1.6 y 1.50 km del banco de materiales, el punto 6 se encuentra a una distancia de 700 m, sin embargo dada la pendiente de terreno y el tipo de vegetación, el proyecto no es visible, con lo cual, se puede considerar que la visibilidad se define como media, puesto que el sitio en su mayoría se encuentra en terrenos cuyas geformas de un cerro a otro no permiten tener una visibilidad mayor del paisaje, así mismo, los alrededores del área del proyecto están representadas por terrenos con pendientes mayores a las del área propuesta, por lo que se dificultará percibir el cambio

a menos que la distancia sea menor a 1 km y de áreas muy específicas, por lo tanto, se concluye que la visibilidad es corta, por las condiciones del relieve.

### Conclusión de la valoración del paisaje

En base a la valoración anteriormente descrita, se concluye que las características del paisaje presente en la región son: **calidad visual media**, como resultado de la ubicación del sitio en una zona donde se llevan a cabo actividades de agricultura y pastoreo, además con perturbaciones antropogénicas por los asentamiento humanos; **fragilidad visual media**, como resultado del relieve poco accidentado, conformación y estructuración de la vegetación presente en alrededor del sitio; y **visibilidad corta** por su ubicación, ya que el relieve en el sitio es poco accidentado, por lo tanto las actividades no podrán observarse desde otras partes del área de influencia a la que pertenece. Por lo tanto, la obra no implica un impacto importante y/o trascendente en la composición del paisaje, ya que las condiciones naturales presentes en la zona de influencia no se verán modificadas en importancia significativa dado que las obras serán puntuales con escasa infraestructura caminera o de medios de comunicación.

### IV.2.4 Medio socioeconómico

A continuación, se presentan los rasgos más importantes que ayudarán a la caracterización del medio socioeconómico, y posteriormente identificar los impactos y medidas de prevención y mitigación.

#### Población

Según la información del INEGI correspondiente al censo de población y vivienda del año 2020 [[https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos\\_abiertos](https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos) ], para el municipio de **San Juan del Río** se estima una población alrededor de 12,013 habitantes (49.3% hombres y 50.7% mujeres)

Las poblaciones que se encuentran cercas del Proyecto son 4: **Felipe Gallegos Quiñones, Pueblo Nuevo Francisco de Ibarra (El Crucero) y Otilio Montaña (La Boquilla) y Atotonilco** todos estos pertenecientes a el municipio de **San Juan del Río**.

La población total por localidad es en el caso de Felipe Gallegos Quiñones 10 habitantes, en el caso de Pueblo Nuevo Francisco de Ibarra (El Crucero) cuenta con 282 habitantes de los cales son 144 hombres y 138 mujeres, el poblado de otilio Montaña (La Boquilla) cuenta con 208 habitantes de los cuales 108 son mujeres y 100 hombres y por último, el poblado Atotonilco cuenta con un total de 179 habitantes, 89 mujeres y 90 hombres, en general la población se centra en la etapa adulta, considerando la edad de 15 a 64 años.

*Cuadro IV-24. Poblados dentro del área de influencia*

Nombre de la localidad		Felipe Gallegos Quiñones	Pueblo Nuevo Francisco de Ibarra (El Crucero)	Otilio Montaña (La Boquilla)	Atotonilco	Promedio/ Totales
<b>Población total</b>		<b>10</b>	<b>282</b>	<b>208</b>	<b>179</b>	<b>679</b>
EDUCACIÓN	Población Analfabeta (mayor de 15 años)	0	1	8	5	14
	Población primaria incompleta (mayor de 15 años)	0	25	36	27	88
	Población con primaria completa (mayor de 15 años)	0	42	21	24	87
	Población con secundaria completa (mayor de 15 años)	0	59	46	48	153
ECONOMÍA	Población Económicamente Activa	0	213	69	141	423
SALUD	Población sin derechohabencia	0	63	28	3	94
VIVIENDA	Viviendas Totales	0	114	82	84	280
	Promedio de habitantes por vivienda	0	3.76	3.65	3.73	2.79
	Vivienda con piso de tierra	0	5	1	0	6

Nombre de la localidad		Felipe Gallegos Quiñones	Pueblo Nuevo Francisco de Ibarra (El Crucero)	Otilo Montañó (La Boquilla)	Atotonilco	Promedio/
						Totales
SERVICIOS	Vivienda sin servicio eléctrico	0	0	0	0	0
	Viviendas sin agua entubada	0	0	0	0	0

*Datos generadores a partir del Censo de Población y Vivienda 2020*

### Migración

A nivel estatal al igual que en el resto del país el proceso migratorio se ha manifestado de manera significativa en las últimas décadas del siglo XX y se ha mantenido como un flujo constante en las primeras décadas del siglo XXI. Para el estado de Durango en el 2005 se reporta una emigración interna de alrededor de 48 mil personas, siendo los principales destinos Chihuahua, Coahuila, Sinaloa, Baja California y Nuevo León; los procesos de inmigración interna en el 2010 llegaron a 39 mil personas que se mudaron de Durango, principalmente a Chihuahua, Coahuila, Baja California, Sinaloa y Zacatecas; en cuanto a la emigración internacional al 2010, en el estado Durango se estimó que de cada 100 emigrantes internacionales, 95 se fueron a EE.UU. (Cuéntame/INEGI).

Según el Anuario de Migración y Remesas 2021, el grado absoluto de intensidad migratoria para el estado de Durango es de 1.8, lo cual lo posiciona como alto, además de que se considera como uno de los estados con amplia tradición migratoria a EE.UU.; los municipios con principal emigración son Durango, Canatlán, Santiago Papasquiaro, Gómez Palacios y Guadalupe Victoria, siendo su destino más frecuente los estados estadounidenses de Texas, California, Illinois, Colorado y Kansas. Este proceso migratorio, se presenta de manera intermitente en la región, por lo que el proyecto de extracción de materiales pétreos no contribuirá a este fenómeno, sino que lo frenará debido a que, con la generación de empleos, se propicia residencia de los habitantes de una manera más estable en todos los pueblos más cercanos.

### Empleo

A nivel estatal el PIB se compone con un 10.10% para las actividades primarias, en 34.75% las actividades secundarias y en 55.15% las actividades terciarias (Cuéntame/INEGI). En el municipio las principales actividades económicas son las relacionadas al sector primario, destacándose las actividades de agricultura, y en segundo plano las ganaderas; mientras que las actividades secundarias y terciarias se desarrollan a nivel mínimo en los núcleos poblacionales más poblados, para este caso en la cabecera municipal (San Juan del Río).

Para la gran mayoría de los habitantes del municipio, las actividades agrícolas y sus derivados, representan la fuente principal de empleo e ingreso en las familias, con la **extracción de materiales pétreos** se espera traer más oportunidades de empleo para invertir en los diferentes sectores de la economía local y regional de las actividades primarias y de sus derivados. La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, estableció que a partir del 01 de diciembre de 2021 se tendrían dos áreas geográficas, de las cuales para el sitio del proyecto la tarifa es de \$ 172.87 pesos como salario mínimo.

### Educación

En Durango, 3 de cada 100 personas de 15 años y más no saben leer ni escribir, mientras que el promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 9.1, lo equivalente a secundaria concluida (Cuéntame/INEGI). A nivel zona, según lo generado a partir de la información del Censo de Población y Vivienda 2020 y presentado en el cuadro IV-25, las características principales de la educación en la población se pueden concretar en los datos siguientes: la población analfabeta representa el 0%, la población con primaria incompleta el 12.2%, la población con primaria completa 12.6% y la población con secundaria completa el 21%.

En las comunidades a beneficiarse se cuenta con educación preescolar y primaria, aunque la mayoría de los alumnos que concluyen alguno de estos niveles educativos, emigran a núcleos poblacionales mayores de la región con el objetivo de continuar preparándose académicamente como alternativa para mejorar su calidad de vida. El analfabetismo principalmente se concentra en personas que forman parte de grupos de edad avanzada; la mayoría de los jóvenes de estos centros de población son quienes se encuentran cursando estudios en alguna de las instituciones de educación que en estos poblados existen.

## Salud

La dinámica de población del estado es de 1.7, teniendo como esperanza de vida 72.9 años para los hombres y 78.5 años para las mujeres. Para el año 2013, se registraron 39,298 nacimientos y 9,089 defunciones, siendo la causa principal las enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos (Cuéntame/INEGI).

Según la información generada en el cuadro IV-25 en la zona el 74.34% tiene acceso a los servicios de salud, este servicio se cubre por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social, atendándose a los derechohabientes en las clínicas rurales que en las comunidades existen. En casos de enfermedades de urgencias o graves que se presentan en la región, los habitantes son trasladados a la ciudad cabecera municipal de San Juan del Río o en su caso en la ciudad de Victoria de Durango.

Los poblados cercanos a la cabecera atienden a las familias de la región los 365 días del año. Las medicinas son proporcionadas por el IMSS y la Secretaría de Salud del gobierno del Estado de Durango.

## Economía

De acuerdo con la información generada en el Anuario de Migración y Remesas 2021 las remesas para el estado de Durango en 2021, estuvo estimada en 870.1 millones de dólares, ocupando el lugar 18 a nivel nacional, aportando el 2.4% del total; mientras que en la analogía de las diez entidades federativas con mayor dependencia de remesas ocupa el número 6, con el 4.0% de remesas del PIB estatal.

## Servicios públicos

En los núcleos poblacionales de la región, se cuenta con los servicios de redes locales de agua entubada procedente de manantiales locales y suministro de energía eléctrica por parte de la CFE, así como red de drenaje.

## Vivienda

En promedio en la zona se alcanzan las 100 viviendas por localidad (INEGI, 2020). Las casas habitación se construyen con recursos propios y en la mayoría de los casos se utiliza como principal componente constructivo la madera, en algunos casos especiales, se usa como componente principal del sistema constructivo el tabique y cemento, además en promedio el 0.94% de las viviendas tienen piso de tierra. Se estima que por cada vivienda se tienen alrededor de 3.70 habitantes.

## Medios de comunicación

Los poblados considerados, pertenecen al municipio de San Juan del Río, utilizan como vías de comunicación principal los caminos hacia dichas localidades; los cuales la mayor parte del año está en condiciones de ser transitados, siendo el medio de transporte principal las camionetas tipo Pick – Up de uso particular. También existe el transporte público por parte de la empresa de Valle del Guadiana con corridas desde las 6 am a 7 p.m.

Se cuenta con servicio de teléfono celular, teléfono fijo, internet, televisión y radio, aunque no todas las viviendas cuentan con estos servicios, la mayor parte de estas cuentan con algunos de los servicios de comunicación.

## IV.2.5 Diagnóstico ambiental

### IV.2.5.1 Integración del inventario ambiental

A fin de sintetizar la información de utilidad para interpretar el estado actual, se realizó el siguiente cuadro, considerando el elemento ambiental y sus características más importantes en el Sistema Ambiental y AI:

Cuadro IV-25. Integración del inventario ambiental

Elemento	Sistema Ambiental
Hidrología	El SA se ubica dentro del límite de la cuenca Río Nazas-Rodeo perteneciente a la región hidrológica 36 "Nazas-Aguanaval". El SA se encuentra dentro de la subcuenca Río de San Juan, el AI se encuentran dentro de la microcuenca denominada Diez de Octubre (San Lucas de Ocampo), el banco propuesto tomando en cuenta la dirección de la corriente del arroyo se encuentra en la parte baja de la microcuenca, las corrientes del AI son perennes e intermitentes, el sitio se ubica sobre una corriente intermitente. La hidrología subterránea del SA, AI y

Elemento	Sistema Ambiental
	sitio corresponde al acuífero: San Juan del Río, no existen aprovechamientos hidráulicos para el sitio en un perímetro de 500 m.
Fisiografía	El SA se ubica en la provincia fisiográfica <b>Sierra Madre Occidental</b> , en la subprovincia fisiográfica <b>Sierras y Llanuras de Durango</b> ; además, el sistema de topoformas presenta 2 clases: <b>Lomerío</b> (82.96), <b>Valle</b> (17.05). A nivel Al las topoformas corresponden a <b>Lomerío</b> (100), mientras que el proyecto se encuentra en el sistema de topoformas denominado <b>Lomerío</b> . Los parámetros representativos que caracterizan el relieve del SA son: i) <b>elevación mínima</b> de 1,560 msnm; ii) <b>elevación máxima</b> de 1,838 msnm; iii) <b>elevación media</b> de 1,680.09 msnm, a nivel Al y sitio la altitud media corresponde a <b>1,727.62</b> y <b>1,696.62</b> msnm respectivamente. La <b>pendiente</b> media del SA, Al y sitio es 8.3%, 8.8% y 0.5% respectivamente. La <b>exposición</b> más abundante del sitio dado que se trata del lecho de un río es cenital.
Geología	A nivel SA se identificaron 2 tipos de roca: Ígnea extrusiva y Sedimentaria; siendo la Ígnea extrusiva la más abundante en el sistema. En el Al se encuentran 2 tipos de roca: Ígnea extrusiva. En el sitio se localiza el tipo de roca es <b>Aluvial</b> . El SA no cuenta con, el Al y sitio no cuentan con fallas y fracturas de acuerdo a la cartografía de INEGI. Parte del SA Al y sitio no se encuentra dentro de la región potencial de deslizamiento en México (CENAPRED, 2012). El SA se encuentra en su totalidad dentro de la Zona A, No se tiene registros históricos de sismos en los últimos 80 años (CENAPRED, 2001).
Edafología	A nivel SA se tienen 4 grupos de suelos predominantes: <b>Phaeozem</b> , <b>Leptosol</b> (más abundante), <b>Kastañozem</b> y <b>Chernozem</b> . Mientras que a nivel Al se tienen 4 tipos de suelo: <b>Leptosol</b> , <b>Kastañozem</b> , <b>Chernozem</b> y <b>Phaeozem</b> . Respecto al sitio se tienen 2 tipos de suelo: <b>CHlvso+SNcc/2</b> y <b>LPrzsk+PHhupcp/2R</b> .
Clima	A nivel SA, Al y Proyecto se tiene 1 tipo de clima: <b>Semiseco Semicálido</b> , Conforme a la descripción del tipo de clima del sitio, Semiseco Semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C; con lluvias en verano del 5% al 10.2% anual.
Vegetación	Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. Las áreas de agricultura y pastizales se distribuyen en la mayoría de la superficie del SA. A nivel sitio el uso que predomina es agricultura de temporal anual, no se tienen especies con categoría de riesgo en el área del proyecto.
Fauna	La fauna a nivel SA es muy variada, de acuerdo a la recopilación de información nivel SA se identificar 49 especies de aves, 17 especies de mamíferos y 3 especies de reptiles y 3 especies de anfibios, que potencialmente pueden encontrarse en el Al y sitio. De la fauna identificada 11 especies son de importancia cinegética y 9 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de la NOM-059 y 4 son endémicas.
Paisaje	A nivel SA es ampliamente variado; sin embargo, en un análisis a nivel Al del sitio, se tiene una composición entre los pequeños cerros que dan origen al sistema de topoformas.
Social	Las poblaciones son consideradas como zona rural, por los servicios que se presentan, los empleos son escasos y el fenómeno de migración hacia otros estados y a EE UU es recurrente. Las actividades principales son la agricultura y ganadería.

#### IV.2.5.2 Valoración del estado actual

Para medir la alteración y/o conservación ambiental implica establecer una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio en relación con el agente generador de perturbaciones. Las clases en cuestión y las valoraciones asignadas, de acuerdo con una escala que indica más bien cualidad que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes en el desarrollo de las etapas de la obra.

La metodología de la valoración del inventario ambiental se lleva a cabo conforme a tres aproximaciones:

La primera de ellas **asigna un valor numérico a las distintas unidades**, de modo tal que las diferencias entre ellas son cuantitativas y por lo tanto pueden ser procesadas en forma numérica y estadística. La segunda aproximación se inicia con una **ordenación de las unidades**, según una escala jerárquica referida a cada variable del inventario. El grado de alteración se podrá valorar por diferencias ordinales, por último, la tercera aproximación tiene su origen en una **valoración semicuantitativa** en la cual las unidades se clasifican con adjetivos tales como alto, medio y bajo, o con escalas similares.

Las **distintas unidades** a que se hace referencia en el párrafo anterior, se establecieron como proponen Garmendia Salvador *et al.* (2005), quienes sugieren que en el inventario ambiental se tome en cuenta lo siguiente:

- De cada elemento ambiental se deben obtener una serie de **unidades ambientales internamente homogéneas** (a veces sólo hay una unidad ambiental en todo el territorio, como suele suceder con el clima). Para cada una de ellas todos sus puntos responden igual ante las acciones del proyecto.
- Es conveniente expresar esas unidades ambientales en la **cartografía**, realizando al menos un mapa para cada elemento ambiental. Cuando los resultados no se pueden expresar en mapas, se han de confeccionar **tablas** en las que se puedan ver los resultados, fácil y rápidamente.
- Esas unidades ambientales, tablas y mapas son el producto de una parte clave del Inventario Ambiental, las valoraciones de la calidad ambiental de cada elemento y de todo el medio en su conjunto, con vistas a su conservación.

Derivado de lo anterior, se entiende que las unidades en que se mide cada elemento ambiental, son aquellas en que el proyecto puede tener influencia, tales como la hidrología, fisiografía, geología, edafología, clima, vegetación, fauna, paisaje; además del elemento social, dichas unidades servirán para **comparar** sus valores a nivel Sistema Ambiental, Área de Influencia y sitio del proyecto; cabe mencionar que las distintas unidades que se mencionan pueden variar de un proyecto a otro, dependiendo del objetivo del mismo y las actividades que se vayan a realizar.

En ese sentido, se realizó una síntesis de las unidades que se tomaron en cuenta para la recopilación de la información del inventario ambiental de cada elemento ambiental, tal y como se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro IV-26. Unidades establecidas para cada elemento ambiental del SA, AI y sitio**

Elemento ambiental	Unidades ambientales	Información utilizada para delimitar la unidad ambiental	Referencia cartográfica
Hidrología	Número de regiones hidrológicas, cuencas, subcuencas y microcuencas en que se ubique	Shapefile de la Red hidrográfica edición 2.0. Cuenca P. Lázaro Cárdenas. Región H. Nazas – Aguanaval (clave de la carta RH36C, escala: 1: 50 000). Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/hidrogeolo/cuenca/702825006965_s.zip">https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/hidrogeolo/cuenca/702825006965_s.zip</a>	Figura IV-4. Distribución de la red hidrográfica
	Condición de los cauces presentes (perenne o intermitente)		
	Calidad del agua (demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales)	Mapa digital de la calidad del agua (nacional). Disponible en: <a href="https://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=calidadAgua&amp;ver=mapa&amp;o=0&amp;n=nacional#&amp;ui-state=dialog">https://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=calidadAgua&amp;ver=mapa&amp;o=0&amp;n=nacional#&amp;ui-state=dialog</a>	Figura IV-7. Parámetros de calidad del agua para el SA
Fisiografía	Número de provincias, subprovincias y topóformas en que se ubique	Shapefile del Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas (escala: 1: 1, 000,000). Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825267575_s.zip">https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825267575_s.zip</a>	Figura IV-10. Provincias fisiográficas
		Shapefile del Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Subprovincias fisiográficas (escala: 1: 1, 000,000). Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825267599_s.zip">https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825267599_s.zip</a>	
		Shapefile del Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topóformas (escala: 1: 1, 000,000). Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825267582_s.zip">https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825267582_s.zip</a>	
	Altitudes en msnm	Continuo de Elevaciones Mexicano carta g13c48. Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/">https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/</a>	Figura IV-11. Rangos altitudinales del SA
Pendiente en porcentaje	Continuo de Elevaciones Mexicano carta g13c48. Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/">https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/</a> Herramienta <i>Slope</i> del programa ArcGIS 10.8	Anexo 3.4	
Exposición	Continuo de Elevaciones Mexicano carta g13c48. Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/">https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/</a> Herramienta <i>Aspect</i> del programa ArcGIS 10.8	Anexo 3.5	

Elemento ambiental	Unidades ambientales	Información utilizada para delimitar la unidad ambiental	Referencia cartográfica
Geología	Clase o tipo de rocas	Cartografía Geológica de la República Mexicana	Figura IV-12 Geología del Sistema Ambiental
	Sismicidad	Archivo KML de la regionalización sísmica de la CFE. Disponible en: <a href="http://servicios1.cenapred.unam.mx:6080/arcgis/rest/services/ANR/Fenomenos_Geologicos/MapServer/generatekml?layerOptions=nonComposite&amp;docName=regionalizacion_sismica_cfe_2015&amp;layers=504">http://servicios1.cenapred.unam.mx:6080/arcgis/rest/services/ANR/Fenomenos_Geologicos/MapServer/generatekml?layerOptions=nonComposite&amp;docName=regionalizacion_sismica_cfe_2015&amp;layers=504</a>	Figura IV-13. Ubicación del SA respecto a la regionalización sísmica de la CFE
Edafología	Tipo de suelo	Shapefile del Conjunto de datos edafológicos. Escala 1:1 000 000 serie I. Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/PERFIL_SUELOS/702825267636_s.zip">https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/PERFIL_SUELOS/702825267636_s.zip</a>	Figura IV-14 Edafología del Sistema Ambiental
	Textura		Cuadro IV-7. Principales grupos de suelo presentes en el SA
	Pedregosidad		Cuadro IV-7. Principales grupos de suelo presentes en el SA
Clima	Tipo de clima de la cartografía editada por INEGI	Shapefile del Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000. Unidades climáticas (escala: 1: 1, 000,000). Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/CLIMAS/702825267568_s.zip">https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/CLIMAS/702825267568_s.zip</a>	Figura IV-15 Climas presentes en el sistema ambiental.
	Precipitación media anual en mm	Normales climatológicas por estado. Disponible en: <a href="https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=dgo">https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=dgo</a>	Cuadro IV-12. Normales climatológicas del SA
	Temperatura media anual en °C		Cuadro IV-12. Normales climatológicas del SA
Vegetación	Tipos de vegetación o usos de suelo	Shapefile del Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Escala 1: 250 000. Serie VII. Conjunto Nacional. Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/uso_suelo/1_250_000/serie_VII/889463842781_s.zip">https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/uso_suelo/1_250_000/serie_VII/889463842781_s.zip</a>	Figura IV-17 Vegetación presente en el sistema ambiental.
Fauna	Número de especies de fauna reportadas para cada clase en la región (listas de especies)	Se realizó colectada de información en campo, así como encuestas testimoniales de los habitantes de la zona y revisión bibliográfica de los datos disponibles para la región. Los listados que se presentan son el resultado de la revisión de avistamientos, reportados por la CONABIO en su página de internet ( <a href="http://www.naturalista.mx/">http://www.naturalista.mx/</a> ), así como la fauna reportada para el estudio regional de la UMAFOR 1005, de igual manera fueron tomadas en cuenta las aportaciones de los habitantes de la región.	Cuadro IV-16. Lista de especies de aves reportadas en la región  Cuadro IV-17. Lista de especies de anfibios y reptiles reportados para la región  Cuadro IV-18. Lista de especies de mamíferos reportadas para la región
	Estatus de protección de las especies de fauna enlistadas en la NOM-059	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.	Cuadro IV-21. Especies de fauna consideradas en el PRR (Programa de rescate y reubicación)
Paisaje	Calidad visual	<p>Criterios estéticos incluidos para definir la calidad visual según Álvarez et al. (1999) fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) El agua es un elemento relevante.</li> <li>b) Preferencia estética de elementos verdes frente a zonas más secas.</li> <li>c) Preferencia por formaciones arbóreas frente a las arbustivas.</li> <li>d) Preferencia por zonas de topografía accidentada frente a las superficies llanas.</li> <li>e) Diversidad del panorama paisajístico frente a la monotonía de paisajes homogéneos.</li> </ul> <p>Con los preceptos anteriores, se puede realizar una valoración cuantitativa la cual estará dada en función de conceptos y percepciones subjetivas, pero que al darle un valor numérico ayudarán a ubicar el paisaje en una valoración a</p>	Cuadro IV-22. Valoración de los criterios estéticos del paisaje del sitio

Elemento ambiental	Unidades ambientales	Información utilizada para delimitar la unidad ambiental	Referencia cartográfica
		nivel escala; dando un valor mayor (3) a aquel paisaje que cumpla con las expectativas mencionadas anteriormente y un valor menor (1) a aquellos paisajes que no cumplan o no satisfagan el criterio de valoración.	
	Fragilidad visual	<p>La fragilidad visual del paisaje, tal y como se plantea en este estudio, consta de dos elementos:</p> <p>i). <b>La fragilidad visual intrínseca</b>, determinada por las características ambientales del sitio que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, tales como: la altura de la vegetación y el relieve de la zona.</p> <p>ii). <b>La fragilidad visual extrínseca</b>, que hace referencia a la mayor o menor susceptibilidad de un territorio a ser observado y depende de la accesibilidad visual a las zonas observadas.</p> <p>De acuerdo a lo anterior, los criterios aplicados para dar una valoración numérica, fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cuanto menor sea el porte o altura de la cobertura vegetal, la fragilidad será mayor por tanto será más difícil encubrir determinados impactos adversos que ocasionan los cambios de uso de suelo.</li> <li>➤ Cuanto mayor es el porte de la cobertura vegetal, es menor la fragilidad visual, no se considera el porte de las zonas con pastizal o vegetación rípiaria dadas sus reducidas tallas.</li> <li>➤ Las zonas con mayor pendiente son más visibles y, por tanto, poseen un mayor valor de fragilidad.</li> <li>➤ Las zonas con menor pendiente son menos visibles y, por tanto, poseen un menor valor de fragilidad.</li> </ul> <p>Considerando los preceptos anteriores se pudo realizar una valoración cuantitativa, a partir de la valoración cualitativa, considerándose la fragilidad visual intrínseca y extrínseca, en donde para cada uno de los criterios utilizados se dio un valor numérico, siendo 3 para aquel correspondientes a la más alta valoración y 1 para la menor.</p>	Cuadro IV-23. Valoración de la fragilidad del paisaje
	Visibilidad	El análisis de visibilidad se realizó desde las partes más altas del área de influencia, tomando como referencia los caminos existentes y veredas en estas partes y considerando la distancia que hay entre el camino y el polígono del proyecto. Para tener una mayor claridad sobre la visibilidad del sitio se realizó un análisis en ArcMap basado en el Modelo Digital de Elevación, en el cual se establecieron 6 puntos de observación sobre los caminos existentes en las partes más altas del área de influencia para determinar hasta qué punto es visible el proyecto.	Figura IV-20 Rango de visibilidad
Social	Número de poblaciones cercanas	Censo de Población y Vivienda 2020. Disponible en: <a href="https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/datosabiertos/iter/iter_10_cpv2020_csv.zip">https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/datosabiertos/iter/iter_10_cpv2020_csv.zip</a>	Cuadro IV-24. Poblados dentro del área de influencia
	Número de empleos a generar	Se delimitaron de acuerdo al volumen a extraer y al programa de trabajo.	

#### IV.2.5.3 Criterios de valoración

Para la valoración del estado actual a nivel sistema ambiental, área de influencia y sitio del proyecto; se siguió con los criterios que mencionan Garmendia *et al.* (2005), estableciendo que la valoración de los elementos ambientales es un apartado muy importante dentro del Inventario Ambiental, ya que el objetivo último en estos estudios es ayudar en la toma de decisiones a partir de una correcta evaluación ambiental del medio.

Además indican que las valoraciones se realizan desde que se da mayor importancia y se describe con mayor profusión y detalle un elemento o factor ambiental en detrimento de otro, es decir, desde que se empieza a focalizar, y por tanto a discriminar entre elementos relevantes y los que no lo son. Pero también existe un momento concreto para recapitular y dar una opinión lo más objetiva posible, al final de todo el trabajo de recopilación de datos y redacción de los mismos. También comentan que hay una serie de criterios que hacen que un factor ambiental tenga un valor o una calidad mayor que otros, y estos se pueden agrupar en:

- ✓ Criterios científicos

- ✓ Criterios de productividad
- ✓ Criterios culturales
- ✓ Criterios de percepción sensorial

Pueden usarse todos ellos para dar el valor final a un elemento ambiental, aunque algunos pueden ser más importantes que otros en determinados elementos. En el caso del presente proyecto se optó por utilizar los criterios científicos, tales como: Diversidad, Rareza, Naturalidad, Grado de endemidad (o aislamiento) y Calidad. Los criterios cualitativos pueden convertirse en cuantitativos utilizando indicadores, funciones de transformación o creando escalas de valor (de 0 a 10, por ejemplo). Esto no se puede hacer en todos los casos, pero cuanto más razonadas estén las valoraciones, más sencilla será posteriormente la toma de decisiones.

En ese sentido se optó por valorar cada uno de los criterios elegidos mediante una escala de valor como sugiere el autor; por lo tanto, cómo se menciona en el MIA-P, la calificación para cada uno de los criterios se da en función de la siguiente justificación.

**Cuadro IV-27. Valoración de los criterios**

Valor asignado	Justificación de la valoración
3	Se asigna en función del máximo valor de las unidades ambientales con que cuente el Sistema Ambiental, si el Área de Influencia y Sitio tienen la misma cantidad de unidades que el SA, todos los niveles tendrán este valor.
2	Se asigna cuando la cantidad de unidades ambientales son menores al valor máximo del Sistema Ambiental o mayores a 1. En caso que el SA cuente con dos unidades ambientales, se asigna este valor.
1	Se asigna cuando la cantidad de unidades ambientales es igual a 1.
0	Se considera ausencia de la característica valorada.

Como se describió anteriormente, los criterios de valoración utilizados para describir el escenario ambiental, identificar la interrelación de los componentes y de forma particular, detectar los puntos críticos del diagnóstico, que pueden ser considerados son: Normativos (N), de Diversidad (D), Rareza, Naturalidad (R), Grado de Aislamiento (A) y Calidad (C), según la definición de la guía. La calificación para cada uno de los criterios se da en función de la existencia (1-3) o ausencia (0); posteriormente se hace una sumatoria de todos los criterios (E); para finalmente asignar una valoración.

Los elementos con unidades menores de 5 son considerados con un grado de conservación bajo, los elementos con unidades mayores a 5 y menores de 10 se consideran con un grado de conservación medio, y los elementos con unidades mayores a 10 y 15 son considerados con un grado de conservación alto

**Cuadro IV-28. Valoración de estado actual del inventario ambiental**

Elemento	Diversidad			Rareza			Naturalidad			Grado de aislamiento			Calidad			Unidades			Valoración		
	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P
Hidrología	2	1	1	0	0	0	1	1	1	2	1	0	2	2	1	10	5	3	Alta	Media	Baja
Fisiografía	2	1	1	0	0	0	3	2	2	3	2	1	3	2	1	11	7	5	Alta	Media	Baja
Geología	3	2	1	0	0	0	3	3	3	3	2	1	2	2	2	11	9	7	Alta	Media	Media
Edafología	3	2	1	2	1	0	3	2	1	2	1	1	2	1	1	11	7	4	Alta	Media	Baja
Clima	3	2	1	5	1	1	3	3	3	1	1	1	2	2	2	8	8	8	Media	Media	Media
Vegetación	3	2	0	3	2	0	2	2		0	2	0	3	2	0	11	10	1	Alta	Media	Baja
Fauna	3	2	1	3	2	2	3	2	2	2	2	1	3	2	1	14	10	7	Alta	Media	Media
Paisaje	3	2	1	3	2	1	2	2	1	0	0	0	3	2	1	11	8	4	Alta	Media	Baja
Social	3	2	2	0	0	0	2	1	1	2	1	1	1	2	2	8	6	6	Media	Media	Media

#### IV.2.5.4 Síntesis

La valoración numérica del cuadro anterior puede describirse de la manera siguiente:

##### Hidrología

**Diversidad:** El SA considera una subcuenca; por lo tanto, el sistema de drenaje es mayor y más diversificado, el AI se ubica en tres microcuencas por lo cual tiene mayor diversificado el drenaje, por ello, el sistema de drenaje hídrico es más reducido, pero de tipo intermite **(2, 1, 1)**. **Rareza:** en ninguno de los niveles fueron detectados corrientes o cuerpos de agua con alguna característica particular que ameritará considerarlos como raros **(0, 0, 0)**. **Naturalidad:** en el área que comprende el SA no se encuentra obras hidráulicas, como represas, bordos, pozos, etc., a nivel AI y sitio no se tiene infraestructura de tipo hidráulico, pero en ambos niveles nada que afecte la naturalidad de las corrientes **(1 1, 1)**. **Grado de aislamiento,** en el SA y AI, las corrientes son variadas y se forman corrientes intermitentes, en el sitio se tiene una corriente superficial bien definida **(2, 1, 0)**. **Calidad,** debe tenerse en cuenta que los centros poblacionales son poco abundantes y dispersos, en general la calidad se reduce del SA al sitio **(2, 2, 1)**. Finalmente, puede observarse una mayor calidad del recurso hídrico, a nivel AI y sitio está calidad disminuye hasta un margen bajo **(10, 5, 3)**.

##### Fisiografía

**Diversidad:** el SA no cuenta con un sistema de toposformas amplio y variado, y a nivel AI y sitio se comporta de la misma manera, pero con menos extensión **(2, 1, 1)**. **Rareza:** no se tienen elementos que pudieran considerarse con grado de rareza **(0, 0, 0)**. **Naturalidad:** A nivel SA la distribución del relieve no muestra evidencias notables de modificación, se modifica en el AI y sitio **(3, 2, 2)**. El **grado de aislamiento** disminuye de mayor a menor del SA al sitio **(3, 2, 1)**. En términos generales su calidad es buena en el SA y disminuye en el AI y sitio **(3, 2, 1)**. La valoración final de la calidad de la fisiografía se considera alta para el SA, media en el AI y baja para el sitio **(11, 7, 5)**.

##### Geología

**Diversidad:** a nivel SA se identifican 17 tipos de rocas, a nivel AI solo se presentan 6 tipo de roca y en el sitio 2 tipos de roca **(3, 2, 1)**. **Rareza:** en términos generales, se le da un valor de 0, **(0, 0, 0)**. La disposición de la geología en las unidades de análisis, corresponde 100% a procesos **naturales (3, 3, 3)**. No se considera que se presenta **grado de aislamiento de importancia (3, 2, 1)**. La **calidad** está íntimamente ligada a la conformación de los materiales **(2, 2, 2)**. En términos generales la calidad de este elemento es alta para el SA y media para el AI y sitio, **(11, 9, 7)**.

##### Suelo

**Diversidad:** este recurso registra a nivel SA diferentes composiciones, a nivel AI y sitio su composición se ve reducida **(3, 2, 1)**. Por la complejidad de su formación se ha considerado a nivel SA se consideró con un rango medio de **rareza** el cual se ve disminuido a nivel AI y sitio **(2, 1, 0)**. La **naturalidad** ha sido vinculada con el uso del suelo, mientras a nivel SA se tiene aún áreas que conservan sus características naturales, a nivel AI y sitio se nota más la modificación de este recurso **(3, 2, 1)**; así mismo esta misma valoración fue tomada como referencia para el **grado de aislamiento (2, 1, 1)**, y la **calidad (2, 1, 1)**, para finalmente determinar que la calidad del recurso edáfico es alta a nivel SA, media en el AI y sitio **(11, 7, 4)**.

##### Clima

La **diversidad** de climas en el SA es variada pues se cuenta con 3 tipos de climas, el AI cuenta con 2 tipos de clima y en el sitio no es amplia ya que cuentan con un tipo de clima **(3, 2, 1)**. Son climas que obedecen a las características del sitio **(5, 1, 1)**. La **naturalidad** de los climas no se ha visto significativamente modificada **(3, 3, 3)**. Los climas no presentan **grado de aislamiento** pues en general son los climas predominantes de la región **(1, 1, 1)**. La **calidad** a nivel SA, AI y sitio es buena **(2, 2, 2)**. Su calidad ambiental debe considerarse media **(8, 8, 8)**.

##### Vegetación

A nivel SA se identificaron 7 tipos de asociaciones vegetales y en el AI 5, respecto al sitio se encontraron un tipo (sin embargo, el área corresponde a el lecho de un río por lo que no existe vegetación por afectar, por lo tanto, la **diversidad** se catalogo de alta, media y baja **(3, 2, 0)**. La **rareza** se consideró por el tipo de vegetación del lugar **(3, 2, 0)**. Tanto a

nivel SA como AI y sitio, los ecosistemas han sido modificados por las diferentes actividades humanas, por lo cual la **naturalidad** ha sido evaluada como media (2, 2, 1). No se considera que su **grado de aislamiento** sea significativo a nivel SA y AI dado a que toda la región está intercomunicada por éstos sistemas (0, 2, 0). La **calidad** de los ecosistemas disminuye del SA al sitio (3, 2, 0). En terminos generales puede considerar que la calidad del SA es alta, en el AI media y en el sitio baja (11, 10, 1).

### **Fauna silvestre**

Los indicadores de fauna fueron valorados sobre la composición de la vegetación, ya que es un elemento directamente ligado, por lo tanto, a nivel SA se identificaron 7 tipos de asociaciones vegetales, a nivel AI solo 5 y en el sitio 1, por lo tanto, la **diversidad** se catalogo de alta a baja (3, 2, 1). La **rareza** se consideró, en consideración a los climas (3, 2, 2). Tanto a nivel SA como AI los ecosistemas han sido modificados por las diferentes actividades humanas, por lo cual la **naturalidad** ha sido evaluada de alta a media (3, 2, 2). Se considera que su **grado de aislamiento** sea significativo a nivel SA, pero no a AI dado que toda la región está intercomunicada por éstos sistemas (2, 2, 1). La **calidad** de los ecosistemas disminuye del SA al sitio (3, 2, 1). En terminos generales puede considerar que la calidad del SA es alta y baja en el AI y sitio (14, 10, 7).

### **Medio perceptual (paisaje)**

A nivel SA, la **diversidad** de paisajes es más clara y visible, a nivel AI y sitio se ve reducida (3, 2, 1); sin embargo, a nivel SA se pueden encontrar algunos elementos considerados como raros, a nivel AI y sitio son más escasos (3, 2, 1). La naturalidad del paisaje es media a nivel SA y AI (2, 2, 1). El paisaje no se considera con grado de aislamiento, por su conformación (0, 0, 0). La calidad en términos paisajísticos es mayor a nivel SA, se reduce a nivel AI y sitio (3, 2, 1). Finalmente podría catalogarse que la calidad del paisaje es alta en el SA, media en el AI y baja en el sitio (11, 8, 4).

### **Social**

En este componente la valoración de los criterios fue la siguiente: las poblaciones localizadas en el SA son consideradas como rurales (3, 2, 2). En las comunidades cercanas al sitio no habitan grupos indígenas (0, 0, 0). Los habitantes de las poblaciones se dedican a actividades agrícolas y pecuarias (2, 1, 1). Las poblaciones están establecidas en zonas bien definidas y en general cuentan con acceso servicios básicos (2, 1, 1). A nivel AI y sitio son más abundantes las localidades (1, 2, 2). En términos generales la calidad del elemento social es considerada como media (8, 6, 6).

#### ***IV.2.5.5 Conclusiones***

Las conclusiones del diagnóstico ambiental permiten establecer la condición actual del sitio previo al inicio de actividades de extracción, lo cual permite contar con información confiable que permitirá monitorear el efecto de las actividades en los componentes ambientales y en su caso hacer los ajustes necesarios para asegurar que se mantenga la calidad ambiental.

En la figura siguiente se puede observar un modelo 3D de las zonas donde se ubican los bancos de materiales, así mismo en los numerales II.1.5.2.1 y II.1.5.2.2 del presente documento, se incluyen los perfiles transversales para algunas secciones del arroyo, como referencia del estado pre-operacional del proyecto, no se obtuvieron de todo el cauce puesto que, las condiciones del terreno son homogéneas a lo largo del área, por lo que solo se realizaron perfiles al azar como base para conocer el estado actual del cauce.

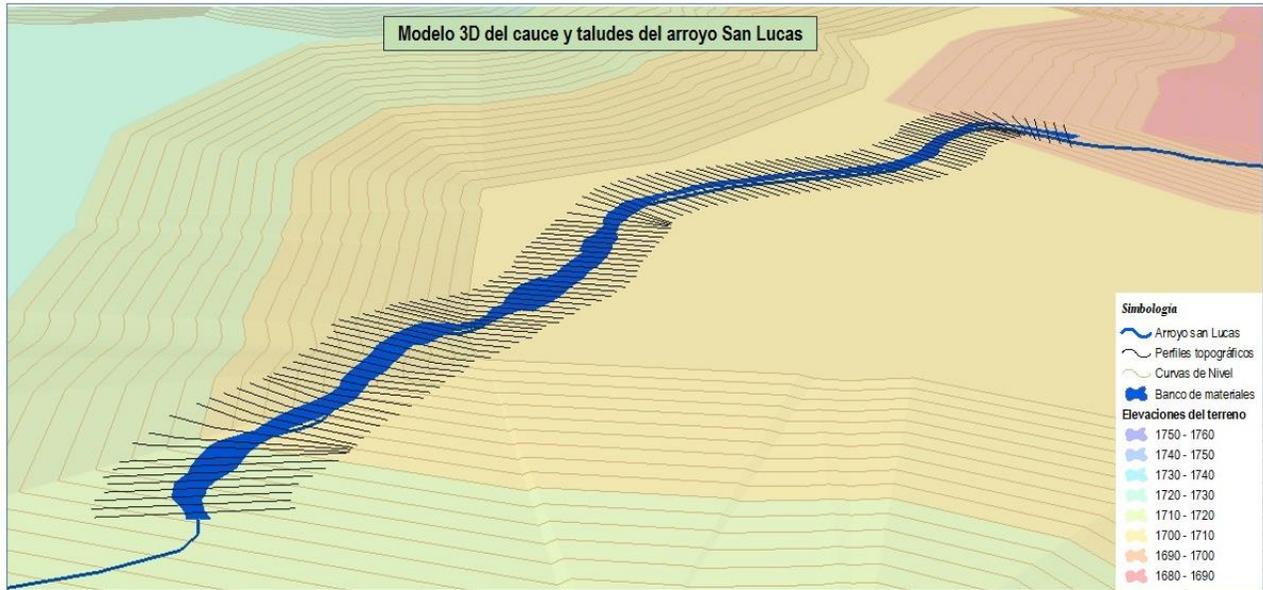


Figura IV-21. Modelo de elevación 3D del arroyo San Lucas

Por otra parte, las imágenes siguientes pueden corroborar la presencia de material pétreo y las condiciones del cauce, en donde se concluye que es factible el aprovechamiento de material pétreo del volumen propuesto, dado que, de acuerdo a los cálculos de granulometría determinados en el numeral II.1.5.2.2 y al cálculo del arrastre de sedimentos del numeral II.1.5.6, se puede comprobar que el volumen de recarga es mayor al que se propone para extracción con lo cual no se pone en riesgo el cauce natural del arroyo.





*Figura IV-22. Estado actual del cauce del Arroyo San Lucas*

El cauce solo lleva agua durante la temporada de lluvias y posteriormente se seca, por lo que no se desarrolla vegetación de ningún tipo, sin embargo, existe vegetación ribereña que debe ser protegida y evitar que las actividades presenten algún riesgo para su sobrevivencia, la fauna silvestre tiende a alejarse cuando se desarrollan actividades antropogénicas en su hábitat, no obstante, es de suma importancia llevar a cabo acciones para su ahuyentamiento de manera adecuada, se observó en campo que el cauce no se encuentra contaminado por residuos inorgánicos. En general, las actividades que se desarrollan en las áreas aledañas al banco y a lo largo del cauce son de agricultura y ganadería principalmente.

**En conclusión, el sitio es apto para realizar el aprovechamiento de materiales pétreos, ya que se ha comprobado que existe disponibilidad del recurso, así mismo se cuenta con la infraestructura vial para acceder al sitio, por lo que no hay necesidad de la apertura de nuevos caminos, en general estas actividades servirán para impulsar la industria de la construcción en las localidades cercanas y dentro de la cabecera municipal de San Juan del Río.**

## **V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Toda decisión inicial de realizar la Evaluación de Impacto Ambiental de un proyecto o actividad y el encargo de su desarrollo, se desprende de un procedimiento administrativo legalmente establecido por decisión del ente promotor ante una situación que prevé conflictiva, o por exigencia de los organismos responsables de autorizar el proyecto o conceder el permiso necesario para realizar el proyecto.

Se dice que hay un impacto ambiental, cuando una acción consecuencia de un proyecto o actividad produce una alteración favorable o desfavorable, en el medio o sobre alguno de sus componentes

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada o existente.

El medio ambiente es el entorno vital, entendiéndolo como el conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interactúan entre sí con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando su forma, carácter, comportamiento y supervivencia.

El concepto de Medio Ambiente implica directa e indirectamente al hombre, ya que se concibe no solo como aquello que rodea al hombre en el ámbito espacial, sino que además incluye el factor tiempo, es decir, el uso que de ese espacio hace la humanidad referida a la herencia cultural e histórica (Conesa F.V, 1995).

Con carácter general, la gestión del medio ambiente se define como el conjunto de actuaciones necesarias para llevar a cabo la política medioambiental, o dicho de otra manera para lograr el mantenimiento de un capital ambiental suficiente para que la calidad de vida de las personas y el patrimonio natural sean lo más elevados posibles, todo ello dentro del complejo sistema de relaciones económicas y sociales que condicionan ese objetivo (Ortega y Rodríguez, 1994).

### **V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales**

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada o existente.

Cualquier actividad humana genera cambios positivos o negativos en la naturaleza, así como en las condiciones de vida de los habitantes de una región, por esta razón consideramos que cualquier evaluación de impacto ambiental debe tomar en cuenta a los impactos ecológicos, socioeconómicos y culturales que las actividades productivas provoquen, ya que la alteración de estos tres conceptos puede llevar a un desequilibrio en la estabilidad de los ecosistemas.

En la naturaleza todas las acciones tienen impacto en diferentes escalas y niveles, y además existen interacciones entre los componentes de una población y entre diferentes ecosistemas, por lo que se tomó la decisión de analizar los impactos en el Área de Influencia del proyecto, así como el sitio donde se establecerá el proyecto.

Existen muchas metodologías para la evaluación de impactos ambientales, de las cuales, algunas han sido desarrolladas para proyectos específicos impidiendo su aplicación a otros proyectos, por lo que, se han utilizado las

que tienen una aplicación sistemática. Las metodologías más comunes son los modelos de identificación, dentro de estos se encuentran las listas de chequeo, cuestionarios, matrices cruzadas, matrices causa-efecto ambientales, diagramas de flujo, entre otras.

Para el presente proyecto se consideró aplicar la metodología de la Lista de Verificación, en la que se relacionan de manera categórica los componentes ambientales con los impactos que pudieran generarse por el desarrollo del proyecto. Aunque constituyen una forma concisa y organizada de relacionar los impactos, no permiten la identificación de las interrelaciones entre los factores ambientales, por lo que es necesario complementar con otras metodologías. En el caso particular del proyecto, se decidió utilizar un cuadro de contingencia, que es una tabla de doble entrada en donde se puede analizar de manera cualitativa y cuantitativa la relación de dos variables, en este caso los componentes ambientales con los impactos a generarse en cada una de las etapas del proyecto.

Para determinar de forma cuantitativa los impactos se aplicó la metodología propuesta con Conesa-Fernández (2010), en la cual se le da un valor de entre 1 y 12 según la relevancia del impacto, con lo cual se puede analizar de manera más precisa el grado de afectación en el ecosistema por el desarrollo del proyecto.

Considerando las características de la obra, en cuanto a sus dimensiones, ubicación y distribución, se determinó que los impactos generados se presentarían en una escala muy puntual, es decir a nivel sitio, puesto que no se llevará a cabo la construcción de infraestructura adicional ya que solo se instalarán los ventiladores y su infraestructura de apoyo. De tal forma que la metodología utilizada para evaluar los impactos considera las siguientes etapas; i) **Identificación**, ii) **Valoración** y la iii) **Jerarquización**, como se ilustra a continuación:

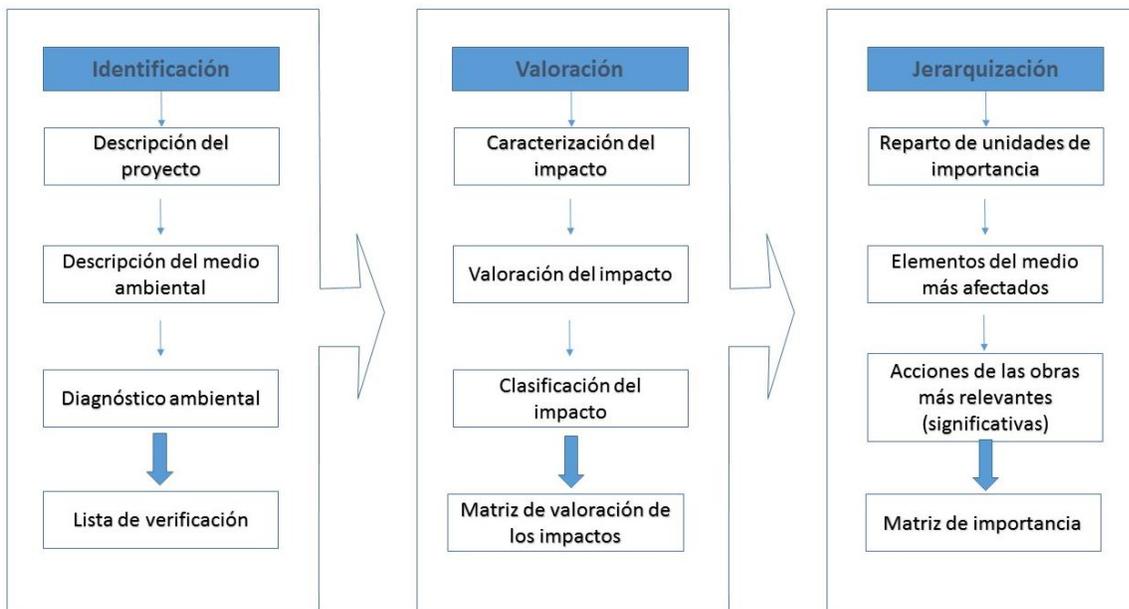


Figura V-1 Descripción gráfica de la metodología a utilizarse para la evaluación de los impactos.

### V.1.2 Indicadores de impacto

Los indicadores se utilizan como índices cuantitativos o cualitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad.

La medición del impacto recae sobre un indicador en particular, comprendido dentro de un factor ambiental, que a su vez integra un elemento del ambiente. Los factores que en este estudio se utilizarán para la evaluación de los impactos ambientales en los diferentes medios son los que se muestran a continuación:

**Cuadro V-1 Indicadores de impacto**

MEDIO	FACTOR
Aire	Gases de efecto invernadero
	Ruido y vibraciones
Fisiografía	Modificación de la elevación a nivel puntual
	Modificación a la configuración del cauce
Suelo	Cantidad de residuos generados
Geología	Movimiento de material geológico
Hidrología	Desazolve del cauce del arroyo
	Modificación del flujo superficial
	Erosión remontante
	Erosión de los taludes
	Aumento de la turbidez del agua
	Retención de aguas por fosas productos de la extracción
Fauna	No. de especies dentro de la NOM-059
	Muerte de individuos
	Desplazamiento de individuos
Socio-económico	No de habitantes en la región
	Población económicamente activa ocupada

Cada factor ambiental puede contener al menos un indicador mensurable por métodos científicos. Cada elemento del ambiente ecológico; agua, aire, suelo, flora y fauna, encuentra suficientes indicadores para conformar una imagen objetiva del medio.

### V.1.3 Lista de verificación

La identificación de los impactos más relevantes se realizó a partir una detallada descripción de los atributos (indicadores) de calidad de cada uno de los componentes que conforman la dimensión ambiental. Entonces, con el diagnóstico ambiental, fue posible determinar la probabilidad de presentarse los impactos adversos y benéficos sobre alguna variable ambiental. En el Cuadro V-2 se presenta el análisis de la verificación de los impactos a generarse, cuando hay afectación se usa el valor de 1, en tanto que el valor de 0 se utiliza para indicar que no hay impacto (impacto nulo).

Una vez que los impactos fueron identificados, en una segunda valoración de la lista de verificación, se engloban los impactos a generarse para identificar en qué etapa se pueden presentar (ocurrencia)

**Cuadro V-2 Lista de verificación de impactos**

Componente	Atributo	Consideración	Afectación/Generación	Indicador de calidad ambiental	Impacto	Justificación/Causa
Aire (Calidad)	Monóxido de carbono (CO)	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire	1	Cantidad de gases de efecto invernadero	Emisiones a la atmosfera	El proyecto contempla la utilización de maquinaria para la extracción y para el transporte del material al banco de almacenamiento, el promovente mantiene sus vehículos en buenas condiciones para que se encuentren dentro de los límites permitidos.
	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )		1			
	Óxidos de nitrógeno (NOx)		1			
	Óxidos de azufre (SOx)		1			
Aire (Calidad)	Polvos	El polvo es parte de la composición de la atmósfera, se genera de manera natural en un ecosistema, sin embargo, puede haber acciones del hombre que aumenten su generación y dinámica.	1	Calidad del aire	Generación de aire limpio	Desgaste de los caminos de acceso y dentro de las áreas de maniobras por el rodamiento de los camiones y maquinas, el impacto no es medible, por lo que se deberá considerar acciones preventivas, en la actividad de extracción también generará un aumento en la generación de polvos, la cual se disipará inmediatamente después de dejar las labores pues se encuentra en un área abierta.
	Ruido	En la naturaleza de forma general se dan a cabo interacciones que generan ruido, canto de las aves, sonidos de mamíferos, el viento chocando con las hojas de los árboles.	1	Decibeles generados	Generación de ruido y vibraciones	Durante las actividades del proyecto se generará ruido por la maquinaria y camiones, sin embargo, este será temporal y muy puntual, el cual se eliminará una vez que termine el periodo laboral diario. No afectará a la población, dado que estas están alejadas del banco y las actividades se realizarán durante el día que es cuando el ruido se podrá mezclar con el que se genera por las actividades propias de la gente.
Fisiografía	Elevaciones	Los procesos producidos por los agentes geológicos externos que modifican el relieve son: meteorización, erosión, transporte, sedimentación	1	Extracción de material geológico	Modificación de la elevación a nivel puntual	Habrà modificación a las elevaciones, ya que se extraerá material pétreo del cauce del arroyo.
	Configuración del cauce.		1	Estabilización de taludes	Modificación a la configuración del cauce	La extracción de materiales pétreos modificará la configuración del cauce natural.
Suelo	Composición física	La composición física del suelo está determinada por la composición de los minerales que le dieron origen; sin embargo, es posible determinar que debido a	1	Cantidad de residuos generados	Contaminación por la presencia de residuos sólidos.	Mayor actividad antropogénica en las áreas de trabajo, misma que se dará de manera temporal.

Componente	Atributo	Consideración	Afectación/Generación	Indicador de calidad ambiental	Impacto	Justificación/Causa
		las actividades que se generarán puede existir la contaminación por la generación de residuos sólidos.				
Geología	Material geológico	La geología del estado de Durango se caracteriza por la presencia de rocas ígneas y sedimentarias Mesozoicas plegadas, que descansan sobre un basamento Paleozoico. A nivel sitio pertenece a aluvial.	1	Volumen de material geológico	Movimiento de material geológico superficial.	La distribución de las diferentes capas y composición de las rocas, será afectada por el aprovechamiento de los materiales pétreos y será recuperado con la recarga anual después de cada periodo de lluvia y crecida del arroyo.
Hidrología	Flujo	Los azolves están íntimamente ligados al proceso de erosión, por lo tanto, debe considerarse que el control de los azolves en los cuerpos de agua obedece a obras encaminadas al control de la erosión.	1	Volumen de material a extraer	Desazolve del cauce del arroyo.	La extracción de materiales pétreos permitirá desazolver y estabilizar el cauce del Arroyo San Lucas
		El cauce del arroyo San Lucas es de tipo intermitente, por lo que solo lleva agua durante la temporada de lluvias, donde el flujo se presenta con fuertes crecidas que una vez pasa la temporada de lluvias este se seca completamente.	1	Canalización del río	Modificación del flujo superficial	La extracción y movimiento de materiales pétreos en el área puede propiciar modificación al flujo superficial y lograr estabilizar los taludes evitando el corrimiento de tierras aledañas, el cual es un problema presente la actualidad de este cauce.
		Se utilizará maquinaria pesada para la extracción de materiales pétreos que pudieran generar fosas en el sitio.	0	Fosas en el cauce del río	Retención de aguas por fosas producto de la extracción.	Al ser un cauce de tipo intermitente, no se retiene agua en fosas, puesto que el agua se seca por completo en época de estiaje.
	Propiedades físicas	La turbidez es una medida de la cantidad de partículas en suspensión en el agua. Las algas, los sedimentos en suspensión, la materia orgánica y los contaminantes pueden enturbiar el agua.	0	Calidad del agua	Aumento de turbidez del agua	El cauce no mantiene un flujo durante la mayor parte del año, por lo que al realizar las actividades de extracción no abra alteración de las propiedades físicas del agua.
	Potencial de erosión hídrica	El arrastre excesivo de sedimentos durante la temporada de lluvias provoca que el cauce pierda estabilidad en cuanto a los taludes dado que poco a poco se	1	Estabilización de los taludes.	Erosión de los taludes aguas abajo	Al extraer el material del banco, será más profundo el cauce, por lo que durante la temporada de lluvias el flujo será mayor y podrá arrastrar mayor cantidad de sedimentos pues tendrá mayor fuerza.

Componente	Atributo	Consideración	Afectación/Generación	Indicador de calidad ambiental	Impacto	Justificación/Causa
		deslava el borde del cauce.				
		Se denomina erosión remontante o regresiva al proceso de propagación de la erosión fluvial hacia la parte alta de ríos o barrancos, llegando incluso a la expansión de una cuenca hidrográfica.	1	Superficie erosionada	Erosión remontante	Al realizar la extracción de materiales pétreos en el cauce, puede generarse erosión remontante hacia la parte alta del cauce o la cuenca.
Fauna	Fauna silvestre	Pese a que el sitio se encuentra en una zona rural, la fauna presenta un grado de perturbación ligero por las actividades que realiza la población cercana a la zona. Por lo que se ha desplazado hacia partes más tranquilas, aunque al no existir una barrera que limite el libre tránsito de la misma, no se descarta la presencia de algunos individuos durante las actividades del proyecto.	1	No. de especies presentes en protección	Afectación de especies en la NOM-059	Pese a que las especies reportadas son a nivel regional, es necesario tomar medidas para su protección dado su rango de distribución.
			1	No. De especies afectadas	Muerte de individuos	Al haber mayor movimiento vehicular y mayor tráfico de personas, se pueden presentar accidentes por atropellamiento, caza ilegal, o como un método de defensa, como en el caso de las víboras que, aunque a veces no atacan, las personas tienen el instinto de matarlas.
			1	No. De especies visualizadas	Desplazamiento de las especies	El mayor ruido de los vehículos y actividades propias del proyecto, harán que los individuos se desplazan a lugares más tranquilos y con mayor cobertura vegetal, la cual les permite protegerse de los depredadores.
Empleo	Fuentes de Empleo	El Promovente es un detonante en la zona para la generación de empleos	1	Población económicamente activa ocupada	Diversificación de los empleos	La actividad puede generar alternativas de empleo, como transporte de material y mano de obra en la extracción.
Demografía		Incremento en la tasa de población	0		N/A	Las personas que se empleen en las actividades serán de las poblaciones locales por lo que no habrá cambios en la población.
Salud		Estándares de salud en la población	0		N/A	Las dimensiones de la obra son muy reducidas y se encuentra fuera de los poblados, además de que no se utilizarán sustancias tóxicas.

**Cuadro V-3 Identificación y globalización de los impactos.**

Elemento	Componente	Impacto ambiental	Impacto ambiental global
Atmósfera	Aire (Calidad)	Aumento de las concentraciones CO	Aumento en la concentración de gases de efecto de invernadero
Atmósfera	Aire (Calidad)	Aumento en las concentraciones de CO <sub>2</sub> mayores a las permitidas	

Elemento	Componente	Impacto ambiental	Impacto ambiental global
Atmósfera	Aire (Calidad)	Aumento de las concentraciones de NO <sub>x</sub>	Generación de polvos y ruido
Atmósfera	Aire (Calidad)	Aumento en las concentraciones de SO <sub>x</sub>	
Atmósfera	Aire (Calidad)	Generación del polvo	
Atmósfera	Aire (Calidad)	Generación de ruido y vibraciones	
Fisiografía	Relieve	Modificación de la elevación a nivel puntual	Modificación del relieve local
Fisiografía	Relieve	Modificación a la configuración del cauce	Modificación a la configuración del cauce
Suelos	Composición física	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos sólidos
Suelos	Composición física	Erosión de taludes	Erosión de taludes
Geología	Material superficial	Extracción de material geológico superficial	Movimiento de material geológico superficial
Hidrología	Cuerpos de agua	Desazolve del cauce del río	Desazolve del cauce del río
Hidrología	Flujo	Modificación del flujo superficial	Modificación del flujo superficial
Hidrología	Flujo	Retención de agua por las fosas producto de la excavación	Retención de agua por las fosas producto de la excavación
Hidrología	Potencial de erosión hídrica	Erosión remontante del cauce	Erosión remontante del cauce
Hidrología	Potencial de erosión hídrica	Erosión del cauce aguas abajo del sitio	Erosión del cauce aguas abajo del sitio
Biota	Fauna silvestre	Perturbación de fauna silvestre	Perturbación de la fauna silvestre
Social	Empleo	Empleos para la región	Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos

## V.2 Caracterización de impactos

En la caracterización de los impactos se consideró el proceso analítico siguiente:

- i. Se consideran los impactos relevantes determinados en la lista de verificación. Se realizó un primer ejercicio de identificación de los impactos por etapa.
- ii. Posteriormente se filtraron los impactos por etapa para realizar la caracterización separadamente. Se generaron **3 matrices**; una para los impactos que se generarán en la etapa de preparación del sitio, una para la etapa de operación - mantenimiento y una más para la etapa de abandono del sitio.
- iii. Para cada una de las matrices se caracterizaron los impactos en función de los criterios seleccionados y que se describen a detalle más adelante.

*Cuadro V-4 Identificación inicial de los impactos por etapa*

Impacto ambiental global	ID	Preparación del sitio	Operación - Mantenimiento	Abandono del sitio
Aumento en la concentración de gases de efecto de invernadero	1	X	X	X
Generación de polvos y ruido	2	X	X	X
Modificación del relieve local	3		X	
Modificación a la configuración del cauce	4		X	
Generación de residuos sólidos	5	X	X	X
Erosión de taludes	6		X	
Movimiento de material geológico superficial	7		X	
Desazolve del cauce del río	8		X	
Modificación del flujo superficial	9		X	
Retención de agua por las fosas producto de la excavación	10		X	
Erosión remontante del cauce	12		X	
Erosión del cauce aguas abajo del sitio	13		X	
Perturbación de la fauna silvestre	14	X	X	X
Generación de empleos, incremento en las relaciones económicas y mejora en servicios básicos	15	X	X	X

### V.2.1 Cuadro de contingencia

El cuadro de contingencia es una tabla de doble entrada en la que se relacionan dos variables, en este caso el impacto, con el valor de diferentes criterios que indican la relevancia del impacto sobre los componentes ambientales, con el propósito de determinar el de mayor importancia.

Para la valoración global de los impactos se utilizó una matriz que consiste en la disposición de impactos / actividades (filas), y una serie de atributos (columnas), conducentes a la formulación de un dictamen o valoración final según el arreglo de valoración en rangos de 1 a 12, para homogenizar los criterios de valoración.

Para cada una de las etapas se valoraron los impactos identificados como negativos, en dónde fueron tomados en cuenta principalmente los criterios siguientes:

**Naturaleza del impacto.** Los impactos pueden ser beneficiosos o perjudiciales. Los primeros son caracterizados por el signo positivo, los segundos se los expresan como negativos.

**Efecto (E).** El impacto de una acción sobre el medio puede ser “directo” es decir impactar en forma directa, o “indirecto” es decir se produce como consecuencia del efecto primario el que, por tanto, devendría en causal de segundo orden.

**Magnitud/Intensidad.** Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.

**Extensión del impacto.** A veces la incidencia del impacto está circunscrita; en otros casos se extiende disminuyendo sus efectos (contaminación atmosférica e hídrica) hasta que los mismos no son medibles. En algunos casos sus efectos pueden manifestarse más allá del área del proyecto y de la zona de localización del mismo.

**Momento.** Se refiere al tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto.

**Persistencia.** Se refiere al tiempo que el efecto se manifiesta hasta que se retorne a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras.

**Reversibilidad.** La persistencia y la reversibilidad son independientes. Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación realizada en forma natural después de que la acción ha finalizado. Cuando un efecto es reversible, después de transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornará a la condición inicial.

**Recuperabilidad.** Mide la posibilidad de recuperar (total o parcialmente) las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras.

**Sinergia.** Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos, es decir a cuando los efectos actúan en forma independiente.

**Acumulación.** Se refiere al aumento del efecto cuando persiste la causa (efecto de las sustancias tóxicas).

**Periodicidad.** Este atributo hace referencia al ritmo de aparición del impacto.

La asignación numérica depende de cada criterio y está determinada de la siguiente forma:

*Cuadro V-5 Indicadores de impacto*

<b>N</b>	<b>Signo</b>
Positivo	+
Negativo	-
<b>E</b>	<b>Valor</b>
Indirecto	1
Directo	4
<b>M</b>	<b>Valor</b>
Baja	1
Media-Baja	2
Media-Alta	3
Alta	4
Muy Alta	8
Total	12
<b>Ex</b>	<b>Valor</b>
Impacto Puntual	1
Impacto Parcial	2
Impacto Extenso	4
Impacto Total	8
<b>Mo</b>	<b>Valor</b>
Largo Plazo (>5 años)	1
Mediano Plazo (1-5 años)	2
Corto Plazo (< 1 año)	3
Inmediato	4
<b>Pe</b>	<b>Valor</b>
Fugaz	1
Temporal (1-10 años)	2
Permanente (>10 años)	4

Re	Valor
Corto Plazo (< 1 año)	1
Mediano Plazo (1-5 años)	2
Irreversible (más de 10 años)	4
Rc	Valor
Total, e inmediata	1
Total, a mediano plazo	2
Parcial (mitigación)	4
Irrecuperable	8
Si	Valor
La acción no es sinérgica	1
Sinergia Moderada	2
Altamente sinérgico	4
AC	Valor
No existen efectos acumulativos	1
Existen efectos acumulativos	4
PD	Valor
Los efectos son discontinuos	1
Los efectos son periódicos	2
Los efectos son continuos	4

La **valoración o importancia del impacto** estará en función de la fórmula siguiente:

$$I = \pm (3 \text{ Magnitud} + 2 \text{ Extensión} + \text{Momento} + \text{Persistencia} + \text{Reversibilidad} + \text{Recuperabilidad} + \text{Sinergismo} + \text{Acumulación} + \text{Efecto} + \text{Periodicidad}) * \text{Naturaleza del impacto}$$

#### V.2.1.1 Valoración de impactos

La valoración de los impactos se analizó por un grupo multidisciplinario en materia ambiental, lo cual nos da un panorama más amplio a la hora de identificar el grado del impacto sobre cada componente ambiental, pues para cada evaluador cada impacto tendrá una magnitud diferente desde el punto de vista de su especialidad y de manera conjunta se podrá tener una valoración congruente respecto al efecto que generara el proyecto sobre cada componente ambiental.

Los participantes en la valoración de impacto ambiental son:

*Cuadro V-6. Auxiliares en la evaluación de los impactos ambientales*

Nombre	Puesto	Cedula Profesional
Ing. Cesar Enrique Villa Arellano	Inventario, Impacto ambiental y Cambio de Uso de Suelo.	5346127
L.A.E. Fernando Herrera Dueñes	SIG (AutoCAD, ArcMap, IDRISI)	5674357
MC. Alma Mireya Silva Antuna	Impacto ambiental y Cambio de Uso de Suelo, Evaluación del Paisaje.	11599254
T.I.F. Ofelia Subías Tabizon	Analista de Flora y Fauna	
Ing. Gonzalo Yezcas de Los Ángeles	Inventario, Identificación de flora y fauna	4321593
Ing. América Guadalupe Méndez Gutiérrez	Impacto ambiental y Cambio de Uso de Suelo, manejo de cuencas	10398987
Ing. Noé Rojas Hernández	Obras de restauración de suelos, Reforestaciones.	13104265
Ing. Amb. Arely Calleros Martinez	Analista de Flora y Fauna	11767592
Ing. Omar Martínez Ruiz	Inventarios, Captura de carbono.	13234427

Para cada actividad se determinó la importancia del impacto, a partir del cual se determinaron las medidas de prevención y mitigación en cada componente durante cada etapa del proyecto.

Los valores de Importancia del Impacto varían entre 13 y 88 y se clasifica de acuerdo a los siguientes parámetros:

*Cuadro V-7 Criterios de categorización de los impactos ambientales*

Valores	Categoría de Impacto
< 25	Compatibles
25 - 50	Moderados
50 -75	Severos
>75	Críticos

En base a los criterios anteriores se obtuvieron los siguientes impactos por etapa del proyecto.

Cuadro V-8 Clasificación de impactos en la etapa de preparación

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emisiones a la Atmósfera	-1	3	2	4	2	1	2	1	1	1	2	-27	Moderado
			Es un impacto negativo, ya que se podrán incrementar las emisiones en promedio 64 ppm de CO, SO <sub>2</sub> en 3 ppm y NO <sub>2</sub> en 4.	Se considera de magnitud media-alta, ya que se producirá en el área donde circulen los vehículos y la maquinaria.	El impacto es parcial, dado que no se extenderá más allá del área que abarca el proyecto y de los caminos por donde transita la maquinaria.	El impacto será inmediato, debido a que las emisiones se inician con el encendido del motor.	El impacto es temporal, la vegetación a los alrededores del proyecto puede absorber los gases y generar aire limpio.	El impacto será reversible en el corto plazo, ya que la vegetación aledaña al proyecto se encargará de absorber los gases y generar aire limpio.	El estado natural del ambiente se puede recuperar totalmente y de inmediato al término de la jornada laboral.	No se considera sinérgico, es independiente.	No es acumulativo, los gases no permanecen en el aire por días.	Su efecto es indirecto por el uso de vehículos.	Las emisiones serán periódicas, ya que los vehículos transitan diariamente, pero en horario diurno.		
Atmósfera	Aire (Calidad)	Generación de ruido y vibraciones	-1	1	2	2	4	1	1	1	2	1	4	-25	Compatible
			El impacto será negativo por la generación de ruido en promedio de 86.5 decibeles.	El mayor ruido será dentro del área del proyecto, aunque también habrá ruido en los caminos de acceso.	El impacto es parcial, ya que solo se presentará durante la jornada laboral.	El impacto se produce inmediatamente por el uso de la maquinaria y equipo.	El impacto es fugaz, una vez terminada la jornada laboral este dejará de producirse.	Se puede revertir a corto plazo al dejar de utilizar la maquinaria y camiones.	El efecto indirecto por el uso de la maquinaria y camiones.	Puede ser moderadamente sinérgico.	No es acumulativo, ya que al término de la jornada laboral termina el impacto.	Efecto indirecto por el uso de la maquinaria y camiones.	El impacto se dará mientras los vehículos estén en movimiento, por ello se considera periódico.		
Fisiografía	Relieve	Modificación del relieve local	-1	1	1	4	2	1	2	2	1	1	2	-23	Moderado
			Es un impacto negativo en esta etapa, ya que serán modificadas las elevaciones naturales del sitio.	Su magnitud es de media a baja, debido a que solo se realizará el despalme de la capa más superficial del sitio.	Este impacto será a nivel sitio, dentro de los límites de cada banco, por tanto, se considera puntual.	La modificación a las elevaciones será perceptible inmediatamente después de iniciar el despalme.	Cada temporada de lluvias, se espera que el sitio recupere los materiales que sean extraídos producto del despalme.	El impacto se considera reversible en el corto plazo por el arrastre de sedimentos en la temporada de lluvias.	Una vez que las actividades de extracción cesen, se considera que el sitio puede regresar en cierta medida a su estado original.	Puede ser moderadamente sinérgico.	No es un impacto acumulativo, ya que la temporada de lluvias arrastrará sedimentos al sitio.	El efecto es indirecto, por el despalme de la superficie de los bancos.	Es un impacto periódico ya que será generado por el despalme de los bancos, esto ocurrirá solo al inicio de las actividades.		
		Modificación a la configuración del cauce.	+1	4	2	1	4	2	4	4	4	2	1	2	31
			Se considera un impacto positivo puesto que se estabilizarán los taludes del cauce.	El efecto es directo al momento de empezar con la actividad del	Es de magnitud media baja pues solo se dará en los taludes que delimitan el banco	Se considera que es un Impacto puntual pues solo es en el tramo a intervenir para la	El impacto se dará de forma inmediata al empezar con la etapa de	Sera Temporal pues durara los 10 años vida útil.	Se considera Irreversible pues la vida útil es de 10 años.	El cauce se recuperará parcialmente con las medidas de mitigación se	Se considera de Sinergia moderada	No existen efectos acumulativos	Los efectos son periódicos pues solo se dará con el material que		

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
			con el producto del despalme	despalme.		extracción de material pétreo	preparación.			puede recuperar el estado natural del cauce			no sea de interés o en la actividad del despalme		
Suelo	Composición del suelo	Contaminación por la presencia de residuos sólidos	-1	1	1	4	1	4	1	2	4	1	2	-27	Compatible
			Es un impacto negativo, se podrá generar hasta 533.8 kg de residuos al año.	De magnitud baja, solo dentro de los polígonos solicitados.	Los residuos solo se generarán dentro del área de trabajo.	Los residuos se presentarán inmediatamente al desocupar envases o envolturas de alimentos.	Al término de la jornada laboral se realizará la recolección de residuos, su persistencia en el sitio es fugaz.	Si no se realiza la recolección de residuos, estos pueden generar un impacto irreversible.	La limpieza del sitio permitirá que el impacto se recupere de manera total e inmediata.	Se considera de sinergia moderada, ya que se puede afectar a la fauna y agua.	Los residuos generados se acumularán para ser depositados al relleno sanitario de San Juan del Río.	Efecto indirecto producto de los residuos que se generen por la alimentación de los trabajadores.	La generación de residuos será periódica ya que está relacionada con las jornadas laborales de los empleados.		
Geología.	Composición y arreglo geológico	Movimiento de material geológico superficial.	+1	4	2	1	4	2	4	4	2	4	4		Moderado
			Es un impacto positivo, al realizar la actividad de despalme el material resultante ayudará a reconformar los taludes del cauce natural	Es un impacto directo por la actividad del despalme del banco.	De magnitud media baja solo será la estabilización y restauración de los taludes hasta agotar el material resultante de la actividad del despalme.	La estabilización y restauración de los taludes solo se realizará en los taludes aledaños al cauce.	La estabilización y restauración se realizará de manera inmediata en cuanto se retire el producto del despalme.	Sera de manera temporal pues se estabilizarán y restaurarán los taludes con el material no aprovechable y lo resultante del despalme en cada temporada de lluvias.	La vida útil del proyecto es de 10 años, por lo que el sitio no se recuperara hasta después de su abandono. Por lo que se considera irre recuperable	Con las medidas propuestas el sitio se podrá recuperar parcialmente, pues no se recupera el estado natural del sitio.	De sinergia moderada ya que se afecta los componentes ambientales hidrología y geología dentro del área del proyecto.	Los impactos son acumulativos en tanto el proyecto se encuentre vigente.	El movimiento de material geológico será continuo durante la vida útil del proyecto.		
Hidrología	Cauce	Desazolve del cauce del Arroyo.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		No Aplica
	Flujo	Modificación del flujo superficial	-1	4	2	1	2	2	4	4	2	4	4	-34	Moderado
			Es un impacto negativo, se podría presentar derivado de las actividades del despalme.	Sera de manera directa una vez empiecen las actividades de esta etapa.	Sera de magnitud media-baja pues solo se dará dentro del banco propuesto.	El impacto sera puntual solo en las áreas a intervenir por el proyecto.	El cambio se verá a corto plazo ya que las actividades vallan avanzadas.	La recuperación del sitio sera de manera temporal pues se dará cada temporada de lluvias durante la vida útil	La vida útil del proyecto es de 10 años, por lo que el sitio no se recuperara hasta después de su abandono lo cual se considera irreversible	Con las medidas propuestas el sitio se podrá recuperar parcialmente.	De sinergia moderada ya que se afecta los componentes ambientales dentro del área del proyecto.	Los impactos serán acumulativos en tanto se realicen actividades dentro de la zona autorizada.	El flujo superficial permanecerá modificado continuamente durante la vida útil del proyecto.		
Retención de agua por fosas producto de la extracción		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica	
En la actividad de preparación del sitio no se retendrá agua en las fosas creadas puesto que el cauce no cuenta con agua durante todo el año solo en temporada de lluvias con tormentas fuertes que ocasionan crecidas.															

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
	Potencial de erosión hídrica	Erosión remontante del cauce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica
		Durante la etapa de preparación del sitio no habrá erosión remontante, ya que la extracción de materiales se realizará en la etapa de operación.													
		Erosión de taludes aguas abajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica
		Durante la etapa de preparación del sitio no habrá erosión de taludes, ya que la extracción de materiales se realizará en la etapa de operación.													
Biota	Fauna	Afectación de Especies en la NOM-059	-1	1	2	2	4	1	1	1	2	1	4		Compatible
		Se identificaron 9 especies reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.		El impacto es indirecto, por la extracción de materiales pétreos y mayor movimiento de personas y vehículos en la zona.	De magnitud baja, solo será dentro del área propuesta para el proyecto y sus alrededores.	La fauna se puede desplazar a lugares más inaccesibles.	La fauna se puede afectar de inmediato al iniciar con las actividades de preparación.	El impacto es fugaz, pues la fauna se alejará en cuanto vea mayor tráfico de personas y vehículos.	Si se abandona el proyecto la fauna podrá regresar en el corto plazo.	La fauna se puede desplazar libremente por la zona ya que no habrá barreras que permitan su tránsito libre.	Puede ser de sinergia moderada pues su ausencia también afecta la vegetación y por lo tanto suelo y agua.	No es acumulativo, pues una vez que se aleje la fauna ya no se afectará a ninguna especie.	La afectación será continua pues la fauna permanecerá fuera de su hábitat mientras el proyecto esté vigente.		
		Muerte de individuos	-1	1	1	1	1	1	4	8	1	1	1		
		Se puede dar la muerte de individuos por atropellamiento con los vehículos al momento de circular en el área del proyecto o hacia el banco de almacenamiento.		El efecto es directo en cuanto se empiece el tránsito vehicular en la zona y área del proyecto.	Se considera de magnitud baja puesto que al personal se le impartirán pláticas sobre la importancia fauna y evitar la muerte de las especies.	Se considera un impacto puntual puesto si llegase a ocurrir la muerte de individuos sería dentro del área del proyecto o en los caminos de acceso.	Este impacto se puede presentar en algún momento durante la vida útil del proyecto anqué se evitará en lo posible la muerte de los individuos	Se considera de un impacto fugas puesto que se evitará en lo posible ocasionar muerte contra los individuos	Se considera un impacto irreversible al ser una muerte de alguna especie.	Se considera un impacto irreversible ya que al ocurrir una muerte de alguna especie no se podrá revertir	Se considera que el impacto no es sinérgico	No existen efectos acumulativos.	Los efectos son discontinuos.		
		Desplazamiento de las especies	-1	1	2	2	4	1	1	1	2	4	4		Moderado
		En general el total de especies reportadas en la zona serán desplazadas del área hacia zonas más aisladas.		Efecto indirecto por el ruido y mayor tráfico de personas y vehículos.	De magnitud media-baja, solo dentro del área del proyecto y sus alrededores.	Se puede alejar la fauna dentro del área del proyecto y sus alrededores	El impacto se presenta de forma inmediata al generar mayor ruido y tránsito dentro del área, la fauna se desplaza a lugares más tranquilos.	El impacto es fugaz, pues la fauna puede regresar al área al término de la jornada laboral, pues no habrá barreras que limiten su paso.	Al término de la jornada laboral la fauna puede regresar por sí sola, por lo tanto, el impacto es reversible en el corto plazo.	El impacto se recuperará de abandonar el área.	Su sinergia es moderada, al desplazarse la fauna se afecta la vegetación y a su vez el suelo y el agua.	Se considera acumulativo porque mientras se realicen actividades dentro del área del proyecto la fauna se seguirá desplazando	La fauna permanecerá continuamente alejada del área del proyecto, pues el ruido ahuyenta a las especies hacia sitio más tranquilos y seguros.		
Social	Empleo	Diversificación de los empleos.	1	4	3	2	4	2	1	4	2	4	4		Moderado
		Se generarán 5 empleos directos y cerca de 10 empleos indirectos.		Efecto directo para las personas empleadas para la obra.	El mayor número de empleados será en esta etapa.	Impacto parcial, se contratarán personas de la región.	Los beneficios serán inmediatos, pues se mejorarán las condiciones sociales de los	Se contratarán los trabajadores durante la etapa de preparación.	Los beneficios se verán en el corto plazo.	Mientras se generen empleos el impacto es irreversible, pues los beneficios	La sinergia es moderada se podrán beneficiar no solo los	Los beneficios son acumulativos pues se va mejorando la	Lo beneficios son continuos en tanto se tenga una fuente de		

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto	
							trabajadores.				serán a largo plazo.	trabajadores directos si no los indirectos y la población en general.	infraestructura de vivienda y servicios sociales.	empleo bien remunerada.		

Cuadro V-9 Clasificación de impactos en la etapa de Operación y Mantenimiento.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emisiones a la Atmósfera	-1	1	3	1	4	1	1	1	1	1	4		Compatible
		Las emisiones continúan como en la etapa de preparación.	Su efecto es indirecto por el uso de la maquinaria	Su valor se considera poco mayor que en la etapa de preparación, ya que la actividad de realizarán diariamente hasta agotar el material a extraer.	El impacto es puntual, solo dentro del área del banco de materiales.	El impacto será inmediato, al momento de iniciar con las actividades de aprovechamiento.	El impacto es fugaz, pues la vegetación aledaña al proyecto puede absorber los gases y generar aire limpio.	El impacto será reversible en el corto plazo, pues la vegetación aledaña al proyecto se encarga de limpiar los gases y generar aire limpio	Mediante el mantenimiento adecuado de los vehículos y maquinaria, además con ayuda de la vegetación aledaña al sitio se podrá limpiar el aire.	No se considera sinérgico, pues es independiente	No es acumulativo pues los gases no permanecen en el aire ya que son absorbidos por la vegetación aledaña al proyecto.	Las emisiones serán continuas, ya que los vehículos transitan diariamente y la maquinaria estará en funcionamiento solo durante la jornada laboral y tiempo de estiaje.			
		Generación de ruido y vibraciones	-1	4	4	1	4	1	1	1	1	1	4		Moderado
		Se seguirán generando ruidos y vibraciones sobre todo por el uso de la maquinaria y camiones volteo.	Efecto directo por las actividades que se realizarán para el aprovechamiento del material.	El impacto será alto por el uso de la maquinaria y camiones volteo.	El impacto es puntual, pues solo se presentará durante la jornada laboral.	El impacto se produce inmediatamente al iniciar la jornada laboral.	El impacto es fugaz pues una vez terminada la jornada laboral este dejara de producirse.	Se puede revertir a corto plazo solo dejando de funcionar la maquinaria y vehículos.	El estado natural del ambiente se puede recuperar totalmente y de inmediato al término de la jornada laboral.	No se considera sinérgico. Solo afecta a la fauna, la cual se ahuyenta durante la etapa de preparación.	No es acumulativo ya que al término de la jornada laboral se puede terminar el impacto	El ruido será continuo, pues se producirá mientras se termine la jornada laboral.			
Fisiografía	Relieve	Modificación del relieve local	-1	4	2	1	4	2	4	4	2	4	4		Moderado
		Es un impacto negativo, porque la extracción de materiales pétreos propicia la modificación del relieve local (elevaciones)	Es un impacto directo pues se presentará una vez comience la actividad de extracción	Se considera de magnitud media-baja pues solo se presentará dentro del banco autorizado para el aprovechamiento.	Sera un impacto puntual pues solo se modificará el relieve dentro del banco solicitado.	El impacto se generará inmediatamente al empezar con las actividades de extracción.	El impacto es temporal pues la extracción de los materiales se realizará durante la vida útil del proyecto que son 10 años o hasta agotar	El impacto será irreversible por 10 años que es la vida útil del proyecto.	El impacto se recuperará totalmente al abandonar el área y aplicar las medidas de mitigación.	La sinergia será moderada, afectará el suelo dentro del área aprovechada.	Es acumulativo, pues el relieve se verá afectado durante la vida útil del proyecto o hasta agotar el material.	El impacto es continuo puesto que se estará afectado el relieve anual mente hasta el término de la vigencia del proyecto.			

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
			+1	4	2	1	4	2	4	4	2	4	4		
		Modificación a la configuración del cauce.	Es un impacto positivo, porque permitirá suavizar los taludes del cauce y evitar desbordamientos y corrimientos de tierra.	Es un impacto directo pues al empezar con las actividades de aprovechamiento se modificará la condición del cauce.	Su magnitud es media-baja debido a la superficie del banco y solo se verá afectado el cauce dentro del banco	Se considera impacto puntual ya que solo se afectará el cauce dentro del banco de materiales propuesto.	El impacto se generará de manera inmediata una vez comiencen las actividades de extracción de los materiales pétreos.	Se considera impacto temporal ya que la configuración del cauce se verá afectado durante la vida útil del proyecto la cual son 10 años	Se considera irreversible por puesto que la vida útil del proyecto se considera de 10 años	El impacto se recuperará totalmente una vez concluida la vida útil del proyecto y aplicando las medidas de mitigación	Se considera de sinergia moderada pues afectará la configuración del cauce y mejorará el flujo en tiempo de crecidas dentro del área a intervenir.	Existen efectos acumulativos ya que las actividades se realizarán durante 10 años que es la vida útil del proyecto.	El impacto será continua ya que la configuración del cauce se encontrará modificada en lo que el proyecto se esté ejecutando.		Moderado
Suelos	Composición del suelo	Contaminación por la presencia de residuos sólidos	Mientras haya trabajadores en la zona se podrán generar residuos.	Efecto indirecto producto de los alimentos de los trabajadores.	De magnitud media-alta, habrá mayor actividad por parte de los trabajadores en el área	Los residuos solo se generarán dentro del área de trabajo.	Los residuos se presentarán inmediatamente al desocupar envases o alimentos.	Al término de la jornada laboral se realizará la recolección de residuos, por lo que su persistencia en el sitio es fugaz.	Si no se realiza la recolección de residuos, estos pueden permanecer a largo plazo.	La limpieza del sitio permitirá que el impacto se recupere de manera total e inmediata.	En esta etapa puede haber residuos que no fueron colectados, lo cual afecta al suelo y la fauna por consumirlos, lo cual puede considerarse como un impacto sinérgico.	Los residuos generados se acumularán para ser depositados al relleno sanitario de San Juan del Río.	La contaminación por residuos será discontinua, pues solo será en ocasiones donde no se tenga el control del manejo de estos en los depósitos disponible.		Compatible
Geología	Composición y arreglo geológico	Extracción de material geológico	Extracción de 131,800.28 m³ del banco propuesto con una superficie de 7.97 ha.	El efecto es directamente sobre el material geológico acumulado con las crecidas de arroyo.	De magnitud media-alta, solo en el banco propuesto.	Impacto puntual solo en la superficie del banco propuesto.	El impacto será inmediato al iniciarse las actividades de aprovechamiento.	El impacto será persistente en el banco durante la vida útil del proyecto para lo cual se consideran 10 años.	Impacto irreversible por 10 años.	Si se termina el proyecto antes de la vigencia y se aplican las medidas de restauración, se podrá recuperar el sitio a mediano plazo.	La sinergia será moderada, afectará el suelo y agua dentro del área del proyecto.	Es un impacto acumulativo, pues se seguirá extrayendo material durante la vida útil o hasta agotarse.	El impacto es continuo puesto que se extraerá material anualmente hasta el término de la vigencia del proyecto.		Moderado
Hidrología	Cauce	Desazolve del cauce del río	Es un impacto positivo, ya que permite mejorar el flujo del cauce al	El efecto se dará de manera directa en cuanto se empiece con en el	Sera de magnitud media-alta pues se desazolvá anualmente el	El impacto se considera parcial pues solo se presentará dentro	El impacto se presentará de manera inmediata después de	Al estar realizando la extracción por 10 años el	Al tener una duración de 10 años el proyecto se considera	La recuperación será parcial con las medidas de	Se tendrá una sinergia moderada pues el cauce	Existen efectos acumulativos derivados de	Los efectos serán continuos ya que se darán cada año		Moderado

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
			momento de las crecidas y evitar desbordamientos e inundaciones y corrimientos de tierra.	aprovechamiento de los materiales pétreos y estabilización de los taludes	banco de materiales propuesto.	del banco propuesto.	empezar con las actividades dentro del banco.	impacto se considera temporal.	irreversible.	mitigación.	permanecerá desazolado durante el proyecto.	las actividades de extracción	cuando se recargue el banco de materiales con las crecidas generadas en tiempo de lluvias.		
			+1	4	2	2	4	2	4	2	2	4	2		
		Modificación del flujo superficial	Es un impacto positivo pues al canalizar y estabilizar los taludes del cauce se evitará que las corrientes provocadas por las crecidas se mantengan dentro del cauce del arroyo y evitar afectaciones a zonas aledañas al proyecto.	Se presentará de forma inmediata al iniciar las actividades de extracción	Se considera de magnitud media-baja debido que solo se presentara en el área del proyecto.	La extensión es parcial, puede definirse que el mayor beneficio será a nivel del sitio.	El impacto se presentará de inmediato al iniciar con las actividades de extracción y estabilización de los taludes.	Sera de manera temporal pues se presentará durante 10 años mientras esté vigente el proyecto.	Se considera irreversible pues se presentará durante 10 años durante la vida útil del proyecto.	Es total a mediano plazo, pues el cauce se canalizará y estabilizaran los taludes todos los años después de las crecidas en las temporadas de lluvias.	Su sinergia es moderada dado que beneficia a otros componentes ambientales.	Es acumulativo pues se realizará cada temporada de estiaje cuando se extraiga material.	Se considera periódico solo se presentará en esta etapa		Moderado
			-1	1	2	1	3	2	1	2	2	4	4		
		Retención de aguas por fosas producto de la extracción.	Es un impacto negativo, ya que las fosas no permitirán que el agua fluya libremente una vez pasada la crecida del arroyo por lo cual pueden quedar encharcamientos en dichas fosas.	El impacto es indirecto una vez empiecen las actividades de esta etapa.	De magnitud media – baja, ya que solo será en la superficie de los bancos propuestos.	Se considera de extensión puntual, ya que solo será en las áreas autorizadas.	El impacto puede llegar a presentarse en el corto plazo, cuando las actividades de extracción hayan avanzado considerablemente.	La persistencia se considera temporal, en tanto ocurre la temporada de lluvias.	Puede considerarse reversible a corto plazo, ya que la temporada de lluvias puede arrastrar sedimentos que cubran las fosas, además el operador de la maquinaria deberá anivelar el área explotada antes de seguir con el aprovechamiento es decir cómo se vaya avanzando	Con las medidas propuestas el sitio se podrá recuperar parcialmente. Total, a mediano plazo con la nivelación del terreno después de la extracción	De sinergia moderada ya que se afecta los componentes ambientales dentro del área del proyecto.	Los impactos serán acumulativos en tanto se realicen actividades dentro de la zona autorizada.	Este impacto puede permanecer modificado continuamente durante esta etapa.		Moderado
Flujo															

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
	Potencial erosión hídrica	Erosión remontante	-1	4	3	2	3	4	4	8	4	1	2		Moderado
		Erosión de los taludes	-1	4	4	4	2	4	8	4	4	1	2		Moderado
Biota	Afectación de Especies en la NOM-059		-1	1	1	1	4	1	1	1	2	1	1		Compatible
		Muerte de	-1	1	1	1	1	1	4	8	1	1	1	1	

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
		individuos	A pesar de que se dará capacitación a los trabajadores del proyecto no se descartará la posibilidad de alguna muerte por atropellamiento por lo cual se considera impacto negativo.	El impacto se considera directo por la presencia humana y el tráfico y maniobras de la maquinaria dentro del área y caminos de acceso.	Se considera de magnitud baja pues se espera no ocurran muerte de individuos por la capacitación del personal sobre la fauna.	Se considera un impacto puntual ya que si llegase a ocurrir sería dentro del área del proyecto y caminos de acceso.	El impacto se puede presentar a largo plazo durante la vida útil del proyecto pues no se descarta que puede ver alguna muerte de algún individuo.	Se considera un impacto fugas pues se espera que no ocurra muerte de individuos durante la vida útil del proyecto.	Se considera un impacto irreversible ya que al llegar a ocurrir alguna muerte de alguna especie no se podrá recuperar.	Se considera un impacto recuperable al ser una muerte de un individuo de fauna.	Se considera un impacto no sinérgico.	No existen efectos acumulativos en este impacto.	Se tiene efectos discontinuos de este impacto puesto que se espera no tener muertes		
		Desplazamiento de las especies	-1	1	1	2	4	1	1	1	2	4	4		Compatible
			Las especies prefieren sitios más tranquilos y con mayor cobertura vegetal para protegerse de los depredadores y de la cacería por lo que permanecerá alejada de la zona mientras haya actividades de extracción.	Efecto indirecto por el ruido de la maquinaria.	Su magnitud es baja pues solo será dentro del área del proyecto.	La extensión se puede considerar parcial, pues la fauna se puede alejar hasta área más inaccesibles.	El impacto se produce al momento de iniciar con las actividades de extracción.	Al no haber barreras que limiten el paso de la fauna, esta podrá transitar libremente por el área al término de la jornada laboral.	El impacto se puede recuperar en el corto plazo una vez que se abandone el sitio.	La fauna podrá regresar de inmediato al término de la jornada laboral.	Su sinergia es moderada, pues afecta otros componentes ambientales.	Se considera acumulativo, pues una vez que la fauna se aleje esta puede permanecer alejada de la zona en tanto la maquinaria este presente.	La fauna puede permanecer alejada mientras se lleven a cabo actividades de extracción en la zona.		
Social	Empleo	Diversificación de los empleos	1	4	3	2	4	2	4	2	2	4	4		Moderado
			Los empleos se seguirán generando en esta etapa.	Los beneficios a los empleados son de forma directa.	Se mantendrán los empleos generados desde la etapa de preparación.	La extensión será parcial, pues se contratará personal de la región no solo de la ciudad de la cabecera municipal de San Juan del Río.	Los beneficios serán inmediatos.	La etapa de operación requiere de 10 años, por lo que los empleos en esta etapa son temporales.	Los beneficios obtenidos son irreversibles, pues se considera que duraran 10 años.	Los beneficios permanecerán a mediano plazo una vez que se termine la extracción anual.	De sinergia moderada, pues se obtienen beneficios sociales no solo para los trabajadores, si no para la comunidad en general.	Los beneficios son acumulativos, pues se podrán obtener mejoras en las viviendas.	El impacto será continuo en los que tenga un empleo bien remunerado.		

Cuadro V-10 Clasificación de impactos en la etapa de abandono

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emisiones a la Atmosfera	-1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1		Compatible
			Emisiones por el movimiento de	Efecto indirecto por el uso de vehículos.	De magnitud baja, específicamente	Extensión puntual, las	Las emisiones se generan de	El impacto es la	Se puede recuperar el	El menor uso de vehículos y	No es sinérgico, se puede	No es acumulativo,	El impacto será solo durante el		

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
			vehículos.		dentro del área donde circulen los vehículos.	emisiones se absorben rápidamente por la vegetación aledaña.	inmediato al iniciar la circulación de vehículos.	vegetación aledaña absorbe los gases generados y proporciona aire limpio.	ambiente en el corto plazo, limitando el uso de vehículos.	la vegetación aledaña pueden recuperar el ambiente en el corto plazo.	mitigar rápidamente por la vegetación aledaña.	pues al término de la jornada laboral se deja de generar emisiones.	tiempo que dure el retiro de la maquinaria y la restauración del sitio.		
		Generación de ruido y vibraciones	-1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1		
			Los ruidos se producirán por el retiro de la maquinaria.	Efecto indirecto por el traslado de la maquinaria.	De magnitud baja, solo serán ruidos por el movimiento de los vehículos durante el traslado de la maquinaria.	Impacto puntual solo dentro del área ocupada por la maquinaria y durante el uso de vehículos.	El impacto será inmediato, al retirar la maquinaria.	El ruido será fugaz, durante el desmantelamiento y retiro de la maquinaria.	El ambiente se puede recuperar a corto plazo, en cuanto se retire la maquinaria.	El retiro de la maquinaria será rápido, dejando de producir ruido a corto plazo.	No se considera sinérgico, solo se afectará a la fauna local.	No es acumulativo, el ruido dejara de producirse al momento de abandonar el sitio.	Solo habrá ruido durante el retiro de la maquinaria, por lo que no será constante.		Compatible
Fisiografía	Relieve	Modificación de la elevación a nivel puntual	+1	1	2	1	4	1	1	2	2	4	1	0	
			En esta etapa se considera un impacto positivo ya que al ser el abondo del sitio se tendrá que anivelar el cauce del arroyo para evitar encharcamientos de agua y poder tener un libre flujo en tiempo de crecidas.	Se dará de forma directa la nivelación del terreno para poder abandonar el área del proyecto.	Se considera de magnitud media-baja, ya que solo se anivelará el área dentro del proyecto antes de abandonar la zona.	Se considera un impacto puntual al solo intervenir el área del proyecto.	El impacto sera de forma inmediata al momento de empezar con la etapa de abandono	Este impacto sera fugas pues se anivelará la zona y se abandonará.	La recuperabilidad del sitio será a corto plazo pues al siguiente año del abandono con la primera crecida se acumulará material pétreo o modificará el relieve.	Sera total a mediano plazo una vez llegue la primera crecida después del abandono el cauce del rio modificara el relieve.	Se considera de sinergia moderada pues puede afectar otros elementos.	Este impacto si tiene efectos acumulativos pues beneficiara otros componentes en la temporada de lluvia siguiente a la etapa de abandono	El efecto será discontinuo pues solo se realizará momentos antes del abandono definitivo.		
		Modificación a la configuración del cauce	+1	4	1	1	4	2	1	4	2	4	1	0	
		Para esta etapa se considera un impacto positivo ya que, al estabilizar los taludes, anivelar y quitar obstáculos del cauce del arroyo para la etapa de abandono se asegurará que se encuentre en óptimas condiciones	Sera de efecto directo al momento de empezar con las actividades de abandono del sitio.	Se considera de magnitud baja pues solo será dentro del área del proyecto.	Sera un impacto puntual pues las actividades de abandono del sitio se darán dentro del polígono propuesto.	La modificación al cauce se presentará de inmediato al realizar las actividades de abandono.	Se considera temporal pues las actividades de configuración del cauce para la etapa de abandono se podrán ver afectadas en la siguiente temporada de lluvias por la	Si se aplican bien las medidas de mitigación y las actividades de abandono adecuadamente el sitio la modificación a la configuración del cauce puede ser a	Se considera parcial ya que al aplicar las medidas de mitigación correctamente se puede recuperar parcialmente.	Se considera de sinergia moderada pues beneficiara a otros componentes.	Se considera efectos acumulativos pues al modificar el cauce ayudara proteger las tierras aledañas la erosión de los taludes y	Los efectos son discontinuos puesto que se realizará una sola vez antes del abandono definitivo del sitio.			

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
			para las crecidas que se presentaran y así evitar daños a las tierras vecinas al área.					crecida.	corto plazo.			evita inundaciones en las crecidas del arroyo.			
Suelos	Composición del suelo	Contaminación por la presencia de residuos sólidos	1 Al término del abandono del área se realizará la limpieza total del sitio.	4 Efecto directo por la recolección de residuos.	1 De magnitud baja, solo dentro del área del proyecto.	1 Impacto puntual, únicamente durante la jornada laboral.	3 Los residuos se pueden generar de inmediato, aunque también es posible su recolección inmediata.	1 La persistencia de los residuos es fugaz, pues se pueden retirar del sitio en el momento que se generan.	4 Si no se aplican medidas de limpieza y prevención, los residuos pueden permanecer por más de 10 años.	1 El sitio se puede recuperar de forma inmediata al retirar los residuos generados.	1 No se considera sinérgico.	1 No es acumulativo dentro del sitio, pues al término de la jornada laboral se realiza la limpieza y recolección de residuos.	1 La contaminación por residuos es discontinua, pues se contará con contenedores para su almacenamiento.		Compatible
Geomorfología	Geología	Extracción de material geológico	0 Durante la etapa de abandono del sitio no habrá movimiento de material geológico superficial, ya que la extracción de materiales se realizará en la etapa de operación.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hidrología	Cauce	Desazolve del cauce del río	0 Durante la etapa de abandono del sitio no habrá desazolve del cauce del Arroyo, ya que la extracción de materiales se realizará en la etapa de operación.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica
	Flujo	Modificación del flujo superficial	0 Durante la etapa de abandono del sitio no habrá erosión remontante del cauce, ya que la extracción de materiales se realizará en la etapa de operación.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica
		Retención de agua por fosas producto de la extracción	0 En esta etapa se anivelará el cauce del arroyo como medida de mitigación para el abandono lo cual no permitirá la retención de agua por fosas y el cauce quede en óptimas condiciones para la siguiente crecida en la temporada de lluvias que se avecine.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica
	Potencial erosión hídrica	Erosión remontante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica
		Erosión de los taludes	0 Durante la etapa de abandono del sitio no habrá erosión de taludes, ya que la extracción de materiales se realizará en la etapa de operación.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica
	Biota	Fauna	Afectación de Especies en la NOM-059	1 La fauna podrá volver a hacer uso del hábitat, pues no habrá barreras que limiten su paso por la zona.	1 Efecto indirecto por el abandono del sitio.	1 De magnitud baja, las especies listadas en la NOM se encuentran a nivel regional y algunas solo usan el sitio de paso.	4 Impacto extenso, la fauna podrá regresar al sitio y sus alrededores al momento del abandono del sitio.	1 La fauna puede volver al sitio inmediatamente después del abandono del sitio.	1 El impacto será fugaz, una vez que se paren las actividades, la fauna podrá volver al sitio libremente.	1 Una vez que se abandona el sitio, este puede recuperar el ambiente para que la fauna pueda regresar libremente en el corto plazo.	1 Al momento del abandono, el sitio se puede recuperar de inmediato por lo que la fauna puede volver libremente.	1 No se considera sinérgico, se beneficia directamente a las especies vulnerables.	1 No es acumulativo, la fauna tiene un amplio rango de distribución y no siempre está en el mismo sitio.	1 No es continuo, la fauna puede utilizar el sitio solo de paso.	19

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
		Muerte de individuos	-1	4	1	1	1	1	4	8	1	1	1	-26	Moderado
		Desplazamiento de las especies	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1	4	28	Moderado
Social	Empleo	Diversificación de los empleos	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	Compatible
			Los empleos en esta etapa serán mínimos, únicamente los que se requieren para el retiro y transporte de la maquinaria, así como para la restauración del sitio.	Efecto directo por la generación de empleos. Ciénega	De magnitud baja, el número de trabajadores será mínimo.	Los empleos son menores que en el resto de las etapas., por lo que el impacto es puntual.	Los empleos son inmediatos para llevar a cabo el retiro de maquinaria y limpieza del sitio.	En esta etapa los empleos son fugaces, pues solo se requiere personal para el retiro de la infraestructura y restauración del sitio.	Los empleos duraran por un periodo corto.	Los empleos solo duraran mientras se termine de limpiar el sitio y se realice su restauración.	En esta etapa el impacto no es sinérgico, pues solo serán pocos empleos y por corto plazo.	No es acumulativo, solo serán beneficios a corto plazo.	Los beneficios serán discontinuos, solo durante el retiro de infraestructura, limpieza y restauración del sitio.		

### V.2.2 Jerarquización de los impactos

La ponderación de los elementos y componentes ambientales, permite establecer una **jerarquización de impactos**, en principio, comparables entre sí y al mismo tiempo, se valora la incidencia de las diferentes actividades que conforman la obra.

Para establecer la jerarquización de los impactos, se realizó una **concentración** de la valoración de los impactos por etapa (importancia), para posteriormente realizar un **reparto de las unidades de importancia**; de manera individual fueron analizados los elementos más relevantes o adversos respecto a la unidad de importancia, asimismo las diferentes etapas fueron analizadas entre sí. El proceso metodológico fue el siguiente:

1. Obtener la suma absoluta de cada impacto para todas las etapas (I-impactos)

$$\sum |I_i|; i = \text{es el impacto para todas las etapas}$$

2. Obtener la suma absoluta de los impactos de cada etapa (I\_etapas)

$$\sum |I_j|; j = \text{son los impactos para cada una de las etapas}$$

3. Obtener la suma absoluta de todos los impactos (I\_total).

$$I_{\text{total}} = \sum |I_{ij}| = \sum |I_{ji}|$$

4. Asignación de las unidades de importancia (UI) en función de la suma absoluta de todos los impactos (%).

$$UI = \frac{\sum I_i * 100}{I_{\text{total}}}$$

5. Jerarquizar (JI) los elementos más impactados, al realizar una suma relativa por impacto a través de la fórmula:

$$JI_i = \frac{I_i * UI}{100}$$

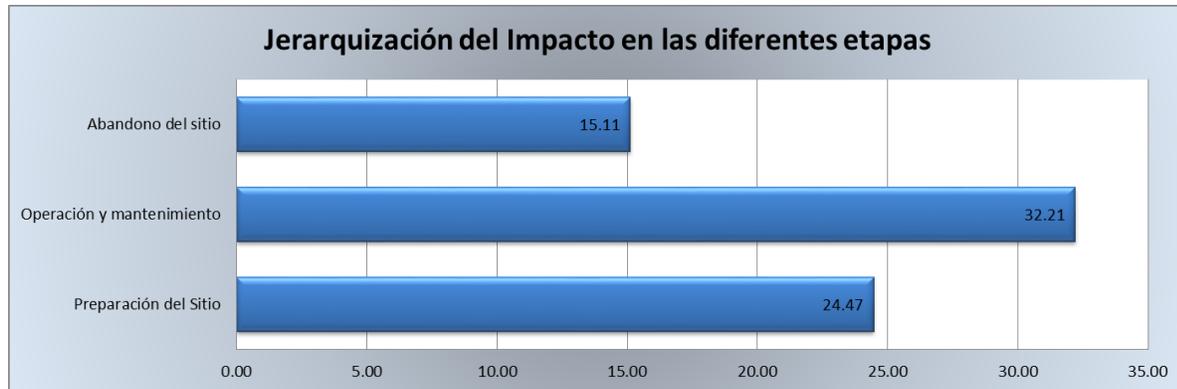
6. Jerarquizar (JI) las etapas en las que se presentan más impactadas, al realizar una suma relativa por impacto a través de la fórmula:

$$JI_j = \frac{I_j * UI}{100}$$

La metodología de cálculo para la jerarquización de los impactos se resume en el cuadro siguiente:

**Cuadro V-11 Jerarquización de impactos por etapa**

Elemento	Impacto	Preparación del Sitio	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio	Suma Absoluta (i)	Unidades de Importancia (UI)	Suma Relativa (JI)
Atmósfera	Emisiones a la Atmosfera	-27.00	-25.00	-16.00	68	6.820	4.64
	Generación de ruido y vibraciones	-25.00	-31.00	-16.00	72	7.222	5.20
Fisiografía	Modificación de la elevación a nivel puntual.	-23.00	-36.00	24.00	83	8.325	6.91
	Modificación a la configuración del cauce.	31.00	36.00	27.00	94	9.428	8.86
Suelo	Contaminación por la presencia de residuos sólidos	-27.00	-24.00	21.00	72	7.222	5.20
Geología.	Movimiento de material geológico superficial.	36.00	-39.00	0.00	75	7.523	5.64
Hidrología	Desazolve del cauce del Arroyo.	0.00	39.00	0.00	39	3.912	1.53
	Modificación del flujo superficial	-34.00	34.00	0.00	68	6.820	4.64
	Retención de agua por fosas producto de la extracción	0.00	-27.00	0.00	27	2.708	0.73
	Erosión remontante del cauce	0.00	-43.00	0.00	43	4.313	1.85
	Erosión de taludes	0.00	-49.00	0.00	49	4.915	2.41
Biota	Afectación de Especies en la NOM-059	-25.00	-17.00	19.00	61	6.118	3.73
	Muerte de individuos	-23.00	-23.00	-26.00	72	7.222	5.20
	Desplazamiento de las especies	-28.00	-25.00	28.00	81	8.124	6.58
Social	Diversificación de los empleos	38.00	39.00	16.00	93	9.328	8.68
Suma absoluta (j)		317	487	193	997	100.0	71.80
Suma relativa (JI)		24.47	32.21	15.11	71.80		



**Figura V-1 Jerarquización por etapas**

Como puede observarse en la figura anterior, los mayores impactos se presentan en la etapa de operación y mantenimiento, pues es donde se realizarán las actividades de extracción, el cual incluye la extracción de material geológico, por lo tanto, la modificación será más relevante.

En la etapa de preparación también habrá impactos relevantes pues es donde se realizará la actividad del despalme que provocará cambios en el paisaje, aunque será muy puntual pues la superficie requerida es mínima en comparación a otras áreas que se han afectado por otros usos a nivel regional.

Todas las etapas implican la utilización de vehículos y equipo que requieren de combustible para su funcionamiento, lo que generará la emisión gases, ruidos y residuos peligrosos, sin embargo, estos serán mitigables en el corto plazo pues son muy puntuales y únicamente se presentarán en las horas de trabajo.

Finalmente, en la etapa de abandono, los impactos serán únicamente los que se generan en el aire por la emisión de partículas y los pudieran llegar a generarse por algún derrame de combustible o por derrames por el mantenimiento de vehículos de manera inesperada, por lo que los impactos solo son los que se relacionan con la contaminación del aire y suelo. Aunque la gráfica muestra mayor impacto en la etapa de abandono, esto es debido a que habrá impactos que son positivos, como la limpieza del sitio y se dejará de afectar a la fauna, además en el abandono se podrá restaurar el área.

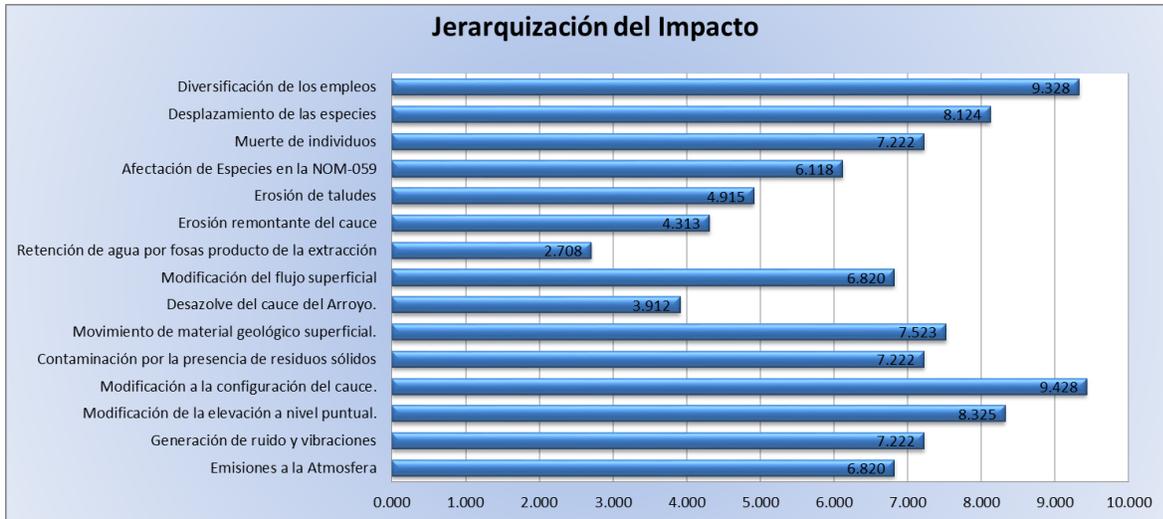


Figura V-2 Jerarquización por tipo de impacto

Como puede observarse en la figura anterior, los impactos más altos son la modificación a la configuración del cauce, modificación a la elevación puntual, desplazamiento de especies de fauna y movimiento del material geológico, generación de ruido y vibraciones, muerte de individuos, Contaminación por presencia de residuos sólidos, los cuales son impactos negativos que tienen una relación más estrecha que el resto de los componentes, pues al modificar uno, se compromete al otro. Mientras que los beneficios positivos son los relacionados al componente social, dado que se presentan durante la vida útil del proyecto desde la etapa de preparación hasta la etapa de abandono.



Figura V-3 Jerarquización global

De acuerdo a los impactos generados, la gráfica indica que los impactos benéficos son mayores, esto debido a que son impactos que se presentarán durante la vida útil del proyecto, mientras que los impactos negativos, se pueden presentar con mayor relevancia en alguna de las etapas, se afectarán mayormente en la etapa de Operación y mantenimiento, los impactos que se presentarán en esta etapa son muy puntuales y únicamente durante temporadas laborales "Tiempo de estiaje" y en las horas de trabajo.

Del análisis de los impactos para cada componente ambiental, se pueden concluir lo siguiente:

### V.2.3 Atmósfera

La calidad del aire se verá afectada principalmente en las etapas de preparación del sitio y operación - mantenimiento, por el uso constante de maquinaria y vehículos automotores que utilizan diésel y gasolina como combustible, así como la extracción de los materiales pétreos y actividades de transporte de los distintos productos, habrá aportaciones de dióxido de carbono a la atmósfera, sin embargo, se ha considerado que la afectación de calidad del aire será nivel

puntual y que puede revertirse al término de las actividades ya que se encuentra en un área abierta y con vegetación aledaña al proyecto de diferentes portes. Posteriormente, durante todas las etapas del proyecto, puede haber aportaciones de partículas suspendidas de minerales provenientes de los caminos de acceso o de los vehículos que transporten al personal o el material o los requerimientos para las obras de restauración.

Para este componente ambiental los impactos más relevantes son:

- **Emisión de polvos y gases por el uso de equipo y vehículos en las etapas de preparación del sitio, operación - mantenimiento y abandono**

Las emisiones promedio de gases de los vehículos que trabajarán en cada una de las áreas se muestran a continuación y se puede observar que se encuentran dentro de los límites establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017. Para realizar las actividades programadas se utilizarán vehículos y de acuerdo a monitoreos para obtener el promedio de emisiones de gases, estos vehículos generan las siguientes emisiones:

**Cuadro V-12. Emisión de gases**

Vehículo	CO (250 ppm)	SO2 (5 ppm)	NO2 (5 ppm)	Formaldehido (10 ppm)	Observación
Retroexcavadora	80.0	2.5	5.0	2.0	Si cumple
Camión	15.0	5.0	1.0	2.0	Si cumple
Camioneta	10.0	0.0	3.0	1.0	Si cumple

Por otra parte, las partículas suspendidas totales dentro del área se desconocen, puesto que estas se podrán analizar una vez que el proyecto inicie sus actividades, ya que no se cuenta con estudios en áreas aledañas que puedan servir de referente para el análisis del área del proyecto.

- **Emisión de ruido por los vehículos de transporte de personal, herramientas y materiales, así como el ruido y vibraciones emitidas por el equipo utilizado para la extracción.**

La fuente principal de emisión del ruido serán el equipo y/o maquinaria utilizada para la extracción de los materiales (retroexcavadora y camiones de carga), no es factible la cuantificación de los ruidos generados; sin embargo, se plantea mitigar los impactos (al personal) con el uso de protección auditiva (cabina de la maquinaria). Las actividades generadoras de ruido están programadas para horarios de la mañana y tarde, por lo que la gran mayoría de la fauna se encuentra activa, y al generarse el ruido tenderán a alejarse a un sitio más tranquilo.

Por su parte, en cuanto a las emisiones de ruido será de la siguiente manera:

La principal fuente de emisiones de ruido a la atmósfera será la maquinaria utilizada en la extracción y transporte del material, se contempla la relación de áreas y niveles de ruido como se muestra en el cuadro siguiente, los datos son para una jornada de trabajo de 8 horas de exposición por persona, con protección auditiva.

**Cuadro V-13 Niveles sonoros**

ÁREA	SIN PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)	REDUCCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN (Db)	CON PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)
Extracción	85	17.7	67.3
Transporte	88	14.0	74.0

En general todos los equipos cuentan con silenciadores para minimizar el ruido que este se produce cuando están en operación. La maquinaria pesada produce un nivel sonoro máximo de 85 Db, para reducir este es necesario aplicar los mantenimientos necesarios, así como el uso de silenciadores. Por su parte, el equipo de transporte en general genera un nivel máximo de 88 Db, siendo necesario aplicar los mantenimientos preventivos y uso de silenciadores.

Como se puede observar, se encuentran dentro de los límites permisibles, por lo que no se afecta a la población, las localidades que se encuentran más cercanas al sitio la cual es Estancia Blanca que se encuentra a 1,744 m de distancia del proyecto, por lo que el ruido no afectará directamente, por otra parte, el personal que trabajará dentro de las actividades de preparación y construcción contarán con equipo auditivo.

Las fuentes principales emisoras de ruido serán las siguientes:

- Maquinaria pesada. Cuenta con silenciadores de fábrica.
  - Camiones de volteo. Cuenta con silenciadores de fábrica.
- **Aportación de polvos a la atmósfera durante todas las etapas del proyecto, propios de las características de los caminos de acceso, así como por las excavaciones y cortes del terreno.**

En esta etapa los caminos de acceso al banco generarán polvo, no es posible tener una aproximación de la generación de polvo, por lo que se plantea que las emisiones serán minimizadas con el mantenimiento preventivo de los caminos de acceso, el enlonado de los camiones volteos, además el material extraído contara con cierta humedad para evitar el esparcimiento de partículas al momento del transporte.

#### V.2.4 Fisiografía

➤ **Modificación del relieve local**

El despalme provocara cambios en la dinámica geomorfológica, ya que con la modificación de la estructura del suelo se alteran procesos exógenos encargados de modelar el paisaje geomórfico. En los bancos de material el cambio en la dinámica geomorfológica estará en función de la cantidad de material extraído, la forma de explotación y la localización de éste. En los lugares en donde se realicen excavaciones por la explotación del banco de materiales, deberán considerarse los posibles deslizamientos ya que, con estas actividades, se alterará la estabilidad del área. El movimiento de maquinaria empleada en el banco de materiales causará una compactación en el suelo modificando sus características físicas y geomorfológicas.

➤ **Modificación a la configuración del cauce.**

El Arroyo San Lucas presenta una serie de modificaciones tanto de manera natural por los escurrimientos pluviales que forman cada temporada de lluvias, así como por las extracciones realizadas de manera no controlada que realiza la población ejidal vecina al proyecto, provocando algunas desviaciones del cauce o modificaciones de su y trazo natural, en algunos casos afectando alguna de sus riberas. Con el proyecto se realizará el encauzamiento y retiro del azolve en el cauce natural donde el drenaje superficial del arroyo será beneficiado y el retiro de materiales pétreos favorecerá la infiltración de agua a las capas inferiores del suelo, lo que mejorará las condiciones de recuperación del manto freático. Con el encauzamiento y estabilización de los taludes se evitarán inundaciones ocasionadas por las crecidas en temporadas de lluvias y deslizamiento de tierras aledañas.

#### V.2.5 Suelo

Para el componente suelo se considera en el caso de los residuos sólidos, residuos por alimentos que lleven los trabajadores, sobre todo envases y envolturas, por lo tanto, se consideran estos impactos en todas las etapas del proyecto, aunque son más relevantes durante la etapa de preparación y construcción. Por lo tanto, los impactos dentro de este componente son:

➤ **Contaminación por la presencia de residuos sólidos**

No hay derribo de vegetación, por lo que no se generarán residuos vegetales. Sin embargo, en la etapa de operación, se espera se generen residuos como: plástico, latas y vidrio (principalmente), así como en mucha menor escala papel y cartón. Se estima que en la operación interactuarán un máximo de 5 personas, los cuales no podrán generar más de 300 gr de basura por día por persona.

Se ha estimado que por mes se estará generando un total de 45 kg, y de manera anual un total de 533.8 kg. Debe considerarse que la presencia del personal que laborará en las diferentes etapas, fluctuará según las necesidades de trabajo, sin embargo, se ha podido llegar a una estimación de los residuos sólidos generados.

*Cuadro V-14 Residuos sólidos en el proyecto*

Tipo de residuo	Cantidad generada (kg/día/trabajador)	Cantidad generada (kg/mes)	Total, anual (kg)
-----------------	---------------------------------------	----------------------------	-------------------

Papel	0.005	0.8	8.8
Cartón	0.050	7.5	87.5
Plásticos (varios)	0.100	15.0	175.0
Vidrio	0.100	15.0	175.0
Otros	0.050	7.5	87.5
<b>Total</b>		<b>45.8</b>	<b>533.8</b>

Cabe mencionar que no siempre se generaran residuos, puesto que los trabajadores son de la zona, por lo que podrán tomar sus alimentos en su casa, además se contara con contenedores para la disposición de dichos residuos esto con el fin de facilitar su recolección y trasporte al relleno sanitario de San Juan del Río.

### V.2.6 Geoformas

Para este componente se considera un impacto por la extracción de los materiales pétreos del banco propuesto, por lo tanto, el impacto considerado para este componente es:

#### ➤ Movimiento de material geológico superficial

La cantidad de materiales pétreos que producirá el banco propuesto en el presente proyecto es el siguiente volumen **131,800.28 m<sup>3</sup>**, en una superficie de **7.97 ha** y con una longitud de **2,296 m**.

*Cuadro V-15 Dimensiones y volumen del banco de materiales pétreos.*

Banco de material	Superficie (ha)	Superficie (%)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Volumen (%)
1	9.46	100	131,800.28	100
<b>Total</b>	<b>9.46</b>	<b>100</b>	<b>131,800.21</b>	<b>100</b>

### V.2.7 Agua

Para este componente se considera únicamente el Desazolve del cauce y la Modificación del flujo superficial.

#### ➤ Desazolve del cauce del arroyo

Los arroyos son sistemas naturales enormemente dinámicos y complejos. Su principal función desde el punto de vista antropocéntrico es el transporte de agua, sedimentos, nutrientes y seres vivos. Pero además conforman corredores de gran valor ecológico, paisajístico, bioclimático y territorial, que enlazan montañas y tierras bajas. Por tanto, el buen manejo y aprovechamiento de estas cuencas es primordial para mantener un medio ambiente saludable y en consecuencia un desarrollo económico y social adecuado.

El Proyecto contempla la extracción y aprovechamiento de material pétreo, producto del intemperismo de las rocas formadas y arrastradas en grandes volúmenes y que son depositadas anualmente en el cauce del arroyo dependiendo de las avenidas, normales y máximas extraordinarias; el proyecto ayudara a que el azolvamiento sea menor y por lo tanto, el arroyo tenga una mejor capacidad hidráulica para soportar las crecidas anuales que se originan en el periodo de las lluvias en la zona del proyecto. Además de contribuir al mejoramiento y conservación del medio ambiente dentro y circunvecino al proyecto.

Al mantener desazolvado el cauce del arroyo, se aumenta la calidad ambiental, social y económica de las poblaciones que forman parte del área de influencia, así mismo, se facilitará el flujo de la creciente que se llegue a presentar en temporada de lluvias, disminuirá el riesgo de desbordamientos, evitara el deslizamiento de las tierras aledañas al cauce, lo cual protegerá las tierras agricultura que se encuentran a un costado del cauce, además permitirá contar con materiales pétreos para la construcción de viviendas, así como diferentes infraestructuras, rehabilitación de caminos, etc., que requiera el municipio de San Juan del Río.

#### ➤ Modificación del flujo superficial

El flujo superficial ser verá afectado por la modificación que provocará la extracción de materiales pétreos,

La explotación del banco de material cuando no se realizan de forma sustentable, programada y controlada, puede provocar corrimientos de tierra de los terrenos colindantes al cuerpo de agua, el ensanchamiento del cauce y la desviación de la corriente, generando que no llegue el agua a lugares donde por años se ha surtido de este cuerpo de agua. De no tenerse un control sobre la explotación del banco, se podrá generar también el azolve de presas y ríos esto debido que el flujo superficial arrastra sedimentos aguas abajo, debido a la ocupación del cauce con suelo estéril o incluso con la grava y arena, además de inundaciones debido a la obstrucción del cauce del arroyo La finalidad de la concesión de los cuerpos de agua para explotación de materiales pétreos, es limpiar el cauce para que, de esta forma, el agua pueda correr libremente mejorando el flujo superficial en temporada de lluvias, y no genere deslaves o corrimientos de suelo de los terrenos aledaños y esté exenta de material sólido que interfiera en los cuerpos de almacenamiento y así poder tener una mejor calidad del flujo superficial en el tramo del proyecto.

➤ **Erosión remotante del cauce.**

El aprovechamiento del banco de materiales podrá ocasionar el fenómeno conocido como erosión remotante aguas arriba o aguas abajo, sin embargo el cauce donde se aprovechara los materiales pétreos es de tipo intermitente, por lo cual la erosión remotante será mínima al no contar con flujo de agua permanentemente fluyendo por el cauce, la erosión remotante dentro del cauce del arroyo San Lucas, se da de manera natural durante la temporada de lluvias debido a las fuertes crecidas que se presentan en la temporada de lluvias, las cuales al llegar con gran fuerza a la zona del proyecto propician la erosión del cauce y la erosión remontante, este fenómeno se presentara de manera muy puntal dentro del cauce y con poco efecto ya que solo se presenta en temporada de lluvias y los días que dura el cauce con una corriente de agua, la erosión remotante se provoca si la tasa de extracción es superior a la tasa de reposición de la corriente (es decir, de la carga de sedimentos transportados por la corriente), ocurrirán cambios importantes en la morfología del cauce, aguas arriba y aguas abajo del sitio de explotación, desencadenado a su vez otros problemas en todo el sistema fluvial. La magnitud y la celeridad de las afectaciones dependerán de las características geológicas, hidrológicas, hidráulicas, sedimentológicas y del historial de intervenciones en el cauce (represas, desvíos, captaciones, entre otros), pero sobre todo de la diferencia entre la tasa de extracción y la capacidad de restitución de la corriente. No obstante, cualquier tasa de extracción de materiales, por pequeña que sea, interrumpirá la continuidad del transporte de sedimentos en el cauce (ocasionando el efecto de "agua hambrienta"), y generará la erosión del cauce aguas abajo del sitio de extracción. Por lo anterior y con el fin de minimizar los efectos negativos que pueden originarse por las actividades de extracción, el volumen máximo de explotación corresponde solamente a una fracción pequeña de la carga de sedimentos del arroyo San Lucas como se muestra en cálculo de recarga anual, se hace mención que el banco se encuentran dentro del flujo superficial del cauce, sin embargo el cauce no cuenta con flujo de agua durante todo el año ya que es un cauce de tipo intermitente, por lo cual la erosión remotante no estará presente en el proyecto sino hasta la temporada de lluvia, para lo cual esta será disminuida con la protección de los taludes y con la nivelación del terreno, también con las medidas de mitigación que se apliquen durante la etapa de operación y mantenimiento ayudaran a combatir y reducir la erosión remotante del sito cuando se presente las crecidas en temporada de lluvias, y poder favorecer la Recarga anual de sedimentos, de manera natural en cada temporada de lluvias, y poder recuperar el volumen extraído y a su vez evitar el deterioro del cauce.

Al rectificar el cauce de manera correcta aumentara la pendiente del tramo rectificado. En su unión con el tramo de aguas arriba se forma una discontinuidad en el perfil longitudinal, con una convexidad que el arroyo poco a poco va rebajando por erosión remontante hasta llegar a un perfil de equilibrio que siempre es cóncavo. La erosión remontante va rebajando las cotas hacia arriba y aportando sedimentos elevando las cotas de aguas abajo, hasta que se equilibre, en el caso del banco propuesto se presentara muy levemente este fenómeno puesto que, el banco de materiales no cuentan con flujo de agua durante la mayor parte del año solo durante las épocas de crecidas y será cuando se presente la erosión remóntate dentro del banco sin embargo se considera natural en esta temporada por el aumento del nivel y fuerza del agua con las crecidas que se presentan las cuales provocan que ocurra la recarga de sedimentos anualmente de manera natural.

➤ **Erosión de taludes aguas abajo**

La erosión de los taludes del cauce en el área del proyecto se ha visto afectada de manera natural por el paso de los años, siendo un cauce intermitente solo circula agua en temporada de lluvias, por lo que las crecidas que se presentan

en este cauce tienen un gran poder erosivo debido la fuerza y velocidad con la que se presentan. El proyecto puede aumentar este impacto ya que al desazolver el cauce se puede aumentar la velocidad del flujo y aumentar el grado de erosividad, así mismo, al no proteger y estabilizar los taludes se favorecerá a la erosión, sin embargo el cauce al ser de tipo intermitente no cuenca ton flujo de agua durante la mayor parte del año, por lo cual este impacto no se presentara durante la etapa de aprovechamiento, para minimizar este impacto en la etapa de preparación con el producto del despalme se reforzaran y estabilizaran los taludes del área del proyecto, también en la etapa de operación y mantenimiento el material que no sea de interés para el promovente se utilizara para dar forma y estabilización a los taludes así como para las obras de mitigación del proyecto como resultado de estas actividades se tendrán los taludes del área con buena estabilidad para cuando se presente el periodo de lluvias la afectación sea mínima a cuaca de la crecida.

## V.2.8 Fauna

La fauna se verá afectada por el ruido que generará la maquinaria al momento de la extracción y los camiones para el transporte del material extraído y las camionetas en las que se transportará el personal. Así mismo por el mayor número de personas transitando en el área de trabajo, provocará que los individuos se alejen hacia zonas más tranquilas, aunque no se descarta que durante la jornada laboral se puedan encontrar algunos individuos, sobre todo de lento desplazamiento o que prefieran zonas abiertas para alimentarse lo que puede ocasionar muerte por atropellamiento o de forma directa, como en el caso de las víboras que en ocasiones se matan por creer que son agresivas, además algunas personas casan animales por diversión o para alimento (conejos, aves y etc.) por lo tanto los impactos considerados para este componente son:

### ➤ Afectación de Especies en la NOM-059

Aunque no se encontraron individuos de fauna directamente dentro del área del proyecto, pues las actividades propias de la población ejidal ya han alejado a los individuos hacia zonas más tranquilas, no se descarta que en una temporada del año se puedan observar algunas especies de fauna dado su amplio rango de distribución, por lo que se deberán aplicar las medidas para su protección.

Las especies reportadas para la región que se encuentran dentro de la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como en su proyecto de modificación publicado en el DOF el 21 de diciembre de 2015 son las siguientes:

**Cuadro V-16 Especies de fauna dentro de la NOM-059**

No.	Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo
1	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de cooper	Pr	No endémica
2	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pajarero	Pr	No endémica
3	Accipitridae	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	A	No endémica
4	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla / Aguililla aura	Pr	No endémica
5	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr	No endémica
6	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr	No endémica
7	Ranidae	<i>Lithobates pustulosus</i>	Rana de cascada	Pr	Endémica
10	Teiidae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	A	No endémica
11	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora de cascabel	Pr	No endémica

### ➤ Muerte de individuos

En la actualidad en la zona del proyecto se presenta una gran variedad de fauna silvestre la cual no se verá afectada a gran escala por las actividades propias del presente proyecto ya que en general la fauna ha sido desplazada de su hábitat por actividades antropogénicas hacia los sitios más alejados, sin embargo, es necesario desarrollar estrategias para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, especialmente en los faunísticos.

Ya que no se descarta la posibilidad de que se presente el tránsito o avistamiento de fauna silvestre dentro o alrededor del proyecto, es posible que puedan ser afectados por la maquinaria que transitara y realizara actividades de extracción

o directamente por el personal que laborará en el proyecto, aunque se impartirán pláticas y capacitación sobre el manejo y cuidado de las especies de fauna silvestres, así mismo, se propone un "Programa de Rescate, Protección y Conservación de Fauna Silvestre".

Este programa está encaminado principalmente al rescate de fauna silvestre que pudiera verse afectado durante la etapa de construcción-operación del proyecto, principalmente de aquellas especies que se encuentran enlistadas con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y que fueron avistadas durante el levantamiento de información en la MHF a la que pertenece el proyecto, razón por la cual son incluidas en el presente programa.

➤ **Desplazamiento de las especies**

En general todas las especies de fauna serán desplazadas, puesto que el ruido y el tráfico de vehículos y personas las hacen alejarse a lugares más aislados para protegerse, lo cual beneficia la realización del proyecto, pues se disminuye la posibilidad de afectación.

### **V.2.9 Sociedad**

Durante todas las etapas del proyecto se tendrán efectos positivos en el corto, mediano y largo plazo. Se crearán fuentes de empleo por los servicios e insumos requeridos, habrá un incremento en la demanda de bienes y servicios y de manera general se mejorarán las condiciones sociales de los trabajadores.

Para este componente ambiental los impactos más relevantes son:

➤ **Diversificación de empleos.**

EL proyecto generara un total de 5 empleos directos, así mismo, se podrán generar 10 empleos indirectos por la venta de alimentos, servicios de taller, venta de insumos, etc.

### **V.2.10 Conclusiones**

Como se describe en el apartado anterior, en la mayoría de las etapas del proyecto, los impactos ambientales no son significativos en el ámbito regional, los principales efectos negativos son puntuales y se localizan principalmente sobre la **fauna** esto debido a la perturbación de su hábitat lo cual ocasiona el desplazamiento a zonas menos perturbadas, **geología** en el caso este componente se verá afectado por la extracción y aprovechamiento de los materiales pétreos, que se extraerán del banco propuesto para dicha actividad, sin embargo se considera un efecto puntal pues solo será dentro del cauce del arroyo, también esto debido a que el volumen a extraer es menor a él volumen que se recargara anual, y **aire** este componente se verá afectado por la incorporación del gases efecto invernadero por el usos de la maquinaria de extracción y transporte de los materiales pétreos, sin embargo se considera puntal debido a que serán actividades paulatinas no se estará trabajando todo el día si no como se valla extrayendo el material. En general los impactos generados son compatibles y pueden ser minimizados con las medidas de restauración y compensación propuestas en el presente documento, una vez cumplida la vida útil del proyecto, se podrá promover la restauración del sitio, lo cual traerá beneficios tanto para el suelo como para el agua, la fauna y el paisaje.

En el siguiente cuadro se puede observar una comparación del cambio que se presentara con el desarrollo del proyecto conforme al estado actual del área.

**Cuadro V-17 Conclusión de los impactos generados a nivel del sistema ambiental (SA)**

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emisiones a la Atmosfera	Partes por millón (ppm)	CO (250 PPM), SO <sub>2</sub> (5 PPM) NO <sub>2</sub> (5 PPM), FORMALDEHIDO (10 PPM)	El área del proyecto se encuentra en una zona rural, en donde las emisiones producidas son únicamente las que se generan por el tránsito de vehículos para trasladarse entre comunidades y al momento de extraer los materiales pétreos. No existen fábricas o industrias que generen grandes cantidades de emisiones, por lo que el panorama actual es un impacto muy bajo que se mantendrá a largo plazo si se sigue la misma tendencia de desarrollo.	Con el mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria la generación de emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria y vehículos disminuirá significativamente, aunque se seguirán teniendo emisiones.
		Generación de polvo y ruidos	Decibeles (dB)	98 dB NOM-080-ECOL-199	Específicamente dentro del área del proyecto, el ruido corresponde al viento y a algunas aves silvestres, ruido que no afecta a las localidades cercanas pues es parte de la naturaleza. Aunque a nivel del AI el ruido es producido por los vehículos particulares y las actividades diarias de los habitantes locales, por lo que los ruidos que pueda producir el proyecto se pueden disimular con el producido en la población y vehículos que circulan por el área.  EL polvo es generado por la circulación de vehículos propios hacia las áreas agrícolas o entre localidades.	Generación de ruido en promedio de 88 decibeles.  Aumento en la visibilidad por mayor presencia de particular en el ambiente.
Fisiografía	Modificación del relieve local	Modificación de la elevación a nivel puntual	M <sup>3</sup> de material	N/A	Actualmente el área propuesta para extracción de materiales pétreos que se encuentra en el cauce del Arroyo San Lucas, cuenta con una cantidad	Sin las medidas propuestas, el aprovechamiento de materiales pétreos puede tener repercusiones al aprovechar

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
					considerable de materiales susceptibles de aprovechamiento.	superficie no autorizada, llegar hasta el manto freático o modificar el cauce del arroyo.
		Modificación a la configuración del cauce	Condiciones naturales	N/A	El Arroyo a aprovechar presenta una serie de modificaciones tanto de manera natural por las crecidas que se originan en la temporada de lluvias, como por las extracciones realizadas de manera no autorizada que realiza la población ejidal vecina al proyecto, provocando algunas desviaciones del cauce o modificaciones de su y trazo natural, así como deslaves y corrimiento de tierras en el cauce.	Modificación del cauce o desvíos de agua hacia tierras aledañas, retención de agua por fosas creadas por las actividades del proyecto dentro del banco de materiales.
Suelos	Composición del suelo	Generación de residuos sólidos	Kilogramos	NA	El sistema ambiental puede presentar una generación de residuos sólidos de hasta 28,354.26 Kg., mensuales.	Se podrá generar hasta 533.8 kg de residuos al año.
Geología	Composición y arreglo geológico	Erosión de taludes	N/A	NA	Existen áreas donde los taludes no están bien definidos presentando un deslave muy visible sobre estas áreas lo cual está incrementando la superficie del cauce hacia áreas colindantes.	Es posible que el aprovechamiento de material mal ejecutado sobre el banco propuesto incremente la pérdida de superficie del cauce durante las crecidas del arroyo pues habrá mayor arrastre de sedimentos.
		Movimiento de material geológico	Metros cúbicos	NA	Actualmente el banco puede almacenar anualmente un volumen de 174,455.00 m <sup>3</sup> .	Extracción de 131,800.28 m <sup>3</sup> de materiales pétreos.
Agua	Cauce	Desazolve del cauce del arroyo	m <sup>3</sup>	N/A	De acuerdo a los cálculos el banco proporcionara un volumen anual de 174,455.00 m <sup>3</sup> en una superficie de 7.97 ha.	Se desazolvará 131,800.28 m <sup>3</sup> anuales.

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
	Hidrología	Modificación del flujo superficial	N/A	N/A	El cauce natural del arroyo se modifica anualmente en las temporadas de lluvias, con las crecidas el cauce sufre pequeños cambios superficiales debido al volumen de agua y fuerza que se presenta en la temporada de crecidas.	Se canalizará el cauce natural del arroyo si no se suavizan las pendientes o estabiliza el talud se podrá tener deslizamientos de tierras aledañas al cauce.
		Retención de aguas por fosas producto de las actividades de extracción.	N/A	N/A	El cauce natural del arroyo no cuenta con fosas que retengan el agua, también se hace mención que el cauce no cuenta con un flujo de agua permanente, solo cuando se origina la crecida en temporada de lluvias por lo cual en el estado actual del cauce no se encuentra con fosas que propicien la retención de agua.	Al momento de realizar las actividades de extracción y no se realicen las actividades de mitigación (anivellar la zona que se valla extrayendo) provocara la creación de fosas ocasionadas por la modificación de las elevaciones dentro del proyecto, las cuales pueden retener el agua, modificando sus propiedades físicas al encontrarse estancada.
		Erosión remontante del cauce.	N/A	N/A	Actualmente el cauce del arroyo San Lucas presenta un cierto grado de erosión sobre los taludes debido a los procesos naturales que se presentan anualmente en tiempo de lluvias, también ocasionados por la población ejidal que circula por el área del proyecto y extrae material pétreo sin ninguna normatividad y cuidado, por lo cual propician y ayudan a que se establezca la erosión remontante en el área del proyecto.	La extracción del material podrá aumentar la erosión remontante durante la temporada de lluvias, puesto que los taludes quedaran expuestos y el arrastre de sedimentos será mayor.
		Erosión de taludes aguas abajo	NA	NA	Actualmente el proyecto presenta erosión sobre todo el cauce por las fuertes crecidas del arroyo durante la temporada de lluvias, lo que ha	Es posible que al extraer material sobre el banco, el cauce del arroyo sea más profundo y por lo tanto podrá captar mayor cantidad de

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
					ocasionado una pérdida de material sobre los taludes, aunque este se presenta de manera natural por la fuerza de las corrientes.	agua aumentando la fuerza de las corrientes que arrastraran mayor cantidad de sedimentos sobre las áreas no aprovechadas.
Biota	Fauna	Afectación de Especies en la NOM-059	Número de individuos	NOM-059-SEMARNAT-2010	La diversidad de fauna en el SA es muy variable, encontrándose un gran número de especies bajo protección. De manera general se identificaron 9 especies reportadas dentro de la NOM-059.	Pese a que sobre el cauce del arroyo la fauna es escasa, se podrá afectar a las especies de manera indirecta ya sea por ahuyentamiento o muerte accidental sobre todo de especies de lento desplazamiento y que prefieran áreas más despejadas.
		Muerte de individuos	Número de individuos	NOM-059-SEMARNAT-2010	Dado que el área se encuentra en una zona rural, los accidentes a la fauna son escasos y solo en algunos de lento desplazamiento.	Al haber mayor tránsito de vehículos y de personal, es posible que se presenten accidentes por atropellamiento, cacería o muerte intencional por parte del personal.
		Desplazamiento de las especies	Número de individuos	NA	A nivel regional se pueden encontrar cerca de 135 especies, de las cuales 49 aves, 3 anfibios, 17 mamíferos y 3 reptiles.	En general el total de especies reportadas en la zona serán desplazadas del área hacia zonas más aisladas.
Social	Empleo	Diversificación de los empleos	Número de empleos	NA	A nivel regional se cuenta con 679 habitantes, de los cuales el 62.30% son económicamente activos y de estos el 100% están ocupados. Los empleos están más representados por hombres aunque existe una gran participación de mujeres, pues el 55.08 % de la población ocupada corresponde a hombres y el 44.92 corresponde a mujeres.	Se generarán 5 empleos directos y cerca de 10 empleos indirectos.

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación

**Cuadro V-18 Conclusión de los impactos generados a nivel del área del proyecto**

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emisiones a la Atmósfera	Partes por millón (ppm)	CO (250 PPM), SO <sub>2</sub> (5 PPM) NO <sub>2</sub> (5 PPM), FORMALDEHIDO (10 PPM)	El área del proyecto se encuentra en una zona rural, en donde las emisiones producidas son únicamente las que se generan por el tránsito de vehículos para trasladarse entre comunidades y al momento de extraer los materiales que generen grandes cantidades de emisiones, por lo que el panorama actual es un impacto muy bajo que se mantendrá a largo plazo si se sigue la misma tendencia de desarrollo. Por otra parte, de manera general se dormán polvaredas por los vientos fuertes al ser una zona con poca cobertura vegetal, así mismo el tránsito vehicular incrementa la emisión de polvos opacando la visibilidad, aunque esto se disipan de inmediato, pues el tránsito y los ventarrones no son constantes.	El desarrollo del proyecto implica el uso de una maquinaria pesada, así como camiones y camionetas para el transporte de los materiales y el personal, lo cual generará un ligero incremento en las emisiones de gases por combustión de combustibles, aunque no se consideran significativas pues las emisiones serán de forma periódica y unas horas al día. La etapa de mayor generación será operación - mantenimiento del proyecto, aunque estos podrán disiparse al momento en que los vehículos dejen de circular, puesto que el área está ubicada en una zona rural y la vegetación puede absorber estos gases.
		Generación de polvo y ruido	Decibeles	98 dB NOM-080-ECOL-199	Las vibraciones y emisiones de ruido están presentes dentro de los caminos de acceso al sitio y hacia las localidades cercanas, aunque es discontinuo pues es una zona rural donde los vehículos son escasos.	<b>Polvo:</b> se presentará un ligero incremento en la generación de polvo por las actividades extracción de materiales pétreos y su transporte, por lo que habrá mayor generación de polvo durante la etapa de operación - mantenimiento, en el resto de las etapas las

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
						emisiones serán menores, pues serán de forma periódica y solo durante el movimiento de los vehículos. Sin duda el <b>ruido</b> estará presente en todas las etapas del proyecto, aunque será más perceptible durante la etapa de operación - mantenimiento pues se utilizará maquinaria pesada y solo afectará a los trabajadores del proyecto, pues las localidades más cercanas se encuentran a más de 1 km., además los trabajos se realizarán durante el día y solo unas horas. El ruido de los vehículos será poco notable pues ya existen fuentes emisoras de este en la zona.
Fisiografía	Relieve	Modificación de la elevación a nivel puntual	Condiciones naturales	N/A	Actualmente el Relieve del proyecto se encuentra modificado natural mente por el arreste de sedimentos y crecidas del arroyo, además por la extracción por parte de la población de los poblados aledaños al proyecto.	Sin las medidas propuestas, el aprovechamiento de materiales pétreos puede tener repercusiones al aprovechar superficie no autorizada, llegar hasta el manto freático o modificar el cauce del Río.
		Modificación a la configuración del cauce	Cauce del arroyo	Límites del arroyo y zona federal	Actual mente el cauce se encuentra modificado por las actividades antropogénicas que se realizan por parte de los pobladores y condiciones naturales que se presentan anualmente por lo cual el cauce del río sufre modificaciones continuamente.	La modificación del cauce sin mitigación podrá provocar el encharcamiento de cuerpos de agua, así como el desvío del cuece natural o incrementar la erosión de los taludes de las tierras vecinas al cauce.

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
Suelos	Composición del suelo	Contaminación por la presencia de residuos sólidos	Kg	NA	Actualmente se generará alrededor de 2,916 kg/hab/día (Diagnostico básico para la generación de residuos, 2020)	Se podrá generar hasta 533.8 kg de residuos al año.
Geología	Composición y arreglo geológico	Extracción de material geológico	m <sup>3</sup>	NA	Actualmente se está realizando la extracción de materiales pétreos en zona por parte de la población vecina al proyecto al encontrarse en una zona rural la gente realiza esta actividad sin ningún tipo de supervisión.	Se podrá extraer materiales pétreos mensual mente del banco de materiales propuesto a excepción de la temporada de lluvias.
Agua	Cauce	Desazolve del cauce del río.	m <sup>3</sup>	N/A	La geología del sitio corresponde a suelo aluvial. De manera natural existe una pérdida de suelo por acción del agua, debido a que el área corresponde al lecho de un arroyo. Actualmente se espera la pérdida de suelo se mantenga en los niveles que se han tenido actualmente sin el proyecto.	El proyecto consiste en la extracción de materiales pétreos que permitirá que el cauce tenga un flujo adecuado, sin embargo, realizar las actividades sin medidas conlleva ciertos riesgos como: erosión del cauce, obstaculizar el flujo libre del cauce y afectar el nivel freático.
	Flujo	Modificación del flujo superficial	Condición natural.	N/A	El flujo superficial se encuentra modificado por las actividades de los pobladores del área puesto que, en algunos puntos cuentan con pasadas para vehículos, realizan la extracción y modificación del cauce sin medidas de mitigación.	La extracción de materiales pétreos al no aplicar las medidas de mitigación se propiciará al estancamiento de agua, desvió del cauce, y modificación del flujo superficial.
		Retención de agua por fosas producto de la extracción.	Numero de fosas	NA	El cauce del arroyo no presenta fosas que limiten el flujo de agua que se genere durante la temporada de lluvias, dado que la misma agua arrastra sedimentos hacia las partes que pudieran presentar un desnivel con el resto del cauce y rellena estas áreas por lo que a simple vista se ve un cauce uniforme.	El uso de la maquinaria dentro del cauce durante la extracción del material pétreo, podrá generar fosas que permanezcan hasta la temporada de lluvias, limitando el flujo libre de la corriente, lo cual en caso de no haber un flujo suficiente, se puede generar la contaminación de

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
						estas aguas por falta de oxigenación.
	Potencial erosión.	Erosión remontante del cauce	NA	NA	Actualmente el cauce del arroyo San Lucas presenta un cierto grado de erosión sobre los taludes debido a los procesos naturales que se presentan anualmente en tiempo de lluvias, también ocasionados por la población ejidal que circula por el área del proyecto y extrae material pétreo sin ninguna normatividad y cuidado, por lo cual propician y ayudan a que se establezca la erosión remontante en el área del proyecto.	Una vez aplicando las medidas de mitigación en las etapas del proyecto, la erosión remontante será mínima ya que al tratarse de un cauce de tipo intermitente no cuenta con un flujo de agua permanentemente, por lo cual no se presenta este impacto mientras se realicen las actividades del proyecto, sin embargo esto se presenta de forma natural cada año en la temporada de lluvias, por lo cual al aplicar las medidas de mitigación como la nivelación del terreno y la estabilidad de los taludes estas ayudaran que la erosión remontante se presente de manera muy baja ya que el cauce se prepara para poder afrontar las grandes cantidades de agua que circulan con gran fuerza por el cauce durante las crecidas en temporadas de lluvias.
		Erosión de taludes aguas abajo	NA	NA	Actualmente el proyecto presenta erosión sobre todo el cauce por las fuertes crecidas del arroyo durante la temporada de lluvias, lo que ha ocasionado una pérdida de material sobre los taludes, aunque este se presenta de manera natural por la fuerza de las corrientes.	Es posible que al extraer material sobre el banco, el cauce del arroyo sea más profundo y por lo tanto podrá captar mayor cantidad de agua aumentando la fuerza de las corrientes que arrastraran mayor cantidad de sedimentos

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
						sobre las áreas no aprovechadas.
Biota	Fauna	Afectación de Especies en la NOM-059	Número de individuos	NOM-059-SEMARNAT-2010	Se identificaron 9 especies reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Pese a que no se afectaran de manera directa las especies reportadas dentro de la NOM-059, se considera que al modificar el hábitat se afecta de manera indirecta a estas especies, por lo que se pone en riesgo a las 9 especies reportadas para la región.
		Muerte de individuos	Número de individuos afectados	NOM-059-SEMARNAT-2010	NO hay indicios de animales muertos por el área del proyecto.	Podrá presentarse muerte de especies como víboras, lagartijas entre otras especies de lento desplazamiento.
		Desplazamiento de las especies	Número de individuos	NA	Se reportaron 11 especies de importancia cinegética según el calendario cinegético de la SEMARNAT 2022-2023	En general el total de especies reportadas en la zona serán desplazadas del área hacia zonas más aisladas.
Social	Empleo	Diversificación de los empleos	Número de empleos	NA	El 100% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 55.08 de los hombres y el 44.92% de las mujeres).	Se generarán 5 empleos directos y cerca de 10 empleos indirectos.

### V.2.11 Justificación de la metodología seleccionada

De acuerdo a la literatura, existen muchas metodologías para la evaluación de los impactos ambientales, aunque no todas tienen la facilidad para incorporar la complejidad de los sistemas socio-ecológicos, donde se pretenden desarrollar los proyectos o actividades, así como también para involucrar al análisis las diferentes relaciones que se presentan entre los impactos directos e indirectos. Estas limitaciones generan resultados inciertos, pudiéndose presentar en la realidad impactos no previstos, o con niveles de importancia diferentes a los previstos (impactos subvalorados o sobrevalorados). En este sentido la evaluación del impacto ambiental mediante el uso de redes complejas busca contribuir a la mejora del proceso de evaluación de impacto ambiental, mediante la reducción de la incertidumbre, al incorporar elementos de la teoría de los sistemas complejos en las etapas de identificación y valoración de impactos ambientales.

A manera de ejemplo se presenta la siguiente figura, en la cual se puede observar la complejidad de las relaciones entre las actividades y los impactos a generarse para el presente proyecto.

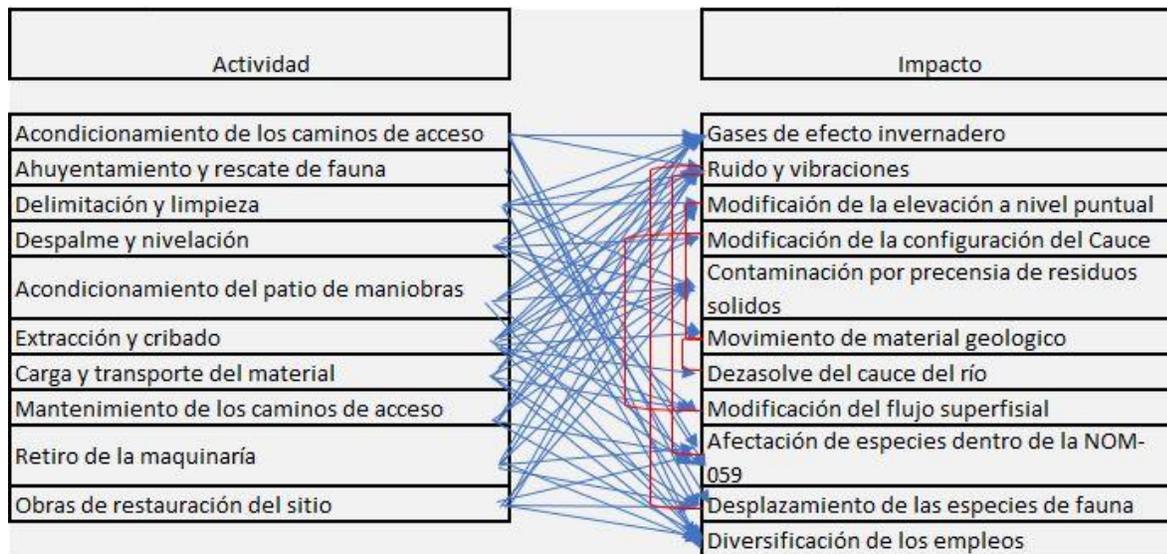


Figura V-4 Interacción del proyecto con los impactos generados

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos, es muy compleja, pues la relación entre los componentes ambientales es muy estrecha, ya que, al modificar un componente se altera a otros que interactúan dentro de la misma área, como se puede observar en la imagen anterior, todos los impactos que se generan por las actividades que implica el desarrollo del proyecto, están estrechamente relacionadas. La interacción más relevante es la que se presenta entre el impacto por la extracción de suelo, la cual ocasiona que las especies de fauna se desplacen hacia otros sitios rompiendo la cadena trófica pues, de los individuos que se desplacen pueden depender otros depredadores que se van siguiendo a su presa, o por el contrario poblaciones de alguna especie pueden convertirse en plagas al no tener un depredador.

La evaluación de impacto ambiental puede ser de manera cualitativa o cuantitativa. En el primer caso es más simple, sin embargo, no es muy recomendable, pues en esta solo se identifican los componentes que pueden ser afectados en cada etapa del proyecto, pero no se define el grado de afectación, por lo que los métodos que aplican valores numéricos son más recomendados, pues al tener un parámetro medible se puede aplicar a cualquier proyecto y hacer comparaciones.

Para el presente proyecto se utilizó la lista de verificación, para identificar los posibles impactos y el cuadro de contingencia para darle un valor de importancia, el uso de estas metodologías tiene diferentes ventajas, tales como:

- En la lista de verificación se puede identificar y describir el ambiente afectado, así como ubicar la magnitud de los resultados obtenidos.

- Los cuadros de contingencia, nos permiten analizar de manera cuantitativa y pueden ser comparados indistintamente con otros proyectos sin importar su tipo o quiénes lo realizaron.
- Es un método sistematizado para la comparación de alternativas. De alguna manera induce a la decisión, dado que se obtiene la cifra de alteración de calidad ambiental para cada alternativa.

Así mismo, la metodología empleada nos permite:

- La posibilidad de priorizar los impactos ambientales de acuerdo con su capacidad para interactuar con otros impactos (secundarios, terciarios, etc.).
- La posibilidad de direccionar los planes de manejo hacia la prevención de los impactos de mayor complejidad, reduciendo por ende la importancia de sus impactos derivados.

El modelo presenta un nivel de certidumbre alto, dado que para cada componente ambiental se han aplicado metodologías que proporcionan datos reales en cuanto al grado de afectación por el desarrollo de la obra, como la cantidad de material a extraer por banco, afectación de cauces, condiciones físicas y biológicas, mediante el uso de cartografía actualizada por el INEGI, por lo que se sabe con mayor certeza el impacto que se generará y a partir de estos cálculos se proponen las medidas de prevención, restauración y mitigación para cada componente.

## VI. MEDIDAS DIRIGIDAS A LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como se observó, en la mayor parte del proyecto, los impactos ambientales no son significativos en el ámbito regional, los principales efectos negativos son puntuales y se localizan sobre la Fauna, Geología, Atmosfera y suelo

### VI.1 Descripción de la medida o programas de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

#### VI.1.1 Medidas preventivas

Para el presente proyecto, las medidas preventivas son las siguientes:

**Cuadro VI-1 Medidas preventivas**

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medida de urgencia
Aire	Cubrir los camiones que transporten el material pétreo	Controlar las emisiones a la atmosfera	En el lugar del proyecto	De manera diaria y en cada viaje que se realice. En la etapa de operación y mantenimiento.	Una vez llena la caja del volteo, el material será cubierto con lonas para evitar que durante el recorrido el aire pueda levantar partículas del mineral y este sea depositado a lo largo del camino.	Ambiente libre de polvo	Descuido en el manejo del material.	Acumulación de partículas en el ambiente.	Dejar de transitar y dar aviso al promovente.
	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	Evitar las emisiones de humo.	Talleres especializados para reparaciones de cada vehículo.	Trimestralmente durante la vida útil del proyecto	Se transporta la maquinaria y vehículos de transporte hacia la ciudad de San Juan del Río a los talleres especializados para ser sometidos a mantenimiento y chequeo preventivo	Aire limpio y sin malos olores y humo	Presencia de mal olor o humo saliendo de la maquinaria	Presencia de demasiado humo por parte de los vehículos y maquinaria.	Apagar completamente el vehículo y dar aviso al promovente.
	Mantener una velocidad de 15 km/hr.	Disminuir la emisión de partículas de polvo al aire	Dentro de las áreas de trabajo y recorrido del camión del proyecto hacia el banco de almacenamiento.	Cuando se realice el transporte del material pétreo y cuando se realice el movimiento de vehículos dentro de las áreas de trabajo.	Se hará saber a los operadores de cada vehículo involucrado en el proyecto que la velocidad máxima será de 15 km/hr dentro del área del proyecto y durante el trascurso del recorrido del proyecto hacia el banco de almacenamiento del promovente.	Ambiente libre de polvos	Emisión de partículas al aire por altas velocidades.	Acumulación y presencia de polvos en el polígono del proyecto y caminos de acceso.	Dejar de transitar y dar aviso al promovente para que atienda el caso.
	Realizar el mantenimiento a los caminos de acceso.	Disminuir los niveles de polvo en los caminos de acceso.	Dentro de los caminos de acceso.	Cada vez que se requiera de mantenimiento a los caminos de acceso.	Antes de iniciar con las actividades de preparación se deberá realizar mantenimiento a los caminos de acceso, y durante la vida útil del proyecto cada vez que se deterioren los caminos de acceso sobre todo después de la temporada de	Buen estado de los caminos de acceso.	Aumento del deterioro de los caminos de acceso.	Caminos de acceso en mal estado, que puedan provocar quebraduras o accidentes y	Se dejará de transitar y se dará aviso al promovente para que atienda las necesidades de

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medida de urgencia
					lluvias.			presencia de polvos.	mantenimiento y rehabilitación de los caminos de acceso.
	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	Disminuir los niveles de ruidos originados por los camiones y maquinaria utilizada en el proyecto.	En caso de la maquinaria será en el área del proyecto, y los camiones en el patio de almacenamiento antes de partir hacia el área del proyecto	Antes de iniciar las actividades del proyecto con revisiones trimestrales	Antes de iniciar con las actividades del proyecto el promovente deberá dar mantenimiento a sus vehículos y revisar que cuenten con silenciadores en buen estado o cambiarlos si es necesario.	Intensidades de ruido bajas	Aumento en los niveles de ruido	Silenciadores en mal estado que provocan ruidos elevados	Limitar el uso del vehículo y enviarlo a su mantenimiento
Fisiografía	Realizar aprovechamiento de materiales pétreos solo en las áreas autorizadas.	Prevenir la afectación a áreas no autorizadas.	Dentro del área del proyecto.	Antes de iniciar las actividades de extracción se delimitará el banco.	Antes de iniciar con las actividades de aprovechamiento del material pétreo se delimitará el banco autorizado para evitar que se realicen actividades y aprovechamiento fuera de sus límites.	Aprovechamiento dentro de las áreas autorizadas.	Actividades fuera de los límites autorizados.	Áreas no autorizadas erosionadas.	Detener las actividades y dar conocimiento al promovente para que atienda el caso.
	Suavizar las pendientes del sitio.	Prevenir el deslizamiento de tierras aledañas al proyecto.	En el área del proyecto y áreas circunvecinas	Al momento de iniciar con las actividades de preparación del sitio, y durante las actividades de aprovechamiento.	Una vez obtenido el material del producto del despalme se suavizar los taludes del cauce y áreas aledañas al proyecto, también en el momento de la actividad de operación el material no aprovechable se utilizará para suavizar las pendientes del sitio.	Estabilización y suavización de los pendientes del área.	Deslizamiento de las pendientes.	Afectación a las pendientes del área.	Parar las actividades de extracción dar a conocer al promovente y suavizar y estabilizar las pendientes del área.
	Re-nivelar las zonas de transición entre el área explotada y el cauce natural.	Prevenir el encharcamiento de agua entre los bancos y el cauce.	En el área entre los bancos y el cauce.	Al momento de iniciar con las actividades de extracción.	Con forme se vaya avanzando en la extracción del material se Re-nivelar la sona de transición entre el área aprovechada y el cauce de río.	Renivelación de la zona	Diferencia de nivel entre el banco aprovechado y el cauce del río.	Encharcamiento de agua en el área aprovechada y diferencia de nivel.	Parar las actividades de extracción y hacer de conocimiento al promovente del problema.
Geología	Realizar solo aprovechamiento superficial de los materiales pétreos del área, no llegar al	Prevenir la afectación al manto freático.	Dentro de las áreas de los bancos autorizados.	Al momento de las actividades de extracción del material.	Al momento de iniciar con las actividades de extracción se llevará a cabo la verificación de los cortes realizados que no sobrepasen la profundidad establecida para evitar afectar el manto freático.	Profundidad bien establecida para la extracción.	Sobre pasar el nivel establecido para el aprovechamiento del material pétreo.	Afectación al manto freático.	Para las actividades de extracción y dar conocimiento al promovente.

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medida de urgencia
	manto freático.								
	No usar explosivos.	Evitar daños a áreas aledañas y manto freático.	Dentro de los bancos propuestos para extracción.	Desde el inicio de actividades de proyecto hasta el abandono del proyecto.	No se utilizarán explosivos si se llegase encontrar rocas de gran tamaño y no poder retirarse con la maquinaria se dejará y se continuara con la extracción en otra área autorizada.	Presencia de utilización.	Rocas de gran tamaño que no se puedan mover con maquinaria.	Utilización de explosivos.	Detener las actividades de extracción y avisar al promovente.
Suelo	Recolección en contenedores los residuos sólidos generados de las actividades	Evitar la contaminación por presencia de residuos sólidos.	Dentro de las áreas de trabajo.	Monitoreo diario durante la jornada de trabajo.	Se colocarán recipientes para el almacenamiento de los residuos en los cuales se promueva el reciclaje, cada semana serán colectados y los que no sean susceptibles de reciclaje, serán llevados al relleno sanitario autorizado.	Áreas libres de residuos	Falta de contenedores	Residuos dispersos por las áreas de trabajo.	Recolectar los residuos y depositarlos al relleno sanitario.
	No se realizará la apertura de nuevos caminos.	Mantener las áreas aledañas en su estado original.	Límites del polígono propuesto para el proyecto.	Durante todas las etapas del proyecto.	Realizar las actividades del proyecto solo dentro de los límites del proyecto y caminos de acceso.	Caminos en buen estado.	Caminos en mal estado y nuevas brechas sin autorización	Nuevas brechas dentro de las áreas de trabajo.	Prohibir la circulación por las nuevas brechas generadas y restaurar las áreas si es necesario.
	Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.	Disminuir la contaminación por residuos peligrosos	Mantenimiento en talleres especializados	Antes de iniciar las actividades diarias	Para evitar las reparaciones dentro de las áreas de trabajo, se dará mantenimiento mensual a los vehículos en un taller especializado. En caso de realizar reparaciones dentro del área de trabajo, se utilizarán trapos absorbentes para evitar que los posibles derrames vayan directamente al suelo y de ser el caso este será recolectado y almacenado en un contenedor para posteriormente ser entregado a una empresa autorizada para su reciclado o confinamiento final en la ciudad de Durango.	Suelo libre de contaminantes	Fallas en los vehículos	Falta de atención al vehículo y derrames de aceite dentro de las áreas de trabajo	Dejar de transitar con el vehículo en mal estado y hacer las reparaciones necesarias o llevarlo al taller más cercano.
Hidrología	Usar la infraestructura de los poblados cercanos y San Juan del Río para las actividades de aseo personal y alimentación.	Evitar la contaminación por aguas residuales y envolturas de alimentos.	Colocación de contenedores para los residuos generados por alimentos.	Monitoreo diario durante la jornada de trabajo.	Se colocarán recipientes para el almacenamiento de los residuos generados por los alimentos, impartir pláticas y sanciones para evitar el hace personal en el río.	Áreas limpias del proyecto como del río.	Presencia de residuos y aseo dentro del área.	Falta de contenedores y de supervisión.	Sancionar al personal que realice estas actividades dentro del área.

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisibles	Medida de urgencia
	No realizar extracción de agua de pozos.	Evitar la extracción de agua.	Durante todas las etapas del proyecto.	Monitoreo diario durante la jornada de trabajo.	Se facilitará a los trabajadores garrafones de 20 lts. De agua potable para su consumo y para el caso de la maquinaria se tendrán galones de 20 litros en caso de ser requeridos.	Evitar extracción de agua.	Extracción de agua	Falta de garrafones para el consumo de los trabajadores y utilización de la maquinaria.	Dar de conocimiento al promovente y aplicar sanciones al obrero que realice esta actividad.
	Prohibición del vertimiento de materiales producto de cortes y excavaciones en zonas donde existan escurrimientos superficiales	Evitar la alteración de los flujos aledaños al proyecto.	Corrientes aledañas al proyecto.	Monitoreo diario durante la jornada de trabajo.	Se supervisará la extracción del material pétreo. Y se destinarán áreas para suavización y restauración de los taludes con el material no aprovechable de las excavaciones dentro del proyecto.	Evitar el azolvamiento y desvío de los escurrimientos aledaños.	Colocación de material sobre escurrimientos.	Falta de supervisión y áreas para depositar el material.	Parar las actividades e informar al promovente.
	Se prohíbe verter cualquier tipo de sustancia o residuos contaminantes y tóxicos al cauce.	Evitar la contaminación del cauce.	Cauce del proyecto y aledaños	Diariamente durante el desarrollo de las actividades en todas las etapas del proyecto.	Se evitará realizar reparaciones en el área, se darán pláticas y capacitación al personal para el manejo de estos residuos.	Evitar la contaminación de los cuerpos de agua por agentes extraños y contaminantes.	Falta de recipientes para la recolección de residuos.	Contaminación del cauce por sustancia o residuos contaminantes y tóxicos.	Hacer del conocimiento al promovente y a la autoridad competente.
	El aprovechamiento de materiales pétreos debe hacerse por encima del nivel del manto freático.	Evitar la modificación, alteración o daño al manto freático.	Bancos de materiales pétreos.	Monitoreo diario durante la jornada de trabajo.	Se supervisará la extracción del material pétreo y se establecerán las profundidades de extracción.	Profundidad del manto freático.	Llegar al nivel del manto freático.	Falta de supervisión y afectación al manto freático.	Parar las actividades de extracción e informar al promovente y restaurar el sitio si es necesario.
	Realizar las actividades de extracción de materiales en la época de estiaje.	Que las actividades de extracción se lleven a cabo en los meses propuestos	En los bancos autorizados para extracción de materiales pétreos y áreas aledañas	Durante la vida útil del proyecto durante los meses propuestos.	Se evitará que se realicen actividades durante la temporada de lluvias, para favorecer la recarga anual y realizar alguna afectación o contaminación al cauce.	Observación visual del área y Bitácora de extracción de materiales pétreos	Actividades fuera de la temporada de estiaje.	Realizar actividades o aprovechamiento en temporada de lluvias.	Si existe aprovechamiento de materiales en época de lluvias se dará aviso a las autoridades ambientales competentes
	Se prohíbe el aprovechamiento de materiales	Evitar la afectación en áreas no	En los bancos autorizados para extracción de	Se verificará diariamente durante las	Se verificará diariamente mientras se realicen las actividades de extracción que los obreros no sobrepasen los límites	Evidencia fotográfica y delimitación de	Presencia de actividades fuera del área	Extracción de materiales pétreos fuera de las áreas	Si existe aprovechamiento de materiales

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medida de urgencia
	fuera del cauce.	autorizadas y a la vegetación aledaña.	materiales pétreos y áreas aledañas	actividades de extracción.	autorizados para la extracción de materiales pétreos.	los bancos.	autorizada.	autorizadas.	fuera áreas autorizadas y fuera del cauce se dará aviso a las autoridades ambientales competentes y al promovente.
	Se prohíbe obstaculizar el flujo libre del cauce con cualquier tipo de material.	Evitar la obstaculización y modificación de las corrientes superficiales del sitio	En el área del proyecto y sus alrededores.	Durante las etapas de preparación y operación y mantenimiento.	Se recorrerá el sitio del proyecto y las áreas aledañas para verificar que no se esté realizando esta acción.	Recorridos en el sitio del proyecto y las áreas aledañas	Presencia de material que obstaculice algún cauce	Obstaculización o modificación de cauce por parte de los trabajadores.	En caso de que los trabajadores incurran en esta falta, inmediatamente tendrán que quitar los materiales que obstaculicen las corrientes superficiales
	Instalar sanitarios portátiles para uso por el personal y no descargar sus residuos en el cauce o suelo.	Evitar el vertido de residuos sanitarios en el sitio	En el área del proyecto.	Desde la etapa de Preparación hasta la etapa de abandono.	Se colocará un sanitario portátil en las áreas de trabajo para que los trabajadores puedan utilizarlo y evitar contaminar el área.	Bitácora de recolección y evidencia fotográfica	No se encuentre un sanitario portátil.	Presencia de excrementos en el área o áreas aledañas.	Si los trabajadores no utilizan los sanitarios instalados, se incurrirá a sanciones administrativas
Flora	Prohibición de la compra, venta, captura, colecta o comercialización de flora silvestre.	Conservar la cobertura vegetal de las áreas aledañas al sitio	Áreas aledañas al proyecto y caminos de acceso.	Diariamente durante el desarrollo de las actividades en todas las etapas del proyecto.	Recorridos en el área para verificar que no se estén realizando extracciones ilegales de flora además mensualmente se realizarán pláticas con los trabajadores para recordarles la importancia de la flora	Listas de asistencia a capacitación y evidencia fotográfica y recorridos para verificar que no se realice afectación a la flora	No impartir pláticas y falta de supervisión.	Vestigios de afectación hacia la flora vecina al proyecto por parte de los trabajadores.	Si alguno de los trabajadores incurre en compra, venta, captura, colecta o comercialización de flora silvestre será despedido y denunciado ante las autoridades ambientales correspondientes
	Prohibición del vertimiento de	Evitar afectación a la flora	Áreas aledañas y no autorizados al	Durante la vigencia del	Recorridos de campo para verificar que no se viertan materiales en sitios con	Observación visual	No delimitar el área de trabajo.	Afectación de áreas con	Si los trabajadores

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medida de urgencia
	materiales producto de cortes y excavaciones en sitios que sustenten vegetación forestal.		proyecto.	proyecto.	vegetación o fuera de cauce, La verificación será durante y después de las actividades de extracción de materiales pétreos			vegetación aledañas al proyecto.	vienten materiales sobre vegetación forestal, se incurrirá a sanciones administrativas y se realizará reforestación de las áreas afectadas, así como el aviso a las autoridades ambientales competentes
	Se prohíbe el derribo de la vegetación en las áreas aledañas al sitio.	Evitar afectación a la flora	Áreas aledañas y no autorizados al proyecto.	Durante la vigencia del proyecto.	Se realizarán recorridos de campo para verificar que no se realicen cambios de uso de suelo sin autorizaciones ambientales.	Observación visual	No delimitar las áreas de trabajo y falta de supervisión.	Derribo de vegetación no autorizada por las autoridades competentes.	Si los trabajadores realizan cambios de uso de suelo no autorizados, se incurrirá a sanciones administrativas y se realizará reforestación de las áreas afectadas, así como el aviso a las autoridades ambientales competentes
Fauna	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	Mantener la diversidad de fauna en la zona	Dentro de la superficie considerada para el proyecto y alrededores	Diariamente durante el desarrollo de las actividades en las etapas de preparación y operación.	Se le darán pláticas al personal sobre la importancia de la protección de la fauna silvestre. Antes de iniciar las actividades se realizará el ahuyentamiento mediante la realización del mayor ruido posible para evitar accidentes al momento de realizar las maniobras, así mismo, se colocará un letrero sobre la protección de la fauna para concientizar a las personas que transiten por la zona.	Diversidad de fauna	Cacería por parte de los trabajadores.	Afectación a la fauna	Creación de refugios y zonas de alimentación.
	Prohibición de la	Evitar la	Área del	Durante todas las	Se darán pláticas a los trabajadores sobre	No perturbar a la	Actividades de	Detección de	Si alguno de los

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medida de urgencia
	compra, venta, captura, colecta, comercialización, tráfico o caza de fauna silvestre.	perturbación de la fauna.	proyecto y alrededores	etapas del proyecto.	la importancia de la protección de la fauna y las sanciones o consecuencias legales que conlleva afectar a la fauna.	fauna con las actividades ilícitas.	captura, venta o caza de fauna.	personal realizando actividades ilícitas contra la fauna.	trabajadores incurre en compra, venta, captura, colecta, comercialización, tráfico o caza de fauna silvestre será despedido y denunciado ante las autoridades ambientales correspondientes
	Hacer del conocimiento de los trabajadores, el alcance legal (sanciones) de los ilícitos a la fauna silvestre.	Mantener la diversidad de especies de fauna en el AI	Área del proyecto y sus alrededores	Mensualmente se realizarán pláticas con los trabajadores para recordarles la importancia de la fauna	Se impartirán pláticas mensuales a los trabajadores además se realizarán recorridos en el área para verificar que no se estén realizando afectaciones ilegales a la fauna	Evidencia fotográfica recorridos campo. y de	No impartir pláticas y falta de supervisión.	Afectación a la fauna.	Si alguno de los trabajadores incurre en compra, venta, captura, colecta, comercialización, tráfico o caza de fauna silvestre será despedido y denunciado ante las autoridades ambientales correspondientes
	Instalar 2 letreros alusivos a la protección de fauna silvestre.	Crear conciencia sobre el cuidado de la fauna a la población	En el área del proyecto y Caminos de acceso.	Durante la preparación del sitio.	Se instalará los letreros en el área del proyecto y caminos de acceso de tal manera que no interfieran con las actividades y que cuenten con v una visualización adecuada en un rango de 10 a 15 m	Evidencia fotográfica	No instalar los letreros.	Poca legibilidad e entendimiento de los letreros.	Los letreros deberán reemplazarse una vez que su deterioro no permita observar el mensaje que quiere transmitir
	Aplicar un Programa de Rescate y Manejo para la conservación y protección de aquellas consideradas en la NOM-059.	Evitar la afectación a especies de fauna	En el área del proyecto.	Durante la etapa de preparación, y si es necesario siempre que se localice alguna especie dentro del área.	Se darán pláticas a los trabajadores sobre la importancia de la protección de la fauna y se capacitarán para aplicar el programa de rescate y reubicación en caso de encontrar especies que no puedan desplazarse o de lento desplazamiento. Se indicará la circulación a baja velocidad por los caminos de acceso.	Bitácoras de rescate de fauna y evidencia fotográfica	Falta de capacitación y no contar con el programa de rescate.	Afectación alguna especie.	En caso de observarse alguna especie de fauna deberá realizarse su rescate de acuerdo al programa propuesto en el

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medida de urgencia
									MIA-P y al no realizarse dar conocimiento al promovente y autoridades competentes.
Paisaje	Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.	Evitar una mayor fragmentación del paisaje	Dentro del área autorizada para el proyecto	En la etapa de preparación y construcción	Llevar a cabo las actividades por etapas y tiempos específicos para ir incorporando las obras al paisaje.	Cambio en el paisaje poco perceptible	Extracción de materiales pétreos fuera de los límites autorizados.	Fragmentación del paisaje.	Restaurar las áreas afectadas fuera del límite autorizado.
	Aplicar un programa de abandono del sitio.	Que el sitio armonice con el resto del paisaje	Dentro de las áreas de trabajo.	En la etapa de abandono.	Al final de la etapa de aprovechamiento de cada banco se aplicarán las medidas de restauración para que los bancos tengan armonía con el resto del paisaje	Programa de abandono del sitio.	No contar con un programa de abandono.	No aplicar las actividades establecidas en el programa.	En caso que el relieve de los bancos no armonice con el resto del paisaje se nivelar nuevamente la pendiente del sitio, y realizar las actividades como se mencionen en el programa de abandono.
Sociedad	Realizar la contratación de obreros de la región.	Propiciar derrama económica local	Localidades de Al.	Durante todas las etapas del proyecto.	Se buscará gente interesada en trabajar en el proyecto especialmente que radique en los poblados cercanos.	Que la mayoría de los trabajadores radiquen en los poblados cercanos	No encontrar disponibilidad.	No encontrar trabajadores de las localidades cercanas	En caso que no haya trabajadores disponibles que radiquen en los poblados cercanos, se optará por trasladar a trabajadores foráneos.
	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores	Evitar accidentes laborales	En las áreas del proyecto.	Durante todas las etapas del proyecto.	Se verificará diariamente que los trabajadores porten su equipo de protección personal que marca la normatividad vigente	Lapso de tiempo sin accidentes laborales	La persona no use su equipo de protección.	Al llegar ocurrir un percance o accidente.	A los trabajadores que se sorprenda sin usar equipo de

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medida de urgencia
	utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.								seguridad se les aplicarán sanciones administrativas
	Realizar el mantenimiento de caminos.	Reducir el riesgo de accidentes por malas condiciones de los caminos	Durante todas las etapas se deberá dar mantenimiento a los caminos de acceso.	Se deberá dar mantenimiento a los caminos de acceso después de cada temporada de lluvias antes de iniciar con las operaciones.	Se supervisará semanalmente que los caminos estén en óptimas condiciones al no estar en óptimas condiciones con el mismo material pétreo se dará mantenimiento o en su caso se rehabilitará utilizando la misma maquinaria.	Caminos de acceso en buen estado.	Falta de mantenimiento.	Camino en malas condiciones.	Si los caminos no se encuentran en buen estado, deberán realizarse sus reparaciones, aunque el calendario indique que aún no es tiempo
	Acceso a servicios médicos (solo los obreros).	Asegurar servicios de seguridad social para los obreros	Trabajadores que trabajen en el proyecto.	Desde el inicio de las actividades para asegurar que tengan algún respaldo en caso de accidente.	Al momento de contratar algún trabajador de la región que no cuente con seguro médico el promovente deberá de inscribirlo al seguro médico para que tenga un respaldo en caso de emergencia.	El total de los trabajadores cuenten con seguro médico.	No aplica	No aplica	No aplica

Dentro de las medidas de prevención se contempla un programa de rescate y reubicación de especies de fauna reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, el cual se anexa al presente documento.

### **VI.1.2 Descripción de las medidas de remediación.**

No se contemplan medidas en este sentido ya que ante todo se aplicarán aquellas tendientes a prevenir la magnitud de los impactos ambientales que se generen en el establecimiento del proyecto, los mecanismos legales que aseguren que el promovente cumplirá con los términos y las disposiciones contenidas en el presente manifiesto al impacto ambiental.

### **VI.1.3 Descripción de las medidas de rehabilitación.**

Probablemente las medidas de rehabilitación se apliquen al término de la vida útil del proyecto, pues en esta etapa cuando nos podremos dar cuenta de las áreas que requieren de rehabilitación, sin embargo, esto se evitará desde el inicio del proyecto aplicando las medidas de prevención. Aunque al momento del abandono del sitio, se procederá a limpiar el sitio y a rehabilitar toda el área para recuperarla lo más cercano a su estado natural.

### **VI.1.4 Descripción de las medidas de compensación y restauración**

Estas medidas se establecerán en las áreas vecinas como los taludes y por los caminos de acceso, puesto que dentro del área del proyecto no se podrán realizar actividades en tanto los bancos estén en funcionamiento y con vida útil.

## ***VI.2 Programas de atención prioritaria***

Con base en la evaluación ambiental los impactos ambientales fueron caracterizados en su mayoría como **COMPATIBLES**. Sin embargo, por la importancia de las especies de fauna silvestre incluidas en la [NOM - 059](#), con posibilidad de encontrarse en el sitio, se plantea un Programa de Rescate y Reubicación.

### **VI.2.1 Programa de rescate para la fauna silvestre**

Dado que las zonas ribereñas son áreas con características favorables para el desarrollo de especies tanto de flora como de fauna por su microclima y disponibilidad de agua elemento vital para el desarrollo de las especies, es necesario mantener estas condiciones para conservar la diversidad. Específicamente el cauce del arroyo San Lucas es de tipo intermitente en el cual, solo se lleva agua durante la temporada de lluvias, permaneciendo seco el resto del año, por lo que la mayor parte de las especies se desplaza a sitios con más disponibilidad de elementos para su desarrollo, aunado a esto, las actividades antropogénicas han desplazado a las especies de fauna hacia sitios menos perturbados.

Sin embargo, no se descarta la presencia de especies más resistentes a las sequías o de especies que utilicen el sitio como de paso, por lo que, es necesario desarrollar estrategias para su conservación y manejo sostenible especialmente de aquellas especies que se encuentran catalogadas en un status especial dentro de la [NOM-059](#).

#### ***VI.2.1.1 Objetivos***

##### General

- Rescatar y reubicar aquellas especies de flora y fauna silvestre que tengan las características adecuadas para ser removidas de su hábitat local a otro sitio con las mismas condiciones que le asegure su permanencia de manera natural.

##### Específicos

- Rescate y reubicación de aquellas especies de flora y fauna silvestre que se encuentran listadas en la NOM-059 y que puedan encontrarse en el sitio.
- Determinar el método más adecuado para el rescate y reubicación de cada especie en lo particular que pudiese ser removida de su hábitat natural.

- Capacitación del personal que estará involucrado en la etapa de preparación del sitio, principalmente en la remoción de la vegetación.
- Asegurar la permanencia de aquellas especies de fauna que tienen un valor especial en la diversidad biológica a nivel regional.

### VI.2.1.2 Descripción de las especies de fauna

De acuerdo a la revisión bibliográfica para el sitio y con los recorridos de campo se identificaron las especies siguientes consideradas dentro de la lista de especies en protección de la [NOM-059](#):

**Cuadro VI-2. Especies de fauna consideradas en el Programa de rescate y reubicación**

No.	Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo
1	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de cooper	Pr	No endémica
2	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pajarero	Pr	No endémica
3	Accipitridae	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	A	No endémica
4	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla / Aguililla aura	Pr	No endémica
5	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr	No endémica
6	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr	No endémica
7	Ranidae	<i>Lithobates pustulosus</i>	Rana de cascada	Pr	Endémica
8	Teiidae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	A	No endémica
9	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora de cascabel	Pr	No endémica

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial.

A continuación se describe de manera general las principales características de las especies listadas anteriormente, con el fin de conocer sus características físicas y de hábitat para que en caso de encontrar alguna especie durante las actividades de aprovechamiento de material pétreo, se pueda identificar fácilmente y se pueda definir el mejor sitio para su reubicación.

#### VI.2.1.2.1 *Accipiter cooperii* (Gavilán de cooper)

##### Descripción

Rapaz de tamaño pequeño a mediano con alas redondeadas relativamente cortas y cola redondeada. Envergadura 0.7 a 0.9 m. Los adultos son grises arriba con barrado anaranjado pálido abajo; los inmaduros son más marrones y estriados.

##### Hábitat

Bosques maduros, bosques abiertos, extremos de los bosques, arboledas en orillas de ríos. Nidifica en coníferas, árboles caducifolios y bosques mixtos, por lo general en los que posean árboles altos y donde haya espacios abiertos o que limiten con otros hábitats en las cercanías. También se lo encuentra en árboles a lo largo de ríos, en campos abiertos y cada vez más en suburbios y ciudades, donde encuentra algunos árboles altos para nidificar.

##### Alimentación

Se alimenta principalmente de aves de tamaño mediano, como petirrojos, charas azules o pájaros carpinteros, y también de aves más grandes y más pequeñas. También se alimenta de muchos mamíferos pequeños, como tamiás, ardillas de árbol, ardillas de tierra, ratones y murciélagos. A veces se alimenta de reptiles e insectos.

##### Reproducción

Pone entre 3 y 5 huevos y a veces entre 1 y 7 de color blanco azulado pálido. La incubación la realiza mayormente la hembra y suele durar entre 34 y 36 días.

##### Estado de conservación

En protección especial (Pr) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las principales amenazas de las poblaciones de la especie son la destrucción del hábitat por la urbanización, incendios y el cambio climático.

#### **VI.2.1.2.2 *Accipiter striatus* (Gavilán pajarero)**

##### **Descripción**

Miden entre 24 y 36 cm. El macho pesa de 82 a 105 g. y la hembra entre 144 y 208 g. Son aves relativamente pequeñas, con cola larga y cuadrada; alas cortas y redondeadas con una envergadura de 0.6 m. En adultos, corona, nuca y dorso color azul-grisáceo cara, garganta blanquecina con rayas de color canela, pecho canela, con muchas rayas blanquecinas, cobertoras inferiores y bordes de la cola color blanco, con tres bandas café-negruczas. Los inmaduros con dorso de color café con color ante; parte ventral blanquecino con rayas café-rojizo opacas, garganta blanquecina con manchas café-canela y cola similar a los adultos; a veces se les nota un barrado en los flancos y costados rojizo.

##### **Hábitat**

Tienen una marcada tendencia a habitar los bosques de pino-encino, bosque de encinos y bosques de coníferas mixtas.

##### **Alimentación**

Se alimentan principalmente de pequeñas aves, ocasionalmente de aves más grandes, pequeños mamíferos, ranas, lagartijas e insectos.

##### **Reproducción**

En Norteamérica se reproduce de abril-junio, mientras que en el Caribe de enero-julio. El periodo de incubación es de 30 a 32 días. Tienen un éxito de reproductivo de entre 63 y 85%. La puesta anual es de 4-5 huevos en Norteamérica y de 2-3 en el Caribe

##### **Estado de conservación**

La NOM-059-SEMARNAT-2010 considera a la especie como sujeta a protección especial (Pr). Entre los principales riesgos que amenazan a la especie se encuentran el uso de organoclorados como el DDT (que provocan adelgazamiento en cáscaras de los huevos), asimismo la reducción y fragmentación del hábitat.

#### **VI.2.1.2.3 *Aquila chrysaetos* (Águila real)**

##### **Descripción**

Los adultos son café oscuro con vientre un poco claro en la base. La parte posterior del cuello tiene un tono dorado con matices rojizos. Los individuos jóvenes tienen el dorso de color café negruzco y vientre más claro. Su cola es blanca con una banda ancha oscura terminal.

Las hembras son mayores que los machos. En México el tamaño de las hembras es de 75 cm a 1 m. La envergadura de las alas alcanza hasta 2.30 m. y pesan entre 3.8 y 6.6 kg. Los machos son un poco menores de 80 a 87 cm de longitud, y 1.82 a 2.12 cm de envergadura y pesan entre 3.5 y 6 kg.

##### **Hábitat**

Vive desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm. Su hábitat es variado e incluye zonas áridas, semiáridas y montañosas con bosques templados de pino-encino, coníferas, de encino y matorral espinoso.

##### **Alimentación**

Las presas típicas son mamíferos que varían en tamaño, desde ardillas de tierra hasta perros de la pradera, marmotas y liebres. En ocasiones, puede cazar roedores más pequeños, como leminos y ratones, o animales más grandes, como zorros o crías de antilocapra o ciervo. También se alimenta de aves, sobre todo aves de caza como el urogallo, pero rara vez caza aves grandes del tamaño de la grulla o pequeñas como un gorrión. También come algunas serpientes, lagartos e insectos grandes. Puede alimentarse de carroña e incluso de pescado.

##### **Reproducción**

Ponen 2 huevos, a veces 1 o 3 y rara vez 4. Son entre blancuzcos y de color ante con manchas marrones. A veces uno de los huevos de la nidada no tiene manchas. La incubación la realizan ambos sexos (mayormente la hembra) y duran entre 41 y 45 días. Las crías realizan su primer vuelo aproximadamente a los 60 o 70 días de edad.

#### **Estado de conservación**

Amenazada (A) según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las amenazas son los incendios forestales que acaban con superficies donde el hábitat no logra recuperarse. Por otra parte, las altas olas de calor ponen en riesgo a las crías que se encuentran en los nidos.

#### **VI.2.1.2.4 *Buteo albonotatus* (Aguililla / Aguililla aura)**

##### **Descripción**

En ambos sexos el plumaje es casi todo negro excepto las últimas plumas debajo de las alas, tiene unas cortas patas amarillas y un pico amarillo con la punta negra; los ejemplares jóvenes poseen un color más claro.

##### **Hábitat**

Bosques de río, montañas desérticas y cañones. Busca alimento principalmente en lugares de campo abierto, como pastizales, desiertos, chaparrales o zonas con árboles dispersos.

##### **Alimentación**

Se alimenta mayormente lagartos, mamíferos y aves. Su dieta varía según la ubicación. En algunas zonas puede especializarse en determinados lagartos grandes, como lagartijas espinosas o lagartos de collar. En otras zonas, las aves son los elementos principales de su dieta. También se alimenta de muchos mamíferos pequeños, ranas, serpientes, insectos y ciempiés.

##### **Reproducción**

Pone 2 huevos, a veces entre 1 o 3. De color blanco (o blanco azulado pálido cuando está recién puesto), a veces con unas pocas manchas de color tostado o gris. La incubación probablemente la realiza solo la hembra y dura alrededor de 35 días. Las crías pueden volar en alrededor de 6 o 7 semanas.

##### **Estado de conservación**

Sujeta a protección especial (Pr) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. La pérdida de lugares de nidificación, como los álamos altos a lo largo de los arroyos, puede ser un factor de su disminución poblacional.

#### **VI.2.1.2.5 *Buteo swainsoni* (Aguililla de Swainson)**

##### **Descripción**

Pesa aproximadamente 0.5 kg. Alas anchas y largas. Franja pectoral conspicua y cola con franjas angostas. Puntas de rémiges oscuras en su fase normal.

##### **Hábitat**

Habita mayormente en praderas costeras y también tierra adentro en terrenos de haciendas ganaderas. Normalmente no se lo encuentra en lugares en los que la tierra está cultivada o hay una actividad de pastoreo intensa.

##### **Alimentación**

Su alimentación es muy variada. Se sabe que se alimenta de ratas, ratones, tuzas, conejos, aves, serpientes, lagartos, ranas, cangrejos de río, cangrejos de mar e insectos. A veces se alimenta de carroña.

##### **Reproducción**

Pone 2 huevos, a veces 3 y rara vez 1 o 4. De color blanco, a veces leves manchas marrones. La incubación la realiza mayormente la hembra y dura entre 29 y 32 días. Las crías pueden volar aproximadamente pasados entre 46 y 55 días de su salida del huevo

### **Estado de conservación**

Se considera Sujeta a protección especial (Pr) por la Norma Oficial Mexicana 059. Es posible que su población esté en disminución en México, tal vez debido a una actividad de pastoreo excesiva en su hábitat.

#### **VI.2.1.2.6 *Buteogallus anthracinus* (Aguililla negra menor)**

### **Descripción**

El adulto mide 43-53 cm de largo y pesa 930 g de promedio. Tiene amplias alas, y es principalmente de color negro o gris muy oscuro. La cola corta es negra con una única banda ancha blanca y la punta blanca. El pico es negro y las patas y la cera son amarillas. Ambos sexos son similares, pero las aves inmaduras son de color marrón oscuro por encima con manchas y rayas. Su vientre es blanquecino con manchas oscuras, y la cola está barrada en blanco y negro.

### **Hábitat**

Arroyos arbolados. Casi siempre se lo encuentra cerca del agua. Esta es un ave principalmente costera, residentes de los manglares, las marismas y esteros, aunque hay las poblaciones del interior, incluyendo una población migrante en el noroeste de México y Arizona.

### **Alimentación**

Incluye peces, ranas y lagartijas. Se alimenta de una gran variedad de criaturas pequeñas, pero especialmente de aquellas que encuentra en el agua.

### **Reproducción**

Ponen 1 o 2, a veces 3. De color blanco o blanco verdoso, con manchas color marrón y lavanda. La incubación la realizan ambos padres, aunque la hembra incuba durante la noche y gran durante gran parte del día. Las crías abandonan el nido luego de 6 o 7 semanas y se trasladan a árboles cercanos; pueden volar bien aproximadamente a las 10 semanas de vida.

### **Estado de conservación**

Sujeta a protección especial (Pr) según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se alejan de las zonas de anidación por la presencia de humanos. La principal amenaza es la degradación de hábitat.

#### **VI.2.1.2.7 *Lithobates pustulosus* (Rana de cascada)**

### **Descripción**

Es una especie de rana de tamaño pequeño, los machos miden por lo general entre 24.0 y 32.8 mm y las hembras entre 24.0 y 34.6 mm de LHC. El hocico es triangular la cabeza es pequeña. El patrón de coloración de esta especie varía desde gris oscuro, hasta café claro, con manchas oscuras, a veces con pigmentos rojizos en el dorso o en los flancos. El vientre es de color crema, o blanco grisáceo, con manchas de café oscuro hasta negro, distribuidas irregularmente. Los sacos vocales de los ejemplares machos suelen ser negras y tienen una línea blanca que corre por el medio

### **Hábitat**

Esta especie tiene una distribución amplia en México y habita entre los 290 y 26000 msnm en selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosque de pino y bosques de encinos. Así mismo, también ha sido registrada en áreas de cultivo.

### **Alimentación**

Se alimenta de invertebrados en su mayoría de insectos.

### **Reproducción**

Se reproducen en el agua o cerca de esta, prácticamente durante todo el año, aunque prefieren aparearse luego de las lluvias y en noches cálidas.

Una vez que la hembra elige a un macho (dependiendo del canto y el saco vocal del macho) comienza el apareamiento con un amplexo de tipo axilar, durante el apareamiento la hembra expulsa huevos que el macho recoge con las patas traseras y los acerca a su cloaca para fecundarlos, con su propio esperma comienza el batido con sus patas de una espuma donde son colocados los huevos, generalmente ubican las espumas entre las raíces de las plantas cercanas al agua, cerca de piedras, entre la maleza acuática, en huecos en la tierra, o directamente en el suelo.

Las espumas son generalmente pequeñas un poco más de 10 cm<sup>2</sup> y el objetivo principal es asegurar la eclosión de los huevos, evitando la desecación de los mismos. Según las espumas estudiadas, dentro de cada una de ellas se pueden encontrar de 374 a 402 huevos. Los huevos son de color crema y están distribuidos irregularmente dentro de la espuma, son diminutos menos de aproximadamente 1.0 mm de circunferencia. Luego de 3 a 4 días los huevos eclosionan, y aparecen pequeñas larvas de color crema que luego se tornan de un color más oscuro, las larvas son completamente acuáticas. Las larvas completan su metamorfosis en los mismos lugares de nacimiento, si este es permanente. La metamorfosis empieza desde la eclosión, hasta aproximadamente de 52 a 56 días después, luego de esto, las larvas pasan a ser pequeños anfibios terrestres y se alejan de su lugar de nacimiento.

### **Estado de conservación**

Sujeta a protección especial dentro de la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010. SU principal amenaza es la modificación de hábitat natural.

#### **VI.2.1.2.8 *Thamnophis eques* (Culebra de agua)**

### **Descripción**

Es una especie relativamente grande y robusta llegando a alcanzar una longitud máxima total de 1120 mm. Las escamas de la región dorsal del cuerpo son quilladas, y el número de éstas es de 21-19-17, raramente 23-21-17 o 19-19-17. El rango de escamas ventrales es de 149 a 176 en machos y de 149 a 171 en hembras. La escama anal es simple. El color de la cabeza es gris-verdoso a gris oscuro, en la sutura de las parietales hay dos puntos amarillos; en la parte posterior de las parietales hay una mancha en forma de corazón, dividida por el surgimiento de la línea vertebral que abarca de una a cuatro escamas de amplitud a este nivel; las comisuras de las escamas infralabiales están marcadas de negro y el resto de las escamas es gris a claro o amarillo. A lo largo del cuerpo se presentan dos hileras de manchas negras que pueden ser circulares o en algunos casos, rectangulares, separadas verticalmente por una coloración crema-verdoso o amarillo-verdoso; la línea vertebral corre hacia toda la región dorsal del cuerpo, incluyendo la zona caudal, y abarca dos escamas de ancho, pero en la región media y posterior, ésta franja incluye una escama completa y la mitad de las escamas adyacentes. La región ventral es de color gris a gris-verdoso, pero algunas escamas presentan bordes de color negro. La zona caudal es crema o amarilla.

### **Hábitat**

Esta especie está fuertemente asociada a cuerpos de agua permanentes con vegetación, se han encontrado alrededor de praderas con charcas poco profundas, en la vegetación de los ríos, y cerca de cactus y arbustos espinosos. El macro clima es templado húmedo. Se distribuye de los 1200m a más de 2000m de altitud.

### **Alimentación**

Las presas para esta especie son generalmente peces y anfibios, aunque también algunos invertebrados, lagartijas y mamíferos forman algunas veces parte de su alimentación. En México, organismos juveniles de *T. eques* fueron encontrados comiendo lombrices y sanguijuelas, por otra parte, algunos adultos fueron encontrados ingiriendo sanguijuelas, peces y ranas. También puede llegar a comer lagartijas del género (*Sceloporus* y *Cnemidophorus*), así como ratones.

### **Reproducción**

El crecimiento de los folículos comienza a principios del otoño, y la ovulación ocurre a finales de marzo o principios de abril, con nacimiento de las crías entre junio y julio. Su fecundidad es de 13.6 neonatos por camada.

### **Estado de conservación**

Se encuentra amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los factores que amenazan la población de estas especies son Deseccación, contaminación y pérdida de cuerpos de agua.

#### ***VI.2.1.2.9 Crotalus scutulatus (Víbora de cascabel)***

### **Descripción**

Son serpientes de tamaño mediano y cuerpo pesado. Generalmente miden de 45 cm a 90 cm. Las más largas conocidas son de alrededor de 130 cm. Dorso verde grisáceo, verde olivo, café verdoso, amarillo verdoso, café o amarillo en los individuos de la parte norte de su distribución, y gris olivo claro o paja en los ejemplares de la región sur. Con parches dorsales amarillo olivo o café oscuro de forma hexagonal o adiamantados y bordeados por escamas claras.

### **Hábitat**

Habita en clima seco estepario, seco desértico, templado o húmedo; desde 0 hasta cerca de los 2,500 msnm. Algunos tipos de vegetación donde se desarrolla son: Bosque de coníferas y encinos, Matorral xerófilo.

### **Alimentación**

Se alimenta de mamíferos y algunas lagartijas. Se puede alimentar de animales vivos y carroña.

### **Reproducción**

Las hembras dan a luz jóvenes vivas, de dos a diecisiete (el promedio es de alrededor de ocho), desde julio hasta septiembre.

### **Estado de conservación**

Se considera Sujeta a protección especial (Pr) por la Norma Oficial Mexicana 059. Entre los riesgos que amenazan a la especie se encuentran la agresión humana por ser una especie venenosa y por la creencia de que su carne y grasa corporal son medicinales. Asimismo, la destrucción del bosque de pino-encino donde habita y la fragmentación y sobrepastoreo del matorral xerófilo y áreas de mezquital.

#### ***VI.2.1.3 Metodologías empleadas***

### **Observación directa y reconocimiento por sonidos**

Se realizará un reconocimiento para identificar la presencia de forma directa (visual) o indirecta (sonido del cascabel, cantos, graznidos o vocalizaciones), que puedan correr riesgos de daños durante la ejecución de la obra. Para el avistamiento de las especies se hicieron los recorridos durante todo el día hasta abarcar toda el área incluida en el proyecto.

Las etapas de esta actividad son:

- Ubicar los posibles nidos, madrigueras o áreas de interés de las especies.
- Ahuyentar a los organismos que se pudieran encontrar cerca del área de trabajo, durante el tiempo que dure la obra, esto les permitirá su sobrevivencia.
- En caso de Presentarse, 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

#### ***VI.2.1.4 Capacitación del personal***

Es posible que durante las diferentes etapas se presente alguna especie de fauna silvestre, a pesar de todos los esfuerzos desarrollados para su rescate. Se necesitará por tanto instruir al personal técnico y trabajadores sobre el estado de conservación de los animales silvestres, la importancia de las labores de rescate, sus niveles de peligrosidad, tipo de manejo, la legislación ambiental sobre vida silvestre, los cuidados necesarios y situaciones de emergencias. Para ello se les **impartirá una plática**, en donde se presentará información de las especies animales que habitan el área y fotos o láminas para facilitar su identificación.

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.

#### ***VI.2.1.5 Método para el manejo de las especies***

**Ahuyentamiento:** el ahuyentamiento es una forma de alejar a las especies de un lugar en un momento determinado, este método provoca las siguientes reacciones en dichas especies:

- Estado de alerta.
- Interrupción de la alimentación
- Huida de la zona protegida por el método.
- Mantenimiento de una distancia prudente de la zona protegida

Una manera de provocar que las especies se alejen del área deseada es la reproducción de sonidos que anuncien algún tipo de alerta de peligro, incluso el tránsito de vehículos y personas ayuda a alejarlas del lugar.

El ahuyentamiento depende de las especies de que se trate y se puede aplicar las siguientes actividades:

**Ahuyentamiento de aves:** Las aves por lo general responden a estímulos visuales y auditivos por lo que las técnicas de ahuyentamiento pueden ser

- Sonidos
- Siluetas que simulen la figura de un depredador
- Cintas metálicas, las cuales reflejan los rayos del sol desviando el paso de la fauna fuera del sitio.
- Humo

**Ahuyentamiento de reptiles:** los reptiles se desplazan al escuchar ruidos fuertes, aunque estos se meten en sus cuevas y es posible que se dañen al estar realizando las actividades del proyecto, por lo que es mejor su captura y recaptura.

**Ahuyentamiento de mamíferos grandes:** el ahuyentamiento de estas especies es más fácil, pues se alejan con la presencia de personas, por lo que para ahuyentar a los individuos que puedan encontrarse dentro del proyecto, se dará un recorrido por el área de trabajo, para lo cual se hará uso de aparatos que simulan sonidos de fauna que consideren como depredadores. También es posible hacer uso de humo, ya que al oler el humo se alejan por la alerta de incendio.

De manera general, antes de iniciar la jornada laboral, se da un recorrido por toda la zona, haciendo el mayor ruido posible para ahuyentar el mayor número de especies, las especies que no puedan desplazarse fácilmente serán rescatadas y reubicadas.

El método de captura y recaptura se realizará dependiendo de la especie que se encuentre en la zona durante los recorridos o durante las actividades del proyecto y para esto se consideran las siguientes técnicas:

**Captura y rescate de la víbora:** Para el rescate de víboras en caso de ser encontradas, se hará lo siguiente:

- Mantener una distancia de cuando menos 5 metros para que la víbora este bajo control, así es más seguro que esté tranquila y no se esconda.
- Una víbora de cascabel puede asustarse cuando alguien se le aproxima en el campo abierto. Para evitar esto, hay que esconderse detrás de arbustos u otros objetos cercanos, y así reducir la posibilidad que la víbora se

vuelva agresiva. Siempre debe tenerse en cuenta el área de seguridad sugerida anteriormente. Si la víbora esta enrollada, al atacar puede estirarse hasta  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  de su longitud total. Pero si la víbora ya está estirada, su área de ataque es menor.

- En el momento de captura, acercarse muy lento, agarrarla con las pinzas en el medio de su cuerpo y sin poner mucha presión. Solo debe presionarse lo suficiente para que no se escape y así poder moverla al recipiente de reubicación.
- Colocar con cuidado la víbora en el recipiente de reubicación y taponarlo de inmediato. Es muy importante asegurarse que el recipiente no pueda destaparse en forma accidental, usando una cuerda o cinta aislante. Colocar el recipiente en algún lugar visible, alejado de toda la gente y en la sombra, hasta el momento en que se vaya a hacer la reubicación. El recipiente debe estar claramente identificado con una etiqueta que diga “Víbora de Cascabel Viva” y se debe liberar nuevamente en un área segura a las pocas horas de ser capturada.
- Para liberar a la víbora, colocar el recipiente en el piso, quitar la tapa y voltear el recipiente con cuidado, manteniendo el recipiente como barrera de protección. Las pinzas o ganchos pueden ayudar para remover la tapa y ayudar a la víbora para que se salga del recipiente. O simplemente dejar el recipiente abierto para darle lugar a que la víbora se salga tranquilamente.

El equipo recomendado para esta operación es el siguiente:

- Gancho y/o pinzas para víboras, que tengan un mango largo y con una pinza que no vaya a lastimar a las víboras. También se puede usar un rastrillo o una escoba, pero debe de tenerse cuidado en cómo manejarlas porque las víboras son bastante frágiles.
- Un recipiente para transportar a la víbora. Esto puede ser una cubeta de basura con agarraderas y con tapa de seguridad. El recipiente ideal puede ser de color claro para que no absorba el calor del sol, se deben hacer unos hoyos pequeños en la tapa para ventilación y poner una etiqueta que diga “Víbora de Cascabel Viva”.

Se realizarán recorridos por los alrededores del proyecto, principalmente entre las rocas apiladas donde puede haber especies pequeñas, en caso de encontrar individuos estos serán capturados y reubicados a otra zona, cabe mencionar que esta especie se adapta a todo tipo de terreno por lo que su reubicación no resultara complicada.

#### ***VI.2.1.6 Selección de los sitios para la liberación de especies***

La selección del sitio donde se van a liberar las especies no está del todo definido, pues dependerá del tipo de especie y del lugar donde se encuentre el individuo a rescatar, por lo tanto se buscará la manera de liberarlo en un sitio ubicado a una distancia no mayor de 500 m, pues se considera que a esta distancia las condiciones ambientales del sitio no cambian drásticamente, por lo que la especie liberada podrá adaptarse con mayor facilidad. La liberación de las especies rescatadas será el mismo día de su captura para evitar estrés y daño de las especies.

#### ***VI.2.1.7 Requerimiento de personal y equipo***

Como se ha mencionado anteriormente, el método de ahuyentamiento, captura y reubicación de fauna depende de cada grupo de especies, para el caso particular del proyecto, se capacitará a las personas que accedan a las áreas de extracción del material, pues serán las que podrán actuar ante la presencia de alguna especie durante las actividades de extracción y transporte del material hacia el banco de almacenamiento. Por lo tanto, los trabajadores serán capacitados y equipados con las herramientas y equipo necesario para actuar ante cualquier tipo de especie, dentro del equipo necesario serán, pinzas para víboras, rejas, costales, guantes, hojas de bitácoras, cámara fotográfica.

#### ***VI.2.1.8 Cronograma de actividades***

La calendarización de las actividades para la localización y en su caso rescate de especies, se presenta en el cuadro siguiente. Se realizará un solo recorrido ya que el área no es muy grande por lo que, se puede recorrer en un solo día, sin embargo, se realizarán recorridos periódicos para verificar la ausencia y/o presencia de las especies.

**Cuadro VI-3. Cronograma de actividades para el rescate y reubicación de especies de fauna**

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recorrido de campo (búsqueda de hábitats y avistamiento)	X		X		X		X		X		X	
Colecta de organismos	x		X		X		X		X		X	
Rescate de especies encontradas	X		X		X		X		X		X	
Liberación de especies*	X		X		X		X		X		XX	
Monitoreo		X		X		X		X		X		X

\*En caso de encontrar individuos susceptibles a rescate, estos serán liberados el mismo día de su captura.

### VI.2.1.9 Evaluación

Durante los recorridos en campo para la delimitación del área, se avistaron algunas aves, sin embargo fue en los alrededores del sitio del proyecto y una vez que se percataron de la presencia del personal se alejaron de la zona.

Se seguirán llevando a cabo recorridos para verificar la presencia o ausencia de las especies, además el personal que labore en la extracción y transporte del material pétreo, será capacitado para que en caso de que se presente algún individuo tenga conocimiento de las medidas que deben tomarse para mantener la sobrevivencia de dichas especies.

### VI.2.1.10 Seguimiento

Para dar seguimiento a la protección de las especies rescatadas, será necesario dar recorridos periódicos por las áreas de extracción y así detectar posibles rescates de animales.

## VI.2.2 Actividades de mitigación en las diferentes etapas del proyecto

Las principales medidas de mitigación para los diferentes componentes ambientales de acuerdo a las diferentes etapas del proyecto son las siguientes:

**Cuadro VI-4 Actividades de mitigación en las diferentes actividades del proyecto**

Elemento	Clave	Medida	Preparación del Sitio	Operación - Mantenimiento	Abandono del sitio
Atmósfera	1	Cubrir los camiones que transporten el material pétreo con lonas para evitar la dispersión de polvos		B	
Atmósfera	2	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada	A	B	C
Atmósfera	3	Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr	A	B	C
Atmósfera	4	Realizar el mantenimiento a los caminos de acceso	A	B	C
Atmósfera	5	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido	A	B	C
Fisiografía	6	Realizar aprovechamiento de materiales pétreos solo en las áreas autorizadas		B	
Fisiografía	7	Suavizar las pendientes del sitio		B	C
Fisiografía	8	Re-nivelar las zonas de transición entre el área explotada y el cauce natural		C	C
Geología	9	Realizar solo el aprovechamiento superficial de los materiales pétreos del área, no llegar al manto freático		B	
Suelos	10	Se recolectarán en contenedores los residuos sólidos generados de las actividades y se depositarán	A	B	C

Elemento	Clave	Medida	Preparación del Sitio	Operación - Mantenimiento	Abandono del sitio
		semanalmente en el relleno sanitario de San Juan del Río.			
Suelos	11	No se realizará la apertura de nuevos caminos	A	B	C
Suelos	12	Se prohíbe realizar el mantenimiento de vehículos y maquinaria en el sitio, en caso de realizarlo por causas fortuitas se deberá evitar el derrame de sustancias peligrosas en el suelo mediante trapos absorbentes.	A	B	C
Hidrología	13	Usar la infraestructura de los poblados cercanos para actividades de aseo personal y alimentación	A	B	C
Hidrología	14	No realizar extracción de agua de pozos	A	B	C
Hidrología	15	Prohibición del vertimiento de materiales producto de cortes y excavaciones en zonas donde existan escurrimientos superficiales	A	B	
Hidrología	16	Se prohíbe verter cualquier tipo de sustancia o residuos contaminantes y tóxicos al cauce	A	B	C
Hidrología	17	El aprovechamiento de materiales pétreos debe hacerse por encima del nivel del manto freático		B	
Hidrología	18	Realizar las actividades de extracción de materiales en la época de estiaje		B	
Hidrología	19	Se prohíbe el aprovechamiento de materiales fuera del cauce		B	
Hidrología	20	Se prohíbe obstaculizar el flujo libre del cauce con cualquier tipo de material	A	B	C
Hidrología	21	Instalar sanitarios portátiles para uso por el personal y no descargar sus residuos en el cauce o suelo	A	B	C
Biota: flora	22	Prohibición de la compra, venta, captura, colecta o comercialización de flora silvestre	A	B	C
Biota: flora	23	Hacer del conocimiento de los trabajadores, el alcance legal (sanciones) de los ilícitos a la flora silvestre	A	B	C
Biota: flora	24	Prohibición del vertimiento de materiales producto de cortes y excavaciones en sitios que sustenten vegetación forestal	A	B	
Biota: flora	25	Se prohíbe el derribo de la vegetación en las áreas aledañas al sitio	A	B	C
Biota: fauna	26	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad	A	B	C
Biota: fauna	27	Prohibición de la compra, venta, captura, colecta, comercialización, tráfico o caza de fauna silvestre	A	B	C
Biota: fauna	28	Hacer del conocimiento de los trabajadores, el alcance legal (sanciones) de los ilícitos a la fauna silvestre	A	B	C
Biota: fauna	29	Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre	A		

Elemento	Clave	Medida	Preparación del Sitio	Operación - Mantenimiento	Abandono del sitio
Biota: fauna	30	Aplicar un Programa de Rescate y Manejo para la conservación y protección de aquellas especies consideradas en la NOM-059	A	B	C
Paisaje	31	Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina	A	B	C
Paisaje	32	Aplicar un programa de abandono del sitio			C
Social	33	Realizar la contratación de obreros de la región	A	B	C
Social	34	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene	A	B	C
Social	35	Realizar el mantenimiento de caminos	A	B	C
Social	36	Acceso a servicios médicos (solo para los obreros)	A	B	C

Donde; A: Preparación del sitio, B: Operación – Mantenimiento y C: Abandono del sitio.

### VI.2.2.1 Cronograma de actividades para las obras de prevención y restauración

De manera general las actividades serán desarrolladas en conjunto con el desarrollo del proyecto diariamente durante la vida útil del proyecto y durante las jornadas laborales.

Los costos para las obras de prevención y restauración se presentan en el cuadro siguiente:

*Cuadro VI-5 Costo de las obras de restauración*

Medida	Actividad	Costo anual
<b>Atmósfera</b>		
1. Cubrir los camiones que transporten el material pétreo con lonas para evitar la dispersión de polvos.	Uso de lonas al transportar el material pétreo.	\$14,000.00
2. Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	\$32,000.00
3. Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr.	Capacitación del personal.	\$15,500.00
4. Realizar el mantenimiento a los caminos de acceso.	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos de acceso a rehabilitar, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos, así como para disminuir la frecuencia de su mantenimiento y mejorar el confort del conductor.	\$23,000.00
5. Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	Mantenimiento vehicular.	\$12,500.00
<b>Fisiografía</b>		
6. Realizar aprovechamiento de materiales pétreos solo en las áreas autorizadas.	Supervisión mediante un asesor ambiental verificar que los trabajadores lleven a cabo las actividades en las áreas autorizadas y platicar con los trabajadores acerca de las implicaciones de no cumplir esta medida	\$15,500.00
7. Suavizar las pendientes del sitio.	Estabilización de material resultante mediante empleo de maquinaria.	\$10,000.00
8. Re-nivelar las zonas de transición entre el área explotada y el cauce natural.		

Medida	Actividad	Costo anual
<b>Geología</b>		
9. Realizar solo el aprovechamiento superficial de los materiales pétreos del área, no llegar al manto freático.	Supervisión mediante un asesor ambiental para verificar que la extracción no se esté realizando a nivel del manto freático y que en ningún momento se utilicen explosivos.	\$3,000.00
<b>Suelos</b>		
10. Se recolectarán en contenedores los residuos sólidos generados de las actividades y se depositarán semanalmente en el relleno sanitario de San Juan del Río.	Recolección y clasificación de residuos para su posterior disposición final de acuerdo a sus características.	\$20,000.00
11. No se realizará la apertura de nuevos caminos.	Supervisión mediante un asesor ambiental para verificar que se utilicen los caminos propuestos en el MIAP.	\$2,000.00
12. Se prohíbe realizar el mantenimiento de vehículos y maquinaria en el sitio, en caso de realizarlo por causas fortuitas se deberá evitar el derrame de sustancias peligrosas en el suelo mediante el uso de trapos absorbentes.	Costo incluido en la medida 2: mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo.	-
<b>Hidrología</b>		
13. Usar la infraestructura de los poblados cercanos para actividades de aseo personal y alimentación.	Los trabajadores que se contratarán serán de los poblados cercanos, se colocarán baños portátiles para uso del personal.	-
14. No realizar extracción de agua de pozos.	Supervisión mediante asesor ambiental y capacitación del personal para cumplir con las medidas.	\$47,000.00
15. Prohibición del vertimiento de materiales producto de cortes y excavaciones en zonas donde existan escurrimientos superficiales.		
16. Se prohíbe verter cualquier tipo de sustancia o residuos contaminantes y tóxicos al cauce.		
17. El aprovechamiento de materiales pétreos debe hacerse por encima del nivel del manto freático.		
18. Realizar las actividades de extracción de materiales en la época de estiaje.		
19. Se prohíbe el aprovechamiento de materiales fuera del cauce.	Manejo integral de residuos peligrosos desde su recolección hasta la disposición final.	\$22,000.00
20. Se prohíbe obstaculizar el flujo libre del cauce con cualquier tipo de material.	Costo incluido en la supervisión mediante asesor ambiental y capacitación del personal.	-
21. Instalar sanitarios portátiles para uso por el personal y no descargar sus residuos en el cauce o suelo.	Renta de sanitarios portátiles.	\$17,000.00
<b>Biota: flora</b>		
22. Prohibición de la compra, venta, captura, colecta o comercialización de flora silvestre.	Capacitación acerca del cuidado a la flora y fauna silvestre.	\$22,000.00
23. Hacer del conocimiento de los trabajadores, el alcance legal (sanciones) de los ilícitos a la flora silvestre.	Costo incluido en la medida 23: capacitación acerca del cuidado a la flora y fauna silvestre.	-
24. Prohibición del vertimiento de materiales producto de cortes y excavaciones en sitios que sustenten vegetación forestal.	Supervisión para verificar esta medida.	\$6,000.00
25. Se prohíbe el derribo de la vegetación en las áreas aledañas al sitio.		

Medida	Actividad	Costo anual
<b>Biota: fauna</b>		
26. Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	Costo incluido en la medida 31: ejecución del programa de rescate y manejo para la conservación y protección de fauna.	-
27. Prohibición de la compra, venta, captura, colecta, comercialización, tráfico o caza de fauna silvestre.	Costo incluido en la medida 23: capacitación acerca del cuidado a la flora y fauna silvestre.	-
28. Hacer del conocimiento de los trabajadores, el alcance legal (sanciones) de los ilícitos a la fauna silvestre.	Costo incluido en la medida 23: capacitación acerca del cuidado a la flora y fauna silvestre.	-
29. Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.	Colocación de carteles alusivos.	\$6,000.00
30. Aplicar un Programa de Rescate y Manejo para la conservación y protección de aquellas especies consideradas en la NOM-059.	Ejecución del Programa de rescate de fauna.	\$22,000.00
<b>Paisaje</b>		
31. Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.	Supervisión mediante asesor ambiental para verificar que las actividades se realicen de manera paulatina.	\$2,500.00
32. Aplicar un programa de abandono del sitio. nA	Realizar la estabilización de taludes, verificar que el cauce fluya libremente, etc.	\$8,000.00
<b>Social</b>		
33. Realizar la contratación de obreros de la región.	Se contratará obreros de las localidades cercanas.	No aplica
34. Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	Compra de equipo de seguridad personal para los trabajadores.	\$25,000.00
35. Realizar el mantenimiento de caminos.	Costo incluido en la medida 4: mantenimiento de caminos.	
36. Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).	Los trabajadores que se contraten contarán con seguro social.	No aplica

### VI.2.3 Impactos residuales

Se entiende por "impacto residual" al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Es un hecho que muchos impactos carecen de medidas de mitigación, otros, por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados o reducidos, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud.

Uno de los impactos residuales de mayor presencia en este proyecto será la extracción de material geológico y modificación del paisaje ya que se observará un panorama muy distinto al original.

En gran medida el cumplimiento de los programas de protección ambiental depende de las medidas de mitigación y compensación de los impactos **significativos o residuales**.

En el presente proyecto los impactos residuales son:

- a) La extracción de material geológico es un impacto que se queda como residual ya que no se podrá recuperar aquel volumen que se removió en los bancos de materiales y aunque se restaure no será lo mismo a su forma natural, además con la extracción de los materiales pétreos también se modifica el hábitat de la fauna, pues se abrirán espacios que pueden romper la conectividad, pues algunas especies prefieren sitios con tranquilidad y sin presencia humana para refugiarse de los depredadores, disminuirá la fauna en la zona, Por lo tanto, de manera general se puede concluir que el impacto residual será la fragmentación del hábitat.

- b) La percepción visual será otro impacto residual, pues habrá un espacio amplio que mostrará los límites entre las áreas desazolvadas, la canalización del cauce y la maquinaria de extracción. lo que permitirá observarla durante la vida útil del proyecto. toda la infraestructura auxiliar podrá visualizarse desde las tierras de siembra aledañas y el pueblo la lagunita, puesto que la obra se encuentra cercana a las tierras de siembra y el pueblo la lagunita.

El proceso de evaluación de impacto ambiental significa, en definitiva, que se mantiene una relación permanente con la acción humana a emprender, desde su fase de diseño hasta la etapa de abandono. Desde el momento en que se inicia la etapa de construcción y sobre todo durante la operación y el abandono, debe vigilarse permanentemente el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación ambiental. La idea es mantener una vinculación con la acción, para conocer su relación con el medio ambiente.

Entre las acciones de seguimiento que se proponen para minimizar y atenuar los impactos residuales, se encuentran:

- a) Informes sobre situación ambiental del proyecto y evolución del plan de cumplimiento de las medidas de protección.
- b) Informes sobre evolución de aspectos socioculturales.
- c) Estudios ambientales complementarios si así se ameritan.

La **extracción de material geológico** tendrá invariablemente impactos residuales debido a la magnitud del impacto con respecto a los demás generados, la única posibilidad para este impacto es que al momento de cumplir con la vida útil se realicen las obras de restauración adecuadas para minimizar los cambios generados.

Se puede considerar que los impactos generados por la obra en su mayoría son compatibles, puntuales, reversibles y perfectamente mitigables. Los trabajos de prevención y mitigación pueden aprovecharse para realizar la restauración de sitio., con lo que habrá un efecto positivo sobre el medio, además del indiscutible beneficio de la ejecución del presente proyecto.

La transformación escénica generada por el cambio de uso de suelo, puede considerarse como una esperanza para abatir en algo la marginación y pobreza de la región, pues se generan empleos directos e indirectos, además se obtiene un beneficio social al mantener las áreas de trabajo en óptimas condiciones para reducir riesgos laborales.

Con relación al costo ambiental y con base en el trabajo de investigación y el análisis realizado, se puede considerar que dicho costo es muy bajo con relación al beneficio social.

Con el análisis del mapa agrario, límites político administrativos, límites de la provincia fisiográfica - florística, límites de las cuencas, subcuencas, microcuencas, UGAS, diagnóstico ambiental y su respectivo análisis, se definió que el área de influencia ambiental es de carácter puntual, limitado exclusivamente a los sitios donde extraerá material geológico, mismos que están señalados en todos los mapas presentados, mientras que el beneficio social es de carácter amplio.

No obstante, con fines cuantitativos comparativos sobre el mapa de uso de suelo y vegetación hemos definido como límites del área de influencia todas las coordenadas extremas, ubicada ésta sobre las sub-microcuencas de influencia delimitadas en Arc Map en base al punto de drenaje más cercano al área del proyecto.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la proyección de los pronósticos ambientales, se utilizaron las mismas metodologías que para la determinación actual de los componentes ambientales, por lo que a continuación se describe cual será el estado futuro de los componentes ambientales después de aplicar las medidas propuestas, por lo tanto, se obtuvieron los siguientes resultados para cada componente:

### VII.1 Atmosfera

#### ➤ Emisiones de gases

Para compensar la generación de contaminación y emisiones a la atmosfera por el uso de vehículos de maquinaria pesada, así como camiones y camionetas para el transporte de los materiales y el personal, lo cual generará un ligero incremento en las emisiones de gases por combustión de combustibles, se propone el mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria la generación de emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria y vehículos disminuirá significativamente, aunque se seguirán teniendo emisiones.

#### ➤ Generación de polvos y ruido

Para compensar la generación de polvos se cubrirá con lonas los camiones que transporten el material que no contenga el porcentaje de humedad necesario para evitar emisiones de partículas sólidas hacia el ambiente, también se mantendrá húmedo el suelo del área de tráfico vehicular con la finalidad de evitar la generación de polvos en las áreas contiguas a la zona del proyecto. Con estas medidas se podrán realizar las actividades de explotación del banco, traslado y apile de material, minimizando la generación de polvos.

En cuanto en la generación de ruido, todos los equipos cuentan con silenciadores de fábrica para minimizar el ruido que este se produce cuando están en operación. Por lo que para mantener el ruido bajo los niveles permisibles, se dará mantenimiento constante a los silenciadores.

*Cuadro VII-1 Relación de áreas y ruidos*

ÁREA	SIN PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)	REDUCCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN (Db)	CON PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)
Extracción	85	17.7	67.3
Transporte	88	14.0	74.0

### VII.2 Fisiografía

#### ➤ Modificación del relieve local

Las actividades como el despalme, excavaciones, etc. Al realizar cortes y extracción, provocara cambios en la dinámica geomorfológica, ya que la pérdida y modificación de la estructura del suelo alteran los procesos exógenos encargados de modelar el paisaje geomórfico.

Las áreas utilizadas para el tránsito de maquinaria se descompactarán una vez concluido el periodo operativo del proyecto y se implementarán las medidas de restauración. En los lugares en donde se realicen excavaciones, cortes o se explote el material, deberán considerarse los posibles deslizamientos de tierra, por lo que se acomodará material de despalme o que no sea aprovechado para la formación del talud, esto con el fin de evitar desbordamientos o desplazamientos de tierras de cultivos que se encuentran aledañas al proyecto.

### VII.3 Geología

#### ➤ Movimiento de material geológico superficial.

La geología del sitio corresponde a suelo aluvial. De manera natural existe una pérdida de suelo por acción del agua, debido a que el área corresponde al lecho de un arroyo. Durante el desarrollo del proyecto se generarán movimientos de tierra (despalme, excavaciones, etc.) para llevar los cortes y extracción y aprovechamiento de los materiales pétreos, esto provocará cambios en la dinámica geomorfológica, ya que con la pérdida y modificación de la estructura del suelo se alteran procesos exógenos encargados de modelar el paisaje geomorfológico.

#### **VII.4 Suelo**

##### **➤ Contaminación por la presencia de residuos sólidos**

El pronóstico para este componente se considera similar al actual, puesto que el promovente cuenta con experiencia en la extracción de materiales pétreos, por lo cual el personal que labora con el promovente se encuentra capacitado sobre el manejo de los residuos sólidos, los cuales depositan los residuos en contenedores plásticos y al término de la jornada laboral se trasladan al relleno sanitario de San Juan del Río, o en algunas ocasiones se espera que el sistema de recolección de basura pase por ellos al patio de almacenamiento con el cual cuenta el promovente.

##### **➤ Contaminación por residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos serán mínimos, pues antes de salir hacia el banco de material para transportar dicho material hacia el banco de almacenamiento, se realizará un check list de los camiones para verificar que estén en buenas condiciones, en dado caso que ocurran fallas dentro del área de maniobras, los residuos generados serán almacenados en contenedores plásticos de acuerdo a su compatibilidad y serán entregados a un taller autorizado para que sean enviados a un centro de almacenamiento o/o confinamiento final en la ciudad de Durango.

#### **VII.5 Biota**

##### **➤ Afectación de Especies en la NOM-059**

Si se realizan las acciones de prevención propuestas se puede mantener el hábitat de la fauna para que pueda seguir su desarrollo. El pronóstico para este componente es estable, pues al haber mayor tránsito de vehículos y con mucho ruido, las especies de fauna se desplazarán a zonas más aisladas.

##### **➤ Muerte de individuos por atropellamiento**

A la fecha no se tienen reportes de especies muertas por accidentes, puesto que se mantiene un estricto control de la circulación de vehículos en todas las áreas en operación, por lo que, los accidentes de fauna son poco probables, aunque no se descarta la posibilidad de que pueda presentarse en algún momento, sin embargo, el pronóstico para este impacto es estable, pues se mantendrá un monitoreo constante sobre la protección de la fauna en general.

##### **➤ Desplazamiento de las especies**

El escenario para este impacto es similar al actual, pues durante varios años han existido actividades dentro de esta zona, lo cual ha ocasionado que la fauna se desplace hacia los alrededores de las áreas, para su protección, aunque, no se descarta la posibilidad de encontrar algunas especies menores pues pueden estar acostumbradas al ruido y tráfico de personas y vehículos.

#### **VII.6 Social**

##### **➤ Diversificación de empleos.**

El pronóstico para este impacto es mejor que el actual, pues se generaran empleos, se propiciara la introducción de bienes o servicios que beneficiara a los pobladores, se contara con materia prima para la industria de la construcción, apoyando con esto la disminución del alto grado de marginación en que se encuentra actualmente la zona. Durante todas las etapas, desde la preparación del sitio hasta la operación del proyecto, se tendrán efectos positivos tanto a corto, mediano y largo plazo. Se crearán fuentes de empleo en las diferentes actividades del proyecto, habrá un incremento en la demanda de bienes y servicios de; personal trabajador, el más importante para la región, será el contar la oportunidad de tener un empleo seguro y bien remunerado y favorecer a los empleos indirectos derivados de dicho proyecto.

**Cuadro VII-2 Pronósticos ambientales**

Componente	Impacto	Sin proyecto	Con proyecto	Con proyecto y con medidas de mitigación
Atmosfera	Emisiones a la atmosfera	Las emisiones producidas son únicamente las que se generan por el tránsito de vehículos para trasladarse entre comunidades, No existen fábricas o industrias	Se podrán incrementar las emisiones por el uso y tránsito de la maquinaria que se utilizara en el proyecto para cargar el material y los camiones para el transporte	Se mantienen las condiciones actuales, pues se mantendrá un monitoreo de los vehículos para evitar sobrepasar los límites de emisiones permisibles.

Aprovechamiento de materiales pétreos en el “Arroyo San Lucas”, municipio de San Juan del Río, Durango.

Componente	Impacto	Sin proyecto	Con proyecto	Con proyecto y con medidas de mitigación
		que generen grandes cantidades de emisiones.	del mismo.	
	Generación de polvo	Las emisiones de polvo se presentan dentro de los caminos de acceso al sitio y hacia áreas de cultivos, esto por ser caminos de terracería, el viento genera polvaredas arrastrando partículas de suelo.	Se presentará un ligero incremento en la generación de polvo por las actividades de extracción y su transporte, por lo que habrá mayor generación de polvo.	Se mantendrá húmedos los caminos y solo moverá los vehículos únicamente al momento de transportar al personal o el material extraído por lo cual será similar al estado actual.
	Generación de ruido y vibraciones	De acuerdo análisis de ruido realizados en otras áreas la maquinaria de extracción produce 85 decibeles, mientras que los camiones para el transporte producen 88 decibeles a una distancia de 0 a 20 m de la fuente generadora.	Generación de ruido en promedio de 86.5 decibeles.	Se mantendrán los niveles de ruido dentro de los niveles permisibles., mediante el uso de silenciadores.
Fisiografía	Modificación del relieve local	Actualmente el área propuesta para extracción de materiales pétreos que se encuentra sobre el cauce del arroyo San Lucas, cuenta con una cantidad considerable de materiales susceptibles de aprovechamiento.	Las actividades como el despalme, excavaciones, etc. Al realizar cortes y extracción, provocara cambios en la dinámica geomorfológica.	Con el aprovechamiento de materiales pétreos y las medidas propuestas, se estabilizará las pendientes del cauce natural del río minimizando el riesgo de desbordamientos e inundaciones.
Geología	Extracción de material geológico	Actualmente de forma natural existe una pérdida de suelo por acción del agua y por la extracción y el aprovechamiento de los pobladores aledaños sin permiso.	Extracción promedio de material será de 131,800.28 m <sup>3</sup> a excepción de los meses de lluvias.	El material que se extraerá corresponde únicamente al que se recarga anualmente con la crecida de la corriente, por lo que se mantendrá un equilibrio ente el material de recarga y el material extraído, con lo cual se permitirá el flujo libre de agua durante la temporada de lluvias evitando desbordamientos e inundaciones.
Suelo	Generación de residuos sólidos	Actualmente los residuos sólidos se presentan en el área, aunque en mínimas cantidades, al ser una zona rural no se tiene la infraestructura necesaria para la disposición de residuos sólidos.	Se podrá generar hasta 533.8 kg de residuos al año.	Habrà un incremento en la generación de residuos, sin embargo, se mantendrá las áreas limpias pues los trabajadores se encuentran capacitados para el manejo de los residuos sólidos y traspórtalos al relleno sanitario de San Juan del Río.
Fauna	Afectación de especies dentro de la NOM-059	Se identificaron 13 especies reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Pese a que no se afectaran de manera directa las especies reportadas dentro de la NOM-059, se considera que al haber mayor tráfico de vehículos y personas se puede afectar en algún momento a las 9 especies dentro de la NOM.	Se realizará un programa de rescate y reubicación de fauna para las especies que lo requieran, en el proceso de ahuyentamiento se puede dar el caso de que las especies se retiren de la zona, se estableció un área a 4.12 km de distancia río abajo para en caso de ocuparse el traslado de especies a esta zona.
	Desplazamiento de especies	Se reportaron 11 especies de importancia cinegética según el calendario cinegético de la SEMARNAT 2022-2023	En general el total de especies reportadas en la zona serán desplazadas del área hacia zonas más aisladas.	La fauna ya ha sido desplazada con las actividades realizadas en la zona, algunas se han adaptado al ruido y siguen transitando por la zona arbolada, en el futuro se considera que la fauna siga su rumbo normal, pues, aunque se incrementa la infraestructura, se sigue manteniendo la cobertura vegetal a los alrededores.
Social	Diversificación de empleos	El 40.36% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 29.94% de los hombres y el 10.42% de las mujeres).	Se generarán 5 empleos directos y cerca de 10 empleos indirectos.	Se buscará que los trabajadores a contratar sean de los poblados cercanos, además las actividades se desarrollarán en el horario diurno para evitar interferir con los hábitos de sueño de los pobladores.

### **VII.7 Programa de vigilancia ambiental**

El **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** contempla los siguientes objetivos: i) asegurar que las medidas preventivas y de mitigación contribuyan eficiente y oportunamente a la protección y restauración de los impactos generados; ii) identificación de situaciones adversas en cuanto a la posible afectación de alguno de los elementos del ecosistema en la etapa de la operación (impactos que no se habían considerado a ciertos elementos del ambiente y que resultaron una vez que se encuentra la obra en operación).

El PVA se realizará periódicamente en el transcurso de los **10 años de vigencia de la extracción**, el cual consistirá en un recorrido semestral por los sitios para observar posibles situaciones anómalas. Las principales actividades contempladas son:

#### **VII.7.1 Objetivo**

- Establecer los mecanismos, procedimientos y lineamientos para que las medidas de mitigación (capítulo 6) puedan ser llevadas a cabo.
- Fijar los procedimientos para obtener indicadores ambientales, que permitan calificar el éxito de las medidas de mitigación, así como los programas generados para su cumplimiento.

#### **VII.7.2 Procedimientos para el control de calidad**

Para evaluar la calidad ambiental del sitio se realizarán actividades de monitoreo tomando en consideración la normatividad forestal y ambiental aplicable, y en caso de que existan umbrales negativos fuera de las NOM-SEMARNAT se tendrá que realizar una nueva evaluación ambiental muy detallada a fin de corregir cualquier incidente que este causando efectos adversos significativos al medio ambiente.

Por otra parte, el programa permitirá cuantificar impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación. El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte semestral: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- Reporte final: Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental y seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de flora.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de fauna.

Finalmente, el seguimiento y supervisión que se le dará a las diferentes medidas del plan de manejo ambiental se describe en el cuadro siguiente:

**Cuadro VII-3 Generalidades del programa de vigilancia ambiental**

Elemento impactado	Medida específica	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medidas de urgente aplicación
Atmósfera	Cubrir los camiones que transporten el material pétreo con lonas para evitar la dispersión de polvos	Acumulación de polvos menores a PM10 = 75 µg/m3 en 24 hr y 40 µg/m3 anual, PM2.5 = 45 µg/m3 en 24 hr y 12 µg/m3. A los lados del camino o la vegetación aledaña al polígono del proyecto.	µg/cm3	Durante la etapa de operación del proyecto dos veces por semana.	Lonas. Cuerdas	Todos los camiones que transporten material pétreo deberán cubrirse con lona	Inspección visual. Bitácora y evidencia fotográfica	Chofer del camión	Se realizará en el sitio de extracción	Afectación a la salud de los trabajadores y población en general por la presencia de partículas excesivas.	Descuido en el manejo del material. Valores mayores a los establecidos dentro de la NOM-025-SSA1-2014	Realizar ajustes a la lona cuando se observe que está derramando material. Reemplazar lonas deterioradas.
Atmósfera	Mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos y maquinaria utilizada en las diferentes etapas.	CO (250 PPM), SO2 (5 PPM) NO2 (5 PPM), FORMALDEHIDO (10 PPM)	ppm	Durante la vida útil del proyecto, de forma mensual.	Mantenimiento en talleres especializados.	Niveles de emisiones menores a las permitidas dentro de la NOM-081	Bitácoras de mantenimiento. Se supervisara diariamente que los vehículos estén en óptimas condiciones, en cuanto a realización de mantenimiento se supervisara de manera mensual.	Chofer de camión y vehículos particulares. Promovente.	Índice de mantenimiento: 100% aceptable Categoría de alerta: 99 al 90% Categoría inadmisible: menor al 90%	Límites ligeramente mayores a los permitidos por la NOM-041-SEMARNAT-2015	Límites superiores a los permitidos por la NOM-041-SEMARNAT-2015	Detener el uso de los vehículos que estén fallando o emitiendo demasiados GEI hasta que se realicen las reparaciones necesarias
Atmósfera	Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr, desde la incorporación a la terracería y dentro del sitio	Acumulación de polvos menores a PM10 = 75 µg/m3 en 24 hr y 40 µg/m3 anual, PM2.5 = 45 µg/m3 en 24 hr y 12 µg/m3. A los lados del camino o la vegetación aledaña al polígono del proyecto.	µg/cm3	Durante la vida útil del proyecto, diariamente.	Capacitación a trabajadores	Instalar letreros con las velocidades máximas de tránsito en el sitio	Radar de velocidad. Inspección visual. Evidencia fotográfica	Se verificará diariamente que los vehículos utilizados respeten las velocidades máximas permitidas	En los caminos utilizados para extracción de material pétreo	Afectación a la salud de los trabajadores y población en general por la presencia de partículas excesivas.	Conducción a altas velocidades	Se reportará a la persona que no respete esta medida, a la tercera incidencia será despedida
Atmósfera	Realizar el mantenimiento a los caminos de acceso (Riego)	Acumulación de polvos menores a PM10 = 75 µg/m3 en 24 hr y 40 µg/m3 anual, PM2.5 = 45 µg/m3 en 24 hr y 12 µg/m3. A los lados del	µg/cm3	Durante la etapa de construcción del proyecto dos veces por semana.	Pipas de agua	Partículas suspendidas menores a las permitidas en la NOM-025-SSA1-2014	Visual. Durante la etapa de preparación, construcción y operación se	Promovente Choferes	Índice de realización: 100% aceptable Categoría inadmisible: menor al 100%	Afectación a la salud de los trabajadores y población en general por la presencia de	Caminos en mal estado con demasiado polvo suelto	Realizar bacheo y/o rastreo de los caminos en mal estado. Regar y compactar el material suelto.

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento impactado	Medida específica	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisibles	Medidas de urgente aplicación
		camino o la vegetación aledaña al polígono del proyecto.					supervisara diariamente			partículas excesivas.		
Atmósfera	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido	Intensidades de ruido bajas	dB	Durante la vida útil del proyecto conforme se vaya requiriendo.	Uso de silenciadores	Total de vehículos en buen estado y emisión de ruido aceptable	La intensidad de ruido que generan los vehículos será verificada diariamente por el chofer y mensualmente dentro de un taller autorizado.	Choferes y promovente.	Índice de mantenimiento: 100% aceptable Categoría de alerta: 99 al 90% Categoría inadmisibles: menor al 90%	Fallas en los vehículos que circulan dentro del área del proyecto	Silenciadores en mal estado que provocan ruidos elevados	Reparación o cambio del silenciador en mal estado del vehículo que no cumpla con los niveles permisibles.
Fisiografía	Realizar aprovechamiento de materiales pétreos solo en las áreas autorizadas	Áreas del proyecto bien delimitadas.	Has.	El cambio se presentará de manera inmediata, pues se modificará el paisaje por la eliminación de vegetación y este cambio será continuo durante la vida útil del proyecto.	No aplica para esta medida	Mantener la calidad del paisaje.	Durante la vida del proyecto se vigilara que no se desarrollen obras no previstas, en la etapa de preparación y construcción la revisión será de manera semanal y posteriormente de manera semestral	Supervisor de obra/supervisor ambiental	Índice de cumplimiento :100 % aceptable Categoría inadmisibles: menor al 100%	Cambios poco perceptibles a nivel regional.	Modificación del paisaje por actividades diferentes a las del proyecto.	En caso que se aproveche superficie no autorizada, el supervisor ambiental dará aviso a las autoridades ambientales competentes.
Fisiografía	Suavizar las pendientes del sitio					Suavizar las pendientes del sitio conforme se realice la extracción de materiales	Evidencia fotográfica	Se corroborará la pendiente del sitio posterior al cese de actividades de extracción	En los bancos autorizados para extracción de materiales pétreos			Nivelar el talud.
Fisiografía	Re-nivelar las zonas de transición entre el área explotada y el cauce natural	Pendientes suaves	NA	Vida útil	Maquinaria	Que exista una armonía en el paisaje entre el cauce del río y el área explotada	Evidencia fotográfica	Se comprobará durante y posterior a las actividades de extracción de materiales pétreos	En los bancos autorizados para extracción de materiales pétreos y áreas aledañas	Erosión de taludes	Deslizamiento de suelo	Nivelar la zona de transición entre el cauce y la zona aprovechada.
Geología	Realizar solo el aprovechamiento	Volúmenes de extracción	m3	Vida útil	Maquinaria	Realizar el aprovechamiento de	Bitácora de extracción de	Se verificará durante y	En los bancos autorizados para	Extracción de más volumen del autorizado		Si existe aprovechamiento de materiales a nivel del

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento impactado	Medida específica	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medidas de urgente aplicación
	superficial de los materiales pétreos del área, no llegar al manto freático					materiales pétreos en las cotas permitidas	materiales pétreos	después de las actividades de extracción de materiales pétreos	extracción de materiales pétreos y áreas aledañas			manto freático se dará aviso a las autoridades ambientales competentes
Suelos	Se recolectarán en contenedores los residuos sólidos generados de las actividades y se depositarán semanalmente en el relleno sanitario de San Juan del Río.	Área del proyecto libre de contaminantes.	Toneladas	Diariamente durante la jornada laboral.	Recipientes para recolección y almacenamiento de residuos.	Áreas limpias de residuos	Recorridos de campo para verificar la ausencia de residuos. Bitácoras de recolección y traslado de residuos, evidencia fotográfica.	Promovente, trabajadores.	Índice de realización: 100% aceptable Categoría inadmisible: menor al 100%	Falta de contenedores para el depósito de residuos.	Contaminación de suelo y/o agua por el manejo inadecuado de los residuos.	Realizar la recolección de residuos y depositarlos en los contenedores.  Llamar la atención al personal para que evite tirar sus residuos al ambiente.
Suelos	No se realizará la apertura de nuevos caminos	Nuevos caminos si autorización	m2	Vida útil	NA	Utilizar la red vial que existente y que actualmente se encuentra en condiciones adecuadas de uso	Evidencia fotográfica	La verificación será mensual	Se recorrerá el sitio del proyecto y las áreas aledañas	Derribo de vegetación para apertura de caminos sin la autorización correspondiente.	Áreas compactadas por circulación de vehículos	Dejar de transitar por caminos nuevos y restaurar el sitio de ser necesario.
Suelos	Se prohíbe realizar el mantenimiento de vehículos y maquinaria en el sitio, en caso de realizarlo por causas fortuitas se deberá evitar el derrame de sustancias peligrosas en el suelo	Área del proyecto libre de contaminantes.	Toneladas	Diariamente durante la jornada laboral.	Recipientes para recolección y almacenamiento de residuos.	Áreas limpias de residuos peligrosos.	Recorridos de campo para verificar que no se encuentren residuos peligrosos tirados en el sitio. Bitácoras de mantenimiento y evidencia fotográfica	Promovente, choferes	Índice de realización: 100% aceptable Categoría inadmisible: menor al 100%	Falta de atención al vehículo y derrames de aceite dentro de las áreas de trabajo	Contaminación de suelo y/o agua por el manejo inadecuado de los residuos peligrosos.	Retirar envases y trapos impregnados de aceite. En caso de filtraciones al suelo, Contratar los servicios de una empresa autorizada para la limpieza y restauración de sitios impactados.
Hidrología	Usar la infraestructura de los poblados cercanos para actividades de aseo personal y alimentación.	Sitio libre de residuos resultantes de aseo personal o de alimentos.	NA	Diariamente durante la Vida útil	NA	Que los trabajadores lleven a cabo sus actividades de aseo personal y alimentación en sitios con el manejo	Evidencia fotográfica	La verificación será semanal	Se recorrerá el sitio del proyecto y las áreas aledañas	NA	Presencia de residuos producto de aseo personal	Solo se estará vigilando a los empleados para que eviten realizar actividades no permitidas dentro del área del proyecto.

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento impactado	Medida específica	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medidas de urgente aplicación
						adecuado de los residuos a generar						
Hidrología	No realizar extracción de agua de pozos	Cantidad de agua extraída	m <sup>3</sup>	Vida útil	NA	Que los trabajadores cuenten con agua potable para su consumo	Evidencia fotográfica	La verificación será mensual por parte del promovente.	Se recorrerá el sitio del proyecto y las áreas aledañas	NA	Extracción de agua de los pozos	Se aplicarán sanciones administrativas y se cerraran las áreas de extracción de agua.
Hidrología	Prohibición del vertimiento de materiales producto de cortes y excavaciones en zonas donde existan escurrimientos superficiales	Cantidad de residuos depositados en el cauce	m <sup>3</sup>	Vida útil	NA	Que el vertimiento de materiales no obstaculice el flujo libre de las corrientes superficiales del sitio	Evidencia fotográfica	La verificación será durante y después de las actividades de extracción de materiales pétreos	Se recorrerá el sitio del proyecto y las áreas aledañas	Acumulación de material dentro del cauce	Desvió del cauce natural	Retirar los materiales que obstaculicen las corrientes superficiales
Hidrología	Se prohíbe verter cualquier tipo de sustancia o residuos contaminantes y tóxicos al cauce					Que los residuos generados durante las actividades se manejen de manera adecuada	Bitácoras de manejo de residuos y evidencia fotográfica	La verificación será durante y después de las actividades de extracción de materiales pétreos	Se recorrerá el sitio del proyecto y las áreas aledañas	Evidencia de residuos en el cauce	Contaminación de suelo y agua por presencia de residuos tóxicos.	Contratar una empresa autorizada para la limpieza y restauración del sitio afectado.
Hidrología	El aprovechamiento de materiales pétreos debe hacerse por encima del nivel del manto freático	Volúmenes de extracción	m <sup>3</sup>	Vida útil	Maquinaria	Realizar el aprovechamiento de materiales pétreos en las cotas permitidas	Bitácora de extracción de materiales pétreos	Se verificará durante y después de las actividades de extracción de materiales pétreos	En los bancos autorizados para extracción de materiales pétreos y áreas aledañas	Extracción de más volumen del autorizado	Exposición del manto freático	Parar las actividades y colocar material pétreo para cubrir el área y evitar la exposición directa al sol en dado caso, dar aviso a las autoridades competentes.
Hidrología	Realizar las actividades de extracción de materiales en la época de estiaje	Volúmenes de extracción	m <sup>3</sup>	Vida útil	Maquinaria	Que las actividades de extracción se lleven a cabo en los meses propuestos	Observación visual Bitácora de extracción de materiales pétreos	Se verificará durante los meses de junio a septiembre	En los bancos autorizados para extracción de materiales pétreos y áreas aledañas	Extracción de material en la época de lluvias	Daño a caminos y formación de fosas	Parar las actividades y retirar maquinaria y camiones hasta después de la temporada de lluvias.
Hidrología	Se prohíbe el aprovechamiento de materiales fuera del cauce	Áreas del proyecto bien delimitadas.	Has.	El cambio se presentará de manera inmediata, pues se modificará el paisaje por la eliminación de vegetación y este cambio será continuo	No aplica para esta medida	Mantener la calidad del paisaje.	Recorridos de campo mensuales para verificar que no se realice extracción fuera	Promovente	Índice de cumplimiento :100 % aceptable Categoría			Cambios poco perceptibles a nivel regional.

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento impactado	Medida específica	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisibles	Medidas de urgente aplicación
				durante la vida útil del proyecto.			de sitios autorizados y fuera del cauce		inadmisibles: menor al 100%			incurra en acciones indebidas.
Hidrología	Se prohíbe obstaculizar el flujo libre del cauce con cualquier tipo de material	Cantidad de material depositado	m <sup>3</sup>	Vida útil	NA	Que se respete el flujo natural de las corrientes superficiales del sitio	Evidencia fotográfica	La verificación será durante y después de las actividades de extracción de materiales pétreos	Se recorrerá el sitio del proyecto y las áreas aledañas	Acumulación de material sobre el cauce natural	Obstaculización del flujo natural	Retirar los materiales que obstaculicen las corrientes superficiales.
Hidrología	Instalar sanitarios portátiles para uso por el personal y no descargar sus residuos en el cauce o suelo	Sanitarios	Número de sanitarios	Vida útil	Baños portátiles	Que los residuos sanitarios se recolecten y se les dé un adecuado manejo	Bitácora de recolección y evidencia fotográfica	La verificación será diaria y el manejo de residuos será quincenal	Se recorrerá el sitio del proyecto y las áreas aledañas	No se colocaron sanitarios	Los empleados no tienen a su alcance sanitarios	Sancionar a los trabajadores y recordarles que eviten hacer sus necesidades al aire libre.
Biota: flora	Prohibición de la compra, venta, captura, colecta o comercialización de flora silvestre	Cero individuos afectados	Número de individuos	Vida útil	Capacitación a trabajadores	Capacitar a los trabajadores acerca de la importancia de la flora	Listas de asistencia a capacitación y evidencia fotográfica	Mensualmente se realizarán pláticas con los trabajadores para recordarles la importancia de la flora	Recorridos en el área para verificar que no se estén realizando extracciones ilegales de flora	Afectación a la flora	Individuos extraídos	Sancionar al responsable y de ser necesario denunciado ante las autoridades ambientales correspondientes
Biota: flora	Hacer del conocimiento de los trabajadores, el alcance legal (sanciones) de los ilícitos a la flora silvestre											
Biota: flora	Prohibición del vertimiento de materiales producto de cortes y excavaciones en sitios que sustenten vegetación forestal	Cantidad de residuos depositados en el la vegetación	m <sup>3</sup>	Vida útil	Capacitación a trabajadores	Que el vertimiento de materiales no afecte la vegetación de áreas aledañas	Evidencia fotográfica	La verificación será durante y después de las actividades de extracción de materiales pétreos	Se recorrerá el sitio del proyecto y las áreas aledañas	Vertimiento de materiales fuera de las zonas autorizadas	Afectación de vegetación	Sancionar a los trabajadores que realicen el depósito indebido de material.  Retirar el material y restaurar el área afectada mediante la reforestación de especies nativas.
Biota: flora	Se prohíbe el derribo de la vegetación en las áreas aledañas al sitio	Áreas desmontadas	Hectáreas		Vehículos	Que no se dañe vegetación en las áreas aledañas	Evidencia fotográfica	La verificación será mensual	Se recorrerá el sitio del proyecto y las áreas aledañas	Afectación a la vegetación	Tocones en las inmediaciones	Sancionar a los trabajadores responsables y realizar reforestación de las áreas afectadas.

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento impactado	Medida específica	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisibles	Medidas de urgente aplicación
Biota: fauna	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad	Ausencia de fauna	Número de individuos	Diariamente antes de iniciar la jornada laboral de forma permanente durante la vida útil del proyecto	Vehículo para monitorear la zona y equipo de rescate (Guantes, pinzas para víboras, jaula, recipientes para víboras, etc.)	Mantener alejada a la fauna en la zona para evitar accidentes	Durante la etapa de preparación, construcción y operación se realizara monitoreo diario en el área de trabajo, de la misma manera cuando se requiera mantenimiento.	Supervisor de obra/supervisor ambiental	Índice de cumplimiento :100 % aceptable Categoría inadmisibles: menor al 100%	Cacería por parte de los trabajadores o habitantes locales.	De dos a 3 individuos afectados.	Rescatar las especies que se encuentren dentro de las áreas de trabajo y que no puedan desplazarse por sí solas.  En caso de especies dañadas dar aviso a las autoridades correspondientes.
Biota: fauna	Prohibición de la compra, venta, captura, colecta, comercialización, tráfico o caza de fauna silvestre	Cero individuos afectados	Número de individuos	Mensualmente durante la vida útil del proyecto	Capacitación a trabajadores	Capacitar a los trabajadores acerca de la importancia de la fauna	Listas de asistencia a capacitación y evidencia fotográfica	Mensualmente se realizarán pláticas con los trabajadores para recordarles la importancia de la fauna	Recorridos en el área para verificar que no se estén realizando afectaciones ilegales a la fauna	Un individuos muerto por atropellamiento, caza o comercialización	Más de dos individuos muertos.	Sancionar al trabajador implicado y si reincide será despedido y denunciado ante las autoridades ambientales correspondientes.
Biota: fauna	Hacer del conocimiento de los trabajadores, el alcance legal (sanciones) de los ilícitos a la fauna silvestre											
Biota: fauna	Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre											
Biota: fauna	Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre				2 letreros alusivos a la protección de fauna.	Mantener la diversidad de fauna en la zona	Una vez colocado el letrero se monitoreará de manera semestral para considerar un posible mantenimiento	Promovente, responsable técnico, trabajadores	Índice de cumplimiento :100 % aceptable Categoría inadmisibles: menor al 100%	Letreros en mal estado	Los letreros no son visible, por lo que no cumplen con su objetivo de concientizar a la población.	Reemplazar los letreros si están deteriorados.
Biota: fauna	Aplicar un Programa de Rescate y Manejo para la conservación y protección de aquellas especies	Diversidad de fauna	Número de individuos	Diariamente durante la vida útil del proyecto	Vehículo para monitorear la zona y equipo de rescate (Guantes, pinzas para víboras, jaula, recipientes para víboras, etc.)	Mantener la diversidad de fauna en la zona	Durante la etapa de preparación, construcción y operación se realizara monitoreo diario en el área de trabajo, de la	Promovente, responsable técnico	Índice de cumplimiento :100 % aceptable Categoría inadmisibles: menor al 100%	Cacería por parte de los trabajadores o habitantes locales.	De dos a 3 individuos afectados.	Rescatar y reubicar las especies que se encuentren en el sitio al momento de estar realizando actividades de extracción y/o transporte de material.

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento impactado	Medida específica	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisibles	Medidas de urgente aplicación
	consideradas en la NOM-059						misma manera cuando se requiera mantenimiento.					De ser necesario dar aviso a las autoridades correspondientes.
Paisaje	Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina	NA	NA	Anualmente durante la Vida útil	Vehículos, maquinaria	Llevar a cabo las actividades por etapas y tiempos específicos	Bitácoras y evidencia fotográfica	Semestralmente se consultará a los pobladores cercanos su percepción en el desarrollo de las actividades	Poblados cercanos al sitio	Quejas de los pobladores	Afectación a algún recurso	Nivelar las áreas explotadas para evitar cambios drásticos sobre el cauce.
Paisaje	Aplicar un programa de abandono del sitio	Áreas limpias	NA	Abandono del sitio	Vehículos, maquinaria	Llevar el sitio lo más posible a su estado original	Evidencia fotográfica	Al final de la etapa de aprovechamiento de cada banco	En los bancos de extracción de materiales pétreos	No realizar las actividades de abandono del sitio	Dejar material fuera del banco obstaculizando o el cauce	En caso que el relieve de los bancos no armonice con el resto del paisaje se nivelar nuevamente la pendiente del sitio
Social	Realizar la contratación de obreros de la región	Empleos generados	Número de empleos	Durante todas las etapas de proyecto, así como en las obras de restauración y mantenimiento.	Los materiales utilizados son los necesarios para realizar las obras nivelación de taludes, vehículos para transporte de personal y material pétreo, máquina para extracción del material, Choferes de camiones	5 % de la población económicamente activa con empleo	Al realizarse las obras se tiene por comprobado que se generan empleos por lo tanto no se considera un periodo específico para su evaluación	supervisor ambiental	Índice de cumplimiento :100 % aceptable Categoría inadmisibles: menor al 100%	Pocos habitantes locales empleados por la empresa minera.	Preferencia de empleos a personal foráneo ante los locales.	Contratar personal foráneo en caso de no haber trabajadores disponibles al momento de iniciar labores.
Social	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene	Daños auditivos en los trabajadores	Número de trabajadores	Diariamente durante la jornada laboral	Equipo de protección para el personal.	Ausencia de personas afectadas por la exposición a altos niveles de ruido	Directa. Se supervisara de manera trimestral	Supervisor de obra	Índice de realización: 100% aceptable Categoría inadmisibles: menor al 100%	Exposiciones a ruido alto sin la protección adecuada.	Personas con daños auditivos por falta de uso de equipos de protección auditiva.	Se llamará la atención al personal que no use equipo de seguridad y en caso de incidir se les aplicarán sanciones administrativas.
Social	Realizar el mantenimiento de caminos	Caminos en mal estado	Número de baches	Durante la etapa de operación del proyecto semanalmente y conforme se vaya requiriendo.	Máquina para rastreo del camino, palas y carretilla para acarreo	Caminos en buen estado durante la vida útil del proyecto.	Visual. Durante la etapa de preparación,	Chofer de camiones	Índice de realización: 100% aceptable	Presencia de baches	Caminos en mal estado que dificultan	Realizar actividades de bacheo y revestimiento en áreas degradadas.

Aprovechamiento de materiales pétreos en el "Arroyo San Lucas", municipio de San Juan del Río, Durango.

Elemento impactado	Medida específica	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisibles	Medidas de urgente aplicación
					de material para bacheo	Reducción del tiempo de transporte del material.	construcción y operación se supervisara diariamente		Categoría inadmisibles: menor al 100%		el tránsito de los camiones de transporte del material pétreo.	
Social	Acceso a servicios médicos (solo para los obreros)	Empleados asegurados	Número de empleados	Durante la vida útil	NA	Que todos los obreros cuenten con servicios médicos	Altas de seguridad social de los obreros	La seguridad social de los trabajadores se cubrirá durante la vida útil del proyecto	No aplica	Trabajadores sin seguro social o acceso digno de servicios médicos en caso de ser necesario	Empleados que no reciban servicios médicos	No aplica

#### ***VII.7.2.1 Seguimiento y supervisión***

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental y seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de flora.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de fauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica).

#### ***VII.7.2.2 Conclusiones***

La descripción de las principales actividades a desarrollar y la vinculación de éstas con los ordenamientos jurídicos ambientales, así como la descripción ambiental regional y local, permitieron la identificación y descripción de los impactos ambientales más relevantes. La evaluación del impacto ambiental de las actividades en las diferentes etapas, permitieron proponer las medidas necesarias para prevenir, mitigar, controlar, proteger o compensar los posibles impactos a generarse. Lo anterior permitió valorar la sustentabilidad de las actividades a desarrollar y evaluar los impactos sobre los componentes ambientales.

El sitio presenta a nivel regional y local modificación del ecosistema por las actividades antropogénicas, principalmente las relacionadas con la agricultura y ganadería. El uso del suelo del banco propuesto es para mantener el cauce hidráulico del río, sin embargo en las zonas próximas al cauce se practica la agricultura y ganadería no sustentable, por lo que puede establecerse que los elementos ambientales ya se encuentran con alguna afectación para alguna variable ambiental (i.e., erosión, contaminación, etc.), incluso se tienen evidencias de la extracción de los materiales pétreos sin previa autorización en diferentes sitios del cauce por la población de las localidades vecinas, sin medidas de prevención, mitigación, restauración o compensación alguna. Al efectuar el aprovechamiento de la manera que se plantea, se garantiza en todo momento el respeto y cuidado del ambiente, ya que al realizar la evaluación de los impactos ambientales fue posible establecer las medidas adecuadas y pertinentes para cada uno de éstos. Con el plan de manejo ambiental se espera no solamente prevenir y mitigar los impactos producidos por la obra, sino que también contribuir a la restauración del ecosistema regional. El beneficio social y económico de la obra puede, en función de las políticas y actores desarrollo, contribuir a la generación de empleos y mejorar las condiciones sociales a nivel regional.

Basado en los resultados que arrojaron los métodos utilizados para la evaluación ambiental, se considera económica y ecológicamente viable desarrollar la obra, ya que los impactos no son severos, acumulativos o críticos en comparación con el beneficio social esperado.

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA

### VIII.1 Formatos de presentación

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán dos ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental; de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo, todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complemente el estudio, mismo que deberá ser presentado en formato Word y PDF.

### VIII.2 Planos

Los anexos al presente estudio son:

ANEXO	DESCRIPCIÓN
<b>1</b>	<b>Documentación legal</b>
1.1	Constancia de situación fiscal
1.2	Identificación Oficial del promovente
1.3	Copia de la CURP
1.4	Comprobante de domicilio
<b>2</b>	<b>Planos de localización del proyecto</b>
2.1	Localización del sitio en el contexto estatal
2.2	Localización predial del sitio
2.3	Localización física de la infraestructura
<b>3</b>	<b>Planos de las características físicas</b>
3.1 a	Hidrología regional
3.1 b	Hidrología local
3.1 c	Calidad del agua
3.1 d	Acuíferos
3.2	Provincias fisiográficas
3.3	Elevaciones
3.4	Pendientes
3.5	Exposiciones
3.6	Geología
3.7	Edafología
3.8	Climas
<b>4</b>	<b>Planos de las características bióticas</b>
4.1	Uso de suelo y vegetación
<b>5</b>	<b>Planos de las regiones prioritarias</b>
5.1	Ubicación del sitio respecto a las ANP y AICAS
5.2	Ubicación del sitio respecto a las RHP
5.3	Ubicación del sitio respecto a las RTP
5.4 a	Ubicación del sitio respecto al Ordenamiento Ecológico Municipal
5.4 b	Ubicación del sitio respecto al Ordenamiento Ecológico Estatal
5.4 c	Ubicación del sitio respecto al Ordenamiento Ecológico General del Territorio
<b>6</b>	<b>Anexo fotográfico</b>
<b>7</b>	<b>Anexo digital.</b>
6.1	Memoria de cálculo de la granulometría de los materiales.
6.2	Memoria de cálculo de los caudales medios mensuales en m <sup>3</sup> .
6.3	Memoria de cálculo de la recarga de sedimentos.

### VIII.3 Fotografías

Dentro del Anexo 6 se presenta el anexo fotográfico sobre el estado actual del cauce y áreas aledañas.

#### VIII.4 Videos

No se presenta información en este caso.

#### VIII.5 Otros anexos

##### VIII.5.1 Metodologías empleadas durante la elaboración del MIA-P

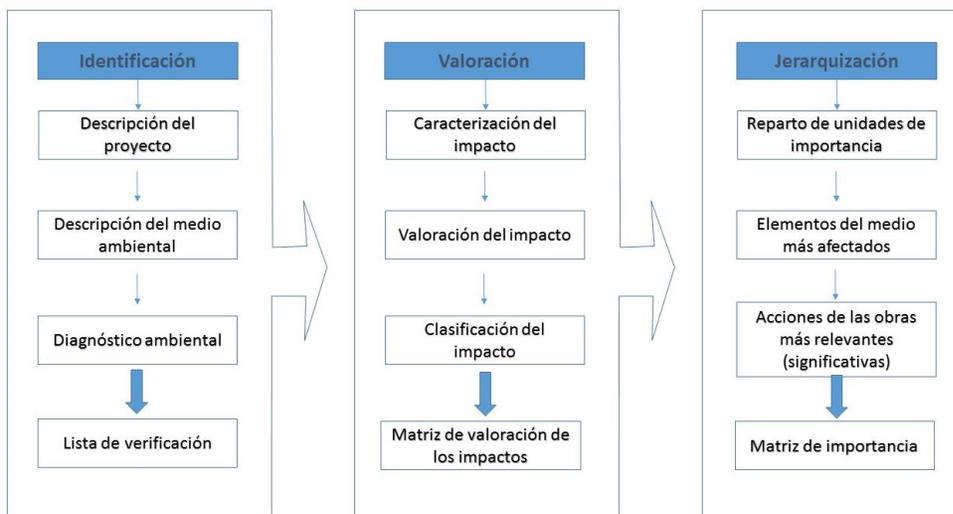
Los métodos utilizados durante la elaboración del documento son:

Desarrollo de la Guía para la elaboración del Manifiesto de Impacto ambiental modalidad particular en el sector minero.

Elaboración de cartografía con ayuda del ArcMap, primero se delimita el área del **SA** mediante la herramienta **watershed**, para lo cual se inició con la generación del modelo digital de elevación en base a las curvas de nivel equidistantes a 20 m., a partir de este modelo se corrigieron los vacíos del raster con la herramienta **Hidrology** en la función **Fill**, el cual servirá para determinar la dirección del flujo que está basada en la pendiente del terreno y que indica hacia donde corren los cauces, por lo tanto, dentro de la misma herramienta **Hidrology** en la función **Flow Direction** se genera el nuevo raster de acumulación del flujo, y a partir de este raster dentro de la función **Flow Accumulation** se genera un nuevo raster que indicará la acumulación del flujo, el cual indica en que zonas se acumula más agua y finalmente conociendo la dirección y la acumulación de los cauces se pudo definir el área del **SA** desde el punto de descarga más cercano al área del proyecto, este procedimiento se realizó en base al raster de acumulación y la función **Watershed**, la cual delimito el área en base a todos los cauces que captan agua hacia este punto de descarga, cabe resaltar que el **SA** involucra tres microcuencas, por lo que se definieron cuatro puntos de descarga obteniendo un raster para cada punto y al final se unieron para formar un solo raster de donde se obtuvo el SA final. Para la delimitación del AI se siguió el mismo procedimiento.

La generación de mapas temáticos se basó en la delimitación del **SA**, **AI** y proyecto, para cada aspecto ambiental se consideraron las cartas temáticas disponibles en INEGI las cuales son Cartas temáticas 1: 50, 000 (Curvas de nivel, Cauces, Caminos, infraestructura eléctrica, localidades), Cartas temáticas 1: 250000 (Clima, edafología, geología, hidrología, Vegetación). Dentro del programa arc map se realiza el recorte de las cartas con la herramienta **Analysis Tools- Extract-clip** en base a shp del **SA**, posteriormente al **AI** y al final para el Proyecto. Una vez realizados los recortes, se procede a generar los planos por componente ambiental.

La metodología para la evaluación y valoración de impactos es como sigue:



#### Lista de verificación

Esta lista permite identificar de manera inicial los posibles impactos que se pueden llegar a generar por el desarrollo del proyecto.

Elemento	Componente	Atributo	Consideración	Afectación/ Generación	Impacto	Justificación/Causa
Atmósfera	Clima	Temperatura				
		Precipitación				
		Vientos				
		Fenómenos meteorológicos				
		Evapotranspiración potencial				
		Fenómenos naturales				
	Aire (Calidad)	Monóxido de carbono (CO)				
		Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )				
		Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )				
		Óxidos de azufre (SO <sub>x</sub> )				
		Polvos				
Olor						
	Ruido					
Geología	Composición y arreglo geológico	Geología regional y local				
		Estratigrafía				
Suelos	Composición del suelo	Tipo de suelo				
		Composición física				
		Composición química				
Hidrología	Escurrimiento superficial	Flujo hidráulico				
		Calidad del agua				
	Agua subterránea	Condición del acuífero				
		Recarga de agua				
Biota	Vegetación	Daños a la vegetación				
		Tipo de vegetación				
	Fauna	Fauna silvestre				
Paisaje	Percepción visual	Calidad del paisaje				
		Fragilidad visual				
		Visibilidad				
Social	Empleo	Fuentes de Empleo				
	Demografía	Incremento en la tasa de población				
	Salud	Estándares de salud en la población				
	Bienestar	Servicios Básicos				

### Cuadro de contingencia

Con este cuadro se determina un valor cuantificable sobre la afectación a cada componente ambiental, dicho cuadro está basado en la metodología propuesta por Conesa-Fernández (2010), en la cual para cada criterio de valoración propone una numeración de 1 a 12 y al final se suman para definir la importancia del impacto de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3 \text{ Magnitud} + 2 \text{ Extensión} + \text{Momento} + \text{Persistencia} + \text{Reversibilidad} + \text{Recuperabilidad} + \text{Sinergismo} + \text{Acumulación} + \text{Efecto} + \text{Periodicidad}) * \text{Naturaleza del impacto.}$$

Los valores de Importancia del Impacto varían entre 13 y 88 y se clasifica de acuerdo a los siguientes parámetros:

Valores	Categoría de Impacto
< 25	Compatibles
25 – 50	Moderados
50 -75	Severos
>75	Críticos

Elemento	Componente	Impacto	N	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	E	PD	Valoración	Importancia del Impacto
Atmósfera	Aire (Calidad)														
Geología	Composición y arreglo geológico														
Suelos	Composición del suelo														
Agua	Cantidad de agua														
Biota	Vegetación														
	Fauna														
Paisaje	Percepción visual														
Social	Empleo														
	Servicios														

Como los impactos se determinan para cada etapa y es posible que algunos sean mayores para una etapa y disminuir o dejar de producirse en otras etapas, fue necesario realizar la jerarquización de impactos para tener un panorama más amplio de los posibles impactos durante la vida útil del proyecto, por lo que se realizó el método de jerarquización donde fue posible comparar los impactos positivos y negativos y hacer el análisis de factibilidad en función de los beneficios y la afectación ambiental.

Elemento	Impacto	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio	Suma Absoluta (i)	Unidades de Importancia (UI)	Suma Relativa (JI)
Atmosfera								
Geología								
Suelo								
Agua								
Biota								

Elemento	Impacto	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio	Suma Absoluta (i)	Unidades de Importancia (UI)	Suma Relativa (JI)
Paisaje								
Social								
Suma absoluta (j)								
Suma relativa (JI)								

### Metodología para el cálculo de escurrimientos

Para el cálculo del escurrimiento se utilizó el método hidrológico propuesto por Lutz Scholz para lo cual se desarrolla del siguiente procedimiento:

#### Balance hídrico

Se estimó la relación fundamental que establece el balance hídrico (mm/mes) el cual se obtiene mediante la ecuación:

$$CM_i = P_i - D_i + G_i + A_i$$

Donde:

$CM_i$ : Caudal mensual (mm/mes).

$P_i$ : Precipitación mensual sobre la cuenca (mm).

$D_i$ : Déficit de escurrimiento (mm/mes).

$G_i$ : Gasto de la retención de la cuenca (mm/mes).

$A_i$ : Abastecimiento de la retención (mm/mes).

En periodos largos (considerando periodos anuales), el gasto y el abastecimiento de la retención coinciden en cantidad, es decir  $G_i = A_i$ , y en periodos de un año en promedio, una parte de la precipitación se transforma en evaporación, reemplazando  $P - D$  por  $C * D$  en la ecuación anterior, para transformar de mm/mes a  $m^3/s$ , se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Q = c * C * P * AR$$

Donde:

$Q$ : Caudal ( $m^3/s$ ).

$c$ : Coeficiente de la conversión del tiempo (mes/seg).

$C$ : Coeficiente de escurrimiento.

$P$ : Precipitación total mensual (mm/mes).

$AR$ : Área de la subcuenca ( $m^2$ ).

Coeficiente de escorrentía

Para el coeficiente de escorrentía se considera el modelo empírico expresado por la ecuación:

$$C = \frac{P - D}{P}$$

Donde:

$C$ : Coeficiente de escurrimiento.

$P$ : Precipitación total anual (mm/año).

$D$ : Déficit de escurrimiento (mm/año).

El parámetro  $D$  se obtiene mediante la Ecuación siguiente:

$$D = P \frac{1}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

Donde:

$L$ : Coeficiente de temperatura.

$T$ : Temperatura media anual ( $^{\circ}C$ ).

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

El coeficiente de escorrentía se calcula por la ecuación siguiente:

$$C = 3.16E12(P^{-0.571})(EP^{-3.686}), r = 0.96$$

Donde:

$C$ : Coeficiente de escurrimiento.

$D$ : Déficit de escurrimiento (mm/año).

$P$ : Precipitación total anual (mm/año).

$EP$ : Evapotranspiración total anual, según Hargreaves (mm/año).

### Precipitación efectiva

Para el cálculo de la precipitación efectiva, se supone que los caudales promedios observados en la subcuenca pertenecen a un estado de equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención. La precipitación efectiva se calculó para el coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de escorrentía.

Para el cálculo rápido de la precipitación efectiva se determina con la ecuación siguiente:

$$PE = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4 + a_5P^5$$

Donde:

$PE$ : Precipitación efectiva (mm/mes).

$P$ : Precipitación total mensual (mm/mes).

$a_i$ : Coeficiente del polinomio.

Las ecuaciones que representan los valores límites de la precipitación efectiva se muestran enseguida:

$$\text{Curva I } PE = P - 120.6, \quad \text{para } P > 177.8 \text{ mm/mes}$$

$$\text{Curva II } PE = P - 86.4, \quad \text{para } P > 152.4 \text{ mm/mes}$$

$$\text{Curva III } PE = P - 59.7, \quad \text{para } P > 127.0 \text{ mm/mes}$$

Los coeficientes  $a_i$  utilizados para cada tipo de curva y que permiten alcanzar valores de  $C$  comprendidos entre 0.15, 0.3 y 0.45, se muestran en el cuadro siguiente:

Coeficiente	Curva I	Curva II	Curva III
a0	-0.047000	-0.106500	-0.417700
a1	0.009400	0.147700	0.379500
a2	-0.000500	-0.002900	-0.010100
a3	0.000020	0.000050	0.000200
a4	-5.00E-08	-2.00E-07	-9.00E-07
a5	2.00E-10	2.00E-10	1.00E-09

### Retención de la cuenca

Bajo la suposición de que para un año promedio exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la subcuenca y además que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, la contribución de la reserva hídrica al caudal se puede calcular según las relaciones mostrada en las ecuaciones siguientes:

$$R_i = CM_i - P_i$$

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

Donde:

CM<sub>i</sub>: Caudal mensual (mm/mes).

PE<sub>i</sub>: Precipitación efectiva mensual (mm/mes).

R<sub>i</sub>: Retención de la cuenca (mm/mes).

G<sub>i</sub>: Gasto de la retención (mm/mes).

A<sub>i</sub>: Abastecimiento de la retención (mm/mes).

R<sub>i</sub> = G<sub>i</sub>, para valores mayores que cero (mm/mes).

R<sub>i</sub> = A<sub>i</sub>, para valores menores que cero (mm/mes).

Sumando los valores de G o A respectivamente, se encuentra la retención total de la cuenca para el año promedio.

### **Relación entre descargas y retenciones**

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los ríos, constituyendo el caudal o descarga básica. La reserva o retención de la subcuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se obtiene según la ecuación:

$$Q_t = Q_0 \exp^{-at}$$

Donde:

Q<sub>t</sub>: Descarga en el tiempo t.

Q<sub>0</sub>: Descarga inicial.

a: Coeficiente de agotamiento.

t: Tiempo.

Al principio de la estación lluviosa, el proceso de agotamiento de la reserva termina, comenzando a su vez el abastecimiento de los almacenes hídricos. Este proceso está descrito por un déficit entre la precipitación efectiva y el caudal real. En base a los hidrogramas se ha determinado que el abastecimiento es más fuerte al principio de la estación lluviosa continuando de forma progresiva pero menos pronunciada, hasta el final de dicha estación.

### **Coeficiente de agotamiento**

Este coeficiente de agotamiento no es constante durante toda la estación seca, ya que va disminuyendo gradualmente, pero con fines prácticos se puede desprestigiar la variación del coeficiente "a" durante la estación seca empleando un valor promedio; se ha demostrado que el coeficiente de agotamiento de la subcuenca tiene una dependencia logarítmica del área en relación al área de la subcuenca, expresada mediante la ecuación:

$$a = f(\ln(AR))$$

El análisis de las observaciones disponibles muestra, además, cierta influencia del clima, de la geología y de la cobertura vegetal. Se desarrolló una ecuación empírica, expresada por la ecuación:

$$a = 3.1249E67(AR)^{-0.1144}(EP)^{-19.336}T^{-3.369}(R)^{-1.429}, \quad r = 0.86$$

Es posible determinar el coeficiente de agotamiento real mediante aforos sucesivos en el río durante la estación seca; sin embargo, cuando no sea posible ello, se puede recurrir a las ecuaciones desarrolladas para la determinación del coeficiente "a" para cuatro clases de subcuencas las cuales son:

Subcuencas con agotamiento muy rápido, debido a temperaturas elevadas y retención que va de reducida (50mm/año) a mediana (80 mm/año), expresado por la ecuación:

$$a = -0.00252(\ln(AR)) + 0.034$$

Subcuencas con agotamiento rápido, cuya retención varía entre 50 y 80 mm/ año y vegetación poco desarrollada (puna), expresado por la ecuación:

$$a = -0.00252(\ln(AR)) + 0.030$$

Subcuencas con agotamiento mediano, cuya retención es alrededor de 80 mm/ año y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados), expresado por la ecuación:

$$a = -0.00252(\ln(AR)) + 0.026$$

Subcuencas con agotamiento reducido por alta retención (mayores a 100 mm/año) y vegetación mezclada, expresado por la ecuación:

$$a = -0.00252(\ln(AR)) + 0.023$$

Los parámetros de las ecuaciones del coeficiente de agotamiento, tomando en cuenta el uso de suelo de las subcuencas, son:

a: Coeficiente de agotamiento por día.

AR: Área de la cuenca (km).

EP: Evapotranspiración potencial anual (mm/año).

T: Duración de la temporada seca en días.

R: Retención total de la cuenca (mm/año).

Para el proyecto se utilizó la ecuación para subcuencas con agotamiento rápido, cuya retención varía entre 50 y 80 mm/año y vegetación poco desarrollada, expresado por la ecuación:

$$a = -0.00252(\ln(AR)) + 0.030$$

### Almacenamiento hídrico

Son consideradas tres tipos de almacenamientos hídricos naturales que inciden en la retención de la subcuenca, los cuales son acuíferos, lagunas y pantanos y los nevados. La determinación de la lámina L que almacena cada tipo de estos almacenes está dado por:

#### Acuíferos

La lámina de almacenamiento de acuíferos está dada por la ecuación:

$$L_A = -7.50(I) + 315$$

Donde:

LA: Lámina específica de acuíferos (mm/año).

I: Pendiente de desagüe,  $I \leq 15\%$ .

Lagunas y pantanos

La lámina de almacenamiento de lagunas y pantanos está dada por la ecuación:

$$L_L = 500$$

Donde:

LL: lámina específica de lagunas y pantanos (mm/año).

Nevados

La lámina de almacenamiento de nevados está dada por la ecuación:

$$L_N = 500$$

Donde:

LN: lámina específica de nevados (mm/año).

En correspondencia a la referencia, las respectivas extensiones o áreas son determinadas de los mapas o aerofotografías. Los almacenamientos de corto plazo no son considerados para este caso, estando los mismos incluidos en las ecuaciones de la precipitación efectiva.

Para el caso del proyecto, se utilizó la lámina de almacenamiento de acuíferos.

Determinación del caudal mensual para el año promedio

Está basado en la ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual a partir de los componentes descritos en las secciones anteriores, y está expresado mediante la Ecuación:

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

Donde:

CM<sub>i</sub>: Caudal del mes i, (mm/mes).

PE<sub>i</sub>: Precipitación efectiva del mes i (mm/mes).

G<sub>i</sub>: Gasto de la retención del mes i (mm/mes).

A<sub>i</sub>: Abastecimiento del mes i (mm/mes).

### Generación de caudales mensuales para periodos extendidos

Luego de haber obtenido los caudales para el año promedio, las mismas son extendidas en el tiempo, en esta parte de la generación sintética de caudales se utilizan los modelos estocásticos. El procedimiento se toma de las referencias. A fin de generar una serie sintética de caudales para periodos extendidos, se ha implementado un modelo estocástico que consiste en una combinación de un proceso markoviano de primer orden, según las ecuaciones con una variable de impulso, que en este caso es la precipitación efectiva en la ecuación.

$$Q_t = f(Q_{t-1})$$

$$Q = g(PE_i)$$

Con la finalidad de aumentar el rango de valores generados y obtener una óptima aproximación a la realidad, se utiliza además una variable aleatoria, expresada por la ecuación siguiente:

$$Z = z(S)\sqrt{(1 - r^2)}$$

La relación general para la estimación de caudales mensuales está dada por la ecuación siguiente:

$$Q_t = B1 + B2(Q_{t-1}) + B3(PE_i) + z(S)\sqrt{(1 - r^2)}$$

Donde:

Q<sub>t</sub>: caudal del mes t.

Q<sub>t-1</sub>: caudal del mes anterior.

PE<sub>i</sub>: precipitación efectiva del mes.

B1: factor constante o caudal básico.

Se calculan los parámetros B1, B2, B3, r y S sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio por un cálculo de regresión lineal con Q<sub>t</sub> como valor dependiente y Q<sub>t-1</sub> y PE<sub>i</sub> como valores independientes. Los cálculos se realizan en base aplicaciones comerciales de estadística.

El proceso de generación requiere de un valor inicial, el cual puede ser obtenido en una de las formas siguientes:

Empezar el cálculo en el mes para el cual se dispone de un aforo.

Tomar como valor inicial el caudal promedio de cualquier mes.

Empezar con un caudal cero, calcular un año y tomar el último valor como valor  $Q_0$ , sin considerar estos valores en el cálculo de los parámetros estadísticos del período generado.

### **Análisis de granulometría**

El análisis granulométrico se realizó mediante el tamizado de muestras extraídas de cada banco de materiales, esto permitió conocer el tamaño de las diferentes partículas que componen el sedimento a analizar, también permite conocer la cantidad de material por tamaño.

Este procedimiento se realizó con el uso de muestras extraídas por cada banco de materiales, las cuales una vez extraídas se tomó su peso húmedo, después se puso a secar durante 2 días bajo el sol. Posteriormente, las pruebas obtenidas pasaron por una serie de tamices que van desde el de 4 pulgadas hasta tamiz más fino de 0.075 mm. Esto con el fin de separar los materiales por su tamaño y poder obtener el porcentaje que cada uno representa en la muestra. Para realizar el tamizado de las muestras se realizaron las siguientes actividades.

#### **Procedimiento**

Se usaron tamices ensamblados en una columna en orden descendente.

En el tamiz más grueso se vertió la muestra.

La columna de tamices se sometió a movimientos vibratorios y de rotación.

Se retiraron los tamices y se tomó por separado el peso del material que se retuvo en cada uno.

Captura y procesamiento de datos en el programa Excel.

#### **Elaboración de la curva granulométrica por banco de materiales.**

Para realizar esta actividad se extrajo material de diversos puntos dentro de cada banco de materiales, por lo cual se obtuvo resultados por cada prueba extraída, una vez obtenidos los resultados por muestra se sumaron los porcentajes y cantidades por banco de materiales, esto con el fin de obtener la granulométrica de cada muestra y al final obtener la curva granulométrica general de cada banco de materiales, así como también cantidad de cada producto por banco de materiales.

#### **Estimación de la recarga de sedimentos**

Con los datos obtenidos del escurrimiento y la granulometría, se procede a calcular el transporte de los sedimentos, para lo cual se hizo uso de programa HEC-RAS v. 6.3.1., dentro de este programa se cuenta con una serie de modelos que simulan el movimiento de los sedimentos durante una crecida del río o durante el flujo constante. Para el caso particular del proyecto se utilizó el modelo de Meller Peter Muller (1948), el cual es de los primeros métodos que se desarrolló y que sigue siendo el más utilizado para la simulación de sedimentos, la ecuación implementada en el programa HEC-RAS es como sigue:

$$\left(\frac{Kr}{K'r}\right)^{\frac{3}{2}} \gamma RS = 0.047(\gamma_s - \gamma)d_m + \left(\frac{\gamma}{g}\right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma_s}\right)^{\frac{2}{3}} g_s^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

gs = Tasa unitaria de transporte de sedimentos en peso/tiempo/anchura unitaria

kr = Un coeficiente de rugosidad

kr' = Un coeficiente de rugosidad basado en los granos.

γ = Unidad de peso del agua

γs = Unidad de peso de sedimento

g = Aceleración de la gravedad

dm = Diámetro medio de partícula

R = Radio hidráulico

S = Gradiente de energía

Para iniciar con el proceso, se toma en cuenta el modelo de terreno en el cual se indica la elevación del cauce y se pueden definir las áreas inundables y los bancos de materiales, así mismo, se utilizan las secciones transversales que atraviesan el río y sus áreas aledañas para calcular el total de sedimentos dentro de la superficie que abarca el lecho del río durante la crecida del río.

Los insumos para el programa fueron, un modelo de terreno, el cual fue generado a partir del modelo digital de elevación creado a partir de curvas de nivel equidistantes a 1 m, así mismo, se utilizaron los archivos Shapefile tipo línea del arroyo, límite del arroyo y área de influencia del arroyo, así como las secciones transversales cada 20 m.

Dentro del programa los datos requeridos fueron principalmente la clasificación granulométrica del material, la temperatura, la velocidad del flujo y la pendiente, a partir de estos datos el programa determina la cantidad de sedimentos que pueden ser arrastrados durante un periodo dado. En el caso particular del proyecto se realizó una simulación para un periodo de 5 días durante el mes de septiembre que es el de máxima precipitación, cabe resaltar que los datos de velocidad de flujo fueron estimados a partir de datos obtenidos de la estación climatológica de influencia.

### **Vegetación:**

En el caso de la vegetación solo se identificaron los tipos vegetales a nivel del SA, AI y proyecto de acuerdo a la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII editada por INEGI en 2017. Las especies identificadas se tomaron de estudios ya realizados para la zona como es el caso del Estudio Regional Forestal de la UMAFOR 1013.

### **Fauna:**

La evaluación de la fauna se realizó en base a la información obtenida de 5 puntos de observación de aves y 5 transectos para identificación de mamíferos y reptiles. Dentro de los puntos de observación se anotan los cantos o visualización de especies, mientras que dentro de los transectos se buscan todo tipo de rastro de fauna como excretas, plumas, heces fecales, perchas, comederos, echaderos, bebederos entre otros. Los transectos son de 500 m de largo

por 2 m de ancho y se realizan a una distancia de 30 m entre transectos. Una vez identificadas las especies a nivel regional, se compararon las listas con las reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en su proyecto de modificación publicado el 21 de diciembre de 2015, con el propósito de identificar las especies que requieren de hábitats específicos y en su caso proponer medidas de restauración, mitigación y/o compensación por el desarrollo del proyecto.

### ***VIII.6 Responsiva técnica***

El presente Manifiesto de Impacto Ambiental (modalidad particular) del proyecto: **APROVECHAMIENTO DE MATERIALES PETREOS EN EL "ARROYO SAN LUCAS", MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RÍO, DURANGO**, se elaboró bajo la responsabilidad técnica de:

---

ING. CESAR ENRIQUE VILLA ARELLANO.

R.F.N. No. 15, del Volumen 3, del Libro DURANGO Tipo UI, Según Oficio SG/130.2.2.2/063/2008 de fecha 13 de agosto del año 2008.

R.F.C. VIAC741108-I43

DOMICILIO. - Calle Zinc 517, Colonia Real de Santiago, Santiago Papasquiari, Dgo. Teléfono 01-674-86-2-03-59; E-Mail: [ceviar90@gmail.com](mailto:ceviar90@gmail.com).

## IX. LITERATURA CONSULTADA

- Álvarez, M. y Espluga, A. P. (1999): "Introducción al paisaje". En Otero, I. (Ed): Paisaje, Teledetección y SIG. Conceptos y aplicaciones. Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar, pp. 1 - 33.
- André, P., C. E. Delisle y J. P. Revéret (2004), Environmental Assessment for Sustainable Development: Processes, Actors and Practice, Montreal, Presses Internationales Polytechniques, pp. 52, 54, 157.
- AOU (American Ornithologist's Union). 1998. Check-list of North American Birds. 7a edición. American Ornithologist's Union. Washington, D. C
- Arroyo CJ, Carreño AL, Lozano GM, Montellano BM. 2008. La diversidad en el pasado. In: Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 227-262.
- Carabelli F.A. 2002. Una contribución a la planificación del uso múltiple de tierras boscosas en Tierra del Fuego (Publicación Técnica N°. 31). Esquel, Chubut: CIEFAP-GTZ.
- Cisneros E. 1999. Aves acuáticas migratorias, sus hábitats y manejo de humedales. En: Diplomado en manejo de vida silvestre. Conservación y manejo de vertebrados del norte árido y semiárido de México, México pp. 247 (memorias).
- Comisión Nacional del Agua. 2005. Consulta del Software Eric del Servicio Meteorológico Nacional.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Atlas del Agua en México. Edición 2015. México. 135 p.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Estadísticas del Agua en México. Edición 2015. México. 295 p.
- Duley, F.L. 1987. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 12: 179-84.
- Ellison, W.D. 1947. Soil Erosion. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 12: 479-84.
- García, M.E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Ed. México D.F. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Elizondo, S.; González-Elizondo, M.; Tena-Flores, J.A.; Ruacho-González, L.; & López-Enríquez, I.E. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una Síntesis. Acta Botánica Mexicana. 100: 351-403.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000. Diccionario de datos climáticos escalas 1:250 000 y 1: 1,000,000 (vectoriales). México. 57 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2001. Diccionario de datos edafológicos (Alfanumérico). México. 33 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2001. Diccionario de datos geológicos escalas 1: 250,000 (Alfanumérico). México. 48 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación 1: 250,000 Serie V. México. 195 p.
- Leopold AS. 1983. Fauna silvestre de México. 2da. ed. Pax-México. A.C., México, pp. 608.
- Martin, J.W., 1984. Forest Management Practices That Will Influence Product Characteristics of the Changing Wood Resource in the South United States. NCSU, Raleigh, pp. 115-123.
- Martínez, M.M. 2005. Estimación de la erosión del suelo. SAGARPA, INCA Rural y Colegio de Postgraduados, Montecillo Estado de México.
- Meyer, L.D. 1976. Soil erosion concepts and misconceptions. In: Third Federal Inter-Agency Sedimentation Conference. Denver, Colorado, 1976. Proceedings. Sedimentation Committee Water Resources Council, Denver, 12 p.

- Navar J. 2009. Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management*. 257:427-434.
- Pérez AA, Gaston KJ, Kershaw M. 2002. Population trends and priority conservation sites form Mexican ducks *Anas diazi*. *Biol. Conserv. Internatl.*, 12: 35-52.
- Rojas R. T. 2004. Las cuencas lacustres del Altiplano Central. Lagos del Valle de México. *Arqueología*, Vol. XI No 68:1-9
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México. 423 p.
- Tory, P.R. y Chalif, E.L. 2008. *Aves de México – Guía de Campo – Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador*. Primera edición 1989. México. 473 p.
- Turner MG, Gardner RH, O'Neill RV. 2001. *Landscape Ecology in Theory and Practice*. New York: Springer-Verlag. 401 pp.
- Vásquez, A y Valdéz E. 1994. Impacto ambiental. Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto mexicano de Tecnología del Agua. 177-183. México, D.F.
- Wathern, P. (1988), "An Introductory Guide to EIA", en Clark et al. (eds.), *Perspectives on Environmental Impact Assessment*, Dordrecht, Reidel
- Williams S. 1980. *The Mexican duck in Mexico: natural history, distribution, and population status*. Thesis (PhD), Colorado State University.
- Consulta en línea.
- Diario Oficial de la Federación. 18/12/2015. Resolución del H. Consejo de representantes de la Comisión Nacional de los salarios Mínimos que fija los salarios mínimos generales y profesionales vigentes a partir del 1o. De enero de 2016. [[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5420678&fecha=18/12/2015,03/08/16,9:15](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420678&fecha=18/12/2015,03/08/16,9:15) h].
- Comisión Nacional del Agua. Red de estaciones climatológicas. [<http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo10.html,20/08/16,10.20> h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Naturalista, Especies. [<http://naturalista.conabio.gob.mx/,10/0816,13:00> h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. AICAS. [<http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html,05/08/16,13:30> h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cuenca alta del Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla; RHP. [[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_021.html,05/08/16,13.00](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_021.html,05/08/16,13.00) h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Reptiles; tortugas, serpientes, lagartijas y cocodrilos. [<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/pdf/GranFamilia/Animales/reptiles.pdf,19/08/16,9:00> h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RHP. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html,15:00> h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RTP. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html,13:30> h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RTP - 23 San Juan de Camarones. [[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_023.pdf,05/08/16,13.25](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_023.pdf,05/08/16,13.25) h].
- Consejo Nacional de Población. Datos abiertos del índice de marginación. [[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos\\_Abiertos\\_del\\_Indice\\_de\\_Marginacion,02/08/16,12:00](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion,02/08/16,12:00) h].

- Consejo Nacional de Población. Índice de marginación por localidad 2010. [[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice\\_de\\_Marginacion\\_por\\_Localidad\\_2010](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010), 02/08/16, 12:26 h]
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Número de habitantes, estado de Durango. [<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/dur/poblacion/default.aspx?tema=me&e=10>, 25/08/16, 9:00 h].
- Instituto Nacional Estadística Geografía e Informática. 1995. Cartas temáticas de uso de suelo, vegetación, edafología, geología e hidrología superficial y subterránea escala 1: 250,000. [<http://www.inegi.org.mx>, 17/08/16, 10:30 h].
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Estimación de la erosión del suelo. [<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>, 06/08/16, 9:32 h].
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Salarios mínimos 2016. [[http://www.sat.gob.mx/informacion\\_fiscal/tablas\\_indicadores/Paginas/salarios\\_minimos.aspx](http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx), 25/08/16, 14:00 h].
- Secretaría del medio ambiente y Recursos Naturales. Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal. [[http://seigsmyma.durango.gob.mx/docs/Fase\\_Diagnostico.pdf](http://seigsmyma.durango.gob.mx/docs/Fase_Diagnostico.pdf), 01/08/16, 10:10 h].
- Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales. Calendario de Épocas Hábiles 2016-2017, por entidad federativa, estado de Durango. [[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115666/TEMPORADAS\\_HABILES\\_2016-2017-CINEGETICO.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115666/TEMPORADAS_HABILES_2016-2017-CINEGETICO.pdf), 18/08/16, 10:10 h].
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Calendario de Épocas Hábiles y Lista de especies de Aves Canoras y de Ornato para captura con fines de subsistencia temporada 2016-2017. [[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115665/TEMPORADAS\\_HABILES\\_2016-2017-ACO.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115665/TEMPORADAS_HABILES_2016-2017-ACO.pdf), 18/08/16, 10:00 h]
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Normas Oficiales Mexicanas. [<http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/normas-oficiales-mexicanas>, 01/08/16, 9:00 h].
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ordenamiento Ecológico de Durango – 6 Hidrología [[http://telesecundaria.gob.mx/mesa\\_tecnica/files/Hidrologia.pdf](http://telesecundaria.gob.mx/mesa_tecnica/files/Hidrologia.pdf), 02/08/16, 12:00 h].
- Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management*. 257(2009)247-434.